

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE UNA GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE
INDUSTRIA 4.0 A EMPRESAS PRODUCTORAS Y
COMERCIALIZADORAS DEL SECTOR PLÁSTICO DE EL
SALVADOR**

PRESENTADO POR:

ANDREA REGINA HERNÁNDEZ FLORES

DAVID ALEXANDER SERMEÑO SARMIENTO

XAVIER ISAAC VENTURA ULLOA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO:

ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTORA INTERINA:

MSC. JEANNETTE ELIZABETH SÁNCHEZ DE POCASANGRE

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

Título :

**DISEÑO DE UNA GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE
INDUSTRIA 4.0 A EMPRESAS PRODUCTORAS Y
COMERCIALIZADORAS DEL SECTOR PLÁSTICO DE EL
SALVADOR**

Presentado por:

ANDREA REGINA HERNÁNDEZ FLORES

DAVID ALEXANDER SERMEÑO SARMIENTO

XAVIER ISAAC VENTURA ULLOA

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. FRANCISCO ORLANDO REYES CONTRERAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2025

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. FRANCISCO ORLANDO REYES CONTRERAS

Agradecimientos

Este logro se lo debo principalmente a Dios y a las dos personas más influyentes en mi vida, Marisol Ulloa y Edemir Ventura, siendo ellos mis padres, los únicos que han estado para mí a pesar de las adversidades y ante todo pronóstico. Siempre creyeron en mí, quienes me apoyaron absurdamente ante todas las dificultades presentadas desde el inicio de mis estudios. Agradezco todos los consejos que me dieron, en las oraciones que me mantuvieron, los valores que me inculcaron, el interés demostrado en el seguimiento de mis estudios, el tiempo invertido, el trabajo de ambos, la paciencia que me han tenido, su amor, comprensión y ternura.

Gracias a Carolina Ventura, mi hermana, toda mi inspiración y ganas de continuar fueron gracias a ella. Mi deseo es ser siempre su apoyo y también motivarla a trascender.

Toda mi gratitud y reconocimiento para José Ulloa, siendo la persona que me ha apoyado siempre que lo he necesitado.

Este trabajo también fue posible gracias a la gran sintonía y visión que tuvimos con mis compañeros Regina Flores y Alexander Sarmiento, al asesoramiento del Ing. Orlando Reyes y a los valiosos aportes de la Ing. Karla Baires e Ing. Enrique Reyes.

Todo se lo debo a Dios.

Xavier Isaac Ventura Ulloa

“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”.

Nelson Mandela

Quiero comenzar expresando mi inmenso y sincero agradecimiento a mis padres, José David Sermeño y Ena Arely Sarmiento, quienes me dieron la oportunidad de crecer en un hogar lleno de valores y principios que me han guiado a lo largo de mi vida. Fueron los primeros en enseñarme que la vida es un constante aprendizaje y que cada dificultad es una oportunidad para crecer.

A mi esposa, Claudia Cristina Alvarado, mi más sincero agradecimiento. Tu paciencia, comprensión y apoyo constante han sido clave para que pudiera avanzar, incluso en los momentos más complicados. Gracias por estar siempre a mi lado, por tu incondicional apoyo y por ser mi fuerza y refugio a lo largo de este proceso.

A la familia Alvarado, especialmente a José, Are, Carolina y Hayde les agradezco profundamente por su apoyo y cariño. Cada palabra de aliento y cada gesto de solidaridad fueron importantes para no rendirme. Gracias por estar siempre ahí, ofreciéndome su apoyo y animándome en los momentos difíciles.

Finalmente, y no menos importante, quiero agradecerme a mí mismo por el esfuerzo, la dedicación y la perseverancia en este proceso. A veces, el mayor reconocimiento debe ser hacia nosotros mismos por la capacidad de seguir adelante y alcanzar nuestras metas.

David Alexander Sermeño Sarmiento

A Dios, por haberme dado la fortaleza, sabiduría y perseverancia para completar esta etapa académica.

A mis padres y hermanas, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su constante motivación para seguir adelante. Su amor y confianza en mí ha sido un pilar fundamental para alcanzar mis metas.

A todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la culminación de esta tesis, mi más sincero agradecimiento.

Andrea Regina Hernández Flores

Índice

Introducción	1
Objetivos	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
I. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR	3
1. Marco Conceptual.....	3
1.1. Conceptos	3
1.1.1. Definición de Conceptos	3
2. Marco de Antecedentes.....	10
2.1. Antecedentes de la Industria del Plástico	10
2.2. Evolución Histórica de la Industria hasta la Industria 4.0.....	10
2.2.1. Primera Revolución Industrial	11
2.2.2. Segunda Revolución Industrial	11
2.2.3. Tercera Revolución Industrial	11
2.2.4. Cuarta Revolución Industrial	12
2.3. Clasificación CIIU de la Industria del Plástico	13
2.4. Clasificación según Actividad Económica de El Salvador CLAEES.....	13
2.5. Características de la Industria 4.0	15
2.6. Beneficios de la Industria 4.0	15

2.7. Pilares de la Industria 4.0	17
3. Marco Legal	26
3.1. Legislación Aplicable a la Industria del Plástico y a la Innovación	26
3.1.1. Legislación de la Industria del Plástico de El Salvador	26
3.1.2. Legislación referente a Innovación y Manejo de Datos	28
4. Establecimiento del Tipo de la Investigación	31
4.1. Selección del Tipo de Investigación	33
5. Marco Contextual	35
5.1. Definición de las Técnicas de Recolección de Información	35
5.2. Caracterización del Sector Plástico.....	37
5.2.1. Principales Procesos de Fabricación de la Industria Plástica	37
5.2.2. Materiales Plásticos.....	50
5.2.3. Listado de los Principales Productos Plásticos y sus Procesos Productivos ...	51
5.2.4. Clasificación de Empresas	61
5.2.5. Geografía de Empresas Exportadoras en El Salvador.....	66
5.3. Determinación del Universo Sujeto de Estudio.....	67
5.3.1. Población Objetivo.....	79
5.3.1.1. Definición de la Población Objetivo	79
5.4. Cálculo de la Muestra Sujeto de Estudio	87
5.5. Matriz de Congruencia	91

5.6. Diseño de los Instrumentos de Recolección de Datos	97
5.6.1. Resultados de Información Recolectada de las Entrevistas.....	99
5.6.1.1. Procesamiento de Datos – Gerentes Administrativos	99
5.6.1.2. Procesamiento de Datos – Gerentes de Producción	120
5.6.1.3. Procesamiento de Datos – Gerentes Financieros	141
5.6.1.4. Procesamiento de Datos - jefes de Recursos Humanos.....	162
5.6.1.5. Procesamiento de Datos – Gerentes de Operaciones	173
5.6.1.6. Procesamiento de Datos – jefes de TI	181
5.6.1.7. Procesamiento de Datos – Gerentes de Ventas.....	196
5.6.1.8. Procesamiento de Datos – Técnicos en Mantenimiento	209
5.6.2. Análisis de Checklist	231
II. DIAGNÓSTICO Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO	232
6. Diagnóstico del Estudio	232
6.1. Análisis de Coherencia.....	232
6.2. Procesos de Empresas del Plástico	240
6.2.1. Descripción de los Procesos de Producción de Productos Plásticos.....	241
6.2.2. Descripción de Proceso de Planificación	265
6.2.3. Descripción del Proceso Gestión de Compras	267
6.2.4. Descripción del Proceso Gestión de Inventario de Productos Terminados...	269
6.2.5. Descripción de Proceso Despacho de Productos	271

6.2.6. Descripción del Proceso Servicio al Cliente.....	273
6.2.7. Descripción del Proceso de Mantenimiento Preventivo y Correctivo	275
6.2.8. Descripción del Proceso de Planeación Administrativa	278
6.2.9. Descripción del Proceso de Contabilidad y Cierres	280
6.2.10. Descripción del Proceso de Cuentas por Pagar.....	282
6.2.11. Descripción del Proceso de Facturación.....	284
6.2.12. Descripción del Proceso de Créditos y Cobros.....	285
6.2.13. Descripción del Proceso de Soporte Técnico e Integración de Sistemas	287
6.2.14. Descripción del Proceso de Análisis de Mercado y Gestión de Ventas	290
6.2.15. Descripción del Proceso de Reclutamiento, Formación y Desarrollo	292
6.2.16. Descripción del Proceso de Gestión de Nóminas	295
6.3. Matriz de Procesos.....	297
6.4. Identificación de Problemas	303
6.5. Enfoque de Marco Lógico	305
6.5.1. Matriz de Involucrados.....	305
6.5.2. Árbol de Problemas	309
6.5.3. Árbol de Objetivos	314
6.5.4. Planteamiento del Problema	317
6.5.4.1. Formulación del Problema.....	317
6.5.4.2. Enunciado del Problema	317

6.6. Matriz de Análisis de Problemas y Soluciones	318
7. Conceptualización del Diseño	325
7.1. Autoevaluación de Diagnóstico	325
7.2. Determinación del Nivel de Madurez Tecnológica	327
7.3. Desarrollo de un Plan de Acción	327
III. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	328
8. Elementos de la Guía de Aplicación.....	328
8.1. Autoevaluación de Situación Actual.....	328
8.1.1. Checklist	329
8.2. Nivel Tecnológico.....	331
8.3. Plan de Acción.....	332
9. Diseño de la Guía de Aplicación en Función de la Industria 4.0	334
9.1. Objetivo de la Guía de Aplicación.....	334
9.2. Alcance de la Guía de Aplicación.....	335
9.3. Consideraciones para la Aplicación de Tecnologías 4.0.....	335
9.4. Desarrollo de la Guía	338
9.4.1. Autoevaluación de la Situación Actual	338
9.4.2. Determinación del Nivel Tecnológico	352
9.4.3. Plan de Acción	353
9.4.3.1. Formación del Equipo de Trabajo	354

9.4.3.2. Selección de Tecnologías	400
9.4.3.2.1. Selección de Tecnologías por Procesos	404
9.4.3.2.2. Selección de Tecnologías por Área	453
9.4.3.3. Planificación de Implementación	478
9.4.3.3.1. Planificación Estratégica	478
9.4.3.3.2. Capacitaciones	482
9.4.3.3.3. Prueba Piloto	532
9.4.3.4. Monitoreo y Mejora Continua.....	535
10. Validación Técnica de la Guía de Aplicación	543
10.1. Autoevaluación mediante <i>Checklist</i> y Determinación de Nivel Tecnológico	544
10.2. Nivel de Madurez Tecnológico	553
10.3. Plan de Acción – Caso Práctico	555
10.3.1. Formación del Equipo de Trabajo	555
10.3.2. Selección de Tecnologías	556
10.3.3. Planificación de la Implementación	568
10.3.3.1. Planificación Estratégica.....	568
10.3.3.2. Capacitaciones.....	569
10.3.3.3. Prueba Piloto	572
10.3.4. Monitoreo y Mejora Continua	573
11. Manual de Implantación del Proyecto con Enfoque ADP	578

11.1. Estructura de Desglose de Trabajo	578
11.1.1. Componentes de la EDT	580
11.1.2. Recursos de Implementación	592
11.2. Red del Proyecto	600
11.3. Matriz de Riesgos	602
IV. ANÁLISIS Y EVALUACIONES DEL DISEÑO	606
12. Metodología de Evaluaciones	606
13. Evaluaciones del Proyecto	609
13.1. Evaluación Económica	609
13.1.1. Inversión del Proyecto	610
13.1.1.1. Inversiones Fijas Tangibles.....	611
13.1.1.2. Inversión Fija Intangible	612
13.1.2. Costos Operacionales de las Tecnologías 4.0	614
13.1.2.1. Costos de Depreciación	615
13.1.2.2. Costos de Energía Eléctrica	617
13.1.2.3. Costos en Soporte Técnico y Mantenimiento	617
13.1.2.4. Actualizaciones de <i>Software</i>	617
13.1.2.4.1. Software de Control de Procesos.....	617
13.1.2.4.2. Plataformas de Gestión de Datos.....	618
13.1.2.4.3. Software de Análisis de Datos.....	618

13.1.2.4.4. Software de Control de Procesos.....	618
13.1.2.4.5. Software de Simulación y Diseño.....	618
13.1.2.4.6. Plataformas de IoT y Middleware	619
13.1.2.4.7. Firewalls y Antimalware	619
13.1.2.4.8. Gestión de Accesos y Usuarios	619
13.1.2.5. Incremento de la Productividad.....	620
13.1.2.6. Reducción de Costos Operativos.....	621
13.1.2.7. Disminución de Errores del Personal	621
13.1.2.8. Aumento de la Eficiencia.....	621
13.1.2.9. Reducción de Desperdicio de Materiales.....	622
13.1.2.10. Reducción de los Costos de Producción	622
13.1.2.11. Ahorro Energético	622
13.1.3. Indicadores de Evaluación Económica.....	623
13.1.3.1. Margen de Ganancias Neta	623
13.1.3.2. Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR).....	623
13.1.3.3. Valor Actual Neto (VAN).....	624
13.1.3.4. La Tasa Interna de Retorno (TIR).	625
13.1.3.5. Retorno de Inversión (<i>ROI</i>).....	626
13.1.3.6. Relación Beneficio/Costo (B/C).....	627
13.2. Evaluación Ambiental.....	628

13.2.1. Determinación de Impactos Ambientales	628
13.2.1.1.1. Consumo Energético	629
13.2.1.1.2. Generación de Residuos	630
13.2.1.1.3. Contaminación del Aire y Agua	631
13.2.1.1.4. Impacto a la Biodiversidad	633
13.2.1.1.5. Riesgos Naturales y Cambio Climático	635
13.2.2. Evaluación de Impactos Ambientales	636
13.2.3. Estrategias de Mitigación de Impactos Ambientales	637
13.2.3.1.1. Política de Eficiencia Energética	638
13.2.3.1.2. Política de Gestión de Residuos	641
13.2.3.1.3. Política de Control de Contaminación del Aire y del Agua	644
13.2.3.1.4. Política de Reducción del Impacto a la Biodiversidad	647
13.2.3.1.5. Política de Gestión de Riesgos Naturales y Cambio Climático	650
13.2.4. Métricas y Monitoreo	653
13.2.4.1.1. Definición de KPI's Ambientales	653
13.2.4.1.2. Implementación de Sistemas de Monitoreo	677
13.3. Evaluación Social.....	679
13.3.1. Beneficios Sociales	679
13.3.1.1. Generación de Empleo Especializado	680
13.3.1.2. Mejoras en las Condiciones Laborales	680

13.3.1.3. Fortalecimiento de Ecosistemas Locales	680
13.3.2. Riesgos Sociales.....	680
13.3.3. Mitigación de Riesgos	681
13.3.4. Evaluación del Impacto Social.....	682
14. Aplicación de las Evaluaciones al Caso Práctico	683
14.1. Evaluación Económica.....	684
14.1.1. Inversión del Proyecto	684
14.1.1.1. Inversión Fija Tangible	685
14.1.1.2. Inversión Fija Intangible	687
14.1.1.3. Financiamiento	692
14.1.2. Costos Operacionales de las Tecnologías 4.0	695
14.1.2.1. Costos de Depreciación	695
14.1.2.2. Costos de Energía Eléctrica	697
14.1.2.3. Costos de Mantenimiento de los Equipos.....	700
14.1.2.4. Licencias de <i>Software</i>	703
14.1.3. Beneficios de la Inversión en la Migración al Ambiente 4.0	705
14.1.3.1. Incremento de la Productividad.....	705
14.1.3.2. Reducción de Costos Operativos.....	705
14.1.3.3. Disminución de Errores del Personal	706
14.1.3.4. Aumento de la Eficiencia.....	707

14.1.3.5. Reducción de Desperdicio de Materiales.....	707
14.1.3.6. Reducción de los Costos de Producción.....	708
14.1.3.7. Ahorro Energético	709
14.1.4. Indicadores de Evaluación Económica.....	710
14.1.4.1. Margen de Ganancia Neta.....	710
14.1.5. Determinación de la Tasa Atractiva de Retorno (TMAR)	712
14.1.6. Valor Actual Neto (VAN)	714
14.1.7. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	716
14.1.8. Retorno de Inversión (ROI)	716
14.1.9. Relación Beneficio/Costo (B/C)	717
14.1.10. Recursos para la Implementación del Caso Práctico.....	719
14.1.10.1. Red del Proyecto – Caso Práctico	722
14.1.11. Análisis de Sensibilidad.....	723
14.1.11.1. Escenario 1: Aumento en los Costos Operativos y de Producción	723
14.1.11.2. Escenario 2: Reducción en el Precio de Venta del Producto	726
14.1.11.3. Escenario 3: Aumento en la TMAR	728
14.2. Evaluación Ambiental.....	732
14.3. Evaluación Social.....	740
14.3.1. Evaluación de Impactos Sociales	740
14.3.2. Análisis de Indicadores Clave.....	744

14.3.2.1. Número de Empleos Desplazados	744
14.3.2.2. Número de Trabajadores Capacitados en Tecnologías 4.0	744
14.3.2.3. Nivel de Satisfacción de los Empleados y la Comunidad	745
15. Análisis de Aplicación de Evaluaciones al Caso Práctico	746
15.1. Evaluación Económica	747
15.2. Evaluación Ambiental	748
15.3. Evaluación Social	748
15.4. Interrelación de las Evaluaciones Económica, Ambiental y Social	750
15.4.1. Evaluación Económica respecto a los Aspectos Ambientales y Sociales ...	750
15.4.2. Evaluación Ambiental y su Impacto Económico y Social	751
15.4.3. Evaluación Social y su Vínculo con Factores Económicos y Ambientales	752
Glosario Técnico	753
Conclusiones	758
Recomendaciones	763
Referencias	767
Anexos	775

Índice de Tablas

Tabla 1. Categoría del Plástico según la CIIU	13
Tabla 2. Giro Económico según CLAEES	13
Tabla 3. Pilares Tecnológicos de la Industria 4.0	24
Tabla 4. Clasificación de Empresas según FUSADES.....	61
Tabla 5. Universo Sujeto de Estudio	67
Tabla 6. Ubicación de Empresas del Sector Plástico	76
Tabla 7. Universo - Empresas por Producto Fabricado	78
Tabla 8. Población Objetivo.....	80
Tabla 9. <i>Datos de Fórmula Muestra Finita</i>	87
Tabla 10. Distribución de la Muestra Sujeto de Estudio	89
Tabla 11. Matriz de Congruencia	92
Tabla 12. Instrumentos del Estudio	97
Tabla 13. Matriz de Consistencia	232
Tabla 14. Carta de Proceso de Operaciones de Moldeo por Inyección.....	244
Tabla 15. Carta de Proceso de Operaciones de Extrusión	249
Tabla 16. Carta de Proceso de Operaciones de Extrusión - Soplado	254
Tabla 17. Carta de Proceso de Operaciones de Inyección - Soplado	259
Tabla 18. Carta de Proceso de Operaciones de Termoformado.....	263
Tabla 19. Análisis de Diagnóstico Tecnológico.....	297
Tabla 20. Matriz de Involucrados.....	305
Tabla 21. Matriz de Análisis de Problemas y Soluciones	320
Tabla 22. Cambios generados por la Implementación de Tecnologías 4.0	336

Tabla 23. Clasificación del Nivel Tecnológico	338
Tabla 24. Checklist y Áreas a Evaluar.....	339
Tabla 25. Autoevaluación de Capacidad de Inversión y Dirección Estratégica	340
Tabla 26. Checklist de Capacidad de Inversión y Dirección Estratégica	340
Tabla 27. Autoevaluación de Digitalización y Automatización de Procesos	342
Tabla 28. Checklist de Digitalización y Automatización de Procesos	342
Tabla 29. Autoevaluación de Habilidades y Competencias del Personal.....	344
Tabla 30. Checklist de Habilidades y Competencias del Personal	345
Tabla 31. Autoevaluación de Cultura de Innovación	346
Tabla 32. Checklist de Cultura de Innovación	346
Tabla 33. Autoevaluación de Infraestructura Tecnológica	347
Tabla 34. Checklist de Infraestructura Tecnológica.....	348
Tabla 35. Autoevaluación de Innovación en Productos	350
Tabla 36. Checklist de Innovación en Productos	350
Tabla 37. Autoevaluación de Mercado y Negocio	351
Tabla 38. Autoevaluación de Mercado y Negocio	351
Tabla 39. Fórmulas del Puntaje para la Determinación Tecnológica.....	352
Tabla 40. Rangos para los Niveles Tecnológicos	353
Tabla 41. Políticas de Asignación de Recursos Financieros.....	360
Tabla 42. Políticas de Recursos Humanos.....	361
Tabla 43. Políticas de Capacitación y Desarrollo	362
Tabla 44. Políticas de Relación con Proveedores	363
Tabla 45. Políticas de Monitoreo y Evaluación	364

Tabla 46. Políticas de Gestión del Cambio	365
Tabla 47. Líder del Proyecto	370
Tabla 48. Director de Infraestructura y Producción	372
Tabla 49. Coordinador de Soporte Técnico	374
Tabla 50. Analista de Ciberseguridad.....	376
Tabla 51. Representante de Producción.....	378
Tabla 52. Coordinador de Simulación de Procesos.....	380
Tabla 53. Ingeniero de Procesos	382
Tabla 54. Representante de Ventas	384
Tabla 55. Analista de Mercado	386
Tabla 56. Director de Administración Corporativa	388
Tabla 57. Analista de Presupuesto	390
Tabla 58. Coordinador de Capacitación y Desarrollo	392
Tabla 59. Representante de Mantenimiento.....	394
Tabla 60. Representante de Operaciones	396
Tabla 61. Analista de Compras	398
Tabla 62. Criterios de adquisición de Tecnologías	402
Tabla 63. Herramientas 4.0 en Proceso de Moldeo por Inyección.....	405
Tabla 64. Herramientas 4.0 en Proceso de Extrusión.....	408
Tabla 65. Herramientas 4.0 en Proceso de Extrusión - Soplado	412
Tabla 66. Herramientas 4.0 en Proceso de Inyección - Soplado.....	415
Tabla 67. Herramientas 4.0 en Proceso de Termoformado	418
Tabla 68. Herramientas 4.0 en Proceso de Planificación	420

Tabla 69. Herramientas 4.0 en Proceso de Compras	422
Tabla 70. Herramientas 4.0 en Proceso de Producto Terminado	424
Tabla 71. Herramientas 4.0 en Proceso de Despacho de Productos.....	425
Tabla 72. Herramientas 4.0 en Proceso de Servicio al Cliente	428
Tabla 73. Herramientas 4.0 en Proceso de Mantenimiento	429
Tabla 74. Herramientas 4.0 en Proceso de Planeación Administrativa	431
Tabla 75. Herramientas 4.0 en Proceso de Contabilidad y Cierres	433
Tabla 76. Herramientas 4.0 en Proceso de Cuentas por Pagar	435
Tabla 77. Herramientas 4.0 en Proceso de Facturación.....	436
Tabla 78. Herramientas 4.0 en Proceso de Créditos y Cobros.....	438
Tabla 79. Herramientas 4.0 en Proceso de Soporte Técnico	439
Tabla 80. Herramientas 4.0 en Proceso de Análisis de Mercado y Ventas	442
Tabla 81. Herramientas 4.0 en Recursos Humanos.....	445
Tabla 82. Herramientas 4.0 en Proceso de Gestión de Nóminas	448
Tabla 83. Aplicación de Herramientas de la Industria 4.0 para Ciberseguridad.....	450
Tabla 84. Nomenclatura de Selección de Tecnologías por Áreas.....	453
Tabla 85. Importancia de Tecnologías por Área	453
Tabla 86. Selección Tecnológica en Producción	456
Tabla 87. Selección Tecnológica en Ventas	461
Tabla 88. Selección Tecnológica en TI	462
Tabla 89. Selección Tecnológica en Operaciones.....	466
Tabla 90. Selección Tecnológica en Mantenimiento	469
Tabla 91. Selección Tecnológica en Finanzas	472

Tabla 92. Selección Tecnológica en Administración	473
Tabla 93. Selección Tecnológica en RR.HH.	475
Tabla 94. Planificación Estratégica	479
Tabla 95. Matriz de las Fases del Proyecto de Implementación	481
Tabla 96. Primera Fase: Capacitación y Evaluación de Conocimientos	482
Tabla 97. Segunda Fase: Capacitación y Desarrollo Organizacional.....	484
Tabla 98. Capacitación Técnica de Implementación y Uso de Tecnologías	489
Tabla 99. Tabla de Tecnologías Sugeridas para Prueba Piloto	532
Tabla 100. Fases de la Prueba Piloto de Implementación	533
Tabla 101. KPI's recomendados para Monitoreo y Mejora Continua.....	536
Tabla 102. Selección de Empresa para el Caso de Estudio	543
Tabla 103. Autoevaluación de Capacidad de Inversión y Dirección Estratégica	544
Tabla 104. Autoevaluación de Digitalización y Automatización de Procesos	545
Tabla 105. Autoevaluación de Habilidades y Competencias del Personal.....	547
Tabla 106. Autoevaluación de Cultura de Innovación	548
Tabla 107. Autoevaluación de Infraestructura Tecnológica	549
Tabla 108. Autoevaluación de Innovación en Productos	551
Tabla 109. Autoevaluación de Mercado y Negocio	552
Tabla 110. Puntajes de Autoevaluación para el Caso Práctico	553
Tabla 111. Rangos para el Nivel Tecnológico – Caso Práctico.....	553
Tabla 112. Orden de Implementación Tecnológica en Producción	556
Tabla 113. Orden de Implementación Tecnológica en Ventas	560
Tabla 114. Orden de Implementación Tecnológica en Finanzas	560

Tabla 115. Orden de Implementación Tecnológica en TI	561
Tabla 116. Orden de Implementación Tecnológica en Operaciones.....	562
Tabla 117. Orden de Implementación Tecnológica en Mantenimiento	564
Tabla 118. Orden de Implementación Tecnológica en Administración	566
Tabla 119. Orden de Implementación Tecnológica en RR.HH.	566
Tabla 120. Tecnologías para Prueba Piloto por Área.....	572
Tabla 121. KPI's de Importancia	573
Tabla 122. Ciclo PHVA.....	574
Tabla 123. División de Sub - Entregables	582
Tabla 124. Matriz de Actividades, Tiempos y Precedencias	592
Tabla 125. RR.HH. Requerido para la Implementación de Tecnologías 4.0.....	595
Tabla 126. Recursos Tecnológicos para la Implementación de Tecnologías 4.0	599
Tabla 127. Parámetros para la Matriz de Riesgos	602
Tabla 128. Matriz de Riesgos.....	603
Tabla 129. Formato de Inversión Total de Inversión del Proyecto	611
Tabla 130. Costos Operacionales del Proyecto.....	615
Tabla 131. Recomendaciones Tecnológicas para la Sostenibilidad Ambiental.....	637
Tabla 132. Matriz de Estrategias para la Eficiencia Energética.....	638
Tabla 133. Matriz de Estrategias para la Gestión de Residuos.....	641
Tabla 134. Matriz de Estrategias para el Control de Emisiones	644
Tabla 135. Matriz de Estrategias para el Impacto a la Biodiversidad	647
Tabla 136. Matriz de Estrategias para la Gestión de Riesgos Naturales	650
Tabla 137. KPI's Propuestos para la Evaluación Ambiental.....	653

Tabla 138. Parámetros para Calcular el Consumo Energético.....	656
Tabla 139. KPI's para la Gestión de Residuos.....	666
Tabla 140. KPI's para el Control de Emisiones	669
Tabla 141. KPI's para la Conservación de la Biodiversidad	672
Tabla 142. KPI's para la Mitigación de Impactos Climáticos	675
Tabla 143. Programa Metodológico para Monitoreo Ambiental	678
Tabla 144. Ficha Técnica de la Empresa de Estudio	683
Tabla 145. Rangos para el Nivel Tecnológico - Caso Práctico.....	684
Tabla 146. Tecnologías 4.0 del Caso Práctico	684
Tabla 147. Costos de Equipos y Dispositivos.....	685
Tabla 148. Costos de Infraestructura.....	686
Tabla 149. Inversión Fija Tangible	687
Tabla 150. Costos de Planificación y Coordinación	687
Tabla 151. Costos de Capacitación	688
Tabla 152. Costos de Consultoría e Instalación	689
Tabla 153. Bonos al Equipo de Trabajo	690
Tabla 154. Inversión Fija Intangible	690
Tabla 155. Inversión Total del Proyecto.....	691
Tabla 156. Financiamiento del Proyecto	692
Tabla 157. Costos de Depreciación	696
Tabla 158. Costo de Energía Eléctrica Mensual	698
Tabla 159. Costos de Energía Eléctrica Anual Proyectado	699
Tabla 160. Recomendaciones para Mantenimiento.....	701

Tabla 161. Costos de Mantenimiento	702
Tabla 162. Licencias de Software Renovables	703
Tabla 163. Costos Totales Operativos	704
Tabla 164. Desperdicio de Materiales	708
Tabla 165. Margen de Ganancia Actual sin Tecnologías 4.0	710
Tabla 166. Margen de Ganancia Neta del Proyecto	711
Tabla 167. Tasa de Inflación	712
Tabla 168. TMAR Inversionista.....	713
Tabla 169. TMAR Global	713
Tabla 170. Flujo de Efectivo Previo	714
Tabla 171. Flujo de Efectivo	714
Tabla 172. Cálculo de Beneficio/Costo	718
Tabla 173. Matriz de Actividades, Tiempos y Precedencias – Caso Práctico	719
Tabla 174. Margen de Ganancias - Escenario 1.....	724
Tabla 175. Valor Actual Neto - Escenario 1	724
Tabla 176. Flujo de Efectivo - Escenario 1.....	725
Tabla 177. Margen de Ganancias - Escenario 2.....	726
Tabla 178. Valor Actual Neto - Escenario 2.....	727
Tabla 179. Flujo de Efectivo - Escenario 2.....	727
Tabla 180. Margen de Ganancias - Escenario 3.....	729
Tabla 181. Valor Actual Neto - Escenario 3.....	729
Tabla 182. Flujo de Efectivo - Escenario 3.....	730
Tabla 183. Parámetros para Calcular el Consumo Energético - Caso Práctico	736

Tabla 184. Evaluación de Impactos Sociales.....	740
Tabla 185. Estrategias para mitigar el Impacto Social	743

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Investigación Mixta</i>	33
Figura 2. Extrusión de Plásticos	38
Figura 3. Unidad de Moldeo por Inyección	39
Figura 4. Ciclo de Moldeo por Inyección	40
Figura 5. Moldeo por Inyección - Soplado	41
Figura 6. Moldeo por Extrusión - Soplado	42
Figura 7. Proceso de Recubrimiento Plano.....	45
Figura 8. Proceso de Rotomoldeo	47
Figura 9. Línea de Calandrado	48
Figura 10. Listado de Principales Productos Plásticos	52
Figura 11. Valor Exportado de la Microempresa por Actividad Económica	62
Figura 12. Valor exportado de la Pequeña Empresa por Actividad Económica	63
Figura 13. Valor exportado de la Mediana Empresa por Actividad Económica	64
Figura 14. Valor Exportado de la Gran Empresa por Actividad Económica.....	65
Figura 15. Concentración de Grandes y MIPYME Empresas Exportadoras.....	66
Figura 16. Universo de Empresas del Plástico por Departamento	76
Figura 17. Universo Representado en el Mapa Geográfico de El Salvador	77
Figura 18. Universo-Empresas por Producto Fabricado.....	78
Figura 19. Resumen Universo - Población Objetivo y Muestra	90
Figura 20. Modelo de Gestión Integral para la Satisfacción del Cliente	240

Figura 21. Diagrama de Operaciones de Moldeo por Inyección.....	242
Figura 22. Diagrama de Operaciones de Extrusión.....	247
Figura 23. Diagrama de Operaciones de Extrusión - Soplado	252
Figura 24. Diagrama de Operaciones de Inyección - Soplado.....	257
Figura 25. Diagrama de Operaciones de Termoformado	262
Figura 26. Proceso de Planificación de Producción	266
Figura 27. Proceso de Gestión de Compras	268
Figura 28. Proceso de Gestión de Inventario de Productos Terminados	270
Figura 29. Proceso de Despacho de Productos	272
Figura 30. Proceso de Servicio al Cliente	274
Figura 31. Proceso de Mantenimiento Preventivo	276
Figura 32. Proceso de Mantenimiento Correctivo.....	277
Figura 33. Proceso de Planeación Administrativa.....	279
Figura 34. Proceso de Contabilidad y Cierres.....	281
Figura 35. Proceso de Cuentas por Pagar	283
Figura 36. Proceso de Facturación	284
Figura 37. Proceso de Créditos y Cobros	286
Figura 38. Proceso de Soporte Técnico e Integración de Sistemas.....	289
Figura 39. Proceso de Análisis de Mercado y Gestión de Ventas.....	291
Figura 40. Proceso de Reclutamiento, Selección, Formación y Desarrollo	294
Figura 41. Proceso de Gestión de Nóminas	296
Figura 42. Diagrama de Pareto.....	303
Figura 43. Árbol de Problemas	310

Figura 44. Árbol de Objetivos.....	315
Figura 45. Esquema de la Solución del Diseño.....	325
Figura 46. Elementos de la Guía	328
Figura 47. Elementos a considerar para el Análisis de la Organización	329
Figura 48. Factores a considerar para la Aplicación de Tecnologías 4.0	335
<i>Figura 49. Elementos Fundamentales para la Guía</i>	<i>337</i>
Figura 50. Guía para la Estructuración del Organigrama Empresarial.....	355
Figura 51. Políticas de Implementación	359
Figura 52. Equipo de Trabajo de Tecnologías 4.0	369
Figura 53. Factores a considerar para la Mejora Continua	539
Figura 54. Actividades para fomentar la Escalabilidad Tecnológica	542
Figura 55. Comité Tecnológico – Caso de Estudio.....	555
Figura 56. Desglose EDT.....	579
Figura 57. Diagrama de Redes	600
Figura 58. Elementos y Símbolos para el Diagrama de Red	601
Figura 59. Diagrama de la Metodología de Evaluaciones	608
Figura 60. Evaluaciones.....	609
Figura 61. Inversión del Proyecto	610
Figura 62. Costos Operacionales de las Tecnologías 4.0.	614
Figura 63. Beneficios de la Inversión en la Migración al Ambiente 4.0	620
Figura 64. Metodología Previa al Cálculo del Consumo Energético	629
Figura 65. Gestión Integral de Residuos.....	630
Figura 66. Fuentes de Contaminación del Aire.....	631

Figura 67. Fuentes de Contaminación del Agua	632
Figura 68. Ventajas de la Industria 4.0 para la Biodiversidad	633
Figura 69. Desventajas de la Industria 4.0 para la Biodiversidad	634
Figura 70. Identificación de Riesgos e Impactos asociados al Cambio Climático	635
Figura 71. Metodología para la Evaluación Ambiental.....	636
Figura 72. Criterios para la Selección de KPI's	655
Figura 73. Monitoreo y Control Ambiental	677
Figura 74. Beneficios Sociales de la Aplicación de Tecnologías 4.0.....	679
Figura 75. Riesgos Sociales Identificados	680
Figura 76. Estrategias de Mitigación de Riesgos Sociales	681
Figura 77. Metodología para la Evaluación Social	682
Figura 78. Diagrama de Redes – Caso Práctico	722
Figura 79. Interrelación Económica, Social y Ambiental.....	746

Índice de Anexos

Anexo 1. Listado de Empresas Productoras de Artículos Plásticos	775
Anexo 2. Ubicación Geográfica de las MIPYME por Departamento	778
Anexo 3. Formatos de Entrevista para Gerentes de Producción	779
Anexo 4. Formatos de Entrevista para jefes TI.....	781
Anexo 5. Formatos de Entrevista para Gerentes Financieros	783
Anexo 6. Formatos de Entrevista para Gerentes Administrativos	785
Anexo 7. Formatos de Entrevista para Técnicos de Mantenimiento	787
Anexo 8. Formatos de Entrevista para Gerentes de Operaciones	789
Anexo 9. Formatos de Entrevista para Gerentes de Recursos Humanos.....	790

Anexo 10. Formatos de Entrevista para Gerentes de Ventas.....	791
Anexo 11. Formatos de Checklist para Evaluación del Nivel Tecnológico	793
Anexo 12. Datos de Checklist para Evaluación del Nivel Tecnológico.....	802
Anexo 13. Formatos de Checklist para Observación de Procesos	805

Introducción

La guía para aplicar la Industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador, proporcionará un enfoque práctico y estratégico para que estas empresas aprovechen las oportunidades de la transformación digital. Para ello, se realizará una investigación de información secundaria que permita contextualizar a las empresas del sector plástico según tecnologías 4.0, aproximando previamente el planteamiento del problema relacionado con las implicaciones de la incorporación de estas tecnologías digitales inteligentes en los procesos industriales del sector.

Posteriormente se identificarán oportunidades de mejora en los procesos productivos, se conocerá la situación actual de las empresas del sector plástico y se implementarán las tecnologías clave de la industria 4.0 en cada proceso específico mediante una investigación de campo.

También se diseñará un manual de procedimientos que proporcione a las empresas del sector plástico las orientaciones teóricas fundamentales, limitantes, aspectos característicos y su validez para la implementación efectiva de las tecnologías 4.0 en sus procesos productivos.

Finalmente, y como elemento más relevante, se estimará la viabilidad y factibilidad de implementar las tecnologías de la industria 4.0 en las empresas del sector plástico, considerando el impacto económico, social, medioambiental y de género.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una guía que proporcione a las empresas manufactureras del sector plástico de El Salvador las directrices requeridas para migrar sus procesos tradicionales hacia un entorno 4.0, para alcanzar la automatización industrial y proporcionar mayor valor en la nueva era industrial.

Objetivos Específicos

- Analizar información secundaria que permita contextualizar las empresas del sector plástico según la Industria 4.0 para formular el problema de forma preliminar.
- Identificar los procesos actuales de las empresas del sector plástico para identificar oportunidades de mejora y desafíos mediante la implementación de soluciones 4.0.
- Examinar las opciones digitales y tecnológicas que brinda la industria 4.0 para su implementación en empresas del sector plástico en el centro del país mediante observación e investigaciones de campo.
- Diseñar una propuesta de aplicación de industria 4.0 que permita la optimización y seguridad de los procesos, así como también reducir las ineficiencias.
- Establecer los requerimientos específicos para la implementación exitosa de tecnologías 4.0 mediante visitas técnicas para evaluar los procesos de manufactura.
- Determinar el proceso de implementación de la propuesta de aplicación de las nuevas tecnologías 4.0 que mejor se adapten en el sector de la industria del plástico a través de la evaluación de actividades, recursos, plazos y posibles limitantes.
- Analizar y evaluar el impacto económico, social, ambiental y de género que implica la migración de procesos tradicionales a un entorno 4.0 en empresas productoras y comercializadoras del sector plástico del país.

I. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

1. Marco Conceptual

1.1. Conceptos

En este apartado se abordarán todos aquellos elementos que intervienen en la temática, encontrando aquellas definiciones y conceptos que ayudan a contextualizar y comprender el objeto de estudio.

El marco conceptual “es el conjunto de conceptos que expone un investigador cuando hace el sustento teórico de su problema y tema de investigación” (Tafur, 2008).

1.1.1. Definición de Conceptos

Diseño: La palabra “diseño” tiene muchas definiciones, entre ellas está: “es una actividad creativa que supone la existencia de algo nuevo y útil sin existencia previa” (Reswich, 1982).

Por otro lado, tenemos que diseño es “diseñar es planear, organizar y controlar” (Albers, 1988).

Otra definición más completa es que “es una actividad humana volitiva, una actividad abstracta que implica programar, proyectar, coordinar una larga lista de factores materiales y humanos, traducir lo invencible en visible, en definitiva, comunicar. Incluye juicios de valor, aplicaciones de conocimientos, adquisiciones de nuevos conocimientos, uso de intuiciones educadas y toma de decisiones” (Frascara, 2000).

Guía: “Aquello que dirige o encamina” (Real Academia Española [RAE], 2023). Esta definición sugiere que una guía es algo que proporciona dirección o instrucción, ayudando a mantener un camino o un curso particular.

Aplicación: La palabra “aplicación” puede tener varias definiciones dependiendo del contexto en el que se utilice. A continuación, hay algunas definiciones generales correspondiente a la temática del trabajo:

Aplicación es un término que proviene del vocablo latino «*applicatio*» y que hace referencia a la acción y el efecto de aplicar o aplicarse (poner algo sobre otra cosa, emplear o ejecutar algo, atribuir).

Guía de Aplicación: La Real Academia Española (RAE) no proporciona una definición específica para "guía de aplicación" como término compuesto. Sin embargo, podemos desglosar las definiciones de las palabras individuales “Guía” y “Aplicación” para tener una idea más clara:

Al combinar estas definiciones, podemos entender una "guía de aplicación" como un documento o recurso que proporciona instrucciones, orientación o información para realizar una tarea específica.

Industria 4.0: A partir de los enfoques planteados por Sukhodolov (2019), la Industria 4.0 se define como un modelo industrial innovador que permite la autoorganización y autogestión de sistemas de producción completamente automatizados. En este modelo, las tecnologías digitales e Internet constituyen el núcleo central.

Según Gilchrist (2016), Industria 4.0 se define como la cuarta revolución industrial, siendo precedida por etapas caracterizadas por la mecanización, la electricidad y las tecnologías de la información.

La industria 4.0 tiene un gran portafolio de tecnologías avanzadas entre sus principales está; Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas, Robótica, Computación en la nube, Realidad Aumentada/Virtual y el *Big Data*.

Inteligencia Artificial: “La ciencia e ingeniería que hace que las máquinas actúen de manera inteligente” (John McCarthy, 1955). Desde entonces, la IA ha evolucionado enormemente y ha adquirido un papel crucial en diversas aplicaciones, como reconocimiento de voz, procesamiento de lenguaje natural, visión por computadora, robótica, entre otras.

Internet de las cosas (IoT): "La interconexión de dispositivos y sensores inteligentes, habilitados para Internet, que permiten la recopilación, monitoreo y análisis de datos en tiempo real para tomar decisiones automatizadas" (Vint Cerf, s/f).

Robótica: de acuerdo Joseph Engel Berger (1979) “un *robot* se define como una máquina programable capaz de manipular objetos, herramientas, partes o dispositivos especializados mediante movimientos variables que han sido previamente programados para realizar tareas específicas".

Computación en la nube: "Un modelo para habilitar acceso ubicuo, conveniente, bajo demanda a un conjunto compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con un esfuerzo mínimo de gestión o interacción del proveedor de servicios" (Peter Mell y Timothy Grance, 2011).

Realidad Aumentada: “Un sistema que agrega información generada por computadora al mundo real para proporcionar una vista compuesta” (Tom Caudell, 1990).

Realidad Virtual: Según la definición regularizada, podemos tomarla como “representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real” (Real Academia Española [RAE], 2022).

Empresas Manufactureras: Las empresas manufactureras, también denominadas empresas industriales o de producción, se centran en convertir materias primas o componentes en

productos acabados. Varios autores han explorado y definido este tipo de empresas desde distintos enfoques. A continuación, se presentan algunas de las definiciones ofrecidas por estos autores:

“Empresas Manufactureras son aquellas que se dedican a adquirir materias primas, componentes o materiales y a transformarlos en productos terminados que pueden vender a otras empresas (B2B) o a consumidores finales (B2C)”.

El proceso de manufactura se sustenta en una línea de ensamblaje que facilita la fabricación de un producto paso por paso, moviéndose de una estación de trabajo a la próxima. Actualmente, es una tendencia involucrar *robots* industriales y computadoras en estos procesos, para la automatización de actividades repetitivas, agilizando los tiempos y aportándole seguridad a los procedimientos.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de empresas manufactureras:

- Empresas manufactureras alimenticias
- Empresas manufactureras de textiles
- Empresas manufactureras de plástico
- Empresas manufactureras de equipos electrónicos y maquinarias
- Empresas manufactureras de papel
- Empresas manufactureras de productos químicos y fármacos
- Empresas manufactureras de madera
- Empresas manufactureras de petróleo

Michael Porter: en su obra "Ventaja competitiva: creación y sostenibilidad de un rendimiento superior", Porter destaca la importancia de las empresas manufactureras en la economía y señala que su capacidad para innovar, mejorar la eficiencia y diferenciarse de la competencia son factores clave para lograr una ventaja competitiva sostenible.

Industrias del Plástico: Las industrias del plástico comprenden un conjunto de actividades relacionadas con la fabricación, transformación, y comercialización de productos plásticos. Estas actividades pueden abarcar desde la producción de materias primas plásticas, como resinas y polímeros, hasta la fabricación de productos semiacabados o finales, como envases, piezas automotrices, juguetes, entre otros. En estas industrias se emplean diversas tecnologías de procesamiento, como la extrusión, moldeo por inyección, termoformado, entre otras, para dar forma a los materiales plásticos y crear productos adaptados a las necesidades del mercado.

Industria del plástico es un sector que abarca una amplia gama de actividades, desde la fabricación de productos semiacabados hasta la producción de productos finales para una variedad de industrias, incluyendo la automotriz, la construcción, el embalaje y la electrónica.

Directriz: “Instrucción o norma que ha de seguirse en la ejecución de algo” (Real Academia Española [RAE], 2023).

Esta definición explica que una directriz es una orientación o indicación que nos ayuda a hacer algo o tomar decisiones. Pueden venir de diferentes lugares y nos ayudan a seguir un camino común en lo que hacemos.

Procesos: Se define al proceso como “el proceso representa la secuencia básica de los pasos o actividades con que la empresa concibe, diseña y lleva un producto al mercado” (F. Robert Jacobs, Richard B. Chase, 2021, p. 45).

También se tiene que proceso es “conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto” (ISO 9000:2015).

Los procesos pueden clasificarse de diferentes maneras; una de estas clasificaciones implica determinar si el proceso consta de una sola etapa o de múltiples etapas (Chase, Jacobs y Aquilano, 2004).

Es importante tener en cuenta que el término "etapa" se refiere a la agrupación de varias actividades para su análisis. Los procesos rápidos y sin interrupciones en sus pasos pueden considerarse de una sola etapa; por otro lado, un proceso de múltiples etapas implica varios grupos de actividades conectados mediante flujos.

Cadena De Suministro: Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas, de manera directa o indirecta, en la satisfacción de las necesidades y expectativas de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes (Chopra y Meindl, 2008).

Por otro lado, tenemos que cadena de suministro “son todas las actividades relacionadas con la transformación de un bien, desde la materia prima hasta el consumidor final” (Pulido, 2014).

En tanto otra definición más detallada “la cadena de suministro es como la red de servicios, materiales y flujos de información que vincula los procesos de relaciones con los clientes, surtido de pedidos y relaciones con los proveedores de una empresa con los procesos de sus proveedores y clientes, es decir, la cadena de suministro incluye las actividades asociadas desde la obtención de materiales para la transformación del producto hasta su colocación en el mercado” (Krawjesky et al, 2008).

De forma general, la cadena de suministro, vista desde una concepción de sus eslabones primarios, está compuesta por 3 fases: fase de aprovisionamiento, comprende los lugares donde se obtienen las materias primas, las cuales se gestionan entre los puntos de adquisición (proveedores iniciales) y las plantas de procesamiento; fase de producción, mediante la cual los materiales son transformados para convertirlos en producto terminado y fase de distribución, donde se traslada el

producto final hasta los lugares de venta para ser almacenado y posteriormente adquirido por el consumidor.(Pires y Carretero, 2007).

Klaus Schwab ha escrito extensamente sobre la Cuarta Revolución Industrial y sus implicaciones en la cadena de suministro y otros aspectos de la economía y la sociedad. En su libro "La Cuarta Revolución Industrial" (2016), Schwab discute cómo la integración de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas y la impresión 3D, está transformando la forma en que operan las cadenas de suministro, mejorando la eficiencia y la agilidad para adaptarse a las demandas del mercado.

Valor agregado: es “cualquier actividad que transforme un producto o servicio para satisfacer la necesidad del cliente” (Luis Socconini, 2019, p. 305).

“El valor agregado es la diferencia entre el valor de los bienes producidos y el costo de las materias primas y otros bienes intermedios utilizados para producirlos” (Francisco Mochón Morcillo y Víctor Alberto Beker, 2008, p. 173).

Otra definición de valor agregado es “la diferencia entre las ventas de una empresa y sus compras de materiales y servicios a otras empresas” (Paul, A. Samuelson y William D. Nordhaus, 2006, p. 414).

“El valor agregado es aquello que gana un bien cuando pasa por un proceso productivo” (Ana Luisa Graue Russek, 2020, p. 14).

Datos: “Son un el conjunto básico de hechos referentes a una persona, cosa o transacción. Incluyen cosas como: tamaño, cantidad, descripción, volumen, tasa, nombre o lugar “(Murdick, 2000, pág. 157).

Según O'Brien, la data usualmente no es útil hasta que está sujeta a un proceso de valor añadido:

- Su forma es agregada, manipulada y organizada
- Su contenido es analizado y evaluado.
- Es puesta en un contexto para el usuario humano.

Automatización: La automatización de tareas se refiere a “la transferencia de labores de producción, habitualmente realizada por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos como máquinas y computadoras” (Hernández, 2020).

2. Marco de Antecedentes

El marco de antecedentes proporciona el contexto histórico de la industria del plástico necesario para comprender el problema de investigación y su relevancia. En esta sección se revisa la literatura previa, investigaciones anteriores, teorías relevantes y cualquier trabajo relacionado realizado en el área de estudio.

2.1. Antecedentes de la Industria del Plástico

La industria del plástico, con sus múltiples aplicaciones en la vida cotidiana y en sectores industriales clave, es el resultado de un desarrollo continuo a lo largo del tiempo. Para comprender plenamente su evolución y su impacto en la sociedad contemporánea, es esencial explorar los antecedentes históricos y los eventos que dieron forma a esta industria.

2.2. Evolución Histórica de la Industria hasta la Industria 4.0

Las revoluciones industriales han dejado una huella indeleble en la historia de la humanidad. Estos períodos de cambios acelerados, impulsados por avances tecnológicos y transformaciones económicas, han moldeado la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. Antes de la Revolución Industrial 4.0, hubo otras tres revoluciones industriales igualmente importantes que allanaron el camino hacia la sociedad moderna. A continuación, exploraremos un preámbulo general de las revoluciones industriales anteriores a la 4.0, sus

características distintivas, los avances tecnológicos clave, el impacto socioeconómico que generaron y cómo evolucionamos hasta la Revolución 4.0.

2.2.1. Primera Revolución Industrial

La Primera Revolución Industrial, también conocida como la era de la máquina de vapor, se desarrolló a finales del siglo XVIII y principios del XIX. Fue impulsada por la invención de la máquina de vapor y la aplicación de la energía del vapor en el sector industrial de fabricación y manufactura. La mecanización de la producción, antes dependiente de la fuerza humana y animal, dio lugar a una mayor eficiencia y productividad. Las fábricas comenzaron a utilizar la energía del vapor para impulsar maquinarias, lo que permitió la producción a gran escala y la aparición de industrias como la textil y la siderúrgica.

2.2.2. Segunda Revolución Industrial

La Segunda Revolución Industrial tuvo lugar a fines del siglo XIX y principios del XX. Se caracterizó por el surgimiento de la electricidad y la producción en serie. La invención de la electricidad permitió la expansión de la industria y el desarrollo de nuevas tecnologías. La producción en serie, introducida por Henry Ford y su línea de montaje, revolucionó la forma en que se fabricaban los productos. La estandarización y la eficiencia fueron fundamentales para la producción masiva de bienes, lo que a su vez llevó a una reducción de costos y al acceso generalizado a productos antes reservados para unos pocos.

2.2.3. Tercera Revolución Industrial

La Tercera Revolución Industrial, también conocida como la era de la tecnología de la información y las comunicaciones, tuvo lugar a partir de mediados del siglo XX. Fue impulsada por la invención de las computadoras y la creación de Internet. La tecnología de la información y las comunicaciones permitieron la automatización de procesos, la digitalización de la información

y la conexión global. La robótica, la inteligencia artificial y las telecomunicaciones desempeñaron un papel clave en esta revolución, cambiando radicalmente la forma en que trabajamos, nos comunicamos y accedemos a la información.

2.2.4. Cuarta Revolución Industrial

La Industria 4.0 nace de la evolución tecnológica impulsada por el desarrollo de sistemas empotrados, su conectividad y la convergencia del mundo virtual y físico. A finales de la primera década de los 2000, en Alemania, se acuñó el término "Industria 4.0". Esta cuarta revolución industrial busca crear "Fábricas Inteligentes" mediante la integración de tecnologías avanzadas en los procesos de fabricación. La Internet de las cosas (*IoT*), la inteligencia artificial, la automatización avanzada y la fabricación aditiva son algunos de los pilares de la Industria 4.0.

En resumen, la evolución histórica de la industria nos ha llevado desde la máquina de vapor hasta la digitalización y la conectividad total. La Industria 4.0 está transformando la forma en que producimos bienes y redefine nuestro mundo industrial.

2.3. Clasificación CIIU de la Industria del Plástico

La Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas (CIIU) es un sistema de clasificación estandarizado utilizado a nivel internacional para categorizar las actividades económicas. La clasificación CIIU está gestionada por las Naciones Unidas. En el caso específico de la industria del plástico, se puede encontrar en varias categorías según la función y el tipo de producto fabricado. A continuación, se presentan algunas de las categorías relevantes:

Tabla 1.

Categoría del Plástico según la CIIU

División	Grupo	Clase	Descripción
20	201	2013	Fabricación de plásticos y caucho sintético en formas primarias
22	221	2220	Fabricación de productos de plástico

Fuente: Banco Central de Reserva (2022).

2.4. Clasificación según Actividad Económica de El Salvador CLAEES

Esta es la clasificación que tiene por objetivo el ordenar las actividades de transformación del valor de bienes y servicios, realizadas por unidades productivas unipersonales o sociedades. La CLAEES es el resultado de la adaptación nacional de la CIIU Rev. 4.0 para El Salvador.

Tabla 2.

Giro Económico según CLAEES

Código	Descripción
1520	Fabricación de calzado
15201	Fabricación de calzado
1520103	Fabricación de calzado de hule, plástico y otros materiales
2013	Fabricación de plástico y caucho sintético en formas primarias
20130	Fabricación de plástico y caucho en formas primarias
2013001	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas y sus derivados químicos, etc.

Código	Descripción
2220	Fabricación de productos de plástico
22201	Fabricación de envases plásticos
2220101	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes
2220102	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos
2220103	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos
22202	Fabricación de productos plásticos para uso personal o doméstico
2220201	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros
2220202	Fabricación de vajillas plásticas y otros
2220203	Fabricación de prendas de vestir de plástico, cuyas piezas se unen por adhesión (se excluyen las unidas por costura)
2220204	Fabricación de esponjas de poliuretano
22208	Maquila de plásticos
2220801	Maquila de plásticos
22209	Fabricación de productos plásticos n.c.p.
2220901	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax
2220902	Fabricación de tubería de plástico y sus accesorios y otros artículos para la construcción
2220903	Fabricación de planchas plásticas, cintas, láminas perforadas, acanaladas, mallas y otras formas planas, autoadhesivas y aislantes
2220904	Fabricación de artículos acrílicos diversos
2220905	Fabricación de cerdas, filamentos, cordeles plásticos, y algunos artículos de estos filamentos
2220906	Fabricación de puertas, ventanas y sus marcos de plástico
2220907	Fabricación de preformas plásticas
2220908	Fabricación de etiquetas plásticas
2220909	Fabricación de partes de plástico para calzado (suelas, tacones, ribetes etc.)
3100	Fabricación de muebles
31009	Fabricación de muebles n.c.p.
3100903	Fabricación de muebles de plástico y sus partes

Código	Descripción
3240	Fabricación de juegos y juguetes
32409	Fabricación de juegos y juguetes n.c.p.
3240902	Fabricación de juegos, estatuillas y juguetes plásticos

Fuente: Banco Central de Reserva (2022).

2.5. Características de la Industria 4.0

Las características más importantes que distinguen a la Industria 4.0 de la producción industrial tradicional son: la integración absoluta (interconexión estrecha) y la interactividad (adaptación a la situación en tiempo real) de todos los procesos de producción de una empresa industrial, aseguradas por medio de tecnologías digitales modernas (Sukhodolov, 2019).

- **Integración absoluta:** La integración absoluta en el contexto de la Industria 4.0 se refiere a un nivel de integración en el que todos los sistemas, procesos, y tecnologías dentro de una empresa están completamente conectados y coordinados de manera fluida. Este enfoque busca lograr la máxima eficiencia y flexibilidad en la producción y gestión de la empresa.
- **Interactividad:** La interactividad en el contexto de la Industria 4.0 se refiere a la capacidad de los sistemas, dispositivos y personas para comunicarse, intercambiar información y responder en tiempo real dentro de un entorno de producción o gestión.

2.6. Beneficios de la Industria 4.0

1. **Creación de nuevos modelos de negocio:** La Industria 4.0 está impulsando la creación de nuevos modelos de negocio al integrar tecnologías avanzadas como modelos basados en datos para ofrecer servicios personalizados, plataformas digitales que facilitan la conexión entre proveedores y clientes, y soluciones de fabricación personalizada y a demanda.

- 2. Reducción de costos:** La optimización de procesos y la minimización de desperdicios conducen a una reducción de costos operativos y de producción.
- 3. Mayor Flexibilidad y Adaptabilidad:** Las tecnologías de la Industria 4.0 permiten ajustar rápidamente los procesos de producción para adaptarse a cambios en la demanda o en las condiciones del mercado.
- 4. Economía de energía:** Los costos con energía eléctrica configuran uno de los gastos más expresivos a nivel industrial por lo que reducirlos se ha transformado en una obligación para los negocios que desean mejorar su eficiencia y llevar su rentabilidad al siguiente nivel. Gracias a la tecnología 4.0, la mayor parte de los equipos industriales cuentan con sensores que detectan la actividad manteniéndose en pleno funcionamiento mientras sea necesario y cesándola en momentos de ocio.
- 5. Sostenibilidad:** Al economizar energía eléctrica, reducir el uso de insumos en virtud del aumento de la eficiencia, la industria 4.0 se ha posicionado como una aliada del desarrollo sostenido.
- 6. Disminución de errores:** La reducción de la intervención humana en los procesos disminuye la incidencia de errores en las operaciones industriales, incluso, es posible programar las máquinas para alcanzar un nivel mínimo de eficiencia.
- 7. Aumento de la productividad:** La inversión en tecnología 4.0 permite que se automaticen diferentes procesos promoviendo, de esta manera, una ejecución más ágil, precisa y optimizada.
- 8. Optimización de la eficiencia:** Además de agilizar las tareas y fomentar la reducción de errores en la ejecución de los procesos, la industria 4.0 promueve la utilización de recursos de manera más consciente, inteligente y económica, lo que resulta en el

incremento de la eficiencia operacional y en la mejora de los indicadores de desempeño del negocio.

9. Aumento de la ciberseguridad: La ciberseguridad, además de proteger sistemas y datos contra amenazas y ataques, asegura la integridad y continuidad de las operaciones, minimizando riesgos de interrupciones y pérdidas financieras.

2.7. Pilares de la Industria 4.0

Los pilares de la Industria 4.0 son los fundamentos tecnológicos que permiten la digitalización y automatización avanzada de los procesos industriales. Estos pilares impulsan la transformación hacia fábricas inteligentes, conectadas y altamente eficientes, caracterizando la cuarta revolución industrial. Aquí están los principales pilares de la Industria 4.0:

1. Internet de las Cosas (*IoT*):

El *IoT* conecta máquinas, dispositivos y sistemas en una red que permite la comunicación e intercambio de datos en tiempo real. En la Industria 4.0, *IoT* facilita el monitoreo, control y optimización de procesos productivos, permitiendo una mejor toma de decisiones basadas en datos.

Componentes del *IoT*:

✓ Sensores.

Descripción: Los sensores son los dispositivos que detectan y miden cambios en el entorno físico, como temperatura, presión, humedad, movimiento, luz, y más.

✓ Actuadores.

Descripción: Los actuadores reciben comandos desde la red *IoT* y ejecutan acciones físicas, como encender o apagar una máquina o ajustar una válvula.

✓ **Dispositivos conectados.**

Descripción: Estos incluyen cualquier dispositivo capaz de conectarse a Internet para enviar o recibir datos, como electrodomésticos inteligentes, cámaras de seguridad, o incluso vehículos conectados.

2. Integración de los sistemas ciber físicos:

Se refiere a la conexión y colaboración entre componentes físicos y sistemas computacionales para mejorar la eficiencia y la efectividad en los procesos industriales. Componentes de integración de sistemas ciber físicos

✓ **Sistema MES (*Manufacturing Execution System*).**

Descripción: Gestión y control de las operaciones de fabricación en tiempo real, coordinando procesos de producción, recopilando datos de máquinas y operarios, y optimizando la eficiencia del proceso de producción.

3. Big Data y análisis de datos:

La recopilación masiva de datos de máquinas, sensores y procesos productivos permite un análisis avanzado que puede predecir fallos, mejorar la eficiencia operativa y optimizar el uso de recursos. El análisis de *Big Data* es clave para una toma de decisiones informada y en tiempo real.

Componentes de Big Data y análisis de datos:

✓ **Herramientas de Análisis de Datos.**

Descripción: Las herramientas de análisis de datos permiten la recopilación, procesamiento, y visualización de datos para extraer información útil y tomar decisiones informadas.

Ejemplos y Características:

Microsoft Power BI: Herramienta de visualización de datos que permite crear informes interactivos y *dashboards*. Es conocida por su capacidad para integrarse con diversas fuentes de datos y facilitar el análisis visual.

✓ Algoritmos de *Machine Learning*.

Descripción: Los algoritmos de *Machine Learning* son métodos matemáticos y estadísticos que permiten a los sistemas aprender de datos y hacer predicciones o tomar decisiones sin ser explícitamente programados para cada tarea específica.

✓ Plataformas de *Big Data*.

Descripción: Las plataformas de *Big Data* están diseñadas para manejar, procesar y analizar grandes volúmenes de datos que no se pueden gestionar con herramientas tradicionales debido a su tamaño, velocidad o variedad.

✓ CRM (Relación con los clientes).

Descripción: Un CRM es una fuente de *Big Data* sobre clientes, ya que recoge y analiza datos de múltiples puntos de contacto. Este componente de Industria 4.0 se utiliza para realizar análisis avanzados de comportamiento del cliente, tendencias de mercado y optimización de procesos de ventas y *marketing*.

4. Robótica Avanzada

Los *robots* industriales, cada vez más flexibles y capaces, realizan tareas complejas con alta precisión. En la Industria 4.0, la robótica avanzada incluye *robots* colaborativos (*co-bots*) que trabajan junto a los humanos, mejorando la productividad y seguridad en las fábricas.

Componentes de robótica avanzada

✓ **PLC (Controladores Lógicos Programables).**

Descripción: Es un dispositivo de control programable diseñado para la automatización de procesos industriales. Se utiliza para controlar y coordinar una variedad de equipos, incluidos *robots*.

✓ **Robots industriales**

Descripción: Accesorios que permiten al *robot* realizar tareas específicas como agarrar, soldar, o ensamblar.

5. La inteligencia artificial (IA):

Es un campo amplio y en rápida evolución que busca crear sistemas y aplicaciones capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana.

Componentes de La inteligencia artificial (IA):

✓ **Machine Learning (Aprendizaje Automático).**

Descripción: Subcampo de la IA que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos que permiten a los sistemas aprender de datos y mejorar su rendimiento sin ser explícitamente programados.

✓ **Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP)**

Descripción: Subcampo de la IA que se centra en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano, permitiendo a las máquinas comprender, interpretar y generar lenguaje natural, como por ejemplo los *chatbots*.

✓ **Visión artificial.**

Descripción: Campo de la IA que permite a las máquinas interpretar y comprender el contenido visual, como objetos, imágenes y videos.

✓ **Análisis predictivo.**

Descripción: Utiliza modelos de IA para analizar datos históricos y prever eventos futuros, ayudando en la toma de decisiones proactiva.

6. Simulaciones:

Creación de modelos virtuales para análisis, diseño y capacitación en un entorno controlado.

Componentes de simulaciones:

✓ **Dispositivos de Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR).**

Descripción: Son tecnologías que permiten a los usuarios interactuar con entornos virtuales o superpuestos en el mundo real.

7. Impresión 3D o fabricación aditiva:

La impresión 3D se utiliza actualmente para la creación de prototipos o para la producción de componentes específicos, pero en la industria 4.0 estas tecnologías de fabricación aditiva se utilizarán más ampliamente para producir lotes de productos altamente personalizados. La tecnología abre geometrías antes imposibles, allanando el camino para que los usuarios mejoren y perfeccionen sus piezas. Además, la fabricación aditiva solo deposita el material donde realmente se necesita, por lo que las piezas impresas en 3D son más ligeras, pudiendo, por otra parte, reutilizar el polvo sobrante. Sin duda es un enfoque más económico y sostenible que los procesos convencionales.

Componentes de impresión 3D:

✓ **Impresoras 3D.**

Descripción: Las impresoras 3D son dispositivos que crean objetos tridimensionales a partir de modelos digitales mediante la adición de material en capas sucesivas.

✓ ***Software de Modelado 3D de Propósito General.***

Descripción: Utilizado para crear modelos 3D detallados para una variedad de aplicaciones, desde arte digital hasta impresión 3D.

8. Ciberseguridad:

Se refiere a las prácticas, tecnologías y procesos diseñados para proteger sistemas, redes, datos y dispositivos de ataques, accesos no autorizados y daños. Dado el creciente número de amenazas cibernéticas y la importancia de la información digital en todos los aspectos de la vida moderna, la ciberseguridad se ha convertido en una disciplina crítica para garantizar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos y sistemas.

Componentes de Ciberseguridad:

✓ ***SIEM (Security Information and Event Management).***

Descripción: Es una solución en ciberseguridad que combina dos funciones clave:

Gestión de Información de Seguridad (*SIM*): Recopila, almacena y analiza registros de seguridad y eventos generados por distintos sistemas en una organización, como servidores, aplicaciones, *firewalls*, entre otros.

Gestión de Eventos de Seguridad (*SEM*): Monitorea en tiempo real eventos de seguridad, correlaciona datos para identificar patrones sospechosos y generar alertas cuando ocurren incidentes de seguridad.

✓ ***EDR (Endpoint Detection and Response).***

Descripción: es una tecnología de ciberseguridad enfocada en la detección, análisis y respuesta a amenazas en los *endpoint's* o puntos finales (dispositivos como computadoras, servidores, *laptops*, etc.).

✓ **Blockchain**

Descripción: Es una tecnología de registro distribuido que permite almacenar datos de manera segura, transparente y descentralizada. Funciona como un libro contable digital donde las transacciones se registran en "bloques" de información, y estos bloques se enlazan de manera secuencial y criptográfica, formando una cadena (*blockchain*).

✓ **Zero Trust**

Descripción: Es un modelo de seguridad cibernética que parte del principio de que ninguna entidad, ya sea interna o externa a la red, debe ser considerada confiable por defecto. En lugar de asumir que los usuarios o dispositivos dentro de la red son seguros, *Zero Trust* impone medidas de verificación estrictas para cada acceso y movimiento dentro de la infraestructura.

9. Computación en la nube:

Almacenamiento y procesamiento de datos en servidores remotos accesibles a través de internet.

Componentes de computación en la nube:

✓ **IPaaS (*Integration Platform as a Service*).**

Descripción: Es una solución en la nube que facilita la integración de aplicaciones, sistemas y datos dentro de una organización y con sistemas externos. Ofrece una plataforma para diseñar, ejecutar y gestionar flujos de integración y procesos de datos sin necesidad de infraestructura local.

Tabla 3.*Pilares Tecnológicos de la Industria 4.0*

N.º	Pilares de Industria 4.0	Descripción	Componentes
1	Internet de las Cosas (IoT):	Conexión de dispositivos y sistemas a través de internet para la recopilación de datos y comunicación.	1.1 Sensores 1.2 Actuadores 1.3 Dispositivos conectados
2	Integración de sistemas ciber físicos	Integración de sistemas físicos con sistemas digitales para controlar procesos.	2.1 Sistema <i>MES (Manufacturing Execution System)</i>
3	Big Data y análisis de datos	Recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos para obtener perspectivas y mejorar decisiones.	3.1 Herramientas de análisis de datos 3.1.1 <i>Power Bi</i> 3.2 Algoritmos de <i>Machine Learning</i> 3.3 plataformas de <i>Big Data</i> , 3.4 <i>CRM</i> (Relación con los clientes)
4	Robótica avanzada	Uso de <i>robots</i> avanzados para automatizar procesos con precisión, flexibilidad y capacidades mejoradas.	4.2 <i>PLC (Controladores Lógicos Programables)</i> 4.3 <i>Robots</i> industriales
5	La inteligencia artificial (IA)	Es un campo amplio y en rápida evolución que busca crear sistemas y aplicaciones capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana.	5.1 <i>Machine Learning</i> 5.2 Procesamiento del Lenguaje Natural 5.3 Visión artificial 5.4 Análisis predictivo.

N.º	Pilares de Industria 4.0	Descripción	Componentes
6	Simulaciones	Creación de modelos virtuales para análisis, diseño y capacitación en un entorno controlado.	6.1 Dispositivos AR/VR
7	Impresión 3D o fabricación aditiva	Proceso de fabricación de objetos tridimensionales a partir de modelos digitales.	7.1 Impresoras 3D 7.2 <i>Software</i> de diseño y modelado
8	Ciberseguridad	Se refiere a las prácticas, tecnologías y procesos diseñados para proteger sistemas, redes, datos y dispositivos de ataques, accesos no autorizados y daños	8.1 <i>SIEM (Security Information and Event Management)</i> 8.2 <i>EDR (Endpoint Detection and Response)</i> 8.3 <i>Blockchain</i> 8.4 <i>Zero Trust</i>

Fuente: Elaboración propia.

3. Marco Legal

El marco legal proporciona un análisis detallado del contexto legal que rodea al tema de investigación, ayudando a contextualizar y comprender mejor los problemas legales relevantes y sus implicaciones para el estudio en cuestión.

3.1. Legislación Aplicable a la Industria del Plástico y a la Innovación

En este apartado se detallan las legislaciones de El Salvador aplicables a la Industria del Plástico y a la Innovación:

3.1.1. *Legislación de la Industria del Plástico de El Salvador*

Ley de inversiones: La Ley pretende fomentar las inversiones en general y las extranjeras, por eso es necesario establecer un marco legal apropiado con reglas claras y precisas, de acuerdo con las mejores prácticas en esta materia, que permita competir internacionalmente en el esfuerzo de atraer inversiones nuevas para contribuir al desarrollo económico y social del país.

Ley de Fomento Industrial: Dentro del Artículo 1 de la Ley de Fomento Industrial encontramos que tiene por objeto fomentar las empresas que, empleando procedimientos industriales eficientes, se dediquen a:

1. La transformación de materias primas o artículos semielaborados ya sea para el mejor aprovechamiento de estos o para convertirlos en mercaderías u objetos más útiles.
2. El armado o ensamblado de partes, piezas, subconjuntos y conjuntos, siempre que dichas empresas se sometan a un plan de integración industrial, en el que se garantice los niveles crecientes de participación nacional en el valor agregado del producto final.

A través de esta Ley se busca impulsar los sectores productivos de El Salvador, por medio de la liberación de impuestos aduaneros en la importación de materiales de construcción para la instalación o montaje de la maquinaria en las fábricas, la importación de motores, equipos, herramientas entra otros implementos, así como la importación de materias primas y demás artículos para la producción, según el Artículo 5.

Ley de Creación del Sistema Salvadoreño para la Calidad: Esta ley según el Artículo 1 tiene por objeto la Creación y Regulación del Sistema Salvadoreño para la Calidad, la cual busca integrar la infraestructura nacional de la calidad, encargada de desarrollar, fortalecer y facilitar la cultura de calidad, promoviendo la competitividad de los sectores productivos.

Con esta ley se promueve la protección y mejora de la vida y el medio ambiente, el desarrollo de una cultura de calidad en las actividades de producción de bienes, por lo que, en el diseño de la guía, son indispensables sus disposiciones.

Junto a lo anterior cabe recalcar las disposiciones de apoyo técnico en la ejecución de programas y proyectos orientados al fortalecimiento de la competitividad de las empresas, en los temas de calidad, productividad, innovación y desarrollo tecnológico, factor indispensable en la adaptación de la industria 4.0 en el país.

Ley de Competencia: El objeto de la presente ley es el de promover, proteger y garantizar la competencia, mediante la prevención y eliminación de prácticas anticompetitivas que, manifestadas bajo cualquier forma limiten o restrinjan la competencia o impidan el acceso al mercado a cualquier agente económico, a efecto de incrementar la eficiencia económica y el bienestar de los consumidores.

Ley Integral de Residuos y Fomento al Recicle: La normativa que permitirá manejar bien los residuos en el país mediante la separación de desechos orgánicos e inorgánicos, según corresponda, promoverá la compra y venta de papel, aluminio, plástico, entre otros.

Busca fomentar la formalización y capacitación de microempresas, cooperativas y otras organizaciones que trabajan en la recuperación, separación, tratamiento, reciclaje o gestión integral de residuos; así como la inclusión de nuevos actores para prestar servicios al sistema.

Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos: Esta disposición regula las actividades relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos.

El Ministerio de medio ambiente, junto con las instituciones responsables del control de tránsito de sustancias y residuos peligrosos, velará porque cumplan con los requisitos establecidos en los instrumentos jurídicos nacionales e internacionales, para garantizar la protección de la salud humana y el medio ambiente.

Según el artículo 23, se consideran desechos peligrosos los Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plástico. Para efectos del diseño de la guía debe considerarse esta legislación.

3.1.2. Legislación referente a Innovación y Manejo de Datos

Ley especial contra los delitos informáticos y conexos: Esta Ley tiene por objeto proteger los bienes jurídicos de aquellas conductas delictivas cometidas por las Tecnologías de la Información y la Comunicación, así como prevenir y sancionar los delitos cometidos en perjuicio de los datos almacenados, procesados o transferidos; los sistemas, su infraestructura o cualquiera de sus componentes, o los cometidos mediante el uso de dichas tecnologías que afecten intereses asociados a la identidad, propiedad, intimidad e imagen de las personas

naturales o jurídicas según esta Ley. Además, la ley penaliza otras acciones indebidas relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación.

Ley de protección de datos personales: Esta ley pretende proteger los datos personales de las personas naturales, que estén en posesión de personas naturales o jurídicas privadas o públicas, para regular su tratamiento legal e informado, para garantizar el derecho a la intimidad y el derecho a la autodeterminación informática de las personas naturales.

Esta ley se aplica para toda persona natural o jurídica que realice actividades relacionadas con el tratamiento de datos personales, total o parcialmente automatizado, contenido o destinado a contenerse en cualquier base de datos o repositorio.

Ley de Fomento a la Innovación y Manufactura de Tecnologías: La ley pretende contribuir al crecimiento económico y al desarrollo sostenible del país fortaleciendo la competitividad fomentando la innovación y la manufactura de tecnología desarrollada en el territorio nacional, promotora del crecimiento de la fuerza laboral capacitada para generar productos y servicios tecnológicos avanzados, fortaleciendo la participación en las cadenas de suministro esenciales para el desarrollo de la industria tecnológica globalmente.

Dentro de las finalidades de la ley se contempla mejorar el acceso y las interconexiones de la cadena de suministro y ampliar los esfuerzos para reducir las vulnerabilidades de la cadena de suministro para la innovación y manufactura tecnológica.

Ley de Propiedad Intelectual: Las disposiciones de la ley buscan asegurar una protección suficiente y efectiva de la propiedad intelectual, estableciendo las bases que la promuevan, fomenten y protejan. Esta ley comprende el derecho de autor, los derechos conexos y la propiedad industrial en lo relativo a invenciones, modelos de utilidad, diseños y secretos industriales o comerciales y datos de prueba.

Ley de Desarrollo Científico y Tecnológico: Esta Ley tiene por objeto establecer las directrices para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en El Salvador, mediante la definición de instrumentos y mecanismos institucionales y operativos, según el Artículo 1.

Se busca promover estrategias y actividades tendientes al desarrollo científico y tecnológico, apoyando la innovación en el país. Esta ley fundamenta las bases para la transformación tecnológica.

Programas de Apoyo a la Innovación: La Dirección de Innovación y Calidad del Ministerio de Economía de El Salvador (MINEC) desarrolla iniciativas para el fomento y la promoción de una cultura de innovación, desarrollo tecnológico y calidad en los diferentes sectores prioritarios del país.

El enfoque está puesto en las MIPYME's con el objetivo de mejorar su competitividad en los mercados nacionales e internacionales. Algunos de los programas son:

- Sistema Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico “INVENTA”
- Premio PIXELS
- Prototipaje, un fondo para iniciativas de innovación de bienes y servicios
- Programa de capacitación MYPE
- Premio Nacional MYPE
- CONAMYPE
- BANDESAL
- PROINNOVA-FUSADES
- FOEX-FONDEPRO

4. Establecimiento del Tipo de la Investigación

Para una investigación es muy importante la elección del enfoque metodológico a utilizar, ya que implica decidir si se utilizará un enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto. Esta elección es crucial para la orientación general que guía todo el proceso investigativo. A continuación, se desglosan los tres enfoques para una investigación:

a. Investigación Cuantitativa:

La investigación cuantitativa se centra en la recopilación y análisis de datos numéricos. Se utiliza para medir relaciones, patrones y tendencias.

La investigación cuantitativa se caracteriza por recopilar datos numéricos a través de encuestas, experimentos o análisis de registros. Estos datos se someten a técnicas estadísticas para su análisis. Además, la investigación cuantitativa busca generalizar los resultados a una población más amplia, lo que la convierte en un enfoque riguroso y objetivo para comprender fenómenos y patrones en el mundo científico.

b. Investigación Cualitativa:

La investigación cualitativa se enfoca en comprender contextos y significados, explorando la comprensión profunda y contextual de los fenómenos. Se basa en la interpretación y el significado.

Los datos cualitativos en investigación se caracterizan por su naturaleza descriptiva y subjetiva. Estos datos se obtienen a través de entrevistas, observaciones y relatos narrativos. A diferencia de los datos cuantitativos, que se expresan en números, los datos cualitativos exploran la riqueza de experiencias humanas y contextos sociales.

El análisis inductivo es una técnica común en la investigación cualitativa. Aquí, el investigador busca identificar patrones emergentes y temas a partir de los datos recopilados. En lugar de aplicar teorías preexistentes, se permite que los patrones surjan de los detalles específicos de las observaciones y entrevistas.

La contextualización y subjetividad son fundamentales en la investigación cualitativa. Se reconoce que los datos están enmarcados por el contexto social, cultural e histórico en el que se recopilan. Además, se valora la perspectiva individual de los participantes, considerando sus creencias, valores y experiencias personales.

c. Investigación Mixta:

La investigación mixta representa una síntesis entre la investigación cuantitativa y la investigación cualitativa, fusionando elementos de ambos enfoques. Se utiliza tanto datos cuantitativos como cualitativos para obtener una comprensión más completa del fenómeno estudiado. Los datos numéricos y las narrativas se combinan, permitiendo una visión más holística. Además, los datos cuantitativos y cualitativos se complementan entre sí, aportando perspectivas diferentes. Mientras los números cuantitativos pueden mostrar tendencias generales, las entrevistas cualitativas revelan matices y contextos. Este enfoque mixto es adaptable según las necesidades de la investigación, permitiendo ajustar la proporción de datos según los objetivos del estudio.

4.1. Selección del Tipo de Investigación

La elección del tipo de investigación es crucial para diseñar un estudio riguroso y responder adecuadamente a las preguntas de investigación. Cada enfoque tiene sus ventajas y limitaciones, y la elección dependerá del contexto y los objetivos del estudio. Por lo tanto, a continuación, se presenta el tipo de investigación seleccionado:

Figura 1.

Investigación Mixta.



Fuente: Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). *Investigación con métodos mixtos*.

El diseño de una guía para la aplicación de Industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador es un tema que podría beneficiarse de una investigación mixta. A continuación, se detalla cada una de las razones:

1. Complementariedad de enfoques:

La Industria 4.0 implica tanto aspectos técnicos como sociales. Por un lado, se requiere comprender las tecnologías digitales, automatización y procesos de producción. Por otro lado, es crucial considerar las dinámicas organizacionales, la adopción de innovaciones y la capacitación del personal.

La investigación cuantitativa podría ayudar a medir la adopción de tecnologías específicas, evaluar el impacto en la eficiencia y analizar datos numéricos relacionados con la implementación.

La investigación cualitativa permitiría explorar las percepciones, barreras y experiencias de las empresas y sus empleados. Las entrevistas y observaciones proporcionarían información contextual valiosa.

2. Contexto local y perspectivas individuales:

El Salvador tiene su propio contexto económico, cultural y regulatorio. La investigación cualitativa podría revelar desafíos específicos que enfrentan las empresas plásticas en este país.

Entender las perspectivas individuales de los líderes empresariales, trabajadores y otros actores clave es fundamental para diseñar una guía efectiva.

3. Validación de resultados:

Al combinar datos cuantitativos y cualitativos, se pueden validar los hallazgos. Por ejemplo, si los datos cuantitativos muestran una alta adopción de tecnologías, la investigación cualitativa podría explorar las razones detrás de esta tendencia.

4. Flexibilidad metodológica:

La investigación mixta permite adaptar el enfoque según las necesidades. Por ejemplo, se podría comenzar con una encuesta cuantitativa para obtener una visión general y luego profundizar con entrevistas cualitativas.

En conclusión, una investigación mixta proporcionaría una visión más completa y contextualizada para diseñar una guía efectiva que aborde los desafíos y oportunidades específicos de la Industria 4.0 en el sector plástico de El Salvador.

5. Marco Contextual

5.1. Definición de las Técnicas de Recolección de Información

Las técnicas de recolección de información son métodos específicos empleados para adquirir datos y conocimientos relevantes sobre el tema en cuestión, en este contexto, las técnicas de recolección de información juegan un papel crucial al proporcionar estructuras y métodos para recabar datos relevantes para el estudio en cuestión.

En la recopilación de datos, se hará uso de cuatro herramientas de investigación distintas presentadas a continuación:

La Entrevista: caracterizada por una serie de preguntas generalmente abiertas, es esencial para entender la situación actual de las empresas del sector plástico al interactuar con personas relacionadas con el tema. La versatilidad de esta técnica permite ajustar las preguntas según las respuestas, explorando desafíos y perspectivas futuras, lo que nos proporciona una visión más completa y precisa del trabajo.

La encuesta: implica elaborar preguntas estructuradas o predefinidas dirigidas a una muestra representativa de individuos, para recopilar datos sobre sus opiniones, actitudes y comportamientos. El análisis de los datos obtenidos proporcionará una visión global del universo de estudio, ofreciendo información relevante sobre la temática.

La observación no participativa: es una técnica de investigación que consiste en la recolección de información desde una postura totalmente alejada y sin involucramiento alguno por parte del investigador con el hecho o grupo social que se pretende abordar. Mediante la observación no participativa, de forma directa, se examinan los procesos de las empresas del sector plástico, adoptando un papel de espectador que no interviene en ellos, lo que facilita la identificación de los problemas que surgen en la rutina diaria. Por lo tanto, para la presente guía

de aplicación de la industria 4.0, se proporciona información valiosa sobre los procesos productivos en esta industria.

Checklist: también conocidos como listados de control, listados de chequeo, *Checklist* u hojas de verificación, siendo formatos generados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de un listado de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de manera sistemática. Se utilizan para hacer comprobaciones sistemáticas de actividades o productos asegurándose de que el trabajador o inspector no se olvida de nada importante.

Los principales usos de los *Checklist* son los siguientes:

- Durante la realización de actividades en las que es muy importante que no se olvide ningún paso y deben hacerse las tareas con un orden establecido.
- Realizar inspecciones donde se deja constancia de cuáles han sido los puntos inspeccionados.
- Verificar o examinar artículos.
- Examinar o analizar la localización de los defectos.
- Verificando las causas de los defectos.
- Verificar y analizar las operaciones.
- Recopilar datos para su futuro análisis.

5.2. Caracterización del Sector Plástico

5.2.1. Principales Procesos de Fabricación de la Industria Plástica

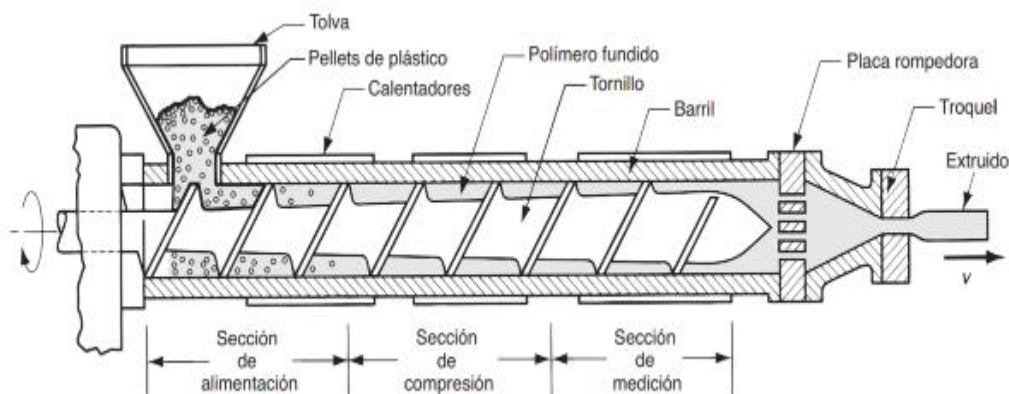
La industria plástica es fundamental en la fabricación de productos, desde envases hasta componentes automotrices. La eficiencia y la adopción de tecnología avanzada son claves para el éxito en esta industria. En este apartado, exploraremos los procesos y equipos esenciales para la industria plástica, destacando cómo la innovación impulsa la eficiencia y la calidad.

1. Extrusión

La extrusión de plástico es una técnica de fabricación de alta producción que implica la fusión homogénea de un material termoplástico, el cual puede estar en forma de pellets, polvo o gránulos. Posteriormente, con suficiente presión, el material fundido es expulsado por el orificio del dado o cabezal de conformación, adquiriendo la forma deseada durante el proceso

La extrusión es un proceso de compresión en el que se fuerza al material a fluir a través de un orificio practicado en un troquel a fin de obtener un producto largo y continuo, cuya sección transversal adquiere la forma determinada por la del orificio. Como proceso para dar forma a polímeros, se emplea mucho para termoplásticos y elastómeros para producir en masa artículos tales como tubería, ductos, mangueras y formas estructurales (tales como molduras para ventanas y puertas), hojas y película, filamentos continuos, así como recubrimientos para alambres y cables eléctricos.

En la extrusión de polímeros, se alimenta material en forma de pellets o polvo hacia dentro de un barril de extrusión, donde se calienta y funde y se le fuerza para que fluya a través de la abertura de un troquel por medio de un tornillo rotatorio. Los dos componentes principales del extrusor son el barril y el tornillo.

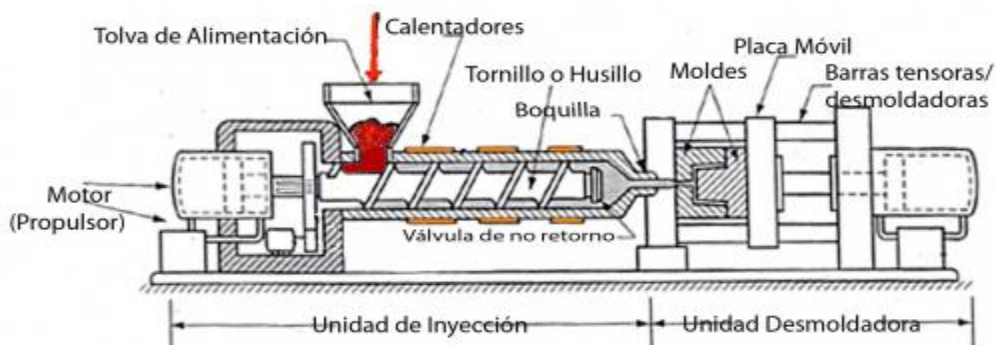
Figura 2.*Extrusión de Plásticos*

Fuente: Smith, J. P., & Brown, L. T. (2015). *Fundamentos del proceso de extrusión de plásticos*.

2. Moldeo por Inyección

El moldeo por inyección es un proceso de conformado utilizando moldes. Los materiales como las resinas sintéticas (plásticos) se calientan y se funden, y luego se envían al molde, donde se enfrían para formar la forma diseñada.

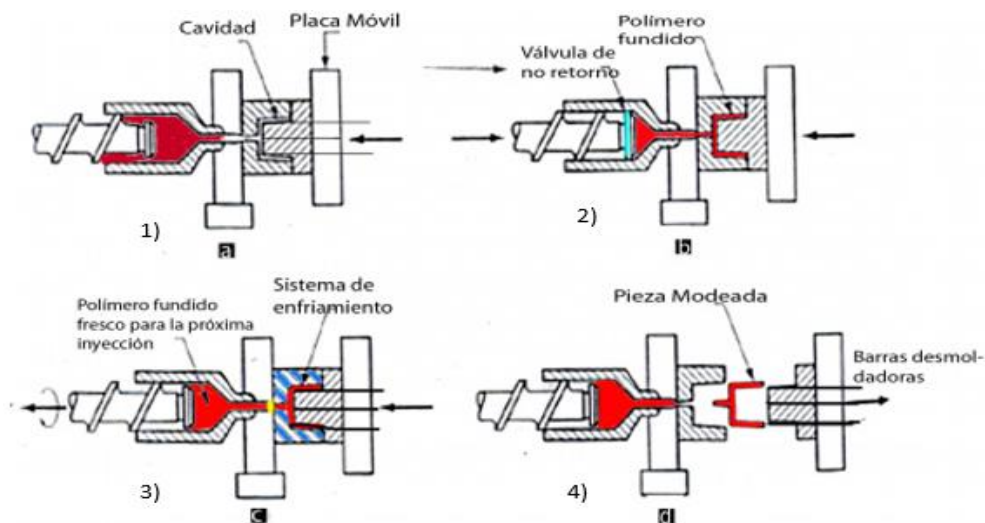
Para ello se necesita una máquina de inyección que incluya un molde. En este último, se fabrica una cavidad de forma idéntica a la de la pieza deseada y para su tamaño se aplica un factor de contracción que se agrega en las medidas de la cavidad para que al enfriarse la pieza moldeada se logren las dimensiones deseadas.

Figura 3.*Unidad de Moldeo por Inyección*

Fuente: Ramírez, F., & López, G. (2020). *El proceso de moldeo por inyección de plásticos*.

El ciclo para el moldeo por inyección de un polímero termoplástico procede en la siguiente secuencia. La acción comienza con el molde abierto y la máquina lista para comenzar un nuevo moldeo:

- 1) El molde se cierra y se sujeta.
- 2) Se inyecta un disparo de fundido a alta presión hacia la cavidad del molde, que se ha puesto a la temperatura y viscosidad correctas mediante el calor y el trabajo mecánico del tornillo. El plástico se enfría y comienza a solidificarse cuando se encuentra con la superficie fría del molde. Se mantiene la presión del martinete a fin de comprimir más fundido en la cavidad para compensar la contracción durante el enfriamiento.
- 3) El tornillo gira y se retrae con la válvula de retención de vapor abierta para permitir que polímero nuevo fluya hacia la parte delantera del barril. Entre tanto, el polímero en el molde se ha solidificado por completo.
- 4) El molde se abre, y la pieza se expulsa y retira.

Figura 4.*Ciclo de Moldeo por Inyección*

Fuente: Ramírez, F., & López, G. (2020). *El proceso de moldeo por inyección de plásticos*.

3. Moldeo por soplado

El moldeo por soplado, una técnica que consiste en fundir un material termoplástico y soplarlo dentro de un molde cerrado con aire comprimido. Este proceso permite la producción de una amplia variedad de productos personalizables, como botellas, recipientes y otros objetos huecos.

a) Variantes del proceso

Moldeo por inyección - Soplado

Generalmente es adecuado para envases más bien pequeños y no permite piezas con mango. Se utiliza a menudo para contenedores que tienen rangos de tolerancia cortos para cuellos con rosca, aberturas de boca ancha; mangos sólidos, y formas muy estilizadas.

- ✓ Las máquinas se conforman de una unidad de inyección para fundir el polímero.

- ✓ El polímero fundido se alimenta a un múltiple de colada caliente donde se inyecta a través de boquillas a un molde caliente. En las cavidades del molde se forman las preformas alrededor de un corazón en forma de pin.
- ✓ La preforma es un cuello de botella o tarro formado unido a un tubo grueso de polímero que formará el cuerpo similar a un tubo de ensayo con un cuello roscado.
- ✓ El molde de la preforma se abre y la barra central se gira y se sujeta en el molde de soplado hueco y refrigerado. La punta de la barra se abre permitiendo la entrada de aire comprimido en la preforma, la cual se infla a la forma del artículo final.
- ✓ Después de un periodo de enfriamiento el molde de soplado se abre y la barra se hace girar a la posición de expulsión.
- ✓ El artículo final se expulsa y como una opción puede ser probado de fugas antes de empacarlo.

Figura 5.

Moldeo por Inyección - Soplado



Fuente: Martínez, L., & Rodríguez, P. (2021). *El moldeo por inyección y soplado en la fabricación de envases plásticos.*

Moldeo por Extrusión-Soplado

La extrusión soplada permite una amplia variedad de formas de envases, tamaños y aberturas de cuello, así como la producción de productos con mango o asa. Ejemplos de piezas

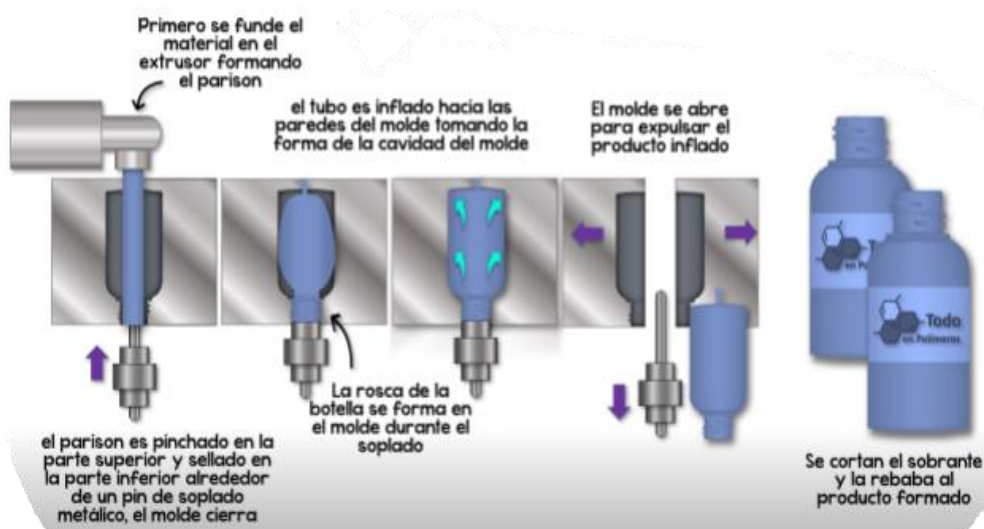
hechas por el proceso extrusión soplado incluyen la mayoría de los productos huecos de polietileno, botellas de leche, botellas de champú, conductos automotrices, regaderas y piezas industriales huecas tales como tambores.

La Extrusión Soplado, o *EBM* por sus siglas en inglés, es una variante del Proceso de Extrusión y es el tipo más simple de moldeo por soplado.

- ✓ Un tubo caliente de material plástico fundido (mejor conocido como *Parison*) se deja caer desde una extrusora y capturado en molde enfriado por agua.
- ✓ Una vez que los moldes están cerrados, se inyecta aire a través de la parte superior o del cuello de la pieza a ser moldeada; como si uno estuviera inflando un globo.
- ✓ Cuando el material plástico caliente se sopla y entra en contacto con las paredes del molde el material se enfría y logra que la pieza mantenga una forma rígida.

Figura 6.

Moldeo por Extrusión - Soplado



Fuente: González, R., & Pérez, A. (2019). *Extrusión-soplado de plásticos: Procesos aplicaciones industriales*.

4. Termoformado

El termoformado implica calentar una lámina de plástico hasta que se vuelve maleable y luego formarla en moldes para obtener la forma deseada.

Aunque existen diversos procesos, las técnicas de termoformado más populares son las siguientes:

- ❖ **Moldeo en vacío:** Este proceso de termoformado utiliza el vacío para dar forma a la lámina. En primer lugar, la lámina de plástico se calienta para que sea flexible. A continuación, la máquina de moldeo en vacío extrae el aire, obligando a la lámina a abrazar un molde. El proceso con vacío es conocido por su rentabilidad y por la velocidad del proceso de fabricación.
- ❖ **Conformado a presión:** El proceso de conformado a presión es similar porque conlleva calentar la lámina de plástico y usar el vacío para extraer el aire y forzar la lámina contra un molde, pero tiene un paso más, una prensa aplica presión cuando el aire se extrae para que el plástico moldeado mantenga mejor su forma final.
- ❖ **Conformado mecánico:** Este proceso incluye el uso de una fuerza mecánica directa para dar forma a la lámina de plástico precalentada, una macho fuerza la lámina flexible a llenar un espacio entre el macho y el molde, con lo que los patrones de la superficie quedan grabados en la lámina de plástico. El termoformado mecánico se utiliza cuando hace falta precisión y un alto nivel de detalle.
- ❖ **Conformado con distensión:** En el conformado con distensión, la lámina de plástico calentada envuelve un mandril diseñado con patrones específicos. El patrón del mandril se presiona sobre la lámina de plástico para formar la pieza acabada. El proceso de conformado con distensión es una de las técnicas de termoformado más asequibles

porque el utillaje que requiere es limitado, ya que el grosor del material se puede mantener, el proceso no genera debilidades en las piezas.

- ❖ **Estampado con molde y contramolde:** Este proceso de termoformado se aplica al fabricar objetos que requieren altos niveles de precisión. El estampado con molde y contramolde consiste en utilizar un molde macho y un molde hembra para dar forma a la lámina de plástico calentada.
- ❖ **Moldeo por soplado:** El proceso de moldeo por soplado es una técnica de termoformado libre que no depende de moldes para dar forma al plástico calentado. En este caso, la máquina de moldeo utiliza chorros de aire para formar una burbuja en el plástico hasta que el diseño final adquiera su forma. La máquina de estampado aplica fuerza para comprimir la lámina entre los moldes. Por lo tanto, la lámina adquiere el patrón o forma que se ha diseñado entre los dos moldes.
- ❖ **Moldeo de láminas gemelas:** Este proceso consiste en moldear a dos capas y combinarlas para formar un único objeto. Las láminas de plástico se calientan de forma simultánea, se moldean y se unen para generar un objeto. El moldeo de láminas gemelas es el mejor proceso para fabricar objetos huecos o que tienen paredes dobles.

5. Revestimiento o Recubrimiento

El recubrimiento con plástico (o caucho) involucra la aplicación de una capa del polímero dado sobre un material que es el sustrato. Se observan tres categorías: recubrimiento de alambre y cable, recubrimiento plano, que involucra recubrir una película plana y 3 recubrimiento de contorno, que cubre un objeto tridimensional.

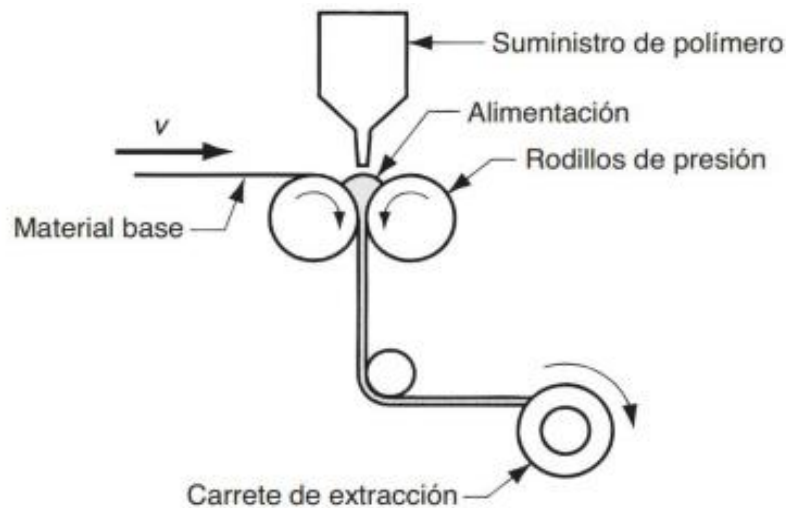
- El recubrimiento plano se emplea para cubrir telas, papel, tableros y hojas de metal; estos artículos son productos principales para ciertos plásticos. Los polímeros

importantes incluyen polietileno y polipropileno, con aplicaciones menores para el nylon, PVC y poliéster. El recubrimiento mide solo de 0,01 a 0,05 mm (0.0005 a 0.002 in) de espesor.

- El recubrimiento de contorno de objetos tridimensionales se lleva a cabo por inmersión o rociado. La inmersión consiste en sumergir el objeto en un baño apropiado de polímero o solución fundidos, seguido de enfriamiento o secado.

Figura 7.

Proceso de Recubrimiento Plano



Fuente: *Revista Internacional de Recubrimientos Industriales (2022).*

6. Fundición

En la conformación de polímeros, la fundición involucra verter una resina líquida a un molde, con el uso de la gravedad para llenar la cavidad, y dejar que el polímero se endurezca. Tanto los termoplásticos como los termofijos se funden. Algunos ejemplos de los primeros incluyen los acrílicos, poliestireno, poliamidas (nylon) y vinilos (PVC). La conversión de la resina líquida en un termoplástico endurecido se lleva a cabo de varias maneras, que incluyen:

- Calentar la resina termoplástica a un estado muy fluido de modo que se vierta y llene la cavidad del molde con facilidad, y después se le deja enfriar y solidificar en el molde.

- Usar un prepolímero (o monómero) de peso molecular bajo y polimerizarlo en el molde para que forme un termoplástico de peso molecular elevado.
- Verter un plastisol (suspensión líquida de partículas finas de una resina termoplástica como el PVC, en un plastificador) en un molde calentado para que forme un gel y se solidifique.

7. Espumado

Los gases comunes que se usan en las espumas de polímero son aire, nitrógeno y dióxido de carbono, la proporción del gas varía hasta 90 % o más. Éste se introduce en el polímero con varios métodos, llamados procesos de espumado.

Estos incluyen:

- Mezclar una resina líquida con aire por agitación mecánica, después se endurece el polímero por medio de calor o reacción química.
- Mezclar un agente de soplado físico con el polímero, un gas como el nitrógeno (N_2) o el pentano (C_5H_{12}), que se disuelve en el polímero fundido sujeto a presión, de modo que el gas sale de la solución y se expande cuando después se reduce la presión.
- Se mezcla el polímero con componentes químicos, llamados agentes químicos de soplado que se descomponen a temperaturas altas y liberan gases tales como el CO_2 o el N_2 dentro de la mezcla.

8. Rotomoldeo

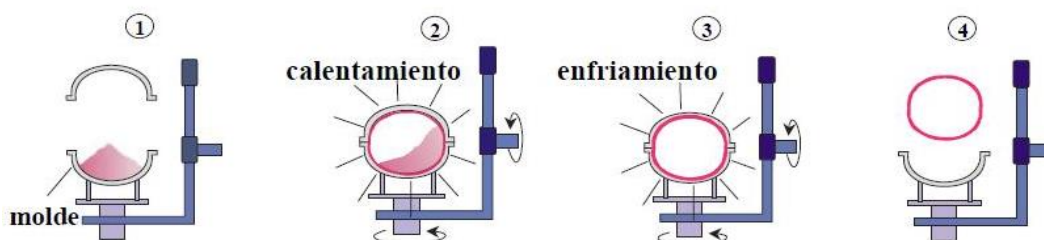
El moldeo rotacional o rotomoldeo es el proceso de transformación del plástico empleado para producir piezas huecas, en el que plástico en polvo o líquido se vierte dentro de un molde luego se lo hace girar en dos ejes biaxiales mientras se calienta. El plástico se va fundiendo

mientras se distribuye y adhiere en toda la superficie interna. Finalmente, el molde se enfría para permitir la extracción de la pieza terminada.

En la fabricación de ciertas piezas huecas, con geometría de curvas complejas, pared uniforme, y “contrasalidas”, el rotomoldeo es una alternativa con menor costo frente al moldeo por soplado. Sin mencionar que debido a las bajas presiones empleadas en el moldeo rotacional se producen piezas con tensiones internas mínimas, presentando un buen comportamiento mecánico debido a su mayor solidez en comparación con las piezas producidas a través del Soplado o la Inyección.

Figura 8.

Proceso de Rotomoldeo

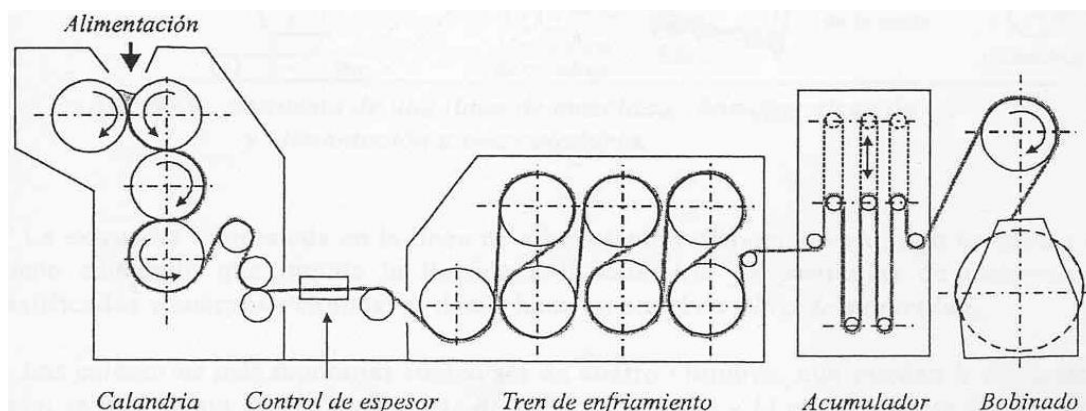


Fuente: Revista Internacional de Tecnología de Plásticos (2022). *El proceso de rotomoldeo: Aplicaciones y ventajas en la fabricación de plásticos.*

9. Calandrado

El calandrado es un proceso importante en las industrias del caucho, sobre todo en la fabricación de neumáticos, en el que se utiliza para la capa interna y la capa de tela.

El calandrado sirve para fabricar láminas partiendo de formas de plástico en bruto (termoplástico o elastómero) o por una cinta extrusora, en cuyo caso la extrusora se alimenta directamente de la calandria. El material se hace pasar por diferentes rodillos cilíndricos que reducen el espesor de las láminas. El producto obtenido consiste en una película de plástico de pequeño espesor.

Figura 9.*Línea de Calandrado*

Fuente: Sánchez, R., & González, J. M. (2020). *El proceso de calandrado en la fabricación de películas plásticas. Revista Internacional de Tecnologías de Plásticos.*

10. Compounding

Compounding describe todos los pasos necesarios que deben tomarse antes de que el material polimérico se procese en el producto terminado. Dichos pasos incluyen la adición de aditivos como tintes y pigmentos, rellenos y refuerzos, plastificantes, lubricantes, estabilizadores, retardantes de llama, agentes espumantes, solventes u otros polímeros, o la transformación del material en una forma adecuada para su posterior procesamiento (polvo, pasta o pellets). Las operaciones de preparación de material más importantes son mezclar, dispersar, amasar, disolver, granular o granular, y secar.

11. Laminación

El laminado es un proceso posterior a la extrusión en el que una película de plástico proveniente de una bobina se adhiere a un sustrato como papel, cartón o papel de aluminio. Para asegurar la adherencia requerida, el proceso se lleva a cabo bajo temperatura y presión elevadas, las cuales se aplican mediante rodillos calentados (continuos) o punzones (discontinuos).

12. Impresión 3D

La impresión 3D es un proceso de moldeo aditivo que permite que los componentes sean producidos sin moldes. Una tecnología común en la industria del plástico es la impresión utilizando materiales fundidos. Los componentes están formados por filamentos fundidos en una extrusora y la masa fundida es depositada con control por computadora. En la primera capa se van aplicando capas adicionales en los siguientes ciclos de impresión, que se conectan firmemente entre sí. La pieza tridimensional va aumentando así paso a paso hasta que se completa. Así se pueden realizar formas complejas y muescas de manera fácil comparada con el moldeo por inyección; pero la impresión 3D consume mucho más tiempo y, por lo tanto, solo es más económica para producir prototipos o series pequeñas desde el tamaño de un lote.

13. Polimerización

La polimerización es un proceso químico en el que moléculas más pequeñas, conocidas como monómeros, se combinan para formar moléculas más grandes, conocidas como polímeros. Este proceso es fundamental para la producción de muchos plásticos y otros materiales. Un aspecto clave de la polimerización es el grado de polimerización, que indica cuántas unidades de monómero están unidas en una molécula de polímero. El grado de polimerización influye decisivamente en las propiedades físicas del polímero resultante, como la resistencia, la flexibilidad y la resistencia a la temperatura.

5.2.2. *Materiales Plásticos*

Existen muchos tipos de plásticos diferentes y pueden agruparse en diferentes grupos, pero atendiendo a su naturaleza se pueden dividir en:

Termoplásticos: Son aquéllos que se ablandan con el calor, se funden y se vuelven a endurecer al enfriarse. Este proceso de fusión y endurecimiento se puede repetir varias veces, por lo que son materiales que pueden reciclarse, y, además, se pueden soldar.

Dentro de los procesos de transformación que pueden llevarse a cabo con este tipo de materiales, pueden mencionarse los de: extrusión, calandrado, inyección, soplado y termoconformado.

Termoestables: Son aquéllos que no se ablandan una vez que se han moldeado. El grado de reticulación (las redes que forman las cadenas poliméricas al unirse entre sí) es elevado, haciendo que estos materiales sean duros y rígidos, además dotarles de muy buenas propiedades mecánicas.

Dentro de los procesos de transformación que pueden llevarse a cabo con este tipo de materiales, pueden mencionarse los de: pultrusión, bobinado, RTM, RIM y prensado.

Elastómeros: Son materiales que no se funden y tampoco se disuelven, tan sólo se hinchan. Tienen una consistencia gomosa y elástica. Su grado de reticulación es bajo. No obstante, muchos de ellos no se pueden procesar.

Los procesos productivos de los plásticos y sus derivados son complejos y varían según el tipo de material.

- **Polímeros:** Se obtienen generalmente a través de la polimerización de monómeros, que pueden ser naturales o sintéticos. Los métodos comunes incluyen la extrusión, el moldeo por inyección y la fabricación aditiva.
- **Poliuretanos:** Se fabrican mezclando polioles e isocianatos, con aditivos opcionales para mejorar las propiedades. El proceso implica mezcla, reacción, y a menudo moldeo.
- **Siliconas:** Se producen mediante la reacción en cadena de ingredientes a altas temperaturas, seguido de un proceso de curado para endurecer el material.
- **Ésteres de Vinilo:** Se fabrican disolviendo di-ésteres en un disolvente reactivo como el estireno y luego iniciando la polimerización con radicales libres generados por irradiación UV o peróxidos.
- **Resinas de Petróleo:** Se producen a partir de fracciones C5 y C9 del craqueo del petróleo, mediante pretratamiento, polimerización y destilación.
- **Resinas Epoxídicas:** Se fabrican seleccionando materias primas adecuadas, mezclando componentes, reaccionando mediante polimerización, control de calidad y envasado final.
- **Resinas Alquídicas:** Se elaboran a partir de aceites o ácidos grasos sin refinar mediante una reacción de condensación de alcoholes con ácidos.
- **Resinas Fenólicas:** Se producen a partir de la reacción de fenol y formaldehído, seguido de mecanismos de curado, adición de cargas y polvos, moldeo y termoformado.

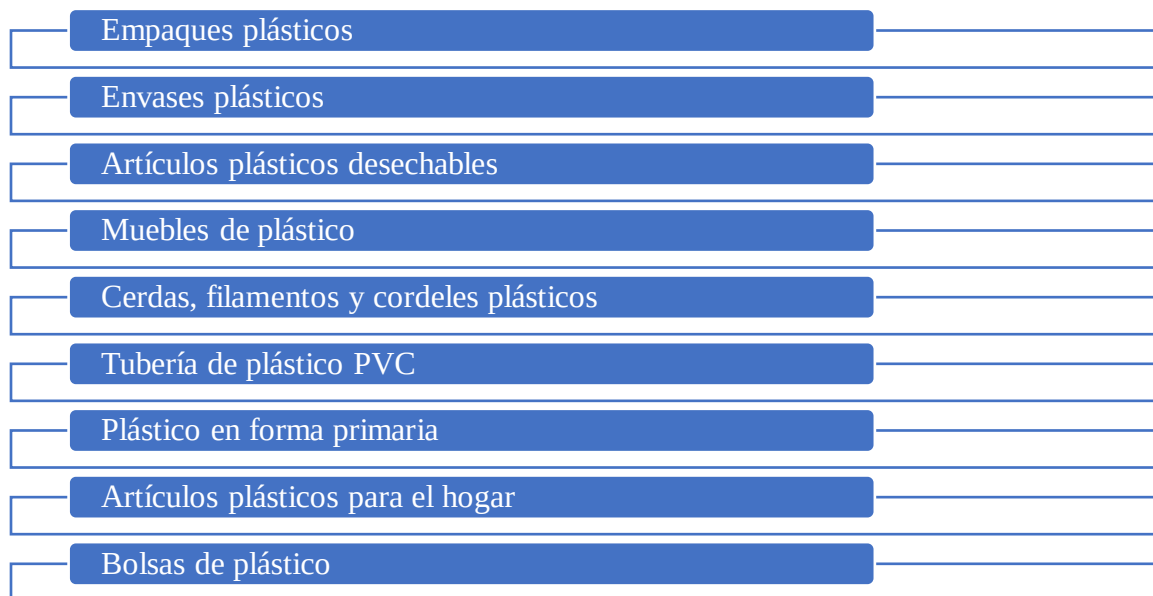
5.2.3. Listado de los Principales Productos Plásticos y sus Procesos Productivos

En las últimas décadas, la producción y utilización de productos plásticos revolucionaron aspectos de nuestra vida cotidiana, los plásticos son materiales versátiles duraderos y económicos utilizados en aplicaciones desde envases de alimentos hasta componentes de automóviles y

dispositivos electrónicos; su popularidad se debe a su capacidad para moldearlos en varias formas y tamaños y a su resistencia a la corrosión y su ligereza. Una lista de los principales productos plásticos fabricados en El Salvador.

Figura 10.

Listado de Principales Productos Plásticos



Nota. La fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, fabricación de envases plásticos, fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, y fabricación de bolsas de plástico: Todos estos procesos comparten etapas comunes como la extrusión, el corte, el sellado y a veces la impresión.

Fuente: Instituto de Investigación en Materiales Plásticos. (2020).

Fabricación de empaques plásticos:

En la fabricación de empaques plásticos, ya sean flexibles o rígidos, y revestidos o no con materiales impregnados o adheridos, se utilizan varios procesos productivos. Los más comunes para este tipo de fabricación son:

- **Extrusión:** Se emplea para crear láminas de plástico que luego pueden ser cortadas y moldeadas en empaques.
- **Calandrado:** Utilizado para producir películas o láminas plásticas que pueden ser usadas en empaques.
- **Revestimiento:** Aplicado para añadir capas protectoras o decorativas a los empaques plásticos.
- **Compounding:** Se mezclan diferentes materiales para obtener las propiedades deseadas del plástico antes de su formación en empaques.
- **Laminación:** Combina capas de plástico para mejorar la resistencia y las propiedades de barrera de los empaques.
- **Moldeo por inyección:** Aunque menos común para empaques flexibles, se puede usar para crear componentes rígidos de empaques.
- **Moldeo por soplado:** Especialmente utilizado para fabricar botellas y otros contenedores rígidos que pueden actuar como empaques.
- **Termoformado:** Se utiliza para formar empaques a partir de láminas de plástico pre-extruidas.

En la industria del plástico, procesos como fundición, espumado, impresión 3D, rotomoldeo y polimerización son menos habituales y más específicos. Por ejemplo, la impresión 3D usada principalmente para prototipos y componentes de empaques, pero no para producción en masa.

Fabricación de bolsas, piezas y rollos plásticos:

Los procesos productivos para fabricar bolsas, piezas y rollos plásticos incluyen etapas clave para obtener productos de alta calidad.

- **Extrusión:** Este es el proceso inicial donde la resina de polietileno se funde y se extruye a través de una boquilla para formar una película de plástico.
- **Corte:** La película de plástico se corta en el tamaño y la forma deseada para la bolsa o el rollo.
- **Sellado:** Se sellan los bordes de la bolsa para formar una bolsa cerrada. En el caso de los rollos, se preparan para su corte final y embalaje.
- **Impresión:** Se imprime la bolsa o el rollo con el diseño deseado, utilizando técnicas como la impresión flexográfica o roto-grabado.
- **Embalaje:** Finalmente, las bolsas o rollos se empacan para su distribución y venta.

Estos procesos pueden variar según el tipo de producto que se esté fabricando y las especificaciones requeridas por el cliente o el mercado.

Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal u otros usos:

Los procesos productivos para la fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros son variados y dependen del tipo de producto que se desee fabricar. A continuación, se presenta una lista de los procesos más comunes:

- **Extrusión:** Para la creación de películas y láminas plásticas utilizadas en diversos productos.
- **Moldeo por inyección:** Para la fabricación de artículos con formas específicas y precisas.
- **Moldeo por soplado:** Utilizado especialmente para la producción de envases y botellas.
- **Termoformado:** Para la fabricación de envases y bandejas a partir de láminas plásticas.

- **Rotomoldeo:** Para objetos grandes y huecos, como tanques y contenedores.
- **Polimerización:** Para la creación de polímeros que son la base de muchos productos plásticos.

Estos procesos permiten producir una variedad de productos plásticos, incluyendo contenedores para alimentos, bandejas, cubiertos, vasos, platos y otros artículos, algunos de los cuales son exportados a otros países de Centroamérica.

Fabricación de envases plásticos:

Los procesos productivos para la fabricación de envases plásticos son varios y se eligen según el tipo de envase que se desea producir. Entre ellos:

- **Extrusión:** Los polímeros de plástico se funden y se extruyen a través de una boquilla para crear una lámina de plástico, que se utiliza para fabricar los envases.
- **Termoformado:** Se calienta la lámina de plástico y se moldea en una herramienta con la forma del envase deseado.
- **Inyección:** Se inyecta plástico fundido en un molde para formar la estructura del envase.
- **Soplado:** Se utiliza para fabricar envases huecos como botellas, donde el plástico fundido se moldea en una forma hueca y luego se infla para crear la forma final.
- **Etiquetado y envasado:** Una vez fabricados, los envases se etiquetan y se preparan para su distribución y venta.

Estos procesos pueden variar en complejidad y pueden incluir pasos adicionales como la impresión, laminación y corte, dependiendo de las especificaciones del producto final.

Fabricación de artículos plásticos desechables y no desechables:

Los procesos productivos para artículos plásticos desechables y no desechables, incluyendo durapax, son variados y dependen del tipo de producto final. Por ejemplo: Para artículos plásticos desechables:

- **Extrusión:** Se calienta y se empuja el plástico a través de una boquilla para formar una forma continua, como películas o láminas.
- **Moldeo por inyección:** El plástico fundido se inyecta en un molde para formar piezas específicas, como cubiertos y platos desechables.
- **Moldeo por soplado:** Se sopla aire en un tubo de plástico fundido para formar una forma hueca, como botellas y recipientes.

Para artículos plásticos no desechables:

- **Termoformado:** Se calienta una lámina de plástico y se moldea sobre un patrón para formar objetos como bandejas o envases de alimentos.
- **Rotomoldeo:** Se usa para crear objetos grandes y huecos, como tanques de almacenamiento y muebles de plástico.
- **Polimerización:** Es el proceso químico para crear polímeros a partir de monómeros, que son la base para la producción de diferentes tipos de plásticos.

El Durapax es una marca de poliestireno expandido (EPS) utilizada en El Salvador. Los procesos productivos del EPS, como el Durapax, incluyen:

- **Pre-expansión:** Las perlas de poliestireno se expanden con vapor para aumentar su volumen.
- **Estabilización:** Las perlas expandidas se dejan reposar para alcanzar la densidad deseada.

- **Moldeo:** Las perlas se moldean en formas específicas bajo presión y calor.

Este material se usa para aislamiento térmico, empaques y construcción por su ligereza y capacidad de aislamiento.

Fabricación de muebles:

Los procesos productivos para la fabricación de muebles plásticos incluyen varias etapas y técnicas que permiten obtener productos duraderos y de diseño variado. Por ejemplo:

- **Selección de Materiales:** Se elige el tipo de plástico adecuado para el mueble, como polipropileno (PP), poliuretano termoplástico (TPU), policarbonato, policloruro de vinilo (PVC) o poli metacrilato de metilo (PMMA).
- **Diseño:** Se crean los diseños de los muebles utilizando *software* especializado para modelar las piezas y estructuras deseadas.
- **Extrusión:** Se calienta y se empuja el plástico a través de una boquilla para formar láminas o perfiles que serán la base de los muebles.
- **Moldeo por Inyección:** Se inyecta plástico fundido en moldes para crear componentes estructurales o detalles decorativos de los muebles.
- **Moldeo por Soplado:** Se utiliza para fabricar partes huecas de los muebles, como bases o soportes.
- **Termoformado:** Se calienta una lámina de plástico y se moldea sobre un patrón para formar partes de los muebles.
- **Ensamblaje:** Las diferentes piezas se unen mediante soldadura, adhesivos o mecanismos de ensamblaje para formar el mueble completo.
- **Acabado:** Se realizan procesos como lijado, pintura o barnizado para mejorar la apariencia estética de los muebles.

- **Control de Calidad:** Se revisan los muebles para asegurar que cumplen con los estándares de calidad y seguridad.
- **Empaque y Envío:** Los muebles se empaquetan cuidadosamente y se preparan para su distribución y venta.

Estos procesos se benefician de las nuevas tecnologías que permiten un amplio abanico de materiales para su composición, ofreciendo muebles con una vida útil más duradera, adecuados para interiores y exteriores. Además, muchos de estos plásticos son reciclables o reciclados, lo que contribuye a una mejor ecología a largo plazo.

Procesos productivos de maquila de plástico:

Los procesos productivos de maquila de plástico pueden variar dependiendo de los servicios específicos que ofrece cada empresa maquiladora. A continuación, se presentan sus principales procesos productivos:

- **Diseño:** Se crea el concepto visual del empaque y la etiqueta, considerando la marca, la información del producto y las normativas aplicables.
- **Selección de Materiales:** Se eligen los materiales adecuados para el empaque y la etiqueta, teniendo en cuenta factores como la durabilidad, la protección del producto y el impacto ambiental.
- **Impresión:** Se utilizan técnicas como la impresión flexográfica, digital o rotograbado para transferir el diseño a los materiales seleccionados.
- **Corte y Troquelado:** Se cortan y se dan forma a los materiales impresos según el diseño del empaque y la etiqueta.
- **Laminación y Revestimiento:** Se aplican capas protectoras para mejorar la resistencia y la apariencia del empaque y la etiqueta.

- **Plegado y Ensamblaje:** Se pliegan y se ensamblan los empaques, y se adhieren las etiquetas a los productos o empaques.
- **Rellenado y Sellado:** En el caso de envases, se llenan con el producto y luego se sellan para proteger su contenido.
- **Control de Calidad:** Se revisan los empaques y etiquetas para asegurar que cumplen con los estándares de calidad y las especificaciones del cliente.
- **Empaque Final y Distribución:** Los productos se empaquetan y se preparan para su distribución y venta.

Estos procesos son esenciales para garantizar que los productos sean atractivos, informativos y seguros para el consumidor final. Además, el embalaje y el etiquetado juegan un papel crucial en la logística y la estrategia de *marketing* de los productos.

Fabricación de PVC:

Los procesos productivos para fabricar el PVC (policloruro de vinilo) son detallados y especializados, y se pueden resumir en las siguientes etapas principales:

- **Fabricación de cloro y etileno:** Estos dos componentes se producen por separado mediante procesos químicos especializados. El cloro se obtiene a través de la electrólisis de cloruro de sodio (sal común), mientras que el etileno se produce a partir del petróleo crudo o del gas natural.
- **Polimerización:** El cloro y el etileno se combinan en un reactor a alta temperatura y presión para formar la resina de PVC. En este proceso, el cloro se incorpora al etileno para crear el policloruro de vinilo.

- **Extrusión:** La resina de PVC se puede extruir en diferentes formas y tamaños, según el uso previsto. Por ejemplo, se puede extruir en tuberías, láminas o perfiles para ventanas y puertas.
- **Adición de aditivos:** Se agregan aditivos a la resina de PVC para mejorar sus propiedades físicas y químicas. Los aditivos comunes incluyen estabilizadores UV, plastificantes, lubricantes y pigmentos. Estos se mezclan con la resina de PVC en un mezclador especializado.

Estas etapas aseguran que el PVC producido tenga las características deseadas para su uso en una amplia gama de aplicaciones, desde la construcción hasta la fabricación de productos de consumo diario.

Fabricación de cuerdas, filamentos, cordeles plásticos:

Los procesos productivos para fabricar cerdas, filamentos, cordeles plásticos y otros artículos en forma de fibra o filamento plástico suelen incluir las siguientes etapas:

- **Preparación de la Materia Prima:** Se parte de resinas plásticas en estado granulado, que pueden ser de diferentes tipos como polietileno (PE), polipropileno (PP), poliéster, entre otros.
- **Mezclado de Aditivos:** Se añaden aditivos o pigmentos a la resina para otorgar propiedades específicas como color, resistencia y flexibilidad.
- **Extrusión:** La resina mezclada se funde y se fuerza a través de una boquilla para formar filamentos continuos. Este proceso se ajusta para obtener el grosor y la forma deseados para las cerdas o filamentos.
- **Estiramiento y Orientación:** Los filamentos extruidos se estiran para alinear las moléculas de polímero, lo que aumenta su resistencia y reduce su diámetro.

- **Enfriamiento y Solidificación:** Los filamentos se enfrían para solidificarlos en la forma deseada.
- **Corte o Bobinado:** Los filamentos se cortan en las longitudes requeridas para cerdas o se bobinan para formar cordeles.
- **Tratamientos de Superficie:** Dependiendo del uso final, los filamentos pueden recibir tratamientos para mejorar su adhesión, resistencia al desgaste o propiedades estéticas.
- **Control de Calidad:** Se realizan inspecciones para asegurar que los productos cumplen con los estándares de calidad y las especificaciones técnicas.
- **Empaque y Distribución:** Finalmente, los productos se empaquetan y se preparan para su distribución y venta.

5.2.4. Clasificación de Empresas

En la siguiente tabla se muestra los criterios de clasificación de empresa según FUSADES:

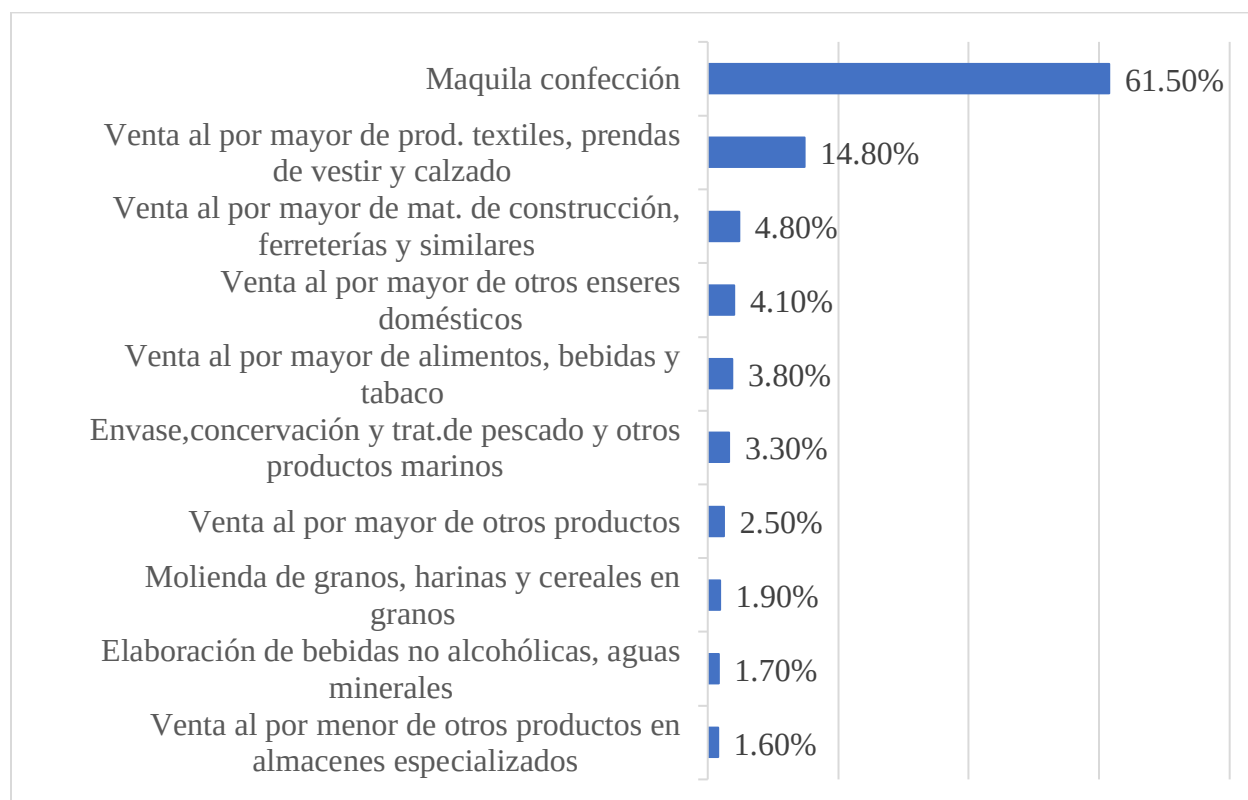
Tabla 4.

Clasificación de Empresas según FUSADES

Tamaño	Empleados	Activo fijo	Organización	Tecnología	Participación en el mercado
Micro	De 0 a 10	-	Informal	Artesanal	Consumo final
Pequeña	De 11 a 20	Hasta 85,714.28	\$ Dos niveles	Rudimentaria	Local
Mediana	De 21 a 99	Hasta 228,571.42	\$ Tres niveles	Bajo nivel tecnológico	Nacional o Regional
Gran	Más de 100	Mayor de 228,571.42	\$ Más de tres niveles	Altamente sofisticado	Mundial

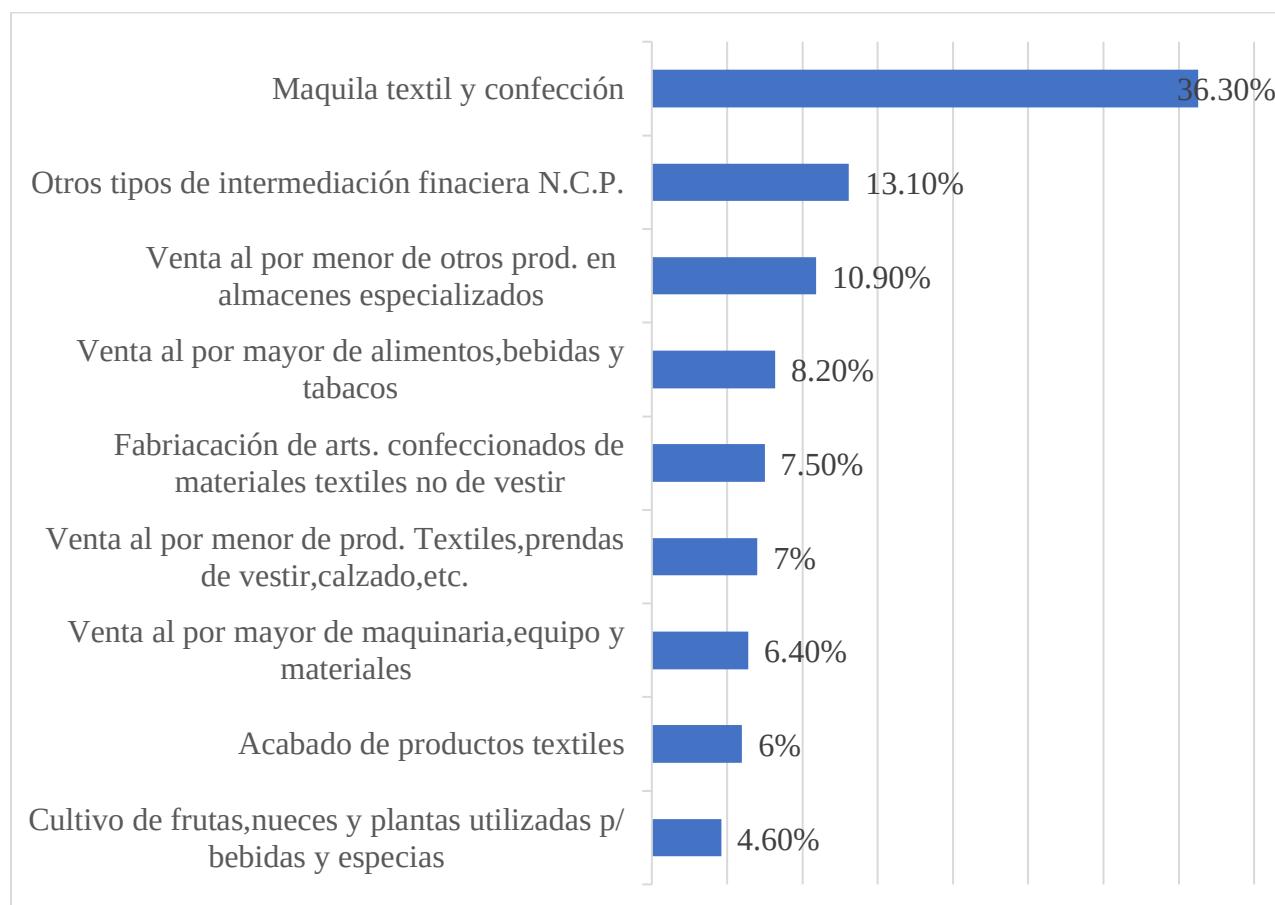
Fuente: FUSADES. (2006). *Boletín económico y social N.º 66*

Teniendo en cuenta las actividades económicas, la clasificación por tamaño en exportaciones se encuentra de la siguiente manera:

Figura 11.*Valor Exportado de la Microempresa por Actividad Económica*

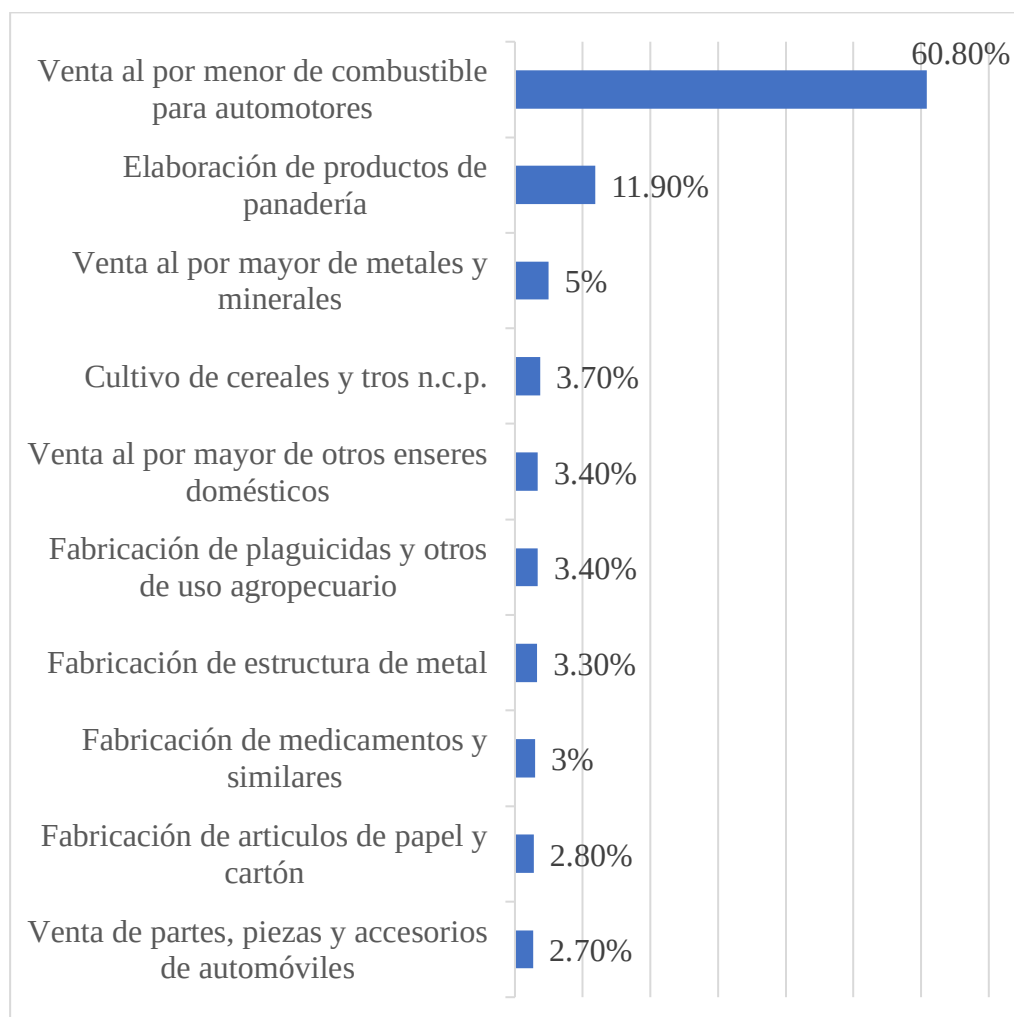
Nota. Las empresas del sector textil y confección representan el 76.3 % del total de exportaciones a nivel de microempresas en el país. En contraste, no se registran exportaciones de productos plásticos por parte de microempresas.

Fuente: Banco Central de Reserva (2016). *Caracterización del sector exportador según tamaño de empresa.*

Figura 12.*Valor exportado de la Pequeña Empresa por Actividad Económica*

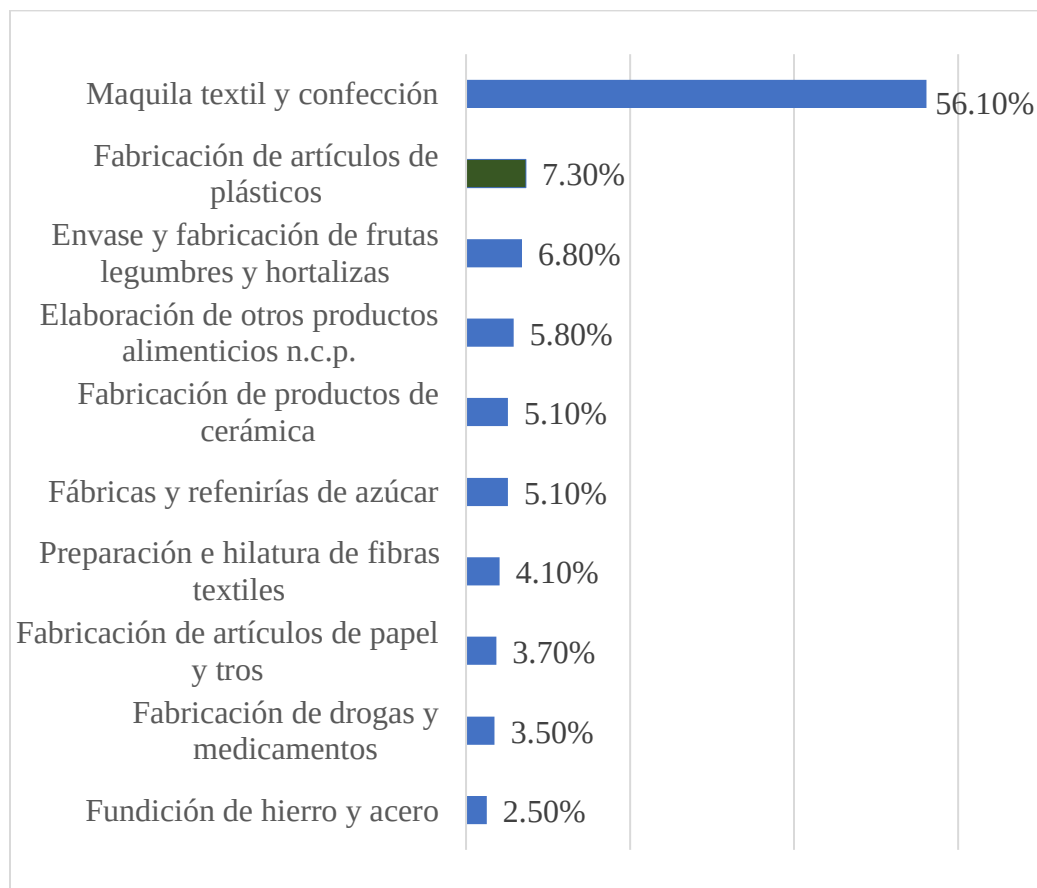
Nota. No se registran exportaciones de productos plásticos a nivel de pequeñas empresas, pero el sector textil reaparece con un 36.30 % del total.

Fuente: Banco Central de Reserva (2016). *Caracterización del sector exportador según tamaño de empresa.*

Figura 13.*Valor exportado de la Mediana Empresa por Actividad Económica*

Nota. El principal producto exportado a nivel de mediana empresa es el combustible para automotores, con una participación del 60.80 % del total, seguido por productos de panadería con un 11.90 %. No se registra la exportación de productos del sector plástico por parte de empresas medianas.

Fuente: Banco Central de Reserva (2016). *Caracterización del sector exportador según tamaño de empresa.*

Figura 14.*Valor Exportado de la Gran Empresa por Actividad Económica*

Nota. El sector plástico figura como exportador en la categoría de gran empresa, representando un 7.30 % del total, ubicándose en segundo lugar después del sector textil.

Fuente: Banco Central de Reserva (2016). *Caracterización del sector exportador según tamaño de empresa.*

5.2.5. Geografía de Empresas Exportadoras en El Salvador

Tomando en cuenta la geografía de las empresas exportadoras, tenemos que:

Se resalta una notable concentración, especialmente en los departamentos de San Salvador y La Libertad. Se ha observado que estos dos departamentos concentran el 90.6 % de las empresas exportadoras, tanto MIPYME como grandes, totalizando 1,713.

Figura 15.

Concentración de Grandes y MIPYME Empresas Exportadoras



Nota. La concentración más notable de empresas exportadoras en el país se encuentra en los departamentos de La Libertad y San Salvador, representando un 90.6 % del total, incluyendo tanto a las MIPYME como a las grandes empresas. Esto indica que el sector del plástico está predominantemente enfocado en la exportación en esta área geográfica.

Fuente: Banco Central de Reserva (2016).

5.3. Determinación del Universo Sujeto de Estudio

El universo sujeto de estudio lo constituyen todas las empresas del Sector Plástico de El Salvador, que ascienden a 87 empresas (ISSS, 2022) ubicadas en los diferentes departamentos de El Salvador. A continuación, se presenta la ubicación, razón social, actividad comercial y procesos productivos de cada una y luego un resumen.

Tabla 5.

Universo Sujeto de Estudio

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
1	La Libertad	Amcor Pet Packaging de El Salvador, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
2	La Libertad	Amcor Rigid Plastics C.A.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
3	La Libertad	Artisa Internacional, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
4	La Libertad	Artisa, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
5	La Libertad	C y M Distribuidores, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
6	La Libertad	Chonsa Plásticos Industrial, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
7	La Libertad	Convertidora Fénix S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
8	La Libertad	Dipsa	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
9	La Libertad	Ecoprint	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
10	La Libertad	Galaplastic, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
11	La Libertad	Grupo Hb, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
12	La Libertad	Hasvic de El Salvador	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
13	La Libertad	Idibsa de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
14	La Libertad	Internacional de Plásticos, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
15	La Libertad	Modern Plastics. S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
16	La Libertad	Multipack, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
17	La Libertad	Plásticos Cuscatlán, S.A. de C.V.	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas, etc.	Polimerización y policondensación, y luego se forman por soplado, inyección, recubrimiento o estampado

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
18	La Libertad	Plásticos El Panda, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje.
19	La Libertad	Plásticos Tecnificados S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
20	La Libertad	Plastiglas de El Salvador, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
21	La Libertad	Plastinova, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
22	La Libertad	Polybag, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
23	La Libertad	Preformas y Envases. S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
24	La Libertad	Promarmol S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
25	La Libertad	Propladi, S.A. de C.V.	Maquila de plásticos	Extrusión, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y otros procesos de transformación
26	La Libertad	Proviplastic, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
27	La Libertad	Ravi Centroamérica, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
28	La Libertad	Recicladora Nacional, S.A. de C.V.	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas, etc.	Polimerización y policondensación, y luego se forman por soplado, inyección, recubrimiento o estampado

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
29	La Libertad	Robertoni/ División Empaques Plásticos	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
30	La Libertad	Salvaplastic	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión- soplado
31	La Libertad	Iberplastic, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
32	La Libertad	Salvapots	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
33	La Libertad	Soldi, S.A. de C.V.	Fabricación de cerdas, filamentos, cordeles plásticos, y algunos artículos de estos filamentos	Extrusión y otros métodos específicos para darles la forma y características deseadas
34	La Libertad	Tacoplast S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
35	La Libertad	Tecnología de Empaques, S.A. de C.V.	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas y sus derivados químicos, etc.	Polimerización y policondensación, y luego se forman por soplado, inyección, recubrimiento o estampado
36	La Libertad	Termo, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
37	La Libertad	Termoencogibles, S.A. de C. V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
38	La Libertad	Termoformados Modernos, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
39	La Libertad	Total, Pet El Salvador, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
40	La Libertad	Toto, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
41	La Libertad	Tuberías, S.A. de C.V.	Fabricación de tubería de plástico PVC, y otros accesorios y artículos para la construcción	Producción de cloro y etileno, polimerización y extrusión
42	La Libertad	Typ, S.A. de C.V.	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas y sus derivados químicos, etc.	Polimerización y policondensación, y luego se forman por soplado, inyección, recubrimiento o estampado
43	La Libertad	Unitape El Salvador	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje.
44	La Libertad	Z Plastic S.A. de C. V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
45	San Salvador	Thermo Plast, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
46	San Salvador	Vidaplast	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
47	San Salvador	Zami, S.A. de C.V.	Maquila de plásticos	Extrusión, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y otros procesos de transformación
48	San Salvador	B y H	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
49	San Salvador	Best Plast	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
50	San Salvador	Bolpack	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
51	San Salvador	Coestruidos Santa Teresa, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
52	San Salvador	Converplast, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
53	San Salvador	Empaques y Envases Flexibles Laminados, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
54	San Salvador	Film Pack, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje.
55	San Salvador	Flexoprint, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
56	San Salvador	Golden Alpha, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
57	San Salvador	Herco	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
58	San Salvador	Industrias Kawaki S.A. de C.V.	Fabricación de muebles de plástico	Extrusión, moldeo por inyección y moldeo por soplado, termoformado
59	San Salvador	Industrias Plásticas S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
60	San Salvador	Industrias Plastimel	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
61	San Salvador	Industrias San Chía, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
62	San Salvador	Ipla	Fabricación de plástico en forma primaria, incluso polímeros, poliuretanos, siliconas, ésteres de vinilo, resinas de petróleo, epoxídicas, alquídicas, fenólicas y sus derivados químicos, etc.	Polimerización y policondensación, y luego se forman por soplado, inyección, recubrimiento o estampado
63	San Salvador	J de J. Flexográfica Salvadoreña, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
64	San Salvador	Manufacturas Delta, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
65	San Salvador	Matricería Roxy	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
66	San Salvador	Meléndez Zedan, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
67	San Salvador	Moldinca, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
68	San Salvador	New Era, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
69	San Salvador	Packfilm Centroamérica	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
70	San Salvador	Packprint, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
71	San Salvador	Plásticos de Ingeniería, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado.
72	San Salvador	Plásticos Las Américas, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje.
73	San Salvador	Plastinsa S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
74	San Salvador	Plastymet, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
75	San Salvador	Poliflex, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
76	San Salvador	Poliplast, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
77	San Salvador	Polisa, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
78	San Salvador	Productos Plásticos, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
79	San Salvador	Ruplast, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
80	San Salvador	Servioplast, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
81	San Salvador	Soluciones Mecánicas, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
82	San Salvador	Tecnova, S.A. de C.V.	Fabricación de tubería de plástico PVC, y otros accesorios y artículos para la construcción	Producción de cloro y etileno, polimerización y extrusión
83	La Paz	Bolsas Líder Pack, S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
84	La Paz	Interplastiz S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
85	La Paz	Reciclados Mg. S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje
86	Santa Ana	Plásticos Rm, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
87	Sonsonate	Inversiones Cuyagualo S.A. de C.V.	Fabricación de bolsas de plástico, piezas o rollos de plástico, de anchos diferentes	Extrusión, corte, sellado, impresión y embalaje

Fuente: El Salvador Trade Sector Plástico (2023).

De lo anterior tenemos la siguiente tabla resumen de la ubicación del universo de empresas del sector plástico en El Salvador.

Tabla 6.

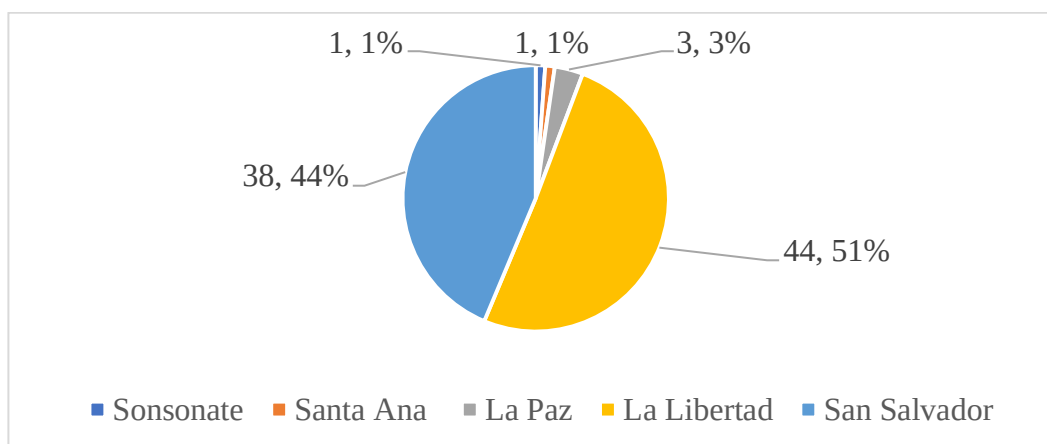
Ubicación de Empresas del Sector Plástico

Departamentos	N.º de empresas	% del total
La Libertad	44	51 %
San Salvador	38	44 %
La Paz	3	3 %
Sonsonate	1	1 %
Santa Ana	1	1 %
Total	87	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16.

Universo de Empresas del Plástico por Departamento



Fuente: Elaboración propia.

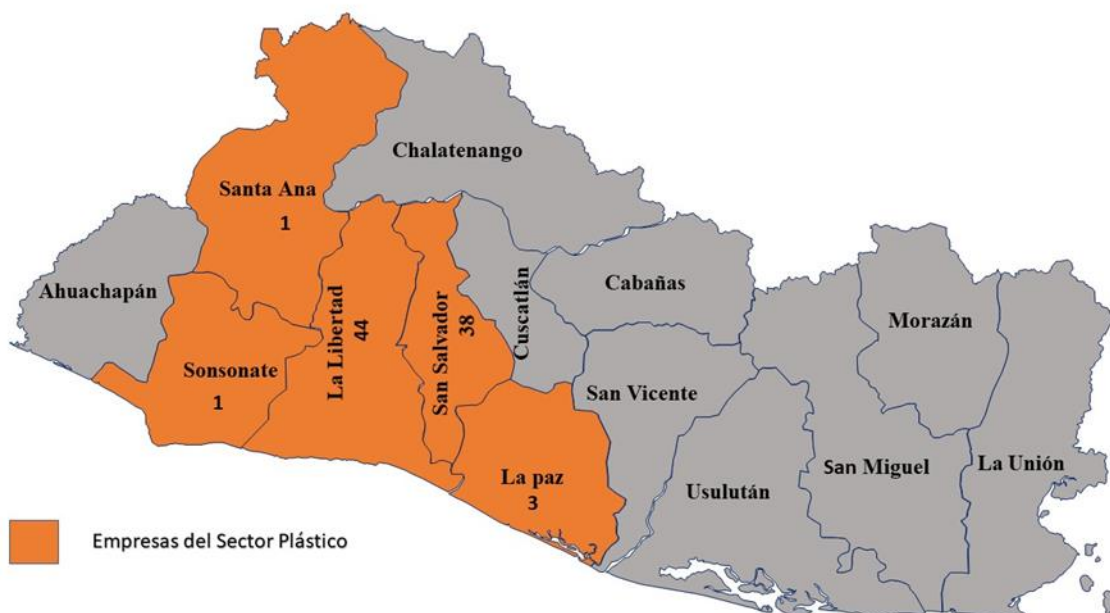
Nota. Los departamentos de La Libertad y San Salvador presentan la mayor concentración de empresas en el sector plástico, con un 51 % y 44 %, respectivamente. Esta diferencia destaca que

La Libertad es la región con la mayor concentración de empresas en el sector plástico en comparación con San Salvador.

A continuación, el universo de empresas por departamento en el mapa geográfico de El Salvador.

Figura 17.

Universo Representado en el Mapa Geográfico de El Salvador



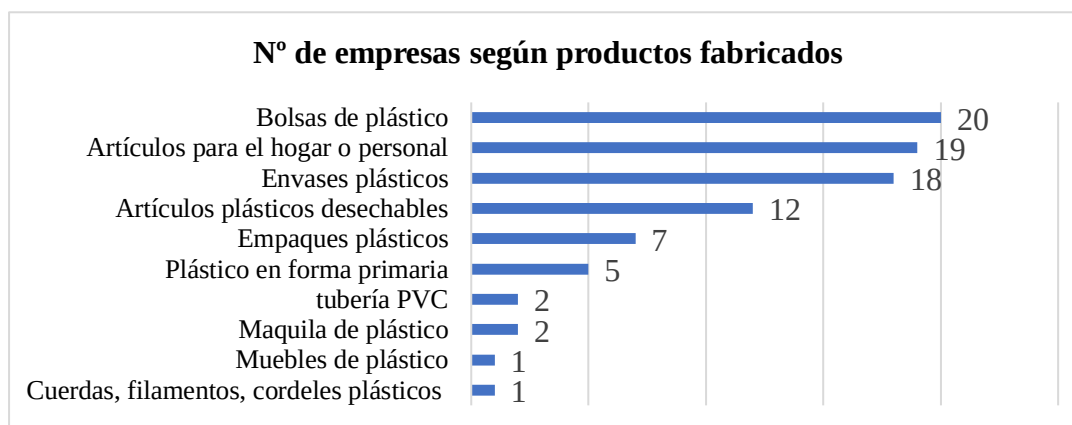
Fuente: El Salvador Trade Sector Plástico (2023).

Como se mencionó anteriormente, las empresas dedicadas a la fabricación de productos de plástico abarcan una amplia gama de artículos terminados, cada uno de los cuales involucra procesos productivos específicos, estos procesos pueden variar desde el moldeo por inyección hasta el termoformado, pasando por técnicas de extrusión, soplado, laminación y más, cada uno de estos métodos de fabricación tiene sus propias ventajas y aplicaciones particulares.

En la tabla siguiente se segmenta el universo por producto.

Tabla 7.*Universo - Empresas por Producto Fabricado*

PRODUCTO	N.º DE EMPRESAS
Bolsas de plástico	20
Artículos para el hogar o personal	19
Envases plásticos	18
Artículos plásticos desechables	12
Empaques plásticos	7
Plástico en forma primaria	5
tubería PVC	2
Maquila de plástico	2
Muebles de plástico	1
Cuerdas, filamentos, cordeles plásticos	1
TOTAL	87

Fuente: Elaboración propia.**Figura 18.***Universo-Empresas por Producto Fabricado*

Nota. La diversidad de la industria del plástico se refleja en el número de empresas dedicadas a fabricar diversos productos, mientras que las bolsas de plástico lideran con 20 empresas, los artículos para el hogar y los envases plásticos no se quedan atrás con 19 y 18 empresas respectivamente, por otro lado, los artículos plásticos desechables, empaques plásticos en forma primaria, tubería PVC, maquila de plástico, muebles, cuerdas filamentos y cordeles de plástico.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.1. Población Objetivo

La determinación de la población objetivo se logra mediante la delimitación del universo según características de interés. A medida que aumenta la variedad de procesos productivos, surge una mayor oportunidad de adoptar tecnologías de la industria 4.0, es por ello que para la población objetivo del estudio se tomarán en cuenta empresas de la industria plástica que en sus procesos de fabricación involucren la extrusión, moldeo por inyección, moldeo por soplado y termoformado dado que través de ellos se derivan los demás procesos; es decir que se tomarán en cuenta las empresas que en la fabricación de plásticos involucren la mayoría de procesos conocidos para la transformación de materias primas del plástico.

Las empresas con mayor oportunidad de aplicar tecnologías de industria 4.0 son aquellas que fabrican productos plásticos como: artículos para el hogar o personal, envases, artículos desechables, empaques, maquila de plástico y muebles de plástico a través de procesos de extrusión, inyección, soplado y termoformado.

5.3.1.1. Definición de la Población Objetivo

Empresas ubicadas en El Salvador, dedicadas a la fabricación de productos plásticos por medio de procesos de Extrusión, Inyección, Soplado y Termoformado.

A continuación, se listan todas las empresas pertenecientes a la población objetivo identificando su ubicación y procesos productivos.

Tabla 8.*Población Objetivo*

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
1	La Libertad	Amcor Pet Packaging de El Salvador, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
2	La Libertad	Amcor Rigid Plastics C.A.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
3	La Libertad	Grupo Hb, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
4	La Libertad	Internacional de Plásticos, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
5	La Libertad	Plásticos Tecnificados S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
6	La Libertad	Plastiglas de El Salvador, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
7	La Libertad	Preformas y Envases. S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
8	La Libertad	Salvaplastic	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
9	La Libertad	Artisa Internacional, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
10	La Libertad	Artisa, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
11	La Libertad	Dipsa	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
12	La Libertad	Hasvic de El Salvador	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
13	La Libertad	Plastinova, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
14	La Libertad	Ravi Centroamérica, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
15	La Libertad	Robertoni / División Empaques Plásticos	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
16	La Libertad	Termoformados Modernos, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
17	La Libertad	Z Plastic S.A. de C. V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
18	La Libertad	C Y M Distribuidores, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
19	La Libertad	Convertidora Fénix S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
20	La Libertad	Ecoprint	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
21	La Libertad	Galaplastic, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
22	La Libertad	Idibsa de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
23	La Libertad	Modern Plastics. S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
24	La Libertad	Promarmol S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
25	La Libertad	Proviplastic, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
26	La Libertad	Iberplastic, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
27	La Libertad	Salvapots	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
28	La Libertad	Tacoplast S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
29	La Libertad	Toto, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
30	La Libertad	Multipack, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
31	La Libertad	Termoencogibles, S, A de C. V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
32	La Libertad	Total, Pet El Salvador, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
33	La Libertad	Propladi, S.A. de C.V.	Maquila de plásticos	Extrusión, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y otros procesos de transformación
34	San Salvador	B Y H	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
35	San Salvador	Empaques Y Envases Flexibles Laminados, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
36	San Salvador	Matricería Roxy	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
37	San Salvador	Moldinca, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
38	San Salvador	Plásticos de Ingeniería, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado.
39	San Salvador	Poliflex, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
40	San Salvador	Poliplast, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
41	San Salvador	Soluciones Mecánicas, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
42	San Salvador	Vidaplast	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado
43	San Salvador	Industrias Plastimel	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
44	San Salvador	New Era, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque
45	San Salvador	Polisa S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos desechables o no desechables, incluyendo durapax	Extrusión y laminación, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y empaque

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
46	San Salvador	Industrias San Chía, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
47	San Salvador	Manufacturas Delta, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
48	San Salvador	Meléndez Zedan, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
49	San Salvador	Plastymet, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización.
50	San Salvador	Productos Plásticos, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal y otros	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
51	San Salvador	Ruplast, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
52	San Salvador	Servioplast, S.A. de C.V.	Fabricación de artículos plásticos para uso del hogar, personal	Extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo y polimerización
53	San Salvador	Empaques Y Envases Flexibles Laminados, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
54	San Salvador	Flexoprint, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección

N.º	Departamento	Nombre Comercial	Actividad Comercial	Proceso productivo
55	San Salvador	J de J. Flexográfica Salvadoreña, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
56	San Salvador	J de J. Flexográfica Salvadoreña, S.A. de C.V.	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
57	San Salvador	Packfilm Centroamérica	Fabricación de empaques plásticos flexibles o rígidos, revestidos o no con materiales impregnados o adheridos	Extrusión, calandrado, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado, impresión, laminación, corte y confección
58	San Salvador	Zami, S.A. de C.V.	Maquila de plásticos	Extrusión, moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y otros procesos de transformación
59	San Salvador	Industrias Kawaki S.A. de C.V.	Fabricación de muebles de plástico	Extrusión, moldeo por inyección y moldeo por soplado, termoformado
60	Santa Ana	Plásticos Rm, S.A. de C.V.	Fabricación de envases plásticos para la industria y otros usos	Termoformado, troquelado, inyección-soplado y extrusión-soplado

Nota. Las empresas de la población objetivo recolectaron datos de fuentes primarias, se enfocarán en conocer la situación en función de las tecnologías que utilizan en sus procesos productivos e identificar sus aplicaciones y los problemas que surgen para la implementación de tecnologías 4.0.

Fuente: Banco Central de Reserva de El Salvador. (2020). *Listado de empresas plásticas en El Salvador*.

5.4. Cálculo de la Muestra Sujeto de Estudio

Para calcular la muestra sujeta de estudio, por la naturaleza del universo se usará el método probabilístico, usando la fórmula para población finita, ya que en este caso se conoce el número de población.

A continuación, se presenta la fórmula por utilizar y la descripción de cada elemento que la compone:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

- **n** = Tamaño de la muestra buscado
- **N** = Tamaño de la Población o Universo
- **Z** = Nivel de confianza
- **e** = Error de estimación máximo
- **p** = Es la proporción de elementos que presentan una determinada característica para investigar.
- **q** = Es la proporción de elementos que no presentan las características que se investiga.

Tabla 9.

Datos de Fórmula Muestra Finita

Datos de Fórmula de Muestra Finita	
N	87
Z	90 % el cual estadísticamente representa 1.65
e	10 %
p	68.97 %
q	31.03 %

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se explican los valores asignados:

- Para el caso de “***N***”, es el número de empresas del sector plástico que conforman el universo.
- Para “***e***”, se toma el valor máximo permisible, dado que el universo es homogéneo. Esto significa que todos los encuestados pertenecen al mismo sector y comparten procesos productivos en común, por lo que se espera que sus respuestas sean muy similares.
- Para el caso de “***p***”, es la proporción de empresas del plástico que presentan una determinada característica en común a ser investigada (procesos productivos de Extrusión, Inyección, Soplado y Termoformado), que es la población objetivo. La fórmula para ***p*** estaría determinada por: $p = \frac{A}{N}$ donde “***A***” es la población objetivo y “***N***” es el Universo.
- El valor “***q***” representa la proporción de empresas en la industria del plástico que no cuentan con los cuatro procesos principales (Extrusión, Inyección, Soplado y Termoformado) o que tienen menos de esos procesos en funcionamiento.

$$q = 1 - \frac{A}{N}$$

- El valor “***Z***” indica el grado de confianza que tenemos en que la información recopilada de estas empresas del sector plástico refleje de manera precisa la situación tecnológica general de la industria. Un nivel de confianza del 90 % es suficiente para obtener estimaciones precisas de los parámetros del Universo Sujeto de Estudio sin requerir un tamaño de muestra grande, lo que proporciona un buen equilibrio entre la precisión de las estimaciones y la confiabilidad de los resultados, sin costos excesivos de recolección de datos.

A continuación, tenemos la sustitución de los datos en la fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{87 \times (1.65)^2 \times 0.6897 \times 0.3103}{(0.10)^2(87 - 1) + (1.65)^2 \times 0.6897 \times 0.3103}$$

$$n = \frac{50.6908}{1.4427}$$

$$n = 35.1361$$

$$n = 36 \text{ empresas}$$

Resultado: La muestra objeto de estudio está constituida por 36 empresas del sector plástico ubicadas en los departamentos de La Libertad, San Salvador y Santa Ana, quedando distribuida proporcionalmente a la población objetivo del estudio de la siguiente manera:

Tabla 10.

Distribución de la Muestra Sujeto de Estudio

Departamento	N.º de empresas de la población objetivo	N.º de empresas correspondiente a cada departamento de la muestra
La Libertad	33	20
San Salvador	26	15
Santa Ana	1	1
Total	60	36

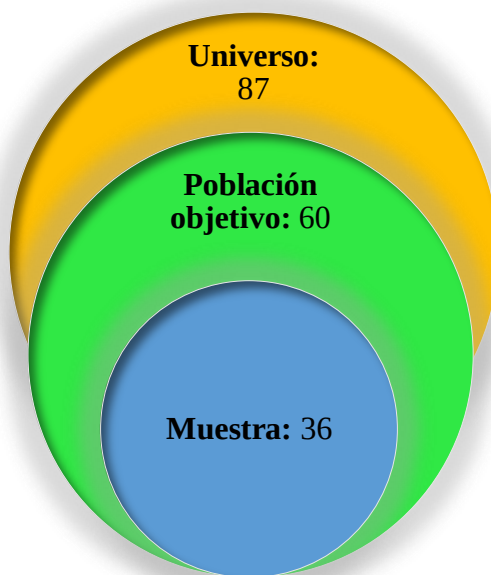
Nota. Adaptado de Banco Central de Reserva (2022).

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta un esquema resumen del universo, población objetivo y muestra

Figura 19.

Resumen Universo - Población Objetivo y Muestra



Nota. El universo de estudio comprende 87 empresas dedicadas a la fabricación y comercialización de plásticos. La población objetivo está constituida por 60 empresas que comparten procesos de producción como inyección, extrusión, soplado y termoformado. Para determinar la muestra, se aplicó el método probabilístico utilizando la fórmula para población finita, dado que se conoce el tamaño exacto de la población. Se determinó que la muestra estará compuesta por 36 empresas, distribuidas en los departamentos de La Libertad (20 empresas), San Salvador (15 empresas) y Santa Ana (1 empresa).

5.5. Matriz de Congruencia

Una matriz de congruencia es una herramienta importante en la investigación y se utiliza para asegurarse de que las variables en un estudio se midan de forma coherente y se ajusten al marco teórico.

La matriz de congruencia tiene como finalidad resumir y contextualizar la investigación, mostrando la relación entre los elementos mencionados y permitiendo una visión panorámica del trabajo realizado. En este caso, la investigación se centra en diseñar una guía para aplicar la Industria 4.0 a empresas del sector plástico en El Salvador. Esto implica planificar y desarrollar una estrategia futura para implementar tecnologías y procesos relacionados con la Industria 4.0 en dichas empresas.

El objetivo es proporcionar una guía práctica y aplicable que ayude a las empresas a adoptar las mejores prácticas y aprovechar las oportunidades que ofrece la Industria 4.0.

En este caso, la naturaleza prospectiva de la investigación se alinea con el diseño de una guía para el futuro desarrollo tecnológico en el sector plástico.

A continuación, se presenta la matriz de congruencia para el diseño de la guía de aplicación. Siendo el problema central el siguiente:

¿Cómo diseñar una guía para la aplicación de la Cuarta Revolución Industrial en empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador que optimice procesos y aumente la competitividad en el mercado?

Tabla 11.*Matriz de Congruencia*

Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Preguntas	Dirigida a	Técnica/ instrumento
OG. Determinar la situación actual en función de las tecnologías utilizadas en los procesos productivos en empresas del sector plástico de el salvador.	HG. Las empresas del sector plástico cuentan con procesos no digitalizados, lo cual reducen su productividad y competitividad , pero están dispuestos a migrar sus procesos a un ambiente digital o 4.0.	VDG. Productividad empresarial.	DG. Digitalización de procesos.	P1. ¿Qué herramientas o tecnologías actuales han implementado para asegurar el funcionamiento administrativo eficiente de la empresa?	Gerente administrativo	Entrevista/ cuestionario
				P2. ¿La empresa está dispuesta a migrar sus procesos a tecnologías digitales?	Gerente financiero	Entrevista/ cuestionario
				P3. ¿La empresa realiza inversiones en tecnologías para mantenerse competitiva y adaptarse a las demandas del mercado actual?	Gerente financiero	Entrevista/ cuestionario
		VIG. Adopción de tecnologías digitales.		P4. ¿En qué medida están automatizados los procesos de producción?	Gerente de producción	Entrevista/ cuestionario
				P5. ¿Cuál es la situación actual con respecto a la protección de datos, automatización y digitalización de procesos dentro de la empresa?	Jefe de TI	Entrevista/ cuestionario

Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Preguntas	Dirigida a	Técnica/ instrumento
OE1. Examinar la eficiencia y el impacto que tienen los procesos productivos de las empresas del sector plástico en el salvador.	H1. Las empresas del sector plástico tienen procesos susceptibles de mejora significativa mediante la adopción de tecnologías digitales.	VD1. Situación actual de los procesos.	D1. Procesos operativos.	P6. ¿En qué áreas de ventas se identifica un mayor potencial para beneficiarse de tecnologías digitales y cuáles son los problemas específicos que requieren soluciones?	Gerente de ventas	Entrevista/ cuestionario
				P7. ¿Cómo evalúa la capacidad actual de la infraestructura tecnológica y qué mejoras serían necesarias para adoptar tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial?	Jefe de TI	Entrevista/ cuestionario
		VI1. Implementación de nuevos sistemas de gestión de procesos.		P8. ¿Qué problemas podrían ser resueltos mediante la adopción de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial y qué mejoras en eficiencia, calidad y tiempo de producción espera?	Técnicos de mantenimiento (eléctricos o mecánicos)	Entrevista/ cuestionario
				P9. ¿Cómo controlan y monitorean cada etapa de producción, qué problemas obstaculizan la eficiencia y la productividad dentro de la organización?	Gerente de producción	Entrevista/ cuestionario

Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Preguntas	Dirigida a	Técnica/ instrumento
OE1. Examinar la eficiencia y el impacto que tienen los procesos productivos de las empresas del sector plástico en El Salvador.	H1. Las empresas del sector plástico tienen procesos susceptibles de mejora significativa mediante la adopción de tecnologías digitales.	VD1. Situación actual de los procesos.	D1. Procesos operativos.	P10. ¿Cómo podrían integrarse las tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial en los procesos de reclutamiento y selección de personal?	Jefe de recursos humanos	Entrevista/ cuestionario
		VI1. Implementación de nuevos sistemas de gestión de procesos.		P11. ¿Cómo se gestiona y que oportunidades de mejora se identifican en administración y cadena de suministro de su empresa?	Gerente administrativo y gerente de operaciones	Entrevista/ cuestionario
OE2. Identificar obstáculos que llevan a las empresas a no implementar tecnologías digitales.	H2. Las empresas tienen problemas tales como la falta de inversión en infraestructura tecnológica, la resistencia al cambio organizacional y la adecuada capacitación del personal.	VD2. Conocimientos en tendencias tecnológicas.	D2. Eficiencia operativa, calidad del producto.	P12. ¿Cómo priorizan las inversiones para abordar las necesidades tecnológicas actuales de su empresa?	Gerente financiero	Entrevista/ cuestionario
		VI2. Capacitación del personal en nuevas tecnologías.				

Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Preguntas	Dirigida a	Técnica/ instrumento
OE2. Identificar obstáculos que llevan a las empresas a no implementar tecnologías digitales	H2. Las empresas tienen problemas tales como la falta de inversión en infraestructura tecnológica, la resistencia al cambio organizacional y la adecuada capacitación del personal.	VD2. Conocimientos en tendencias tecnológicas.	D2. Eficiencia operativa, calidad del producto.	P13. ¿Qué impacto han tenido las capacitaciones para mejorar la productividad y eficiencia de su empresa?	Gerente de producción y gerente de operaciones	Entrevista/ cuestionario
		VI2. Capacitación del personal en nuevas tecnologías.		P14. ¿Qué desafíos técnicos anticipa al integrar tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial en su infraestructura actual y cómo podrían superarse estos desafíos?	Jefe de TI/ técnicos de mantenimiento (eléctricos o mecánicos)	Entrevista/ cuestionario
OE3. Establecer los requisitos técnicos para la adopción exitosa de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial en las empresas del sector.	H3. Las empresas poseen avances tecnológicos, pero no están digitalizados.	VD3. Automatización de procesos.	D3. Innovación tecnológica.	P15. ¿Cuáles son los criterios más importantes para seleccionar equipos de automatización y digitalización?	Jefe de TI y gerente de producción	Entrevista/ cuestionario
		VI3. Infraestructura tecnológica.		P16. ¿Existen sistemas o equipo compatibles con una actualización tecnológica digital en las empresas del plástico?	Jefe de TI/ técnicos de mantenimiento (eléctricos o mecánicos)	Entrevista/ cuestionario

Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Preguntas	Dirigida a	Técnica/ instrumento
OE3. Establecer los requerimientos técnicos para la adopción exitosa de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial en las empresas del sector plástico.	H3. Las empresas poseen avances tecnológicos, pero no están digitalizados.	VD3. Automatización de procesos.	D3. Innovación tecnológica.	P17. ¿Cómo planificaría el presupuesto para las estrategias de capacitación y actualización tecnológica?	Gerente financiero	Entrevista/ cuestionario
		VI3. Infraestructura tecnológica.		P18. ¿Qué estrategias administrativas implementaría para facilitar la capacitación en la Cuarta Revolución Industrial?	Recursos humanos	Entrevista/ cuestionario
				P19. ¿Qué conocimientos técnicos deberían ser prioritarios en las estrategias de capacitación para la Cuarta Revolución Industrial?	Jefe de TI/ técnicos de mantenimiento (eléctricos o mecánicos)	Entrevista/ cuestionario

Nomenclatura de la Matriz de Congruencia	
OG: Objetivo General	HG: Hipótesis General
OE: Objetivo Específico	H: Hipótesis Específica
VDG: Variable Directa General	VIG: Variable Indirecta General
VD: Variable Directa Específica	VI: Variable Indirecta Específica
DG: Dimensión General	P: Preguntas
D: Dimensiones Específica	

Nota. Elaboración propia.

5.6. Diseño de los Instrumentos de Recolección de Datos

Diseñar instrumentos para la recolección de datos se refiere al proceso de crear herramientas específicas, como cuestionarios, entrevistas estructuradas o escalas de medición, que se utilizarán para recopilar la información necesaria.

Este proceso es crucial porque los datos recopilados serán la base del análisis y conclusiones. Si los instrumentos de recolección de datos no están bien diseñados, es posible que se obtenga información incompleta o sesgada, lo que podría afectar la validez y confiabilidad de los resultados.

Por lo tanto, es importante diseñar cuidadosamente los instrumentos de recolección de datos para asegurarse que estén alineados con los objetivos, que sean claros y comprensibles para los participantes, y permitan recopilar la información necesaria de manera precisa y confiable (*ver del Anexo 3 al Anexo 10*).

Tabla 12.

Instrumentos del Estudio

Instrumentos	Descripción	Finalidad
Entrevista/ cuestionario a Gerente Financiero	A través del cuestionario se enfocará en investigar sobre temas como el presupuesto asignado para proyectos de innovación, la disposición para invertir en tecnología y los criterios de evaluación para justificar inversiones en Industria 4.0.	Obtener información sobre el presupuesto disponible para la implementación de tecnologías de Industria 4.0, así como comprender las prioridades financieras de la empresa.
Entrevista/ cuestionario a Gerente Administrativo	En el cuestionario se abordarán temas como la gestión del cambio organizacional, la estructura de la organización, la comunicación interna y la colaboración entre departamentos.	Explorar los procesos administrativos actuales y su alineación con los objetivos estratégicos de la empresa, así como identificar posibles áreas de mejora.

Instrumentos	Descripción	Finalidad
Entrevista/ cuestionario a Gerente de Producción	El cuestionario se centrará en temas como la automatización de procesos, la optimización de la cadena de suministro, la gestión de inventario y la integración de sistemas.	Analizar los procesos de producción existentes, identificar cuellos de botella y evaluar la disposición para adoptar tecnologías 4.0 para mejorar la eficiencia y la calidad.
Entrevista/ cuestionario a Gerente de Ventas	A través del cuestionario se explorarán temas como la segmentación de mercado, el análisis de la competencia, las estrategias de precios y la gestión de relaciones con los clientes.	Comprender las necesidades y expectativas de los clientes, así como evaluar cómo la adopción de tecnologías 4.0 podría influir en las estrategias de ventas y <i>marketing</i> .
Entrevista/ cuestionario a jefe TI	El cuestionario incluirá temas como la seguridad de la información, la interoperabilidad de sistemas, la capacidad de escalabilidad y la preparación para la implementación de tecnologías emergentes.	Evaluar la infraestructura tecnológica actual de la empresa, identificar posibles brechas y determinar la capacidad de adoptar nuevas tecnologías.
Entrevista/ cuestionario a Técnicos de mantenimiento (eléctricos, mecánicos, operarios)	El cuestionario abordará temas como la disponibilidad de repuestos y recursos, los protocolos de mantenimiento preventivo, la formación técnica y la adaptabilidad a nuevos sistemas.	Obtener perspectivas sobre la operación y el mantenimiento de equipos y maquinaria existentes, así como evaluar la disposición para integrar tecnologías de monitoreo y mantenimiento predictivo.
Observación de los procesos de las empresas	Análisis mediante la observación de los procesos de producción de las empresas del sector plástico para conocer su funcionamiento.	Conocer los procesos para poder aptarlos de mejor manera a procesos con tecnologías 4.0.

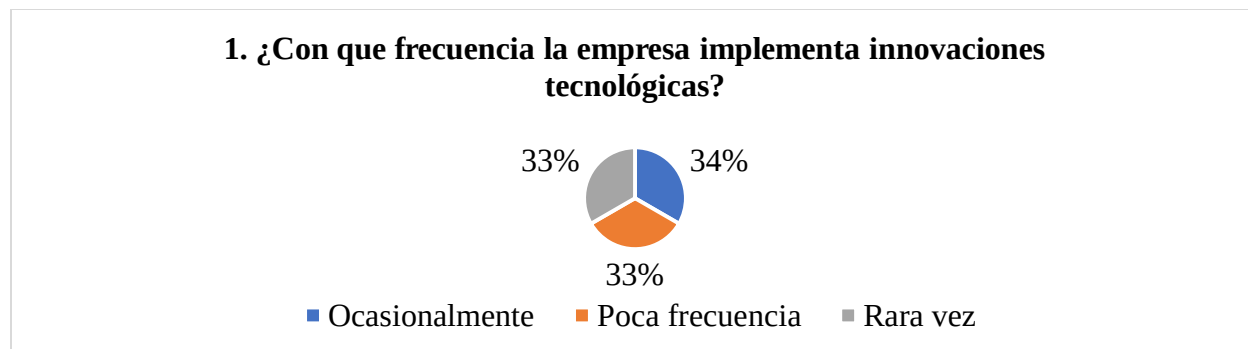
Nota. Elaboración propia.

5.6.1. Resultados de Información Recolectada de las Entrevistas

5.6.1.1. Procesamiento de Datos – Gerentes Administrativos

PREGUNTA 1. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

Descripción:



El 34 % normalmente, buscan implementar innovaciones tecnológicas cuando identifican áreas de mejora en sus procesos o cuando surge una necesidad específica en la producción.

El 33 % menciona que la implementación de nuevas tecnologías es un proceso lento y gradual para asegurarse de que cualquier cambio sea bien planificado y probado antes de implementarlo completamente.

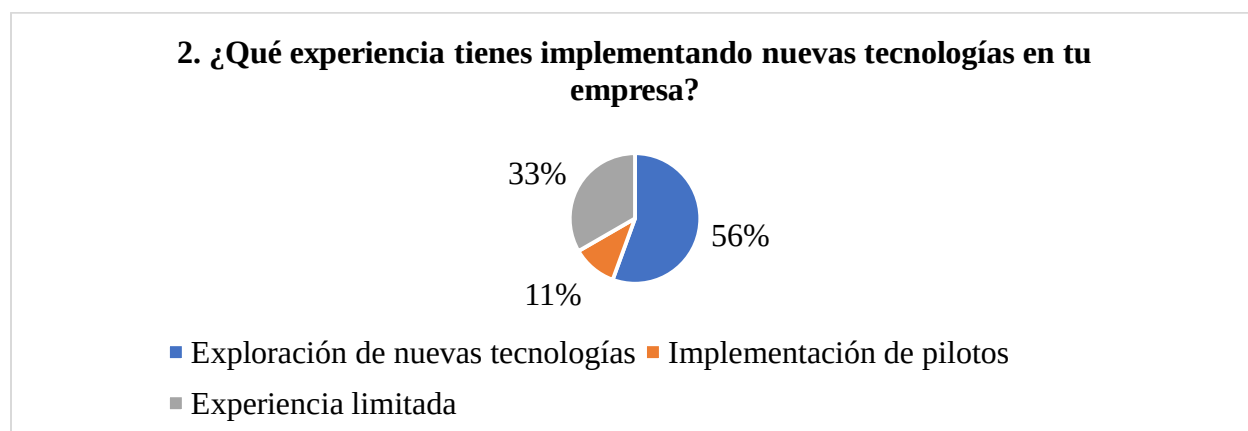
El 33 % menciona que la empresa tiende a ser conservadora en la adopción de nuevas tecnologías debido a la naturaleza tradicional de sus procesos y la falta de experiencia en este ámbito.

Análisis: Las respuestas de los gerentes administrativos revelan que la frecuencia de implementación de innovaciones tecnológicas en las empresas del sector plástico en El Salvador es generalmente baja. Los factores que contribuyen a esta situación incluyen la falta de recursos y experiencia en tecnología, la necesidad de capacitación del personal, y una tendencia conservadora en la adopción de nuevas tecnologías debido a la naturaleza tradicional de los procesos y la falta

de experiencia en este ámbito. Las innovaciones se implementan principalmente cuando se identifican necesidades específicas o urgentes en los procesos de producción, o cuando surge una oportunidad significativa. La planificación cuidadosa y la verificación antes de la implementación completa son prácticas comunes para asegurar que los cambios no afecten negativamente las operaciones actuales.

PREGUNTA 2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?

Descripción:



El 56 % de estas personas mencionan que la empresa está en fase de exploración de soluciones digitales como *software* de gestión de la cadena de suministro y *ERP* para mejorar sus procesos. Esto indica una intención de modernizar y optimizar las operaciones, aunque todavía están en una etapa inicial de implementación.

El 11 % menciona que la realización de pilotos para *software* de gestión empresarial muestra un enfoque experimental y cauteloso hacia la adopción de nuevas tecnologías. Sin embargo, la falta de implementación completa sugiere que estos proyectos no han alcanzado su potencial debido a posibles fallas en las pruebas o falta de recursos.

El 33 % menciona destaca que la implementación de nuevas tecnologías ha sido limitada y esporádica. La empresa ha realizado algunas actualizaciones menores en *software*, pero no ha avanzado significativamente en la adopción de tecnologías más avanzadas debido a restricciones presupuestarias y otros desafíos.

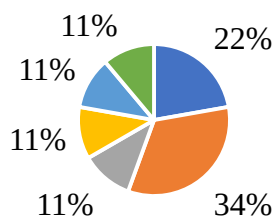
Análisis: El análisis de las respuestas muestra una tendencia clara: las empresas del sector plástico en El Salvador tienen una experiencia limitada y esporádica en la implementación de nuevas tecnologías.

Las empresas muestran un interés creciente en adoptar nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y optimización de sus procesos, pero enfrentan limitaciones significativas. La exploración y realización de pilotos son pasos positivos, pero la falta de implementación completa y las restricciones presupuestarias limitan el progreso. Es crucial que las empresas desarrollen una estrategia más sólida y busquen soluciones para superar estos obstáculos para avanzar en la transformación digital.

PREGUNTA 3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?

Descripción:

3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?



- Revisión y análisis de Informes financieros y presupuestos
- Comunicación y coordinación interdepartamental
- Reuniones estratégicas y planificación a largo plazo
- Supervisión y apoyo al personal
- Análisis de tendencias del mercado y mejores prácticas
- Gestión de operaciones administrativas

El 22 % mencionan la importancia de analizar informes financieros y presupuestos para asegurar la salud financiera de la empresa y el cumplimiento de los objetivos establecidos. Esta actividad es crucial para la toma de decisiones informadas y estratégicas.

El 34 % menciona que la comunicación efectiva con otros departamentos es destacada como esencial para la coordinación de recursos humanos, logística, y administración general. Esta coordinación asegura que todos los departamentos trabajen en armonía hacia los objetivos comunes.

El 11 % menciona que la participación en reuniones estratégicas con otros líderes de la empresa para discutir proyectos nuevos, resolver problemas y planificar a largo plazo es una actividad fundamental para el desarrollo continuo y la competitividad de la empresa.

El 11 % menciona que la supervisión del personal y la provisión de apoyo y dirección son vitales para mantener un ambiente de trabajo productivo y positivo. Esto también implica la gestión de personal y la supervisión de procesos administrativos.

El 11 % menciona que algunos gerentes se enfocan en analizar las tendencias del mercado y las mejores prácticas en gestión empresarial para identificar oportunidades de mejora y mantener la competitividad.

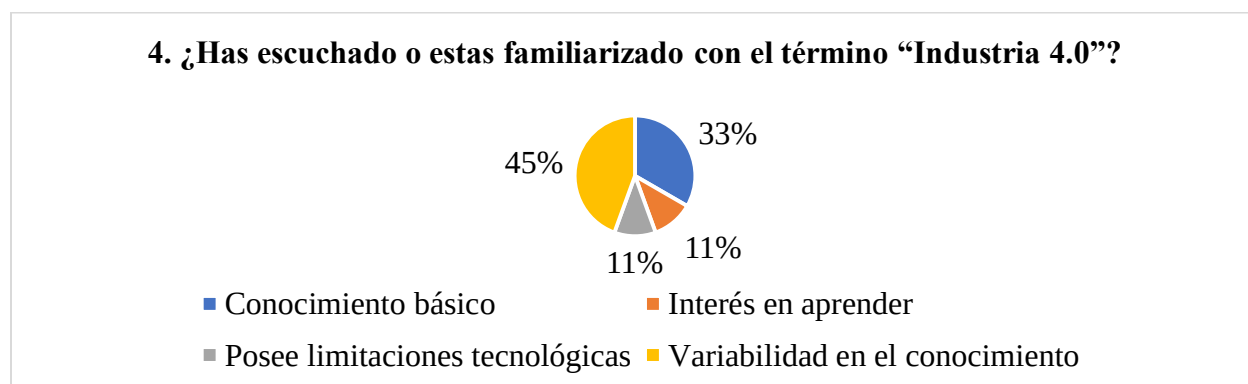
El 11 % menciona que la gestión y supervisión de las operaciones administrativas para asegurar que todos los departamentos funcionen de manera eficiente es una tarea recurrente. Esto incluye la revisión de documentos, la aprobación de estos, y la gestión de presupuestos.

Análisis: De las respuestas proporcionadas por los gerentes administrativos, se puede observar que sus actividades diarias abarcan una amplia gama de responsabilidades clave para el funcionamiento eficiente de la empresa.

La situación actual de las empresas del sector plástico en El Salvador, según las respuestas, muestra un enfoque integral en la gestión administrativa, pero también revela ciertos desafíos. La necesidad de coordinar efectivamente entre departamentos, mantener una comunicación fluida y garantizar la eficiencia en los procesos administrativos es evidente. Además, la revisión y análisis constantes de informes financieros son cruciales para la toma de decisiones informadas. La implementación de nuevas tecnologías parece limitada y no se menciona con frecuencia, lo que indica un área de mejora potencial en cuanto a modernización y adopción de tecnologías avanzadas para optimizar las operaciones administrativas y la competitividad del mercado.

PREGUNTA 4. ¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?

Descripción:



Aunque algunos gerentes han oído hablar de "Industria 4.0", el 33 % menciona que su comprensión se limita a un conocimiento muy básico. Esto sugiere una necesidad significativa de educación y capacitación para estos gerentes en lo que respecta a los conceptos y aplicaciones de la Industria 4.0.

El 11 % menciona que hay interés en algunos gerentes por conocer más sobre el tema. Esto es un punto positivo que puede ser aprovechado para introducir programas de formación y capacitación.

El 11 % menciona que la empresa aún no ha explorado profundamente los conceptos de "Industria 4.0" debido a limitaciones tecnológicas. Esto podría estar relacionado con una falta de inversión en tecnología, recursos insuficientes o una resistencia al cambio.

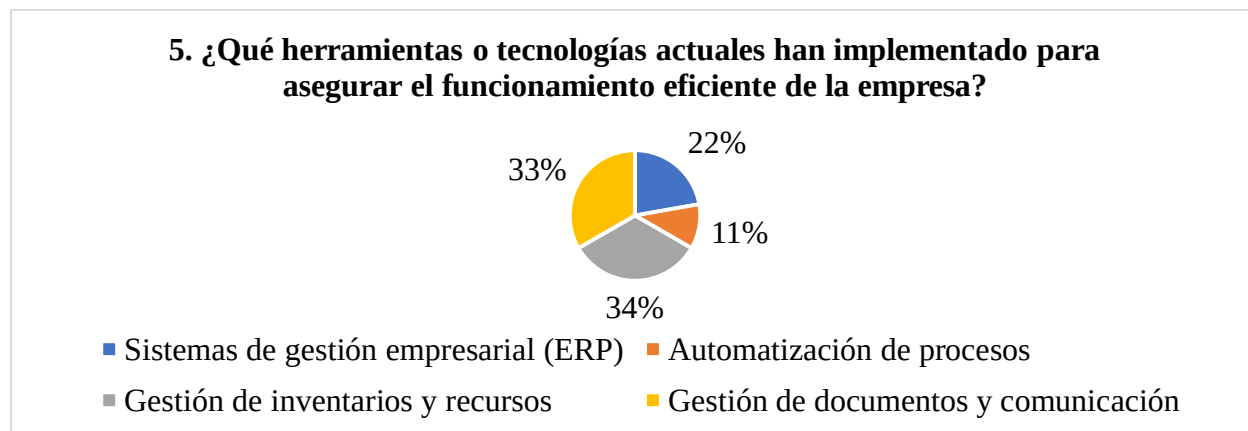
El 45 % menciona que existe una variabilidad considerable en el nivel de familiaridad con el término. Mientras que algunos gerentes están al tanto y tienen un conocimiento básico, otros no han oído hablar del término en absoluto.

Análisis: El análisis de las respuestas proporcionadas revela que la familiaridad con el término "Industria 4.0" entre los gerentes administrativos de una empresa del sector plástico en El Salvador es limitada y variada. De los nueve encuestados, cinco han escuchado hablar de "Industria 4.0", pero solo tres de ellos tienen una comprensión básica de lo que implica. El resto de los encuestados muestran un conocimiento superficial o nulo del término.

Este análisis revela que, aunque algunos gerentes tienen una base de conocimiento sobre la Industria 4.0, es necesario fortalecerlo con capacitación y educación, y superar las barreras tecnológicas para permitir una adopción efectiva.

PREGUNTA 5. ¿Qué herramientas o tecnologías actuales han implementado para asegurar el funcionamiento eficiente de la empresa?

Descripción:



El 22 % menciona que están explorando herramientas de análisis de datos básicas para comenzar a recopilar y analizar información sobre el rendimiento de nuestras operaciones. Actualmente muchos procesos se realizan de forma manual.

El 11 % menciona que han comenzado a explorar soluciones de automatización para ciertos aspectos de nuestra línea de producción para mejorar la eficiencia y reducir errores. Sin embargo, la mayoría de los procesos actualmente se realizan de forma manual.

El 34 % menciona que están adoptado un enfoque gradual hacia la digitalización, comenzando por la implementación de un sistema de gestión de inventario para optimizar nuestros recursos.

El 33 % menciona que están utilizando herramientas de comunicación en línea, como correos electrónicos y mensajería instantánea, para facilitar la comunicación interna y externa.

Análisis: Varios gerentes mencionan que la empresa ha implementado o está en proceso de implementar sistemas de gestión empresarial (*ERP*) y soluciones de automatización para mejorar la eficiencia en sus operaciones comerciales y administrativas. Este enfoque refleja un reconocimiento de la importancia de modernizar y optimizar los procesos, aunque parece que la implementación completa de estas tecnologías aún está en fases iniciales.

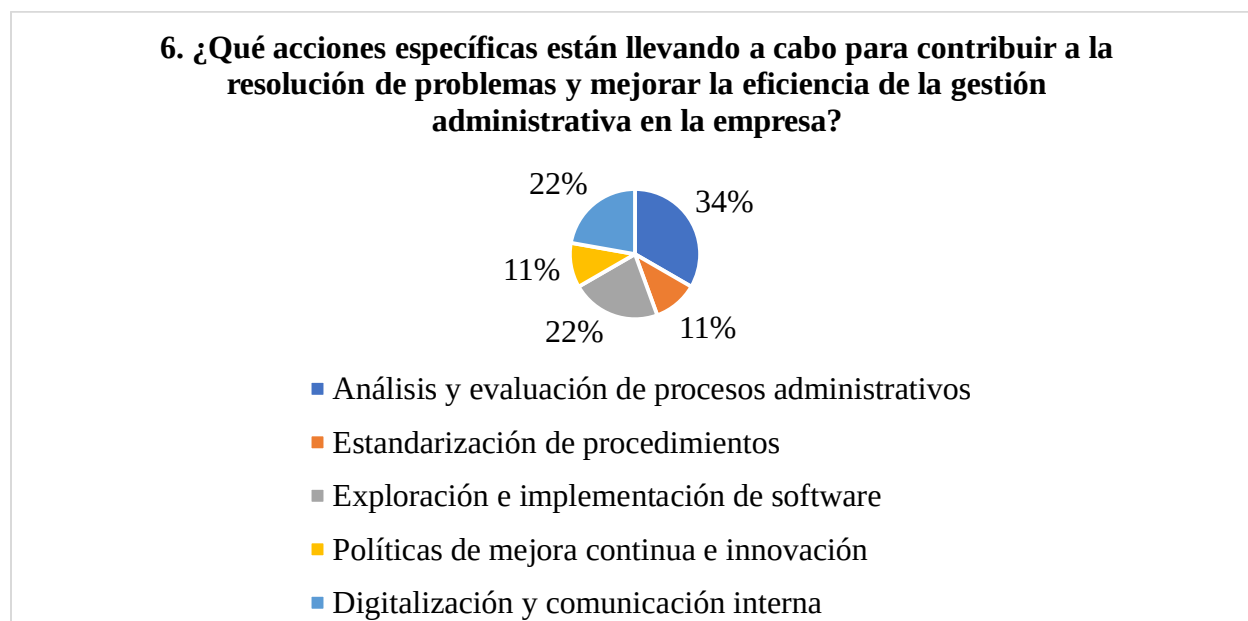
La implementación de sistemas de gestión de inventarios y herramientas de contabilidad digital se hace gradual. Sin embargo, varios procesos todavía se manejan manualmente, lo que indica que la transición hacia una mayor digitalización y automatización aún no se ha completado. Esto puede deberse a limitaciones de recursos o a la necesidad de una mayor capacitación del personal para manejar estas nuevas tecnologías.

La empresa ha adoptado herramientas de gestión de documentos en la nube y soluciones de comunicación en línea, lo que ha mejorado la organización y el acceso a la información, así como la eficiencia en la comunicación interna y externa. Esto demuestra un avance hacia la digitalización de ciertos procesos administrativos, lo que puede facilitar una mayor colaboración y coordinación entre los departamentos.

A pesar de estos avances, las respuestas indican que muchos procesos aún se realizan de forma manual, lo que puede afectar la eficiencia y la capacidad de respuesta de la empresa. La falta de experiencia y recursos en tecnología también se menciona como una barrera para una implementación más rápida y efectiva de nuevas tecnologías. Esto sugiere la necesidad de un mayor enfoque en la capacitación y el desarrollo de habilidades tecnológicas entre el personal, así como una planificación cuidadosa para abordar las limitaciones presupuestarias.

PREGUNTA 6. ¿Qué acciones específicas están llevando a cabo para contribuir a la resolución de problemas y mejorar la eficiencia de la gestión administrativa en la empresa?

Descripción:



El 34 % menciona que están realizando análisis detallados de los procesos administrativos existentes para identificar áreas de mejora y optimización.

El 11 % menciona que están estandarizando los procedimientos administrativos para garantizar la consistencia y la eficiencia en todas las áreas de la empresa.

El 22 % de los gerentes comenta que están explorando opciones de *software* de gestión empresarial integrado para mejorar la eficiencia en la gestión de recursos humanos, finanzas y operaciones.

El 11 % menciona que están implementando políticas de mejora continua para fomentar la innovación y la adaptación a las nuevas tecnologías en nuestras operaciones administrativas.

El 22 % menciona que están trabajando en la mejora de nuestros procesos internos mediante la implementación de controles más estrictos y la simplificación de procedimientos administrativos.

Las respuestas proporcionadas por los gerentes administrativos revelan un enfoque variado hacia la mejora de la gestión administrativa en sus empresas.

La mayoría de los gerentes administrativos están tomando pasos significativos hacia la mejora de la eficiencia administrativa mediante la evaluación de procesos, estandarización, y adopción de nuevas tecnologías. Sin embargo, es evidente que el grado de implementación varía y algunos procesos aún se manejan manualmente.

Análisis: Tres de las personas mencionaron que están realizando análisis detallados y revisiones constantes de los procesos administrativos para identificar áreas de mejora y optimización. Esta acción es crucial para la identificación de ineficiencias y la propuesta de soluciones adecuadas para mejorar la eficiencia y efectividad de la gestión administrativa.

Una persona destacó la estandarización de procedimientos administrativos como una acción clave. Estandarizar procesos ayuda a garantizar la consistencia y eficiencia en todas las áreas de la empresa, lo cual es fundamental para mantener un alto nivel de desempeño administrativo.

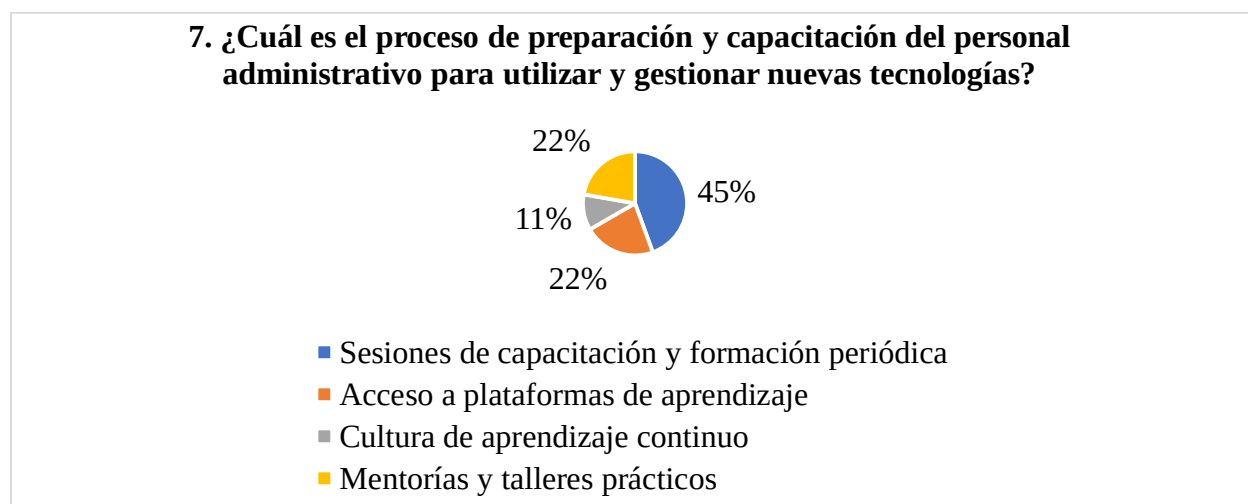
Dos respuestas mencionaron la exploración e implementación de *software* de gestión empresarial y gestión documental digital. La adopción de estas tecnologías puede contribuir significativamente a mejorar la eficiencia, reducir errores y optimizar la gestión de recursos. La implementación parece estar en etapas iniciales y aún no está totalmente integrada en todos los procesos.

Una persona mencionó la implementación de políticas de mejora continua. Este enfoque puede ayudar a fomentar una cultura de innovación y adaptación constante a nuevas tecnologías, lo cual es esencial para mantenerse competitivos en el mercado.

Las empresas toman diversas medidas para mejorar la eficiencia de la gestión administrativa, aunque muchas de estas acciones están en fases iniciales de implementación. La estandarización de procedimientos, la exploración e implementación de *software*, y las políticas de mejora continua son acciones positivas que, si se ejecutan adecuadamente, pueden llevar a mejoras significativas en la eficiencia administrativa.

PREGUNTA 7. ¿Cuál es el proceso de preparación y capacitación del personal administrativo para utilizar y gestionar nuevas tecnologías?

Descripción:



El 45 % menciona que establecen sesiones de capacitación periódicas donde los empleados administrativos tienen la oportunidad de aprender sobre nuevas tecnologías y procesos.

El 22 % menciona que ofrecen acceso a plataformas de aprendizaje en línea donde nuestro personal administrativo puede realizar cursos y obtener certificaciones en tecnologías relevantes para su trabajo.

El 11 % menciona que fomentan la cultura de aprendizaje continuo en nuestra empresa, brindando incentivos y reconocimiento a aquellos empleados administrativos que demuestran habilidades mejoradas en el uso de nuevas tecnologías.

El 22 % menciona que ofrecen capacitaciones y "mentorías" de otros colaboradores con más experiencia a los colaboradores más nuevos. También que organizan talleres prácticos cuando han tenido actualizaciones en los sistemas.

La mayoría de las respuestas destacan la realización de sesiones de capacitación periódicas como la principal estrategia para actualizar al personal. Estas sesiones abordan temas como mejoras de procesos, nuevas herramientas de trabajo y clima organizacional. La capacitación frecuente y estructurada es fundamental para asegurar que los empleados estén al día con las últimas tecnologías y prácticas administrativas.

Algunas empresas ofrecen acceso a plataformas de aprendizaje en línea, permitiendo al personal realizar cursos y obtener certificaciones. Esto es beneficioso para aquellos empleados que prefieren aprender a su propio ritmo y en su propio tiempo. La implementación de programas de capacitación en línea también facilita una formación más flexible y accesible para todos los empleados.

Análisis: Las respuestas muestran una variedad de enfoques para la capacitación y preparación del personal administrativo en el uso de nuevas tecnologías en la empresa. La capacitación continua y periódica parece ser un enfoque común, con varios participantes destacando la importancia de sesiones de formación regulares para mantenerse al día con las nuevas tecnologías y procesos.

La utilización de plataformas de aprendizaje en línea permite al personal administrativo obtener certificaciones y mejorar sus habilidades de forma autónoma, lo cual es beneficioso para la flexibilidad y accesibilidad del aprendizaje.

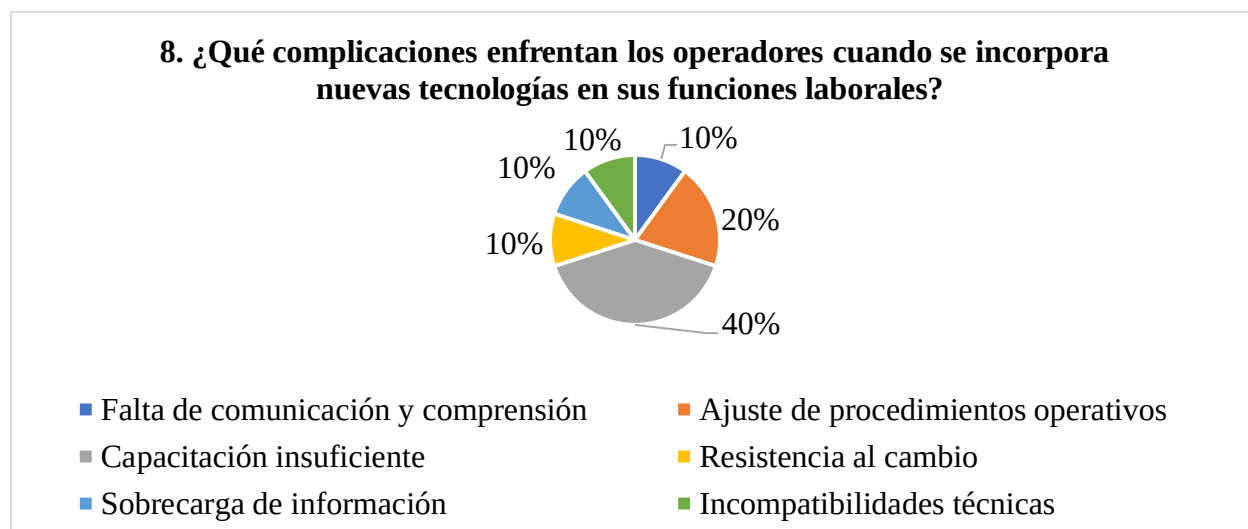
El uso de mentorías y capacitaciones internas por parte de colaboradores con más experiencia resalta un enfoque colaborativo y de apoyo dentro de la empresa, lo cual puede ser muy efectivo para la transferencia de conocimiento y experiencia.

Los talleres prácticos y las actualizaciones de sistemas indican que la empresa también se enfoca en el aprendizaje práctico y la adaptación a nuevas herramientas, lo cual es esencial para la implementación efectiva de nuevas tecnologías.

La empresa parece comprometerse con la capacitación y el desarrollo continuo de su personal administrativo, aunque todavía hay áreas mejoradas, como la integración más estructurada de programas de capacitación en línea y el fomento de una cultura más fuerte de aprendizaje continuo.

PREGUNTA 8. ¿Qué complicaciones enfrentan los operadores cuando se incorpora nuevas tecnologías en sus funciones laborales?

Descripción:



El 10 % menciona que la falta de comunicación efectiva sobre los beneficios y objetivos de las nuevas tecnologías genera confusión y dificultad en la adopción.

El 20 % menciona que la necesidad de ajustar procedimientos operativos existentes puede ser un desafío significativo, especialmente para aquellos acostumbrados a formas establecidas de trabajo.

El 40 % menciona que la falta de capacitación adecuada es una barrera crítica, generando inseguridad en los operadores al utilizar nuevas tecnologías.

La falta de soporte técnico y recursos adecuados para resolver problemas dificulta la resolución rápida de problemas y afecta la eficiencia operativa. Existen dificultades debido a la curva de aprendizaje pueden retrasar la productividad.

La resistencia al cambio es observada por el 10 % de los gerentes, ya que puede haber reticencia a abandonar métodos tradicionales.

El 10 % menciona que los operadores pueden sentirse abrumados por la cantidad de información necesaria para procesar con la introducción de nuevas tecnologías, afectando su capacidad para realizar tareas eficientemente.

El 10 % menciona que la integración de nuevas tecnologías con sistemas existentes a veces provoca incompatibilidades y problemas técnicos.

Las respuestas recopiladas indican varios problemas comunes enfrentados por los operadores al incorporar nuevas tecnologías en sus funciones laborales.

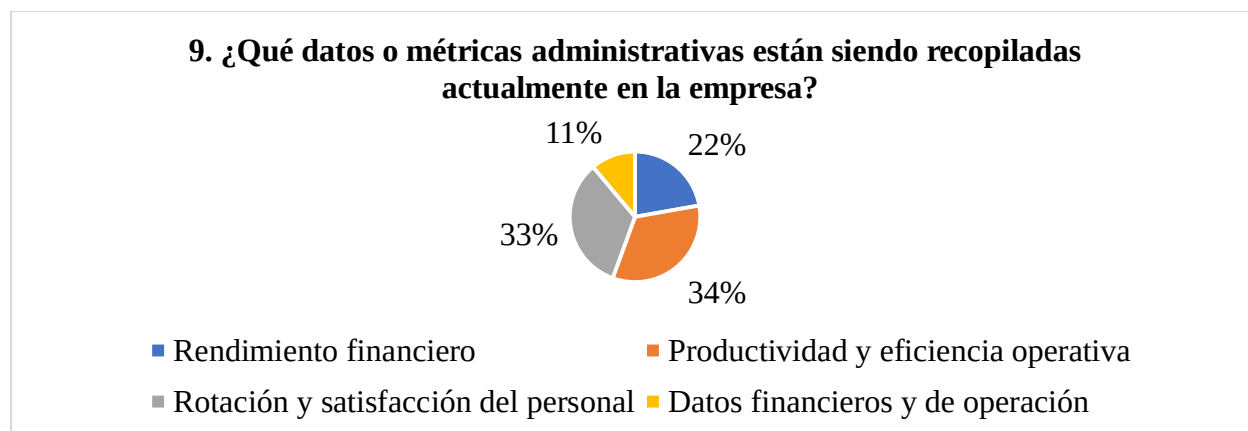
Análisis: La adopción de nuevas tecnologías en las funciones laborales de los operadores enfrenta varios desafíos, incluyendo la falta de comunicación efectiva, la necesidad de ajustar procedimientos operativos, la falta de capacitación, la resistencia al cambio, la sobrecarga de información, y la falta de soporte técnico y recursos. Deben abordarse estos problemas para asegurar una transición suave y efectiva hacia el uso de nuevas tecnologías en la empresa.

Existe una necesidad crítica de mejorar la comunicación sobre los beneficios y objetivos de las nuevas tecnologías. La falta de esta comunicación genera confusión y dificulta la adopción de nuevas herramientas y sistemas. Esto puede resolverse implementando estrategias de comunicación más claras y directas.

La capacitación insuficiente es uno de los problemas más mencionados, lo que subraya la importancia de ofrecer programas de formación continua. Además, la falta de soporte técnico y recursos adecuados dificulta la resolución rápida de problemas, afectando la eficiencia operativa. Aumentar las oportunidades de formación y asegurar un soporte técnico robusto son esenciales para superar estos desafíos.

PREGUNTA 9. ¿Qué datos o métricas administrativas están siendo recopiladas actualmente en la empresa?

Descripción:



El 22 % mencionan que están recopilando datos de ingresos, gastos, márgenes de beneficio por producto y cliente. Además, información sobre tiempos de producción, cumplimiento de plazos e indicadores financieros.

El 34 % menciona que los datos que recopilan son productividad y eficiencia de la mano de obra, producción por hora y utilización de la capacidad, eficiencia operativa, rendimiento financiero y niveles de inventario.

El 33 % menciona que recopilan datos de rotación del personal, índice de satisfacción del cliente, cumplimiento de objetivos, registro de horas de trabajo del personal, ausencias, incidentes de seguridad y salud ocupacional.

El 11 % menciona que recopilan datos financieros, de operación, productividad y satisfacción del cliente.

Análisis: Las empresas del sector plástico en El Salvador están recopilando datos financieros detallados, como ingresos, gastos y márgenes de beneficio, lo que es crucial para mantener la salud financiera de la empresa. Este enfoque ayuda a las empresas a tomar decisiones informadas y a planificar estratégicamente para mejorar la rentabilidad.

La recopilación de datos sobre la productividad y eficiencia operativa, como la producción por hora y la utilización de la capacidad, sugiere un esfuerzo significativo por parte de las empresas para optimizar sus procesos de producción. Estos datos son esenciales para identificar áreas de mejora y maximizar la eficiencia operativa, lo que puede traducirse en una reducción de costos y un aumento de la competitividad.

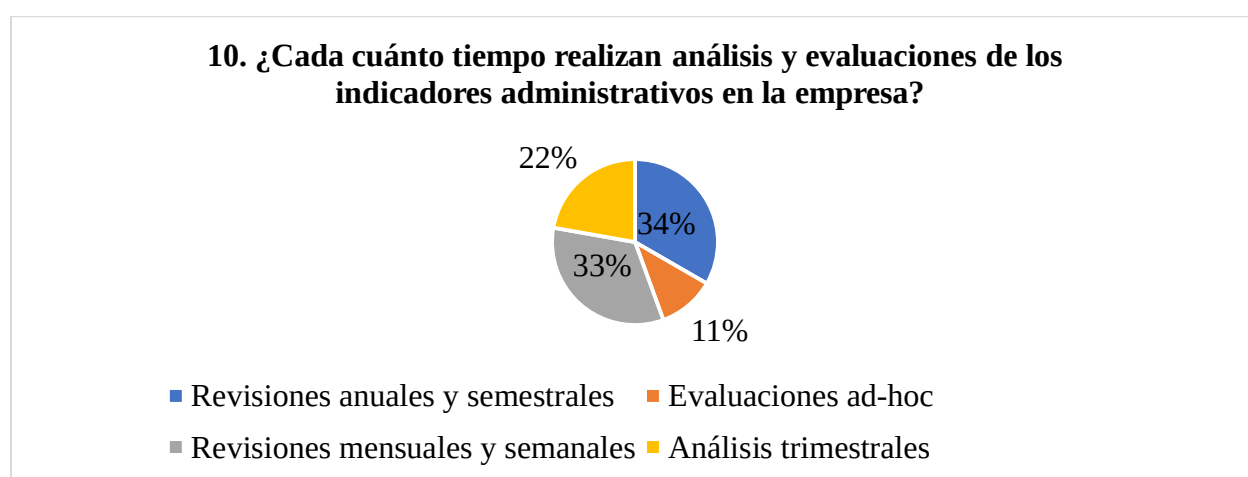
La recopilación de datos financieros y de operación, incluida la satisfacción del cliente, demuestra un enfoque integral hacia la gestión administrativa. Esto permite a las empresas tener una visión clara de su desempeño en múltiples frentes y tomar medidas correctivas cuando sea necesario.

Las respuestas indican que, aunque las empresas del sector plástico en El Salvador están haciendo esfuerzos significativos para recopilar datos relevantes, todavía hay áreas que requieren

atención, como la capacitación adecuada del personal y la implementación de tecnologías más avanzadas para mejorar la eficiencia operativa y la satisfacción del personal y los clientes. La falta de un sistema integrado para el seguimiento y análisis de datos podría estar limitando la capacidad de estas empresas para tomar decisiones informadas y optimizar sus procesos de manera efectiva.

PREGUNTA 10. ¿Cada cuánto tiempo realizan análisis y evaluaciones de los indicadores administrativos en la empresa?

Descripción:



El 34 % mencionan que realizan revisiones anuales y semestrales, ellos parecen enfocarse en estrategias a largo plazo, evaluando el desempeño general y ajustando las metas de acuerdo con los resultados obtenidos en periodos más extensos. Esto puede ser útil para evaluar el progreso y realizar cambios sustanciales a mediano y largo plazo, pero podría carecer de la inmediatez necesaria para resolver problemas urgentes.

La realización de análisis ad-hoc según sea necesario, para el 11 % permite una respuesta rápida a problemas específicos, lo que es crucial para la toma de decisiones rápida y efectiva en situaciones imprevistas. Sin embargo, esto puede resultar en una falta de consistencia y seguimiento sistemático de los indicadores.

Los análisis mensuales y semanales, para el 33 % indican un enfoque en el monitoreo continuo y detallado del desempeño, permitiendo una rápida identificación y solución de problemas. Este enfoque puede mejorar la eficiencia operativa al asegurar que los problemas se aborden de inmediato y se mantenga un control constante sobre los indicadores clave.

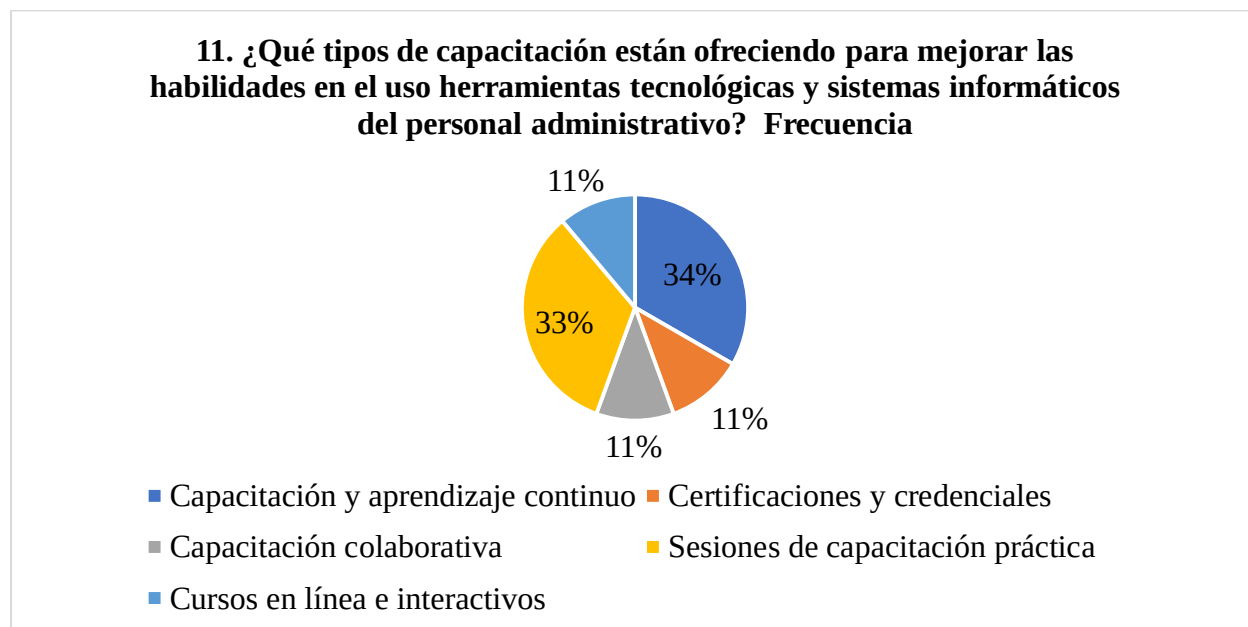
Para el 22 % los análisis trimestrales equilibran entre revisiones frecuentes y evaluaciones estratégicas a mediano plazo, lo que permite identificar tendencias y realizar ajustes operativos sin perder la vista en metas a largo plazo.

Análisis: El análisis y evaluación de los indicadores administrativos en la empresa se realiza con diferentes frecuencias, lo que indica una variabilidad en la importancia y urgencia asignada a esta tarea por diferentes departamentos o equipos. Esta diversidad en los enfoques sugiere que la empresa se adapta a las necesidades específicas de cada área, pero también puede señalar una falta de estandarización en los procesos de evaluación y seguimiento de indicadores clave.

La empresa puede mejorar su capacidad para monitorear y ajustar su desempeño administrativo de manera más efectiva, asegurando el cumplimiento de objetivos y la optimización de procesos.

PREGUNTA 11. ¿Qué tipos de capacitación están ofreciendo para mejorar las habilidades en el uso herramientas tecnológicas y sistemas informáticos del personal administrativo?

Descripción:



Las respuestas indican que para el 34 % hay un enfoque en proporcionar recursos en línea, tutoriales y material educativo para mejorar las habilidades del personal continuamente.

Para el 11 % ofrecer certificaciones formales puede motivar a los empleados a participar en programas de capacitación y mejorar su competencia tecnológica.

Para el 11 % es importante fomentar un ambiente colaborativo donde los empleados comparten conocimientos y experiencias.

Las sesiones prácticas, según el 33 %, permiten a los empleados aprender a utilizar *software* específico relevante para sus tareas diarias.

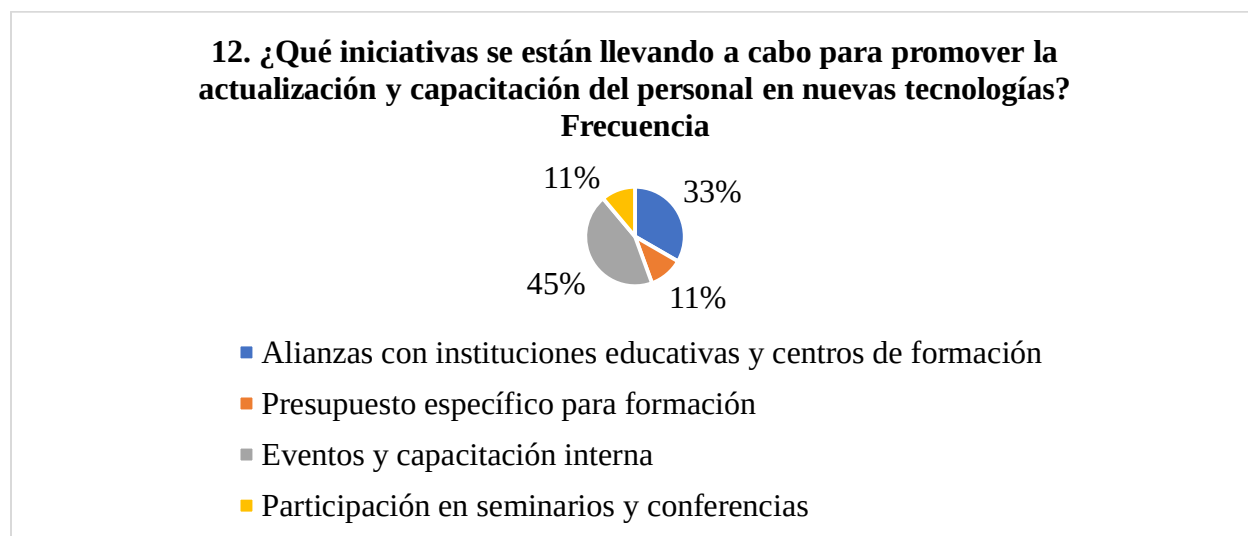
Para el 11 % los cursos en línea e interactivos proporcionan flexibilidad y una amplia gama de temas.

Análisis: El análisis de las respuestas revela que las empresas están implementando una variedad de enfoques para mejorar las habilidades tecnológicas del personal administrativo. Sin embargo, las iniciativas parecen fragmentadas y varían significativamente entre diferentes organizaciones.

Mientras que las empresas están tomando medidas importantes para mejorar las habilidades tecnológicas del personal administrativo, la variabilidad en los métodos y la falta de una estrategia uniforme pueden ser áreas de mejora. La implementación de un plan de capacitación más coherente y estructurado, que incluya certificaciones formales y oportunidades de aprendizaje colaborativo, podría aumentar la efectividad de estas iniciativas y asegurar que el personal esté mejor preparado para enfrentar los desafíos tecnológicos futuros.

PREGUNTA 12. ¿Qué iniciativas se están llevando a cabo para promover la actualización y capacitación del personal en nuevas tecnologías?

Descripción:



Según el 33 % las empresas están colaborando con instituciones externas para ofrecer cursos y talleres especializados. Esto demuestra un compromiso con la educación continua y la mejora de habilidades tecnológicas.

Para el 11 % la asignación de un presupuesto específico para la formación continua refleja la prioridad que se le da al desarrollo del personal y a la actualización tecnológica.

Para el 45 % la creación de eventos internos para compartir conocimientos fomenta una cultura de aprendizaje colaborativo y mejora la cohesión del equipo en torno a las nuevas tecnologías y procesos.

Para el 11 % fomentar la asistencia a seminarios y conferencias tecnológicas permite a los empleados mantenerse al día con las últimas tendencias y desarrollos en el campo.

Análisis: Las respuestas indican un esfuerzo concertado para promover la actualización y capacitación del personal en nuevas tecnologías a través de varias iniciativas clave.

La colaboración con instituciones educativas y centros de formación es una estrategia valiosa que puede proporcionar acceso a recursos y conocimientos especializados. Esto no solo mejora las habilidades tecnológicas del personal, sino que también fomenta una cultura de aprendizaje continuo dentro de la empresa.

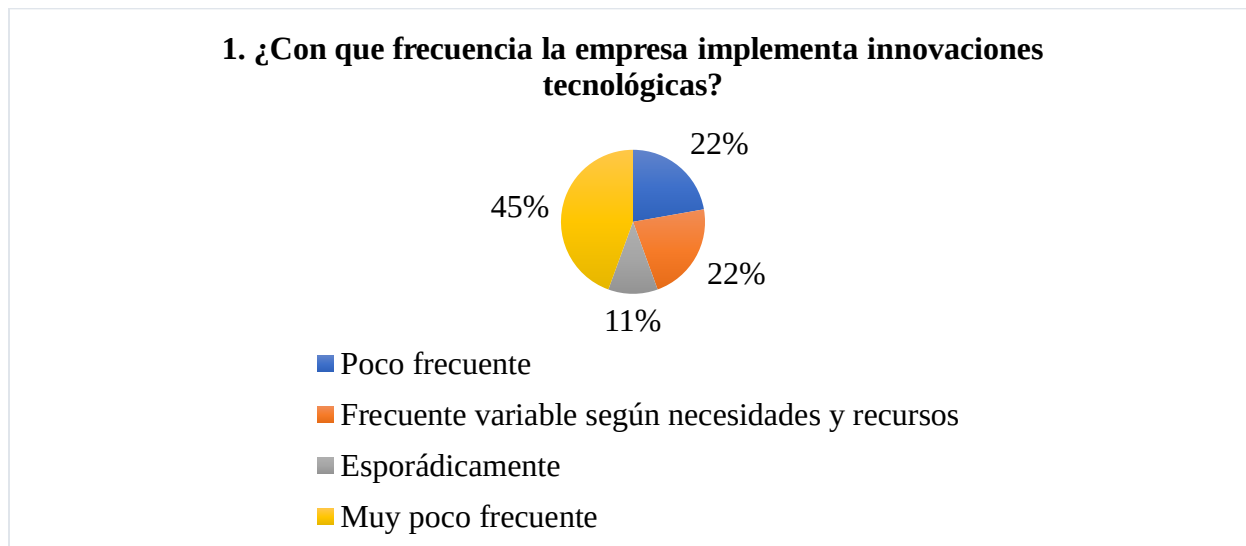
La realización de eventos internos, como talleres y sesiones de formación, permite una adaptación más práctica y relevante de las nuevas tecnologías a las necesidades específicas de la empresa. La combinación de capacitación en línea y presencial ofrece flexibilidad y diversidad en los métodos de aprendizaje.

Fomentar la participación en seminarios y conferencias tecnológicas permite al personal mantenerse al día con las últimas tendencias y desarrollos en el campo. Esto no solo aumenta la competencia tecnológica del personal, sino que también puede inspirar nuevas ideas y enfoques que beneficien a la empresa.

5.6.1.2. Procesamiento de Datos – Gerentes de Producción

PREGUNTA 1. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

Descripción:



El 11 % de los gerentes dijeron que las innovaciones se implementan esporádicamente, lo que significa que las innovaciones ocurren de manera ocasional y sin una regularidad establecida.

El 45 % dijo que se implementan con muy poca frecuencia lo que indica que las innovaciones se realizan raramente y no son una prioridad constante para la empresa.

Para el 22 % se implementan con frecuencia variable según las necesidades de la empresa, las innovaciones se introducen de manera flexible, ajustándose a las necesidades y circunstancias específicas del momento.

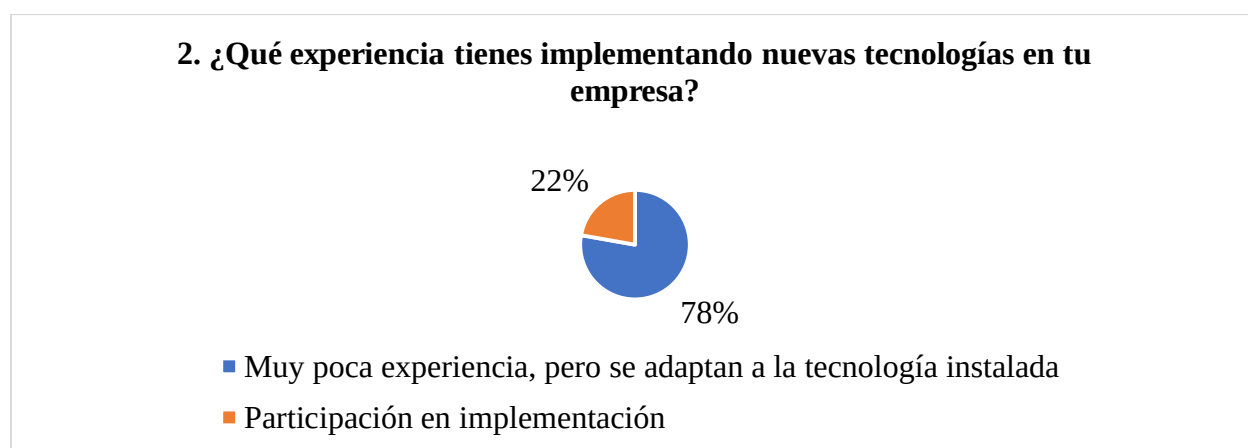
Otro 22 % dijo que implementa innovaciones con poca frecuencia, estas empresas indican que una parte significativa de la empresa no lleva a cabo innovaciones tecnológicas con regularidad.

Análisis: Las empresas no innovan con frecuencia por diversos factores, como una cultura organizativa conservadora que dificulta la adopción de nuevas ideas o tecnologías, la falta de

motivación o visión por parte de la dirección, el temor al riesgo asociado con la innovación y la carencia de conocimientos o capacidades necesarias para innovar eficazmente. Estos factores pueden combinarse para crear un entorno donde la innovación no sea una prioridad o parezca demasiado arriesgada o difícil de alcanzar.

PREGUNTA 2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?

Descripción:



El 78 % dice que su participación es limitada en la implementación de tecnología dentro de la empresa. A pesar de esto, destacan por su habilidad para adaptarse eficientemente a la tecnología instalada.

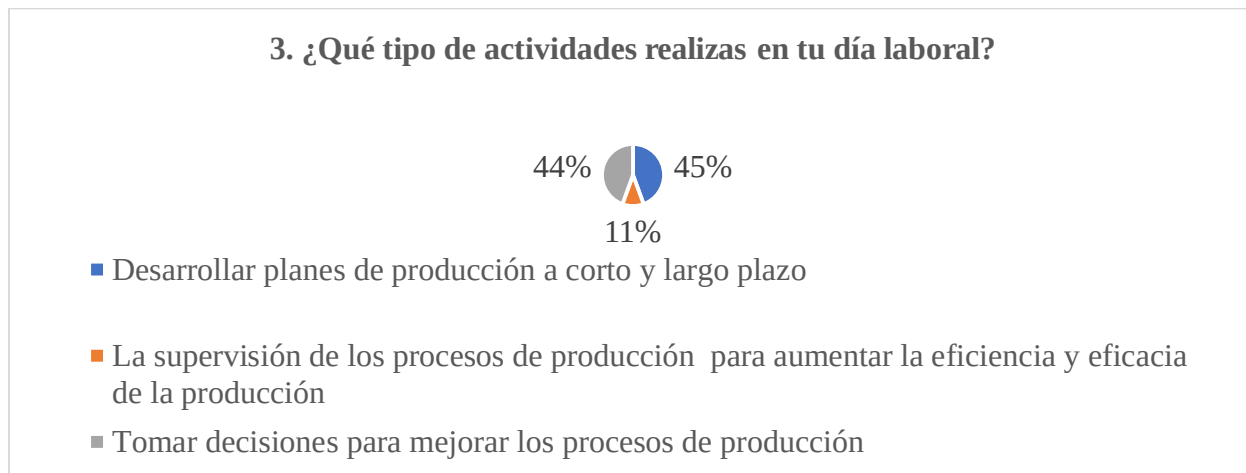
Por otro lado, solo el 22 % ha participado en la implementación de nuevos equipos tecnológicos en la organización.

Análisis: Todos los miembros que componen la empresa deben de capacitarse y participar en la implementación de tecnologías nuevas, de lo contrario esto desencadena problemas de adopción, dado que los empleados podrían no comprender plenamente cómo la tecnología nueva influye en sus tareas diarias. Sin embargo, la participación de todos los miembros de distintas áreas en este proceso aumentará la aceptación y la eficacia de la tecnología, ya que pueden ofrecer

información valiosa sobre sus necesidades y preocupaciones, contribuyendo así a una implementación más fluida y exitosa.

PREGUNTA 3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?

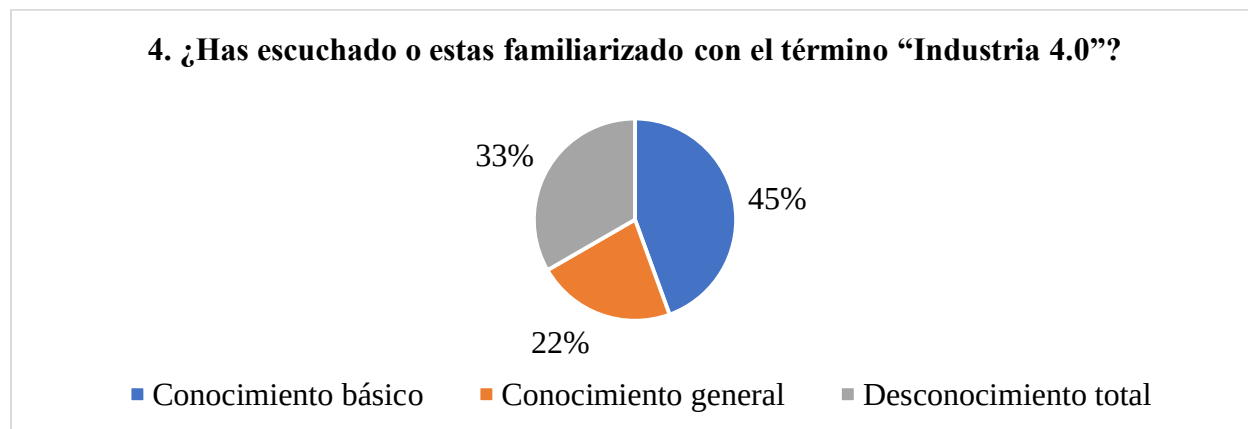
Descripción:



Análisis: Las actividades que realizan los gerentes de producción son clave en la gestión de producción, ya que se centran en la planificación estratégica, la supervisión eficaz y la toma de decisiones para la mejora continua. Para optimizar estas actividades, es importante la digitalización de los procesos, lo que permitirá una mayor eficiencia, precisión y agilidad. La digitalización facilitará el acceso a datos en tiempo real, la automatización de tareas repetitivas y el uso de análisis avanzados, mejorando la capacidad de los gerentes para adaptarse a los cambios y mantener un ciclo constante de mejora continua.

PREGUNTA 4. ¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?

Descripción:



Conocimiento Básico (45 % de los entrevistados): Tienen un conocimiento básico de los conceptos fundamentales de la Industria 4.0.

El 22 % comprenden el tema de la Industria 4.0, sus principios y aplicaciones principales. El 33 % de los gerentes admitió no tener conocimientos sobre la industria 4.0.

Análisis: Los entrevistados poseen un entendimiento básico de los conceptos fundamentales de la Industria 4.0, pero desconocen el proceso de implementación debido a la falta de información específica sobre el tema. Aunque este conocimiento inicial puede considerarse un punto de partida crucial, un enfoque adecuado en la educación, capacitación y directrices claras, ayudarán a las empresas del plástico a progresar significativamente en la adopción de tecnologías digitales, mejorando su competitividad y eficiencia operativa.

PREGUNTA 5. ¿Cuáles son los principales procesos de producción utilizados actualmente en la empresa para fabricar productos plásticos?

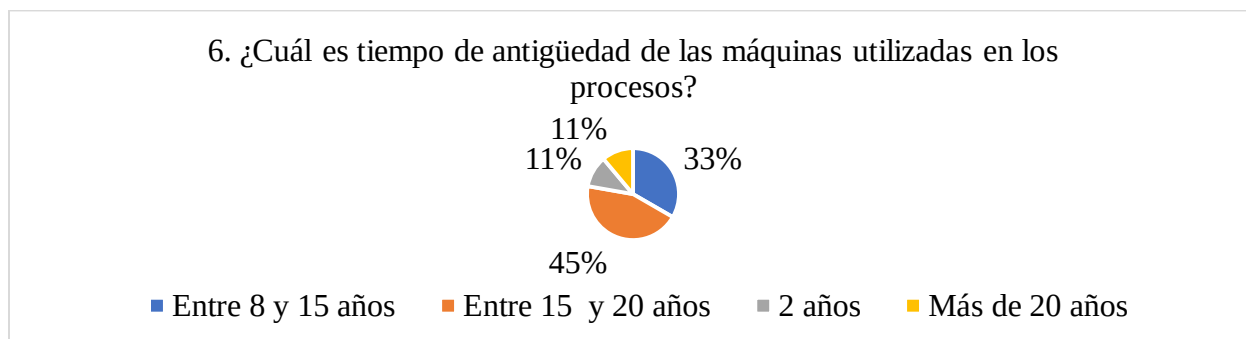
En general, los gerentes indicaron que en sus empresas cuentan con los siguientes procesos productivos:

PROCESOS PRODUCTIVOS
Moldeo por inyección
Moldeo por soplado
Extrusión
Termoformado
Acabado
Empaque
Embalaje

Análisis: Estas empresas poseen la mayoría de los procesos productivos clave en la industria plástica. La digitalización de procesos es aplicable incluso para las empresas con menos procesos de fabricación, ya que la implementación de estas tecnologías puede adaptarse a diferentes tamaños y capacidades de las empresas, lo que proporciona beneficios significativos en cuanto a eficiencia y calidad.

PREGUNTA 6. ¿Cuál es tiempo de antigüedad de las máquinas utilizadas en los procesos?

Descripción:



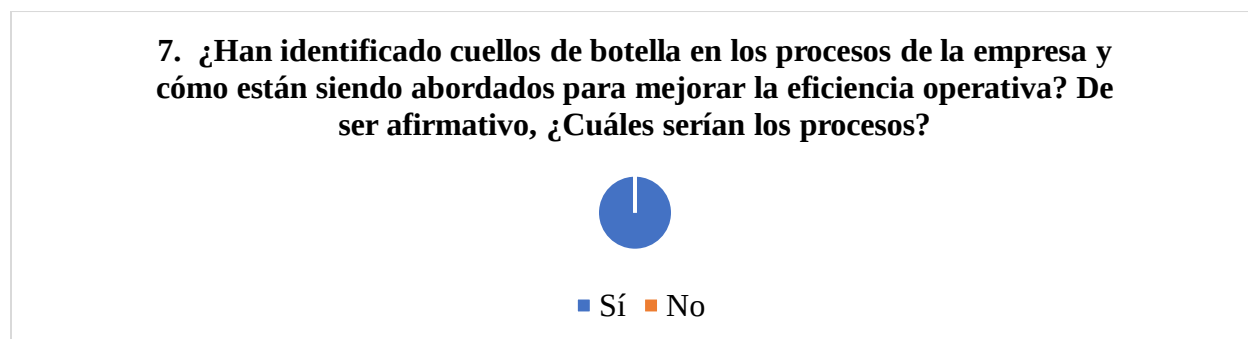
El 33 % de los entrevistados dijo que las máquinas empleadas en los procesos tienen una antigüedad comprendida entre 8 y 15 años, mientras que el 45 % dijo que se sitúa en el rango de 15 a 20 años. Un 11 % dijo que las máquinas tienen únicamente 2 años de antigüedad, y otro 11 % dijo que superan los 20 años de antigüedad.

Análisis: Las maquinas con una antigüedad con más de 20 años; aunque no son nuevas, todavía pueden ser compatibles con actualizaciones tecnológicas, ofreciendo oportunidades para la implementación de sensores *IoT*, sistemas de control computarizado y *software* de gestión de datos para modernizar la máquina y optimizar sus operaciones.

Las maquinas con 2 años de antigüedad son modernas y probablemente ya tienen alguna capacidad de integración con tecnologías avanzadas, la cual podría aprovecharse para digitalizar los procesos.

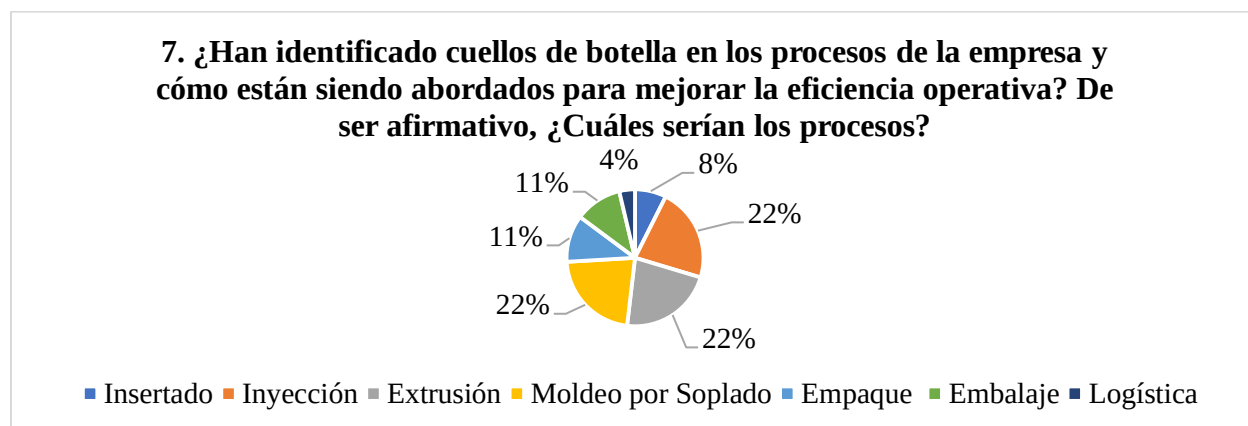
PREGUNTA 7. ¿Han identificado cuellos de botella en los procesos de la empresa y cómo están siendo abordados para mejorar la eficiencia operativa? De ser afirmativo, ¿Cuáles serían los procesos?

Descripción:



El 100 % de los gerentes indicaron que existen cuellos de botellas en los procesos productivos

Descripción:



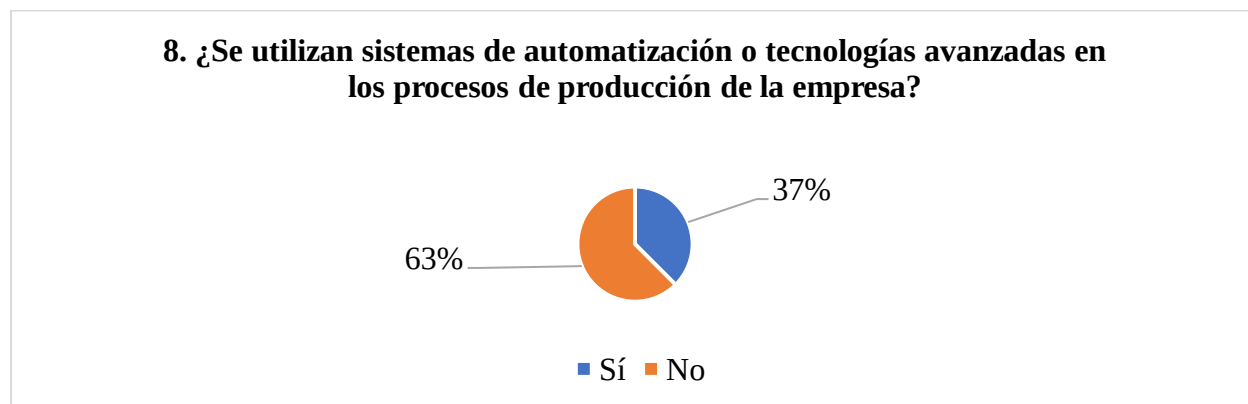
El 4 % de los gerentes manifestó tener cuellos de botella en los procesos logísticos. Por otro lado, el 8 % indicó problemas en el empaque, el 22 % en inyección, moldeo por soplado y extrusión, y el 11 % en insertado y embalaje.

Análisis: Los cuellos de botella en empresas del sector plástico se suelen dar por falta de digitalización y automatización en las operaciones. La dependencia de métodos manuales y procesos obsoletos resulta en una menor eficiencia, mayores tiempos de producción y una mayor propensión a errores.

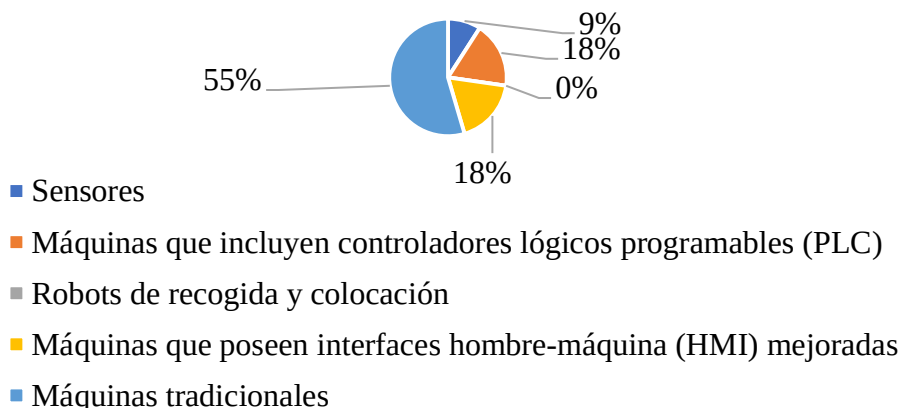
La introducción de tecnologías digitales y sistemas automatizados pueden mejorar significativamente la capacidad de respuesta, la precisión y la eficiencia en la cadena de producción, reduciendo así los cuellos de botella, mejora la competitividad en el mercado, facilita la supervisión remota y el análisis en tiempo real, lo que permite una toma de decisiones más ágil y precisa para abordar los cuellos de botella de manera proactiva.

PREGUNTA 8. ¿Se utilizan sistemas de automatización o tecnologías avanzadas en los procesos de producción de la empresa? En caso afirmativo, ¿cuáles son?

Descripción:



La gráfica muestra la proporción de respuestas a la pregunta sobre el uso de sistemas de automatización o tecnologías avanzadas en los procesos de producción de la empresa. El 63 % de los encuestados respondió "No", indicando que no se utilizan dichos sistemas, mientras que el 38 % respondió "Sí", indicando que si utilizan.

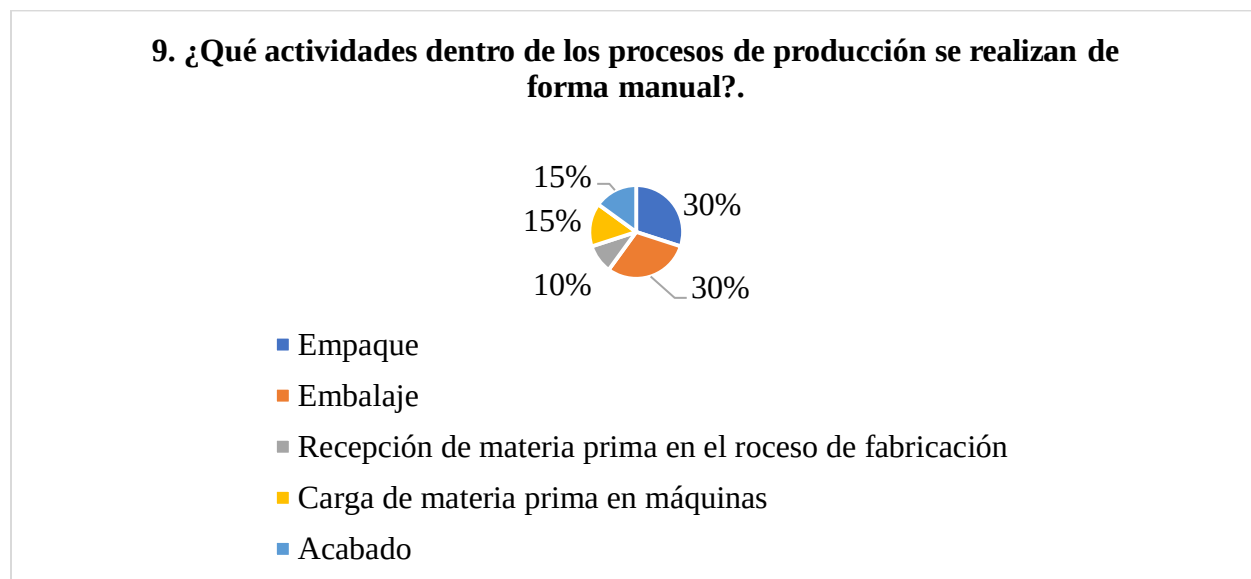
Descripción:**8.¿Se utilizan sistemas de automatización o tecnologías avanzadas en los procesos de producción de la empresa?**

La tecnología utilizada en la empresa se distribuye así: 9 % de los gerentes mencionaron sensores, 18 % máquinas con Controladores Lógicos Programables (*PLC*), mientras que *robots* de recogida y colocación no se usan (0 %). El 18 % dijo máquinas equipadas con Interfaces Hombre-Máquina (*HMI*) mejoradas. La mayoría de la tecnología empleada consiste en máquinas tradicionales, abarcando el 55 % del total entrevistado.

Análisis: Esto indica que las empresas del sector plástico se encuentran en un estado de semi-automatización, ya que las máquinas vienen equipadas con sistemas que facilitan la automatización. Este avance representa un paso estratégico hacia un futuro completamente automatizado y digitalizado. La semi-automatización les presenta problemas en términos de eficiencia y consistencia, ya que la integración de sistemas automatizados con procesos manuales genera cuellos de botella, limita el potencial de ahorro de costos y existe el riesgo de que los empleados se sientan frustrados o desmotivados al tener que lidiar con sistemas híbridos que pueden ser tediosos de manejar afectando negativamente en la calidad del producto.

PREGUNTA 9. ¿Qué actividades dentro de los procesos de producción se realizan de forma manual?

Descripción:

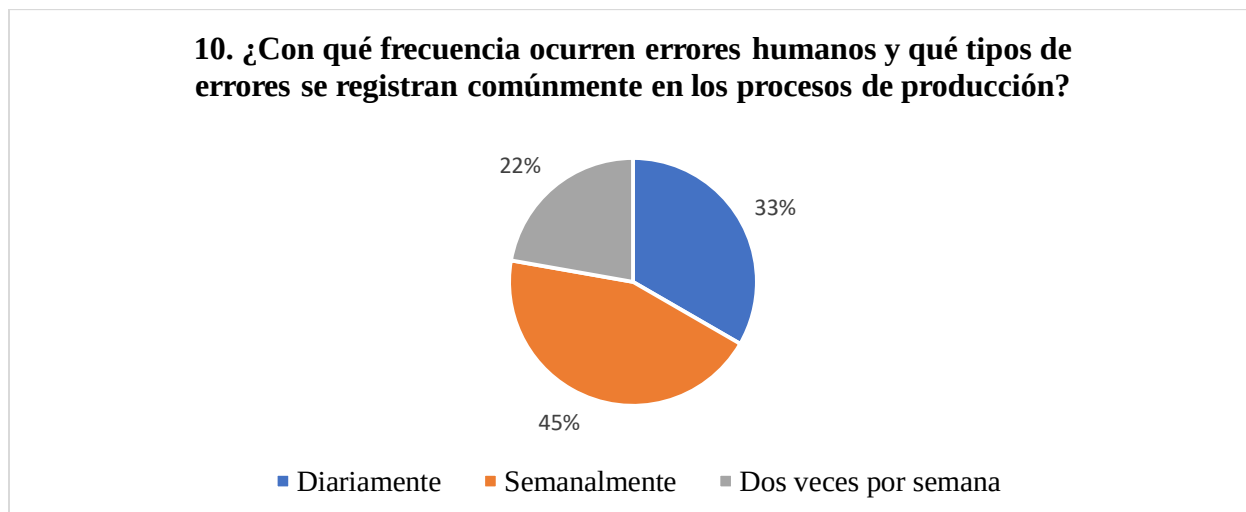


Dentro de los procesos de producción, una parte significativa de las actividades se realiza manualmente. Esto incluye el empaque y embalaje, que representan el 35 % de respuestas por los entrevistados, así como la recepción de materia prima en el proceso de fabricación, con un 12 % de respuestas y la carga de materia prima en máquinas, que ocupa el 18 % y acabado 15 % de respuestas.

Análisis: Las empresas del plástico mantienen actividades manuales por la complejidad de ciertos procesos que requieren flexibilidad humana, la preferencia por el control directo, y el desconocimiento de como implementar sistemas automatizados. Sin embargo, aunque los procesos manuales ofrecen ciertas ventajas, como una menor inversión inicial y una mayor adaptabilidad, también son propensos a errores y menos eficientes en comparación con los procesos automatizados.

PREGUNTA 10. ¿Con qué frecuencia ocurren errores humanos y qué tipos de errores se registran comúnmente en los procesos de producción?

Descripción:

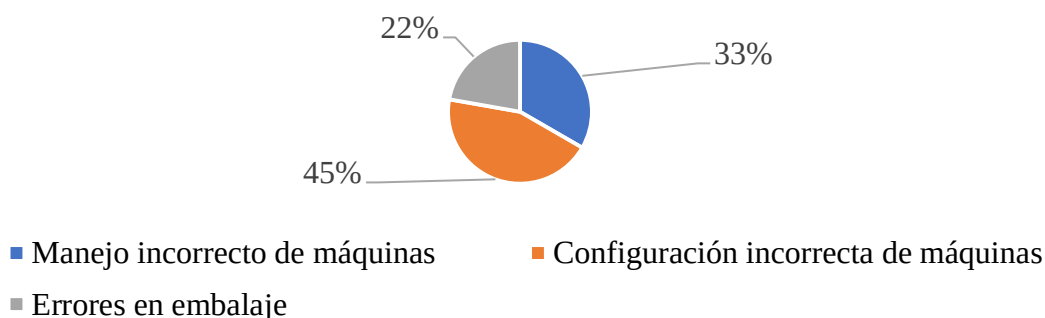


Sobre la frecuencia de errores humanos en los procesos, el 33 % de entrevistados dijo que los errores ocurren diariamente, el 45 % menciona que ocurren semanalmente y el 22 % dijo que ocurren dos veces por semana. Esto indica que la mayoría de los errores se concentran en una frecuencia semanal, seguido de un tercio que se presenta a diario, y una menor proporción que ocurre dos veces por semana.

Análisis: Los errores ocurren de manera frecuente debido a la falta de digitalización de los procesos y a la comunicación deficiente entre los equipos de trabajo. Al realizarse de forma manual, no hay un sistema para gestionar en tiempo real, y a menudo los problemas se detectan solo cuando el trabajo ya está mal hecho.

Descripción:

10. ¿Con qué frecuencia ocurren errores humanos y qué tipos de errores se registran comúnmente en los procesos de producción?

**Análisis:**

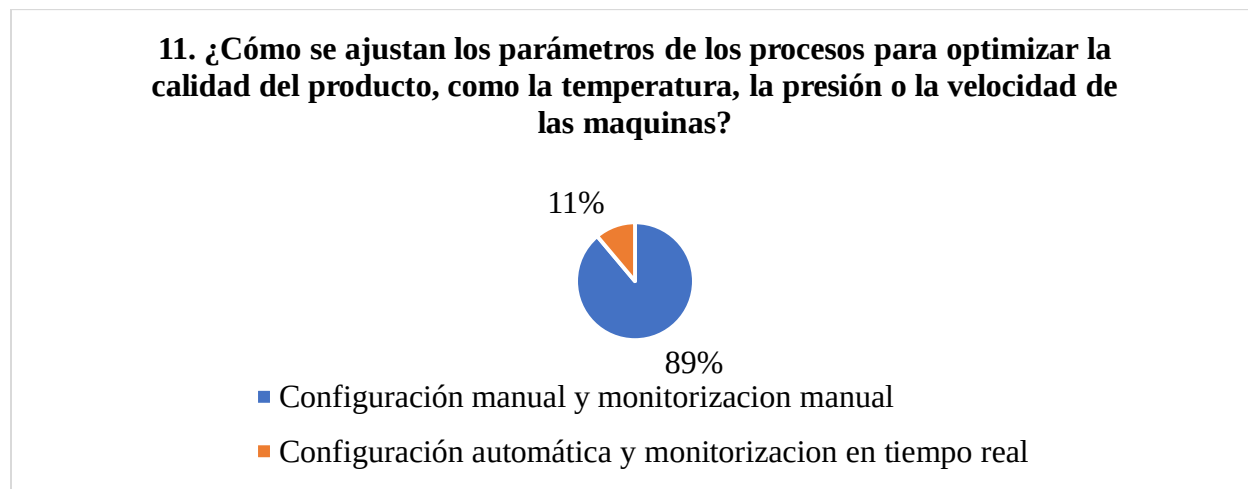
Manejo incorrecto de máquinas: Es el resultado de una capacitación insuficiente o negligencia por parte de los operarios. Los riesgos asociados incluyen daños a la maquinaria, accidentes laborales, mala calidad de los productos y disminución de la eficiencia operativa.

Configuración incorrecta de máquinas: Este error surge por una comprensión inadecuada de los parámetros de configuración, falta de procedimientos estandarizados o errores humanos durante el ajuste. La configuración inadecuada de maquinarias conduce a una serie de problemas, como defectos en los productos, desperdicio de materiales y tiempo de inactividad no planificado.

Errores en el embalaje: Estos errores son el resultado de negligencias, falta de procedimientos de control de calidad o condiciones de trabajo apresuradas. Los errores en el embalaje tienen consecuencias significativas, como envíos incorrectos, daños en el producto durante el transporte y pérdida de clientes debido a una presentación inadecuada.

PREGUNTA 11. ¿Cómo se ajustan los parámetros de los procesos para optimizar la calidad del producto, como la temperatura, la presión o la velocidad de las maquinas?

Descripción:

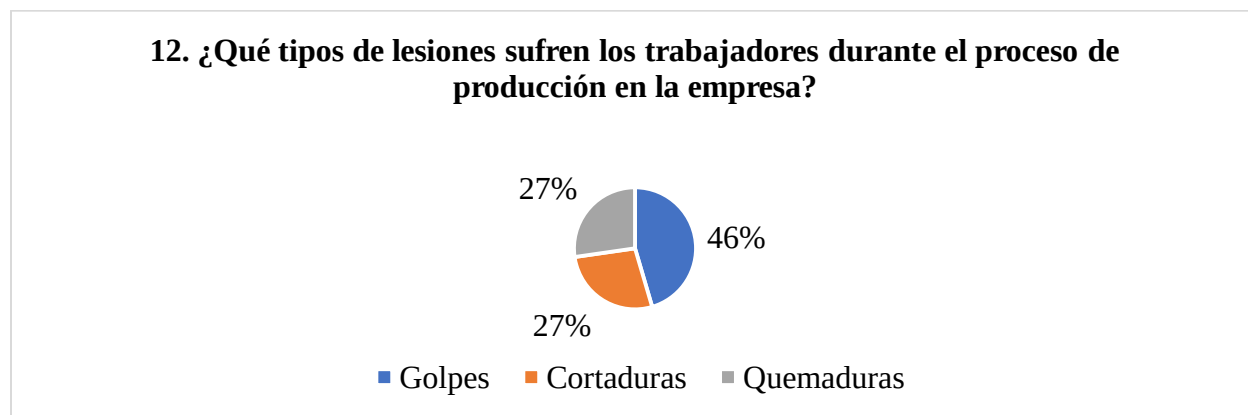


De los entrevistados, el 89 % dijo que estos ajustes se realizan mediante configuración y monitorización manual. Por otro lado, el 11 % dijo que utilizan configuración automática y monitorización en tiempo real para mantener condiciones óptimas y asegurar una calidad constante.

Análisis: El control y monitoreo de las máquinas en empresas de plásticos es realizado principalmente de forma manual por parte de operadores técnicos y supervisores. Esto se debe a que la mayoría de las máquinas carecen de sensores integrados que permitan realizar ajustes en tiempo real y enviar informes mediante *software*. Esta falta de automatización digital no solo aumenta la carga de trabajo para el personal, sino que también incrementa el riesgo de errores y retrasos en la detección de problemas operativos. Para las empresas que ya utilizan sistema de monitorización en tiempo real en sus máquinas, esto representa un paso significativo hacia la digitalización y mejora continua de sus procesos de producción.

PREGUNTA 12. ¿Qué tipos de lesiones sufren los trabajadores durante el proceso de producción en la empresa?

Descripción:

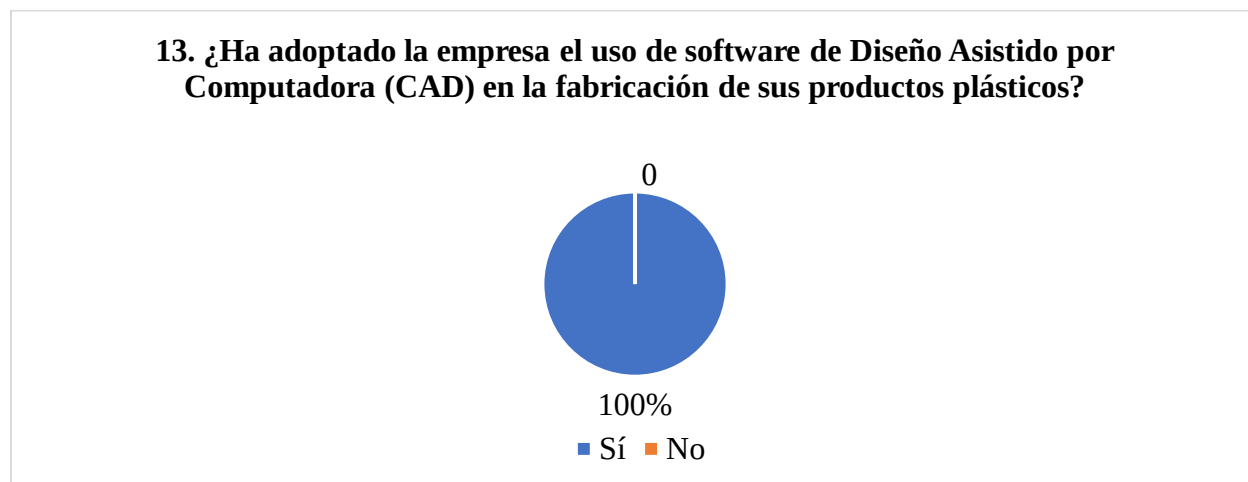


El 46 % de los entrevistados dijeron que las lesiones reportadas fueron golpes, seguidas por un 27 % de cortaduras y quemaduras.

Análisis: Las actividades manuales o semiautomatizadas en empresas del plástico aumentan el riesgo de lesiones para los operarios debido a una mayor exposición al riesgo, errores humanos, fatiga y estrés, lo que resalta la importancia de implementar medidas de seguridad adicionales, proporcionando entrenamiento específico y procesos seguros considerando la automatización como una solución para reducir la carga de trabajo manual y mejorar la seguridad en el lugar de trabajo.

PREGUNTA 13. ¿Ha adoptado la empresa el uso de *software* de Diseño Asistido por Computadora (CAD) en la fabricación de sus productos plásticos?

Descripción:

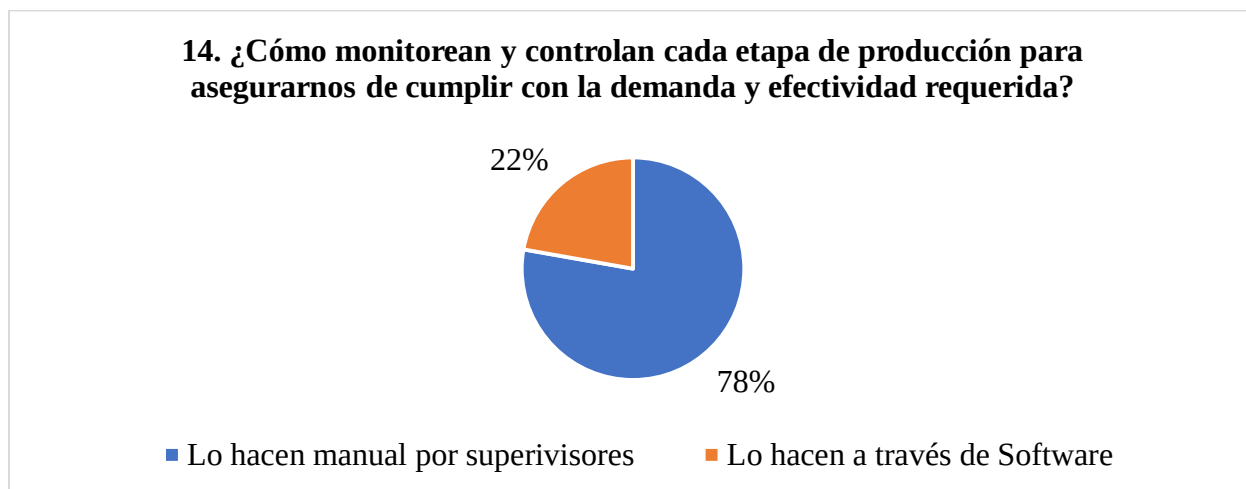


La totalidad de los entrevistados mencionan que implementado el uso de *software* de Diseño Asistido por Computadora (CAD) en la fabricación de sus productos plásticos.

Análisis: La integración del *software* CAD puede ser el primer paso hacia una transformación digital más amplia, incorporando elementos como la automatización avanzada, el Internet de las Cosas (*IoT*), la inteligencia artificial y el análisis de *Big Data*. Estas tecnologías pueden mejorar aún más la precisión, eficiencia y calidad en la fabricación, permitiendo optimizar la producción, reducir costos y aumentar la flexibilidad y capacidad de respuesta ante las demandas del mercado.

PREGUNTA 14. ¿Cómo monitorean y controlan cada etapa de producción para asegurarnos de cumplir con la demanda y efectividad requerida?

Descripción:

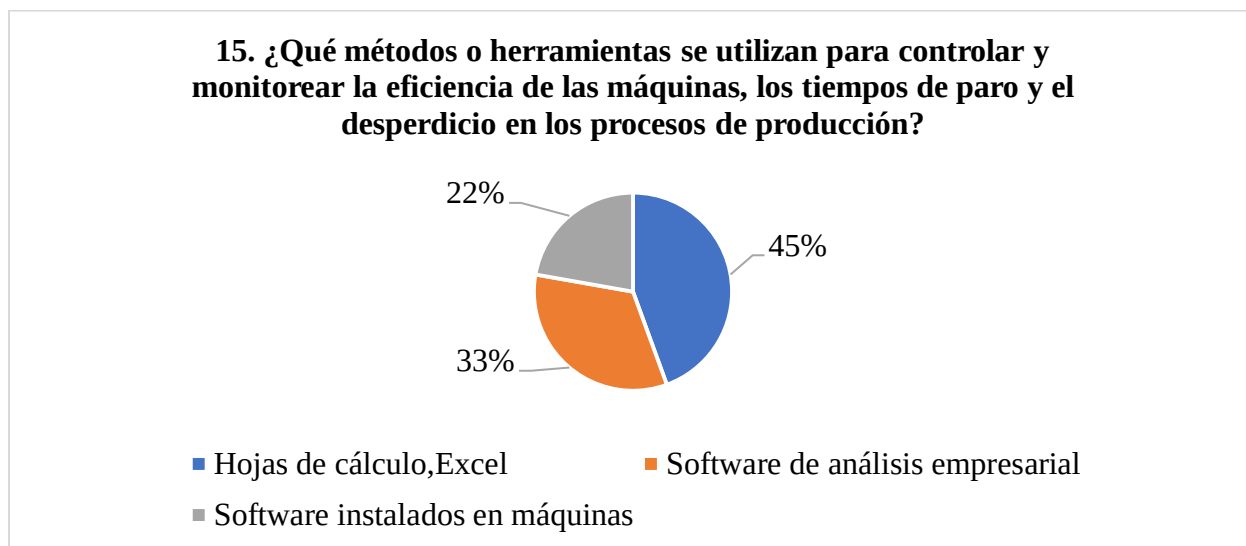


El 78 % de los entrevistados dijeron que las tareas se realizan manualmente por supervisores, mientras que el 22 % se hacen a través de *software*.

Análisis: La mayor parte de empresas tienen un control y monitoreo tradicional y se comunican de forma verbalmente o por correo por cualquier inconveniente. Existe un desconocimiento sobre el proceso de digitalización, su proceso de implementación efectiva y los beneficios que conlleva, lo que ha llevado a que muchas tareas se realicen de forma manual. Esta falta de conocimiento sobre cómo implementar soluciones digitales eficaces ha dejado a estas empresas rezagadas en términos de modernización y eficiencia.

PREGUNTA 15. ¿Qué métodos o herramientas se utilizan para controlar y monitorear la eficiencia de las máquinas, los tiempos de paro y el desperdicio en los procesos de producción?

Descripción:



El 45 % de los entrevistados dijo que utiliza hojas de cálculo (Excel), el 33 % dijo que emplea *software* de análisis empresarial, y el 22 % mencionó que usa *software* instalado directamente en las máquinas.

Análisis: Aunque Excel es útil para el análisis y control de datos, su capacidad para manejar grandes volúmenes de información es limitada y está más sujeta a errores humanos que con *software* de análisis empresarial más avanzado. Esta limitación puede repercutir en la eficiencia operativa y en la capacidad de tomar decisiones precisas de manera efectiva.

Para las empresas que ya utilizan *ERP* y *software* instalados en máquinas, esta tecnología puede servir como una base sólida para la implementación de nuevas tecnologías avanzadas complementarias, permitiendo una gestión integrada de datos y procesos más eficientes.

PREGUNTA 16. ¿Cuáles son los indicadores clave de rendimiento (*KPI's*) que actualmente utilizan para evaluar la eficiencia y la efectividad de los procesos de producción?

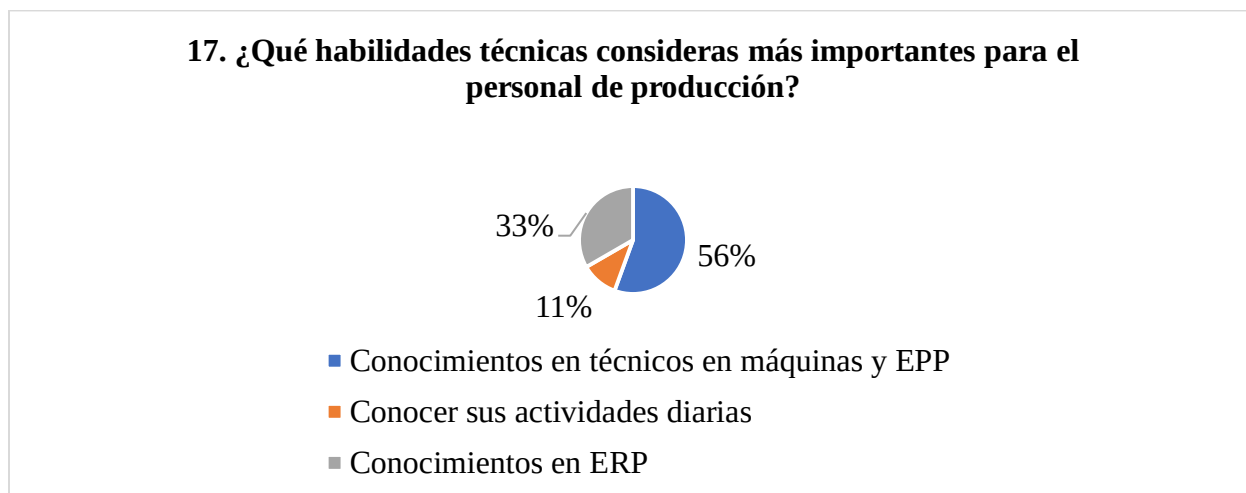
De forma general los encuestados respondieron los siguientes:

Indicadores de Producción
Tiempo de inactividad de máquinas
Eficiencia de producción
Número de productos defectuosos
Eficiencia de máquinas y de operarios
Eficacia de producción
Unidades producidas vs programadas
Tiempos de mantenimiento
Tiempos de ciclo

Análisis: Los indicadores de producción proporciona información valiosa para identificar oportunidades de mejora, optimizar los procesos de fabricación y mejorar la rentabilidad en una organización. Al comprender y utilizar eficazmente estos indicadores, las empresas pueden tomar decisiones informadas y estratégicas que impulsen el éxito a largo plazo.

PREGUNTA 17. ¿Qué habilidades técnicas consideras más importantes para el personal de producción?

Descripción:

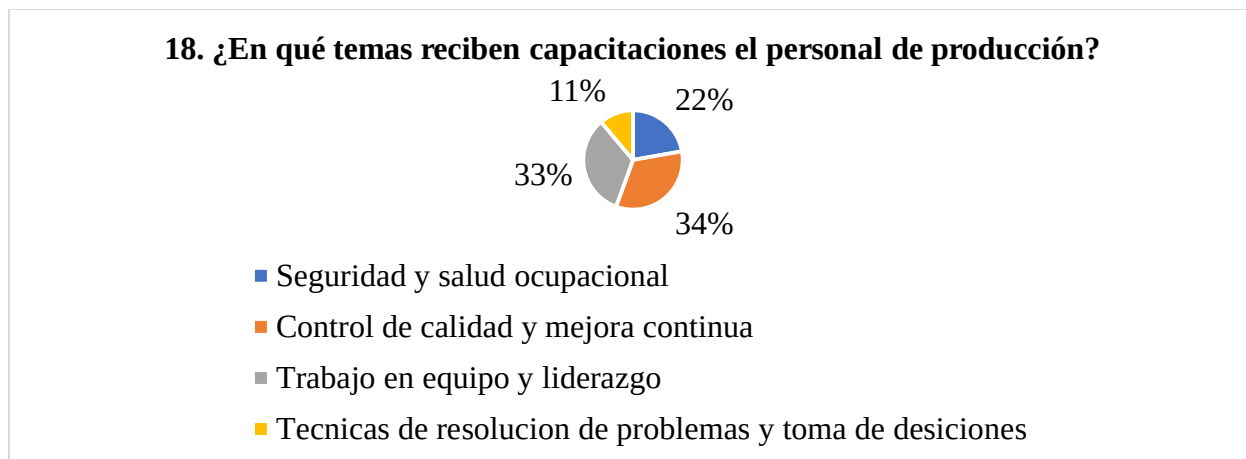


El 56 % de los entrevistados considera que las habilidades técnicas más importantes para el personal de producción son los conocimientos en técnicas en máquinas y Equipos de Protección Personal (EPP), seguido por el 33 % que valora los conocimientos en *ERP (Enterprise Resource Planning)*, y finalmente el 11 % destaca la importancia de conocer sus actividades diarias.

Análisis: Los entrevistados resaltan la importancia de adquirir habilidades en el manejo de maquinaria y Equipos de Protección Personal (EPP), debido a su papel fundamental en dos aspectos clave: la seguridad y la eficiencia en el entorno de producción. Las empresas no dan importancia a las habilidades de conocimientos en tendencias tecnológicas para mejorar la eficiencia, mantenerse competitivas y solucionar los problemas de seguridad del personal y eficiencia operativa. Este es el resultado de contar con un diagnóstico inicial para identificar que conocimientos debe aprender el personal.

PREGUNTA 18. ¿En qué temas reciben capacitaciones el personal de producción?

Descripción:

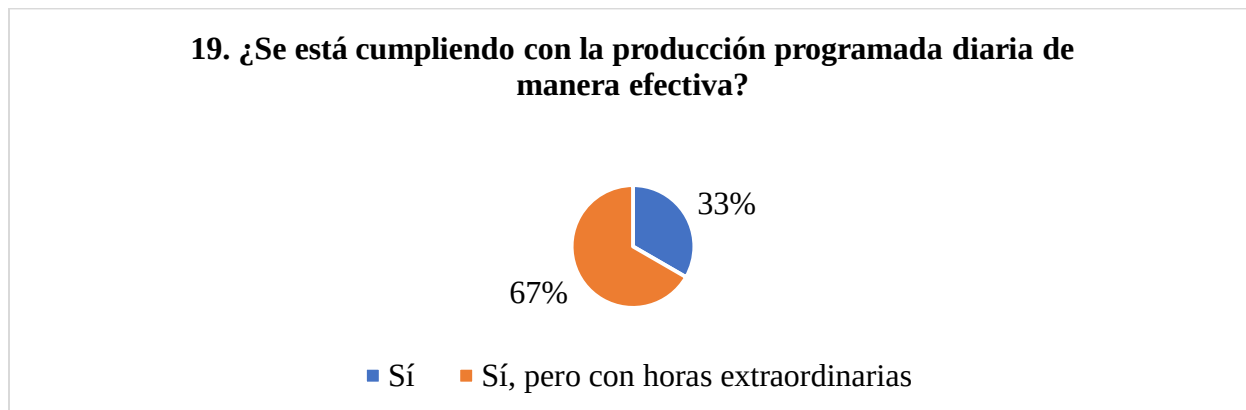


El 22 % de los gerentes indicó que la seguridad y salud ocupacional es una prioridad, mientras que el 34 % enfatizó el control de calidad y mejora continua. Además, el 33 % destacó la importancia del trabajo en equipo y liderazgo, y el 11 % mencionó las técnicas de resolución de problemas y toma de decisiones como áreas críticas.

Análisis: Estos datos muestran que el personal recibe capacitación en aspectos cruciales para el éxito operativo, con un enfoque equilibrado que abarca desde la protección del personal hasta el liderazgo efectivo en el entorno de producción. Lo anterior es muy importante, pero se observa una falta de capacitación en tendencias tecnológicas, lo que podría limitar la capacidad de la empresa para mantenerse al día con los avances tecnológicos y aprovechar al máximo las oportunidades de mejora y crecimiento en el mercado. La falta de capacitación en nuevas tecnologías se debe a que aún no se han identificado las necesidades en la empresa y no se cuenta con un plan para capacitaciones tecnológicas.

PREGUNTA 19. ¿Se está cumpliendo con la producción programada diaria de manera efectiva?

Descripción:



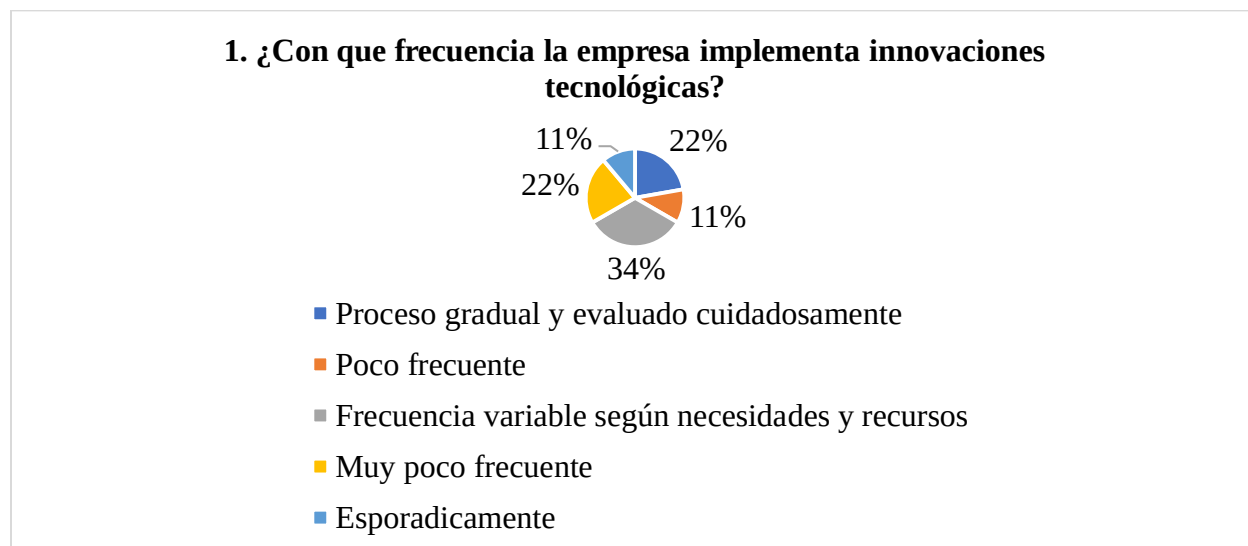
El 33 % de los entrevistados señalan que la producción programada diaria se está cumpliendo de manera efectiva. Sin embargo, el 67 % restante afirma que se está cumpliendo, pero con el uso de horas extraordinarias.

Análisis: Las empresas de plásticos recurren a menudo a horas extras porque el personal está involucrado en actividades manuales peligrosas y propensas a errores, lo que resulta en una producción deficiente y requiere más tiempo para corregir los errores y cumplir con los objetivos de producción. Estas actividades manuales aumentan los riesgos de accidentes y lesiones, generando ineficiencias operativas y, como consecuencia, un aumento en los costos laborales por pago de horas extra e incapacidades.

5.6.1.3. Procesamiento de Datos – Gerentes Financieros

PREGUNTA 1. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

Descripción:



Para el 22 % la implementación de innovaciones tecnológicas es un proceso gradual y cuidadosamente evaluado para minimizar interrupciones y garantizar un retorno adecuado de la inversión.

Para el 11 % la empresa es conservadora y las implementaciones de innovaciones tecnológicas se realizan con poca frecuencia.

Para el 34 % La frecuencia de las implementaciones varía según las necesidades del negocio y la disponibilidad de recursos. Aunque no implementan nuevas tecnologías con frecuencia, la empresa se compromete a adoptar tecnologías que realmente agreguen valor y mejoren la competitividad a largo plazo.

Para el 11 % la empresa implementa mejoras tecnológicas de manera esporádica, generalmente cuando surgen necesidades urgentes u oportunidades claras para mejorar procesos operativos.

Para el 22 % las mejoras tecnológicas se implementan ocasionalmente, priorizando la optimización de recursos existentes y dependiendo de la disponibilidad de recursos y la urgencia de las mejoras. La adopción de tecnologías no es regular; se realiza principalmente cuando hay una justificación sólida en términos de costo-beneficio y se puede asegurar un retorno de inversión claro.

Análisis: La empresa muestra una tendencia general hacia la implementación tecnológica de forma cautelosa y controlada. Además, el proceso de implementación tecnológica es evaluado cuidadosamente para garantizar un retorno de inversión adecuado, lo que demuestra una preocupación por la eficiencia financiera. Este enfoque conservador es reflejado en varias respuestas que mencionan implementaciones tecnológicas poco frecuentes, realizadas principalmente cuando hay una necesidad urgente o una oportunidad clara y justificada en términos de costo-beneficio.

Por otro lado, algunas respuestas indican un compromiso con la adopción de tecnologías que realmente agreguen valor y mejoren la competitividad a largo plazo, aunque no se realicen con la misma frecuencia que en empresas más orientadas a la innovación. Esto sugiere que, si bien la empresa es prudente, no está cerrada a la innovación y busca soluciones que puedan aportar beneficios sustanciales.

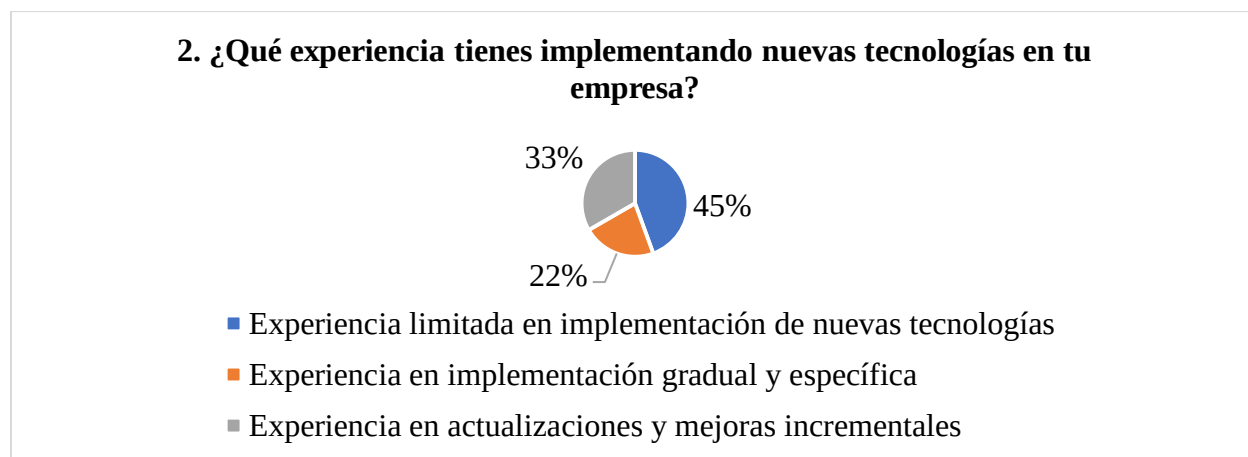
La disponibilidad de recursos y la urgencia de las mejoras también son factores determinantes en la frecuencia de las implementaciones tecnológicas. Varias respuestas indican que la frecuencia de implementación varía según las necesidades del negocio y la disponibilidad de recursos, lo que refleja una adaptación flexible a las circunstancias cambiantes del entorno empresarial.

En resumen, la empresa adopta una postura prudente y bien calculada en la implementación de nuevas tecnologías, priorizando la estabilidad operativa y el retorno de inversión. Aunque la frecuencia de adopción tecnológica es baja y esporádica, hay una disposición a implementar tecnologías que puedan agregar valor significativo y mejorar la competitividad a largo plazo. La disponibilidad de recursos y la necesidad urgente son factores clave que influyen en la decisión de adoptar nuevas tecnologías.

Es importante destacar, que la empresa no posee un diagnóstico inicial para identificar las necesidades o los problemas que se podrían solventar con la implementación de nuevas tecnologías.

PREGUNTA 2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?

Descripción:



Para el 45 % la experiencia de su empresa en la implementación de nuevas tecnologías ha sido limitada. Los motivos incluyen la priorización de la estabilidad operativa, falta de recursos especializados y un enfoque tradicional.

El 22 % señalan que, aunque la empresa ha sido conservadora, han acumulado experiencia en áreas específicas como la actualización de *software* empresarial y la mejora de la infraestructura de red. Reconocen la necesidad de expandir su capacidad tecnológica.

Para el 33 % su experiencia ha sido principalmente en la implementación de sistemas de gestión básica, actualizaciones de *software* menores y digitalización de procesos administrativos.

Análisis: La mayoría de las respuestas indican que la experiencia en la implementación de nuevas tecnologías en estas empresas ha sido bastante limitada y conservadora. Esto se debe a varios factores, como la priorización de la estabilidad operativa, la falta de recursos especializados y un enfoque tradicional en las operaciones. Las empresas han sido cautelosas al adoptar nuevas tecnologías, lo que ha resultado en una adopción lenta y limitada.

Algunas empresas han comenzado a implementar nuevas tecnologías de manera gradual y específica, enfocándose en áreas críticas como la actualización de *software* empresarial y la mejora de la infraestructura de red. Estas implementaciones han sido incrementales y se han centrado en mejorar procesos específicos en lugar de realizar cambios radicales.

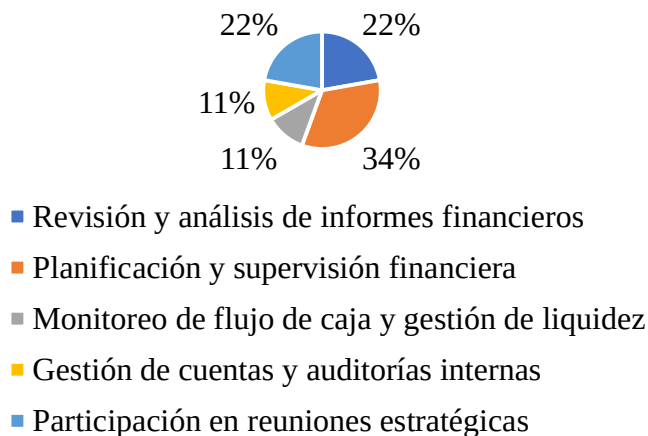
Las empresas han realizado actualizaciones menores y se han centrado en la mejora de sistemas existentes debido a restricciones financieras.

Aunque las empresas han sido cautelosas y limitadas en su adopción de nuevas tecnologías, hay un movimiento hacia la exploración y la implementación gradual de soluciones tecnológicas para mejorar procesos específicos y abordar necesidades críticas. Las restricciones presupuestarias y la falta de recursos especializados y la falta de un plan de capacitaciones en nuevas tecnologías siguen siendo desafíos importantes, pero hay un reconocimiento creciente de la necesidad de avanzar tecnológicamente para mantenerse competitivos.

PREGUNTA 3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?

Descripción:

3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral? Frecuencia



Para el 22 % sus actividades se centran en la revisión de informes financieros y análisis de estados financieros para asegurar la integridad y cumplimiento normativo.

Para el 34 % sus principales actividades son la realización de planificación financiera y presupuestaria, asegurando que los recursos financieros estén alineados con las necesidades operativas y estratégicas.

El 11 % realiza tareas de monitoreo del flujo de efectivo y gestionar la liquidez de la empresa para asegurar la disponibilidad de fondos para operaciones.

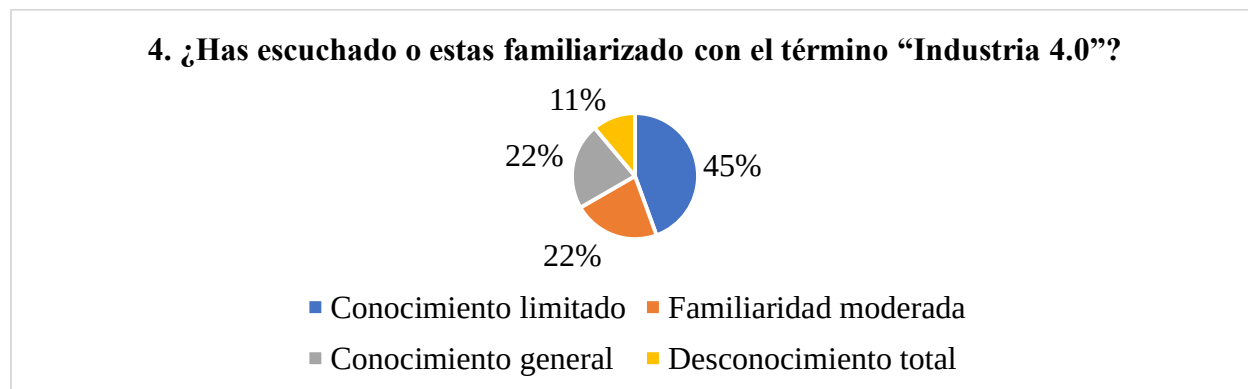
Para el 11 % las principales actividades son la gestión de cuentas por pagar y cobrar, realización de auditorías internas, supervisión de inversiones y cumplimiento de políticas financieras.

El 22 % destaca que participa en reuniones estratégicas para discutir inversiones, proyectos de expansión y otras decisiones financieras importantes.

Análisis: Los gerentes financieros desempeñan un papel integral en la gestión y planificación financiera de la empresa, asegurando que las operaciones financieras sean eficientes, estratégicas y alineadas con los objetivos corporativos. La variedad de actividades mencionadas refleja la amplitud de responsabilidades y la importancia de su función en la salud financiera y el crecimiento sostenido de la empresa.

PREGUNTA 4. ¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?

Descripción:



El 45 % de gerentes tiene solo un conocimiento básico del término, lo que indica la necesidad de más educación y capacitación en este ámbito para cerrar la brecha de conocimiento.

El 22 % han oído hablar del término y tienen una comprensión básica, pero carecen de un conocimiento profundo sobre su aplicación específica en el contexto empresarial.

El 22 % tiene una buena comprensión de los principios y el impacto potencial de la Industria 4.0, lo que puede servir como punto de partida para la educación interna y la capacitación de otros gerentes.

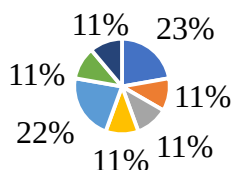
Solo el 11 % no está familiarizado con el término, lo que refuerza la necesidad de iniciativas educativas en toda la organización

Análisis: La familiaridad con el término "Industria 4.0" entre los gerentes financieros de la empresa es variada. La mayoría de los gerentes tienen un conocimiento limitado o moderado sobre el concepto, mientras que solo unos pocos están bien informados sobre sus implicaciones y beneficios. Esto sugiere que, aunque la idea de la Industria 4.0 está presente, aún hay una falta de comprensión profunda y detallada sobre cómo esta revolución tecnológica puede integrarse y beneficiar las operaciones financieras y administrativas de la empresa.

PREGUNTA 5. ¿Cuáles son los criterios principales que utiliza la empresa para evaluar y priorizar las inversiones en tecnología?

Descripción:

5. ¿Cuáles son los criterios principales que utiliza la empresa para evaluar y priorizar las inversiones en tecnología?



- Mejora de la experiencia del cliente y procesos internos
- Cumplimiento regulatorio y sostenibilidad ambiental
- Ventaja competitiva
- Mejora de la calidad, reducción de costos y aumento de productividad
- Retorno de la inversión (ROI)
- Alineación con objetivos estratégicos
- Impacto en calidad y sostenibilidad

Para el 11 % la empresa evalúa las inversiones en tecnología según su capacidad para mejorar la experiencia del cliente, optimizar procesos internos y fortalecer relaciones comerciales con socios.

Para el 11 % las inversiones se enfocan en cumplir con estándares regulatorios y de seguridad, además de impulsar la sostenibilidad ambiental.

Para el 11 % se priorizan inversiones que brinden una ventaja competitiva a través de la diferenciación de productos, optimización de la cadena de suministro y mejora de la experiencia del cliente.

El 11 % comenta que se consideran varios criterios, como la capacidad de mejorar la calidad del producto, reducir costos operativos y aumentar la productividad.

El enfoque principal para el 22 % es evaluar las inversiones basándose en el retorno de la inversión a largo plazo y su capacidad para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos.

Para el 11 % se priorizan inversiones tecnológicas que se alinean con objetivos estratégicos y demuestran beneficios en términos de productividad y competitividad.

Análisis: Las respuestas de los gerentes financieros indican un enfoque multifacético para la evaluación y priorización de las inversiones en tecnología. Las empresas están adoptando varios criterios clave para asegurar que las inversiones tecnológicas contribuyan a sus objetivos estratégicos y operativos.

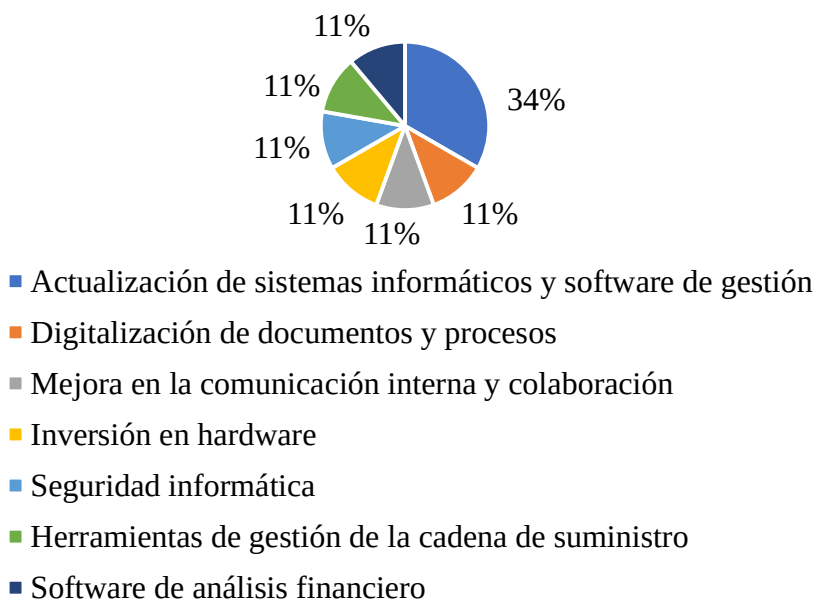
La evaluación y priorización de inversiones tecnológicas en estas empresas es un proceso cuidadoso que considera múltiples factores para garantizar que las inversiones aporten valor significativo y sostenible a largo plazo. Las empresas están equilibrando la necesidad de innovación con la estabilidad operativa, asegurándose de que las inversiones tecnológicas sean estratégicas y beneficiosas en múltiples frentes.

En cuanto a inversiones en tecnología, las empresas se mantienen cautelosas por la falta de experiencia. Sin embargo, con un acompañamiento y conocimiento más amplio en la implementación de nuevas tecnologías, la incertidumbre en estas inversiones sería menor y la apuesta por incrementar el monto a invertir sería mayor.

PREGUNTA 6. ¿Cuáles han sido las inversiones más significativas realizadas en tecnología en los últimos años y cuál ha sido su impacto en la productividad y rentabilidad?

Descripción:

6. ¿Cuáles han sido las inversiones más significativas realizadas en tecnología en los últimos años y cuál ha sido su impacto en la productividad y rentabilidad?



Las respuestas del 34 % destacan las inversiones en la actualización de sistemas informáticos y *software* de gestión empresarial, lo que ha mejorado la eficiencia en tareas administrativas y la gestión de inventarios.

Para el 11 % la inversión en la digitalización de documentos y procesos administrativos ha agilizado operaciones internas y reducido el uso de papel, contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia.

La implementación de sistemas de comunicación interna y colaboración, como correos electrónicos y plataformas de mensajería, ha mejorado la coordinación entre equipos y facilitado el intercambio de información, según el 11 % de los gerentes encuestados.

Para el 11 % la adquisición de *hardware*, como computadoras y dispositivos móviles, ha mejorado la accesibilidad a la información y la comunicación dentro de la empresa.

Las inversiones en tecnologías de seguridad informática, según el 11 %, han protegido los datos y sistemas contra amenazas cibernéticas, manteniendo la integridad y confidencialidad de la información.

Para el 11 % la implementación de nuevas herramientas de gestión de la cadena de suministro ha optimizado los tiempos de entrega y reducido los costos de almacenamiento.

Para el 11 % la inversión en *software* de análisis financiero ha permitido una mejor toma de decisiones y un control más preciso de los gastos.

Análisis: Las inversiones tecnológicas en la empresa han sido variadas y han abarcado varias áreas clave que impactan tanto la productividad como la rentabilidad. Las respuestas indican un enfoque en mejorar la eficiencia operativa a través de la actualización de sistemas informáticos y *software* de gestión empresarial. Estas mejoras han optimizado tareas administrativas y la gestión de inventarios, lo cual es fundamental para mantener operaciones fluidas y eficientes.

La digitalización de documentos y procesos administrativos ha sido una estrategia importante para agilizar operaciones internas, reducir el uso de papel y contribuir a la sostenibilidad. Este enfoque no solo mejora la eficiencia, sino que también apoya los objetivos ambientales de la empresa.

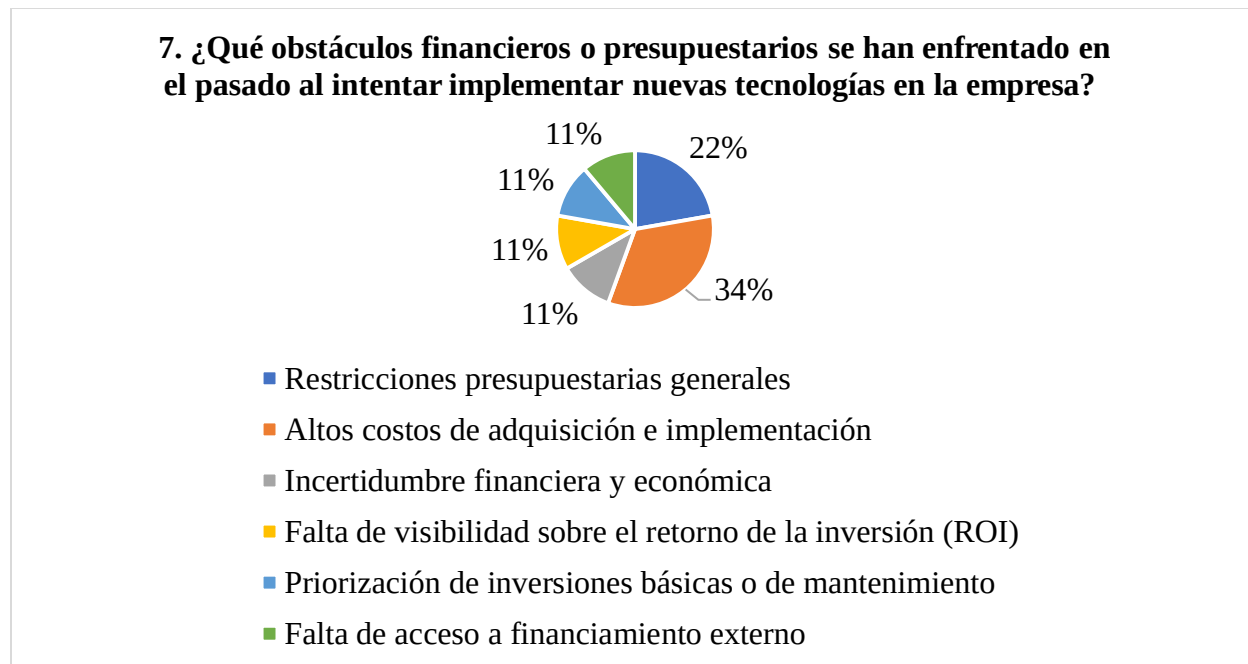
Las inversiones en comunicación interna y herramientas de colaboración han facilitado el intercambio de información y mejorado la coordinación entre los equipos. Esto es esencial en un entorno empresarial moderno donde la comunicación efectiva puede marcar la diferencia en la productividad y la cohesión del equipo.

Los empleados tienen acceso a equipos eficientes, cruciales para evitar retrasos y mantener un alto nivel de productividad, aseguran la adquisición de *hardware* moderno. La seguridad informática también ha sido una prioridad, protegiendo los datos y sistemas de la empresa contra amenazas cibernéticas y asegurando la confidencialidad de la información.

Las empresas han realizado inversiones estratégicas en tecnología que abarcan desde mejoras operativas hasta la protección de datos, todas ellas contribuyendo significativamente a la productividad y rentabilidad general.

PREGUNTA 7. ¿Qué obstáculos financieros o presupuestarios se han enfrentado en el pasado al intentar implementar nuevas tecnologías en la empresa?

Descripción:



El 22 % comenta que se han enfrentado a restricciones presupuestarias que han limitado la capacidad para realizar inversiones significativas en nuevas tecnologías.

El 34 % menciona que los altos costos asociados con la adquisición e implementación de nuevas tecnologías han sido un obstáculo financiero importante para sus empresas.

Otro factor importante para el 11 % es la incertidumbre financiera y económica que ha hecho que sean más cautelosos al realizar inversiones en nuevas tecnologías, ya que deben garantizar que cualquier gasto adicional se alinee con las metas comerciales a largo plazo.

Para el 11 % la falta de visibilidad sobre el retorno de la inversión (*ROI*) de las tecnologías propuestas ha generado dudas sobre la viabilidad financiera de su implementación, lo que ha frenado su progreso.

El 11 % comenta que las limitaciones presupuestarias a menudo los han obligado a priorizar la inversión en tecnologías básicas o de mantenimiento sobre la adquisición de soluciones más avanzadas que podrían ofrecer mayores beneficios a largo plazo.

El 11 % menciona que la falta de acceso a financiamiento externo ha sido un gran obstáculo, ya que les dificulta obtener los fondos necesarios para adoptar nuevas tecnologías.

Análisis: En general, las empresas han enfrentado diversos obstáculos financieros y presupuestarios al intentar implementar nuevas tecnologías. Las restricciones presupuestarias generales y los altos costos de adquisición e implementación son los desafíos más mencionados, destacando la necesidad de un mayor apoyo financiero, ya sea interno o externo, para facilitar estas inversiones. Además, la incertidumbre financiera y económica obliga a las empresas a ser cautelosas y asegurar que cualquier inversión tecnológica esté alineada con sus objetivos comerciales a largo plazo y que haya una clara visibilidad del retorno de la inversión (*ROI*).

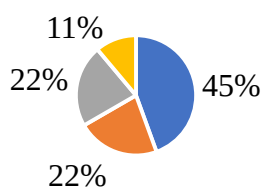
También se priorizan inversiones en tecnologías básicas o de mantenimiento por las limitaciones presupuestarias, lo que impide adoptar soluciones tecnológicas más avanzadas que podrían ofrecer mayores beneficios a largo plazo. Esta priorización puede estar influenciada por la falta de acceso a financiamiento externo, lo que dificulta obtener los fondos necesarios para adoptar nuevas tecnologías.

Los principales obstáculos financieros y presupuestarios incluyen restricciones presupuestarias generales, altos costos de adquisición e implementación, incertidumbre financiera y económica, falta de visibilidad sobre el *ROI*, priorización de inversiones básicas y falta de acceso a financiamiento externo. Para superar estos desafíos, es crucial que las empresas busquen estrategias para asegurar un financiamiento adecuado y desarrollar planes claros que demuestren los beneficios y el retorno de inversión de las nuevas tecnologías.

PREGUNTA 8. ¿Conoces si existen políticas de financiamiento a nivel gubernamental o de la industria para apoyar la innovación en el sector plástico? Si es afirmativo, ¿La empresa recibe algún incentivo de programas gubernamentales para innovación?

Descripción:

8. ¿Conoces si existen políticas de financiamiento a nivel gubernamental o de la industria para apoyar la innovación en el sector plástico? Si es afirmativo, ¿La empresa recibe algún incentivo de programas gubernamentales para innovación?



- Conocen programas, pero no participan
- Informados, pero sin participación activa
- Poco conocimiento de programas
- Conocen, pero no han recibido incentivos específicos

El 45 % menciona que sabe de la existencia de programas gubernamentales, pero no participa en ninguno.

Para el 22 % no han recibido incentivos, pero están en contacto con autoridades relevantes para obtener más detalles.

El 22 % posee poco conocimiento de programas gubernamentales. Conoce políticas, pero no han accedido a incentivos por falta de información y recursos.

El 11 % menciona que sabe de algunas políticas, pero no han recibido incentivos específicos.

Análisis: La mayoría de las empresas están informadas sobre la existencia de estos programas y políticas, pero aún no han tomado medidas activas para beneficiarse de ellos. Esto puede deberse a una falta de iniciativa o a una evaluación en curso de las oportunidades disponibles.

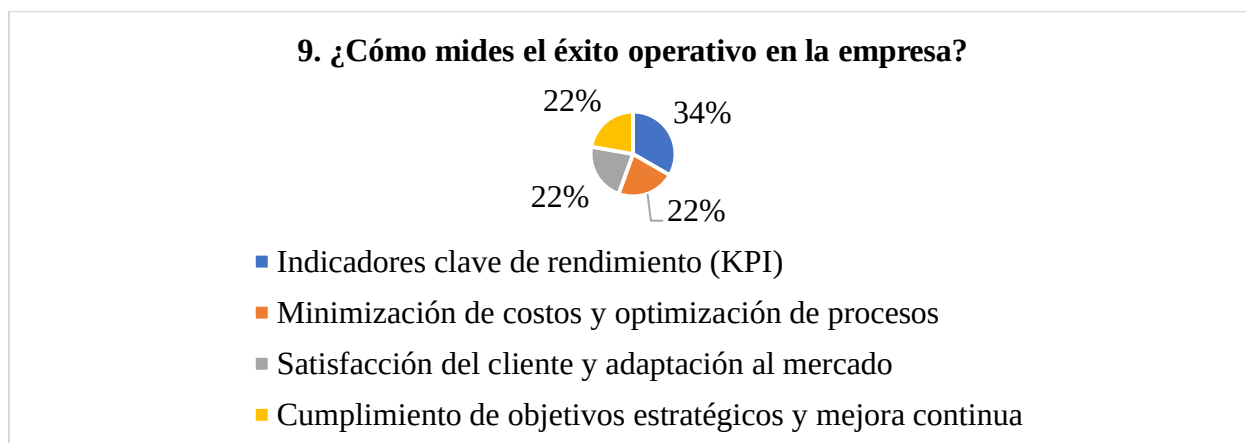
Algunas empresas admiten tener poco conocimiento sobre estos programas, lo que implica una barrera significativa para acceder a los beneficios. Esto resalta la necesidad de una mayor difusión y accesibilidad de información sobre los programas disponibles.

Algunas empresas están en el proceso de evaluar las oportunidades y ponerse en contacto con las autoridades pertinentes para explorar más detalles y potenciales beneficios. Esto sugiere una etapa inicial de interés que podría traducirse en una participación futura más activa.

En general, las respuestas indican que, aunque existe un reconocimiento generalizado de la disponibilidad de programas gubernamentales de financiamiento para la innovación en el sector plástico, la mayoría de las empresas aún no han participado activamente en estos programas o no han recibido incentivos directos. Varias razones se mencionan para esta falta de participación.

PREGUNTA 9. ¿Cómo mides el éxito operativo en la empresa?

Descripción:



El 34 % menciona que miden el éxito operativo mediante indicadores clave de rendimiento específicos para cada área, como la eficiencia de la producción, la calidad del producto y la utilización de la capacidad.

El 22 % de los gerentes se enfocan en la minimización de costos operativos, optimización del proceso de fabricación y mejora continua de la eficiencia en toda la cadena de suministro.

El 22 % consideran aspectos financieros, satisfacción del cliente, velocidad de entrega y capacidad de adaptación a cambios del mercado como indicadores clave.

Para el 22 % menciona que miden el éxito operativo en base al cumplimiento de los objetivos estratégicos, mejora continua de procesos y adaptación a nuevas tecnologías y tendencias del mercado.

Análisis: La mayoría de los gerentes financieros en la encuesta utilizan una combinación de indicadores financieros y no financieros para medir el éxito operativo en sus empresas.

Las empresas miden aspectos como la eficiencia de producción, la calidad del producto, la utilización de capacidad, el margen de beneficio y el *ROI*. Esto tiende a medir detallada y cuantificable el éxito, crucial para identificar áreas de mejora y justificar inversiones futuras.

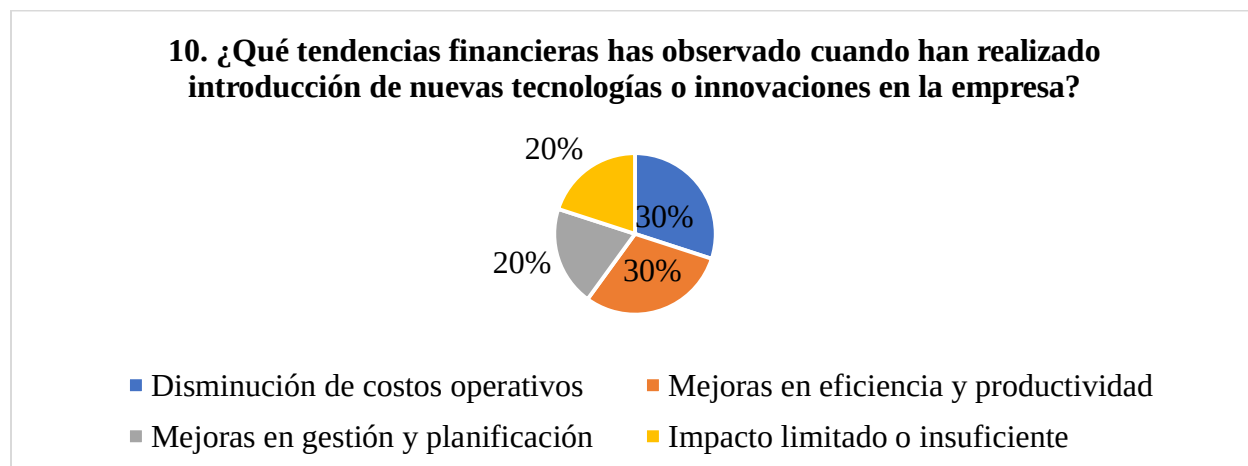
Varias respuestas destacan la importancia de minimizar costos operativos y optimizar procesos de fabricación. Esto refleja un enfoque en la eficiencia operativa y la reducción de gastos, crucial para mantener la competitividad en el mercado.

Un grupo de respuestas se centra en el cumplimiento de objetivos estratégicos y la mejora continua de procesos. Este enfoque indica un alineamiento de las operaciones con la visión y misión de la empresa, asegurando que todas las actividades contribuyan a los objetivos a largo plazo.

Las empresas están adoptando enfoques multifacéticos para medir el éxito operativo, combinando indicadores financieros y no financieros para obtener una visión completa de su rendimiento. Esto les permite identificar áreas de mejora y justificar inversiones estratégicas en tecnología y procesos. La clave para el éxito futuro radica en la capacidad de las empresas para adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y las nuevas tecnologías, manteniendo al mismo tiempo un enfoque en la eficiencia y la satisfacción del cliente.

PREGUNTA 10. ¿Qué tendencias financieras has observado cuando han realizado introducción de nuevas tecnologías o innovaciones en la empresa?

Descripción:



El 30 % observó una ligera disminución en los costos operativos directos tras la introducción de nuevas tecnologías, aunque estos ahorros no han sido significativos debido a la limitada adopción de tecnología avanzada.

El 30 % menciona que la introducción de tecnologías ha generado cierta eficiencia en áreas específicas como la producción, pero no ha habido un aumento significativo en los ingresos debido a la falta de innovaciones disruptivas.

Para el 20 % las tendencias financieras reflejan una leve mejora en la productividad y capacidad de respuesta a la demanda del mercado, sin alcanzar un cambio en la rentabilidad.

El 20 % comenta que, aunque se ha invertido en tecnologías para mejorar la eficiencia, no se ha visto un aumento significativo en la rentabilidad debido a la falta de integración completa en los procesos operativos.

Análisis: De acuerdo con las respuestas recopiladas, las empresas han observado diversos impactos financieros tras la implementación de nuevas tecnologías. La mayoría de las respuestas indican una mejora en ciertos aspectos operativos y financieros.

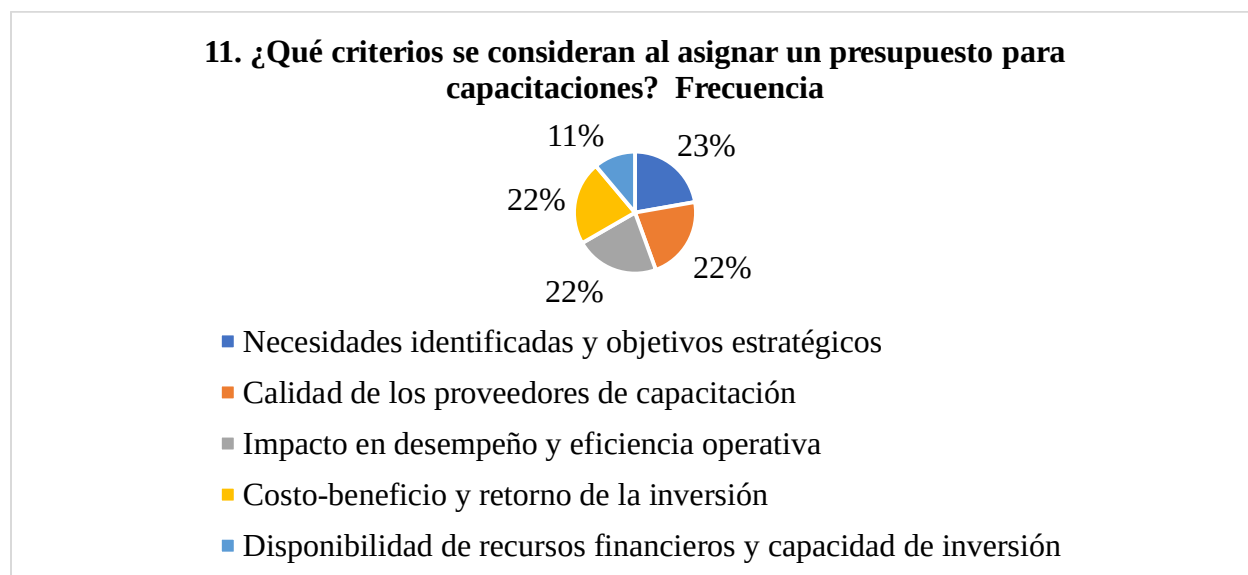
Varios gerentes financieros reportan una ligera reducción en los costos operativos, especialmente en áreas laborales y de producción. Sin embargo, estos ahorros no siempre son significativos, debido a la limitada adopción de tecnologías avanzadas.

Algunos reportan mejoras en la eficiencia de producción y la optimización de recursos, lo que ha llevado a una mejor productividad. Sin embargo, la falta de integración completa y la ausencia de innovaciones disruptivas han limitado el impacto en los ingresos y la rentabilidad.

La falta de una integración completa de las tecnologías y los desafíos en la optimización de procesos han llevado a un impacto financiero limitado. Esto sugiere que, aunque se realizan inversiones tecnológicas, es crucial maximizar los beneficios financieros.

PREGUNTA 11. ¿Qué criterios se consideran al asignar un presupuesto para capacitaciones?

Descripción:



Para el 23 % consideran primero las necesidades específicas de desarrollo de habilidades y conocimientos relevantes para el personal y alineadas con los objetivos estratégicos de la empresa.

El 22 % menciona que valoran la calidad de los proveedores para asegurar programas que cumplan con estándares de excelencia y que ofrezcan un retorno significativo de la inversión.

El 22 % considera el impacto potencial de la capacitación en la mejora del desempeño individual y organizacional, el aumento de la productividad y la eficiencia operativa como criterios clave.

El 22 % de los gerentes encuestados tienen en cuenta el costo-beneficio de cada programa, asegurándose de que el retorno esperado justifique el gasto y contribuya a la mejora continua del talento y rendimiento.

El 11 % analizan la disponibilidad de recursos financieros y la capacidad de la empresa para invertir en capacitación, equilibrando las necesidades de desarrollo del personal con otras prioridades financieras y operativas.

Análisis: Las respuestas indican que la empresa tiene un enfoque multifacético al asignar presupuesto para capacitaciones, evaluando varios criterios importantes.

Las necesidades de desarrollo y la alineación con los objetivos estratégicos de la empresa son fundamentales. Las empresas buscan asegurarse de que las capacitaciones contribuyan directamente a las metas organizacionales y mejoren la productividad del personal.

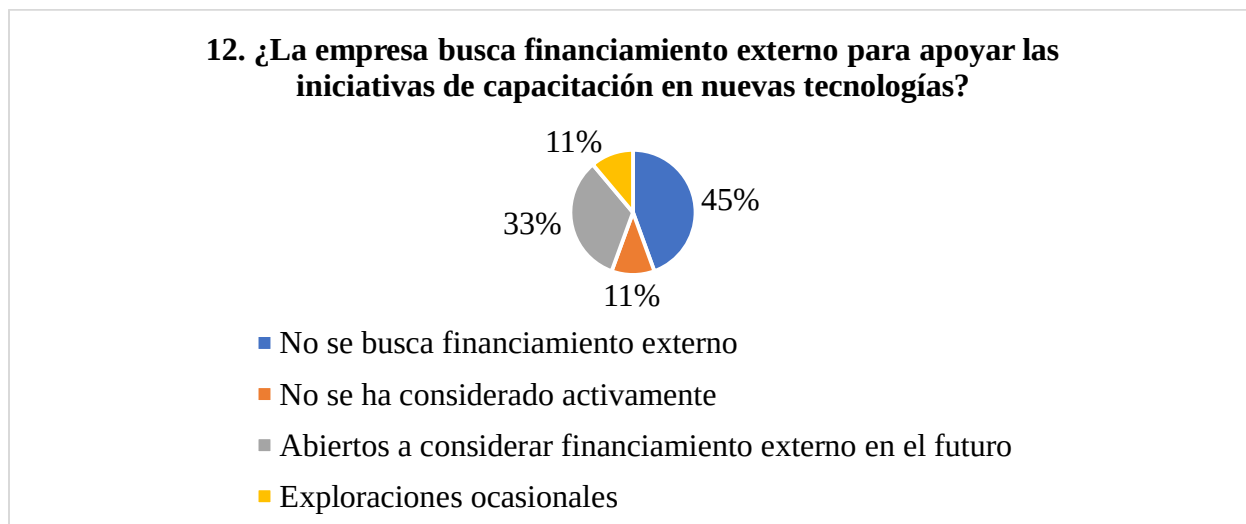
Se considera cómo la capacitación puede mejorar el desempeño tanto a nivel individual como organizacional. Esto incluye la productividad, eficiencia operativa, y la capacidad de adaptación a nuevas tecnologías y tendencias del mercado.

Evaluar el costo-beneficio de cada programa es esencial para asegurar que las inversiones en capacitación sean justificables y que ofrezcan un retorno medible. Esto implica una cuidadosa planificación financiera para equilibrar los costos y los beneficios esperados.

Las decisiones de presupuesto también dependen de la disponibilidad de recursos financieros y la capacidad de la empresa para invertir en capacitación, asegurando que otras prioridades financieras y operativas no se vean comprometidas.

PREGUNTA 12. ¿La empresa busca financiamiento externo para apoyar las iniciativas de capacitación en nuevas tecnologías?

Descripción:



El 45 % de las respuestas indican que la empresa no busca financiamiento externo para las iniciativas de capacitación en nuevas tecnologías. Prefieren utilizar recursos internos ya asignados para este propósito.

Para el 11 % la empresa no ha considerado activamente la búsqueda de financiamiento externo para apoyar las iniciativas de capacitación en nuevas tecnologías.

Para el 33 % mencionan que, aunque no se ha buscado financiamiento externo específicamente para capacitación en nuevas tecnologías, están abiertos a considerar esta opción en el futuro si surge una oportunidad alineada con sus objetivos y presupuesto.

En ocasiones comenta el 11 % que han explorado opciones de financiamiento externo, pero no es una práctica común debido a las condiciones de los préstamos y limitaciones presupuestarias.

Análisis: De las respuestas proporcionadas, se observa que la mayoría de las empresas no buscan activamente financiamiento externo para las iniciativas de capacitación en nuevas tecnologías. Cuatro de las personas encuestadas mencionaron que prefieren utilizar los recursos

internos asignados específicamente para este fin. Esta tendencia podría deberse a la existencia de fondos internos adecuados o a la preferencia por mantener el control financiero interno y evitar las condiciones de los préstamos externos.

Una persona mencionó que no se ha considerado activamente la búsqueda de financiamiento externo, lo que podría indicar una falta de necesidad o una falta de exploración de esta opción.

Por otro lado, tres personas están abiertas a la posibilidad de buscar financiamiento externo en el futuro si surge una oportunidad que se alinee con sus objetivos estratégicos y presupuesto. Esta apertura muestra una disposición a considerar fuentes adicionales de financiación en función de las circunstancias futuras y las oportunidades específicas.

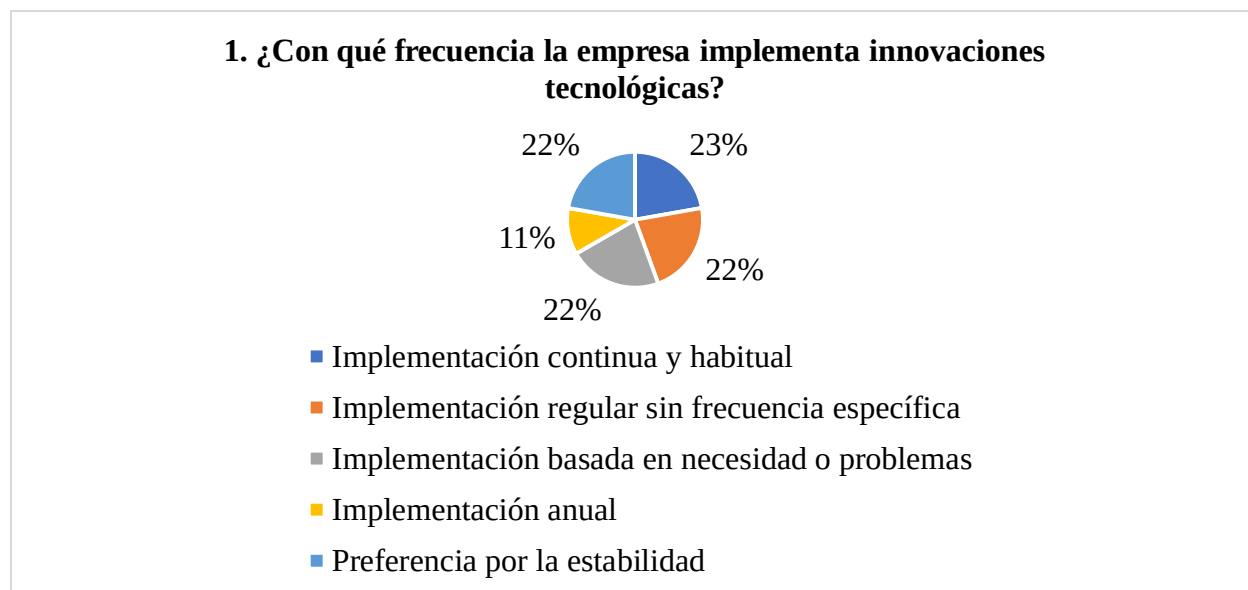
Finalmente, una persona mencionó que en ocasiones han explorado opciones de financiamiento externo, pero no es una práctica común debido a las condiciones de los préstamos y las limitaciones presupuestarias. Esto sugiere que, aunque hay interés en buscar financiamiento externo, las condiciones actuales no son favorables.

La situación actual muestra una preferencia por el uso de recursos internos para la capacitación en nuevas tecnologías, con una disposición a considerar financiamiento externo en el futuro si las condiciones son favorables y se alinean con los objetivos estratégicos de las empresas.

5.6.1.4. Procesamiento de Datos - jefes de Recursos Humanos

PREGUNTA 1. ¿Con qué frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

Descripción:

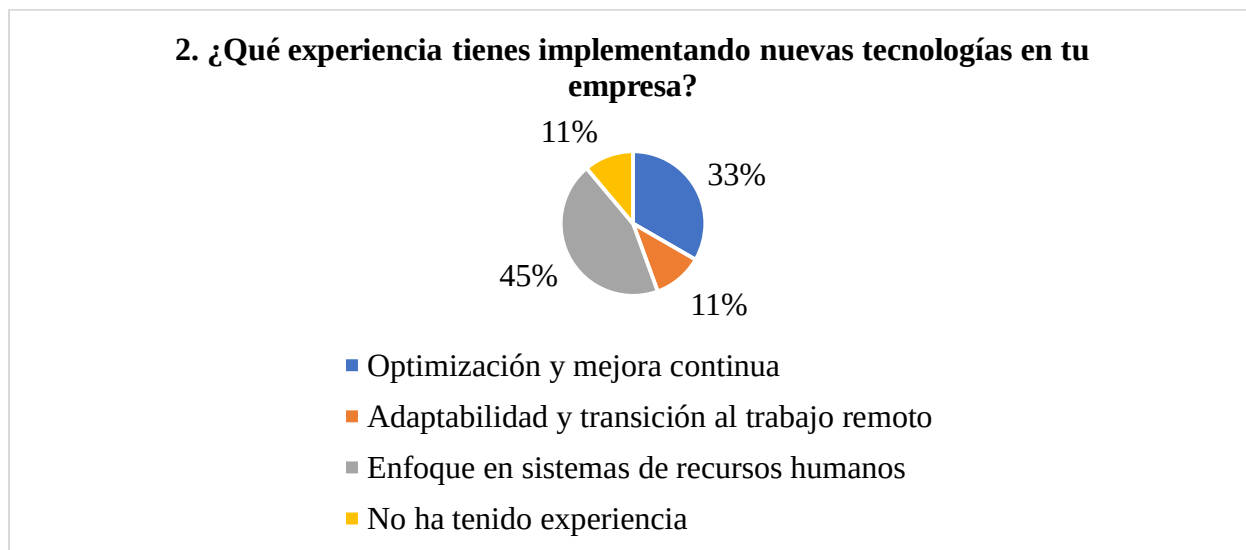


La frecuencia de implementación de innovaciones tecnológicas del área de recursos humanos, basado en la información proporcionada, indica que la implementación continua y habitual, representa el 22 % de las opciones, sugiriendo una adopción frecuente de nuevas tecnologías. La implementación regular sin frecuencia específica también conforma el 22 %, indicando una implementación regular, pero sin una cadencia fija. La implementación basada en necesidad o problemas refleja otro 22 %, dependiendo de circunstancias específicas para la implementación. La implementación anual, es la menos frecuente con solo el 10 %. Finalmente, la preferencia por la estabilidad también representa el 22 %.

Análisis: Esto sugiere que, mientras una quinta parte de las implementaciones ocurren anualmente, la mayoría se distribuye equitativamente entre implementaciones continuas, regulares y basadas en necesidades específicas.

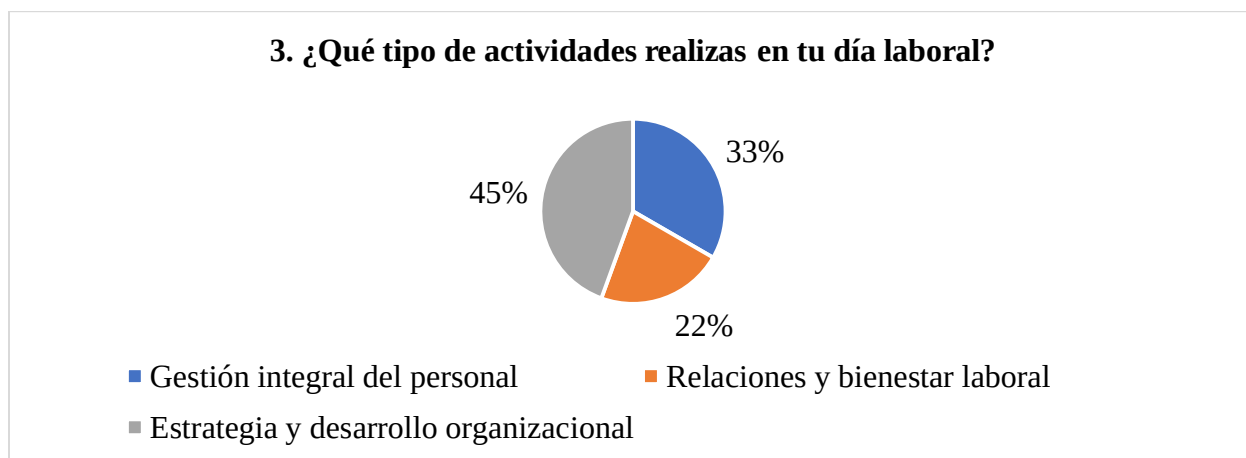
PREGUNTA 2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?

Descripción:



El 33 % de las empresas se centran en optimizar las tecnologías existentes, mejorando métodos y procedimientos establecidos. Valorar los resultados en los procesos actuales es clave para mantener la eficacia operativa. El 11 % han facilitado la transición al trabajo remoto mediante herramientas de colaboración y comunicación. Esta flexibilidad muestra una respuesta ágil a las necesidades cambiantes. Mientras que el 45 % de jefes RR.HH. tienen experiencias específicas con sistemas de seguimiento de tiempo, gestión de recursos humanos y comunicación interna indican una atención particular a las necesidades del personal y la estabilidad organizacional. Y por último el 11 % no han tenido experiencia.

La estrategia tecnológica abarca desde la eficiencia operativa hasta la satisfacción del equipo, equilibrando la adopción de soluciones nuevas y la mejora de las existentes, hasta la nula experiencia en dichas experiencias y una flexibilidad bastante baja.

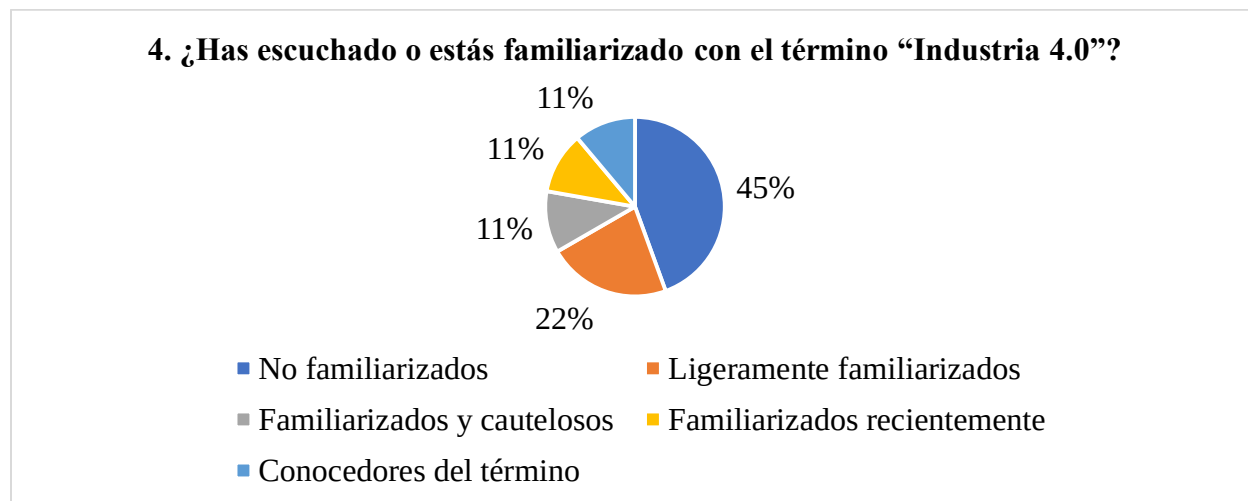
PREGUNTA 3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?**Descripción:**

El 33 % de los jefes RR.HH. realizan actividades como la gestión del reclutamiento, selección, capacitación, desarrollo del personal, administración de relaciones laborales, acciones del personal y el mantenimiento de políticas de recursos humanos. El 22 % se centran en mantener relaciones sólidas entre la gerencia y los empleados, velar por el bienestar del empleado y la seguridad laboral. Y el 45 % se dedican al desarrollo de políticas, consultoría interna y resolución de conflictos laborales, además de la retención de talento, el desarrollo de liderazgo y la gestión del cambio organizacional.

Esta distribución refleja un equilibrio entre las operaciones diarias de RR.HH. y la visión a largo plazo para el desarrollo organizacional.

PREGUNTA 4. ¿Has escuchado o estás familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?

Descripción:

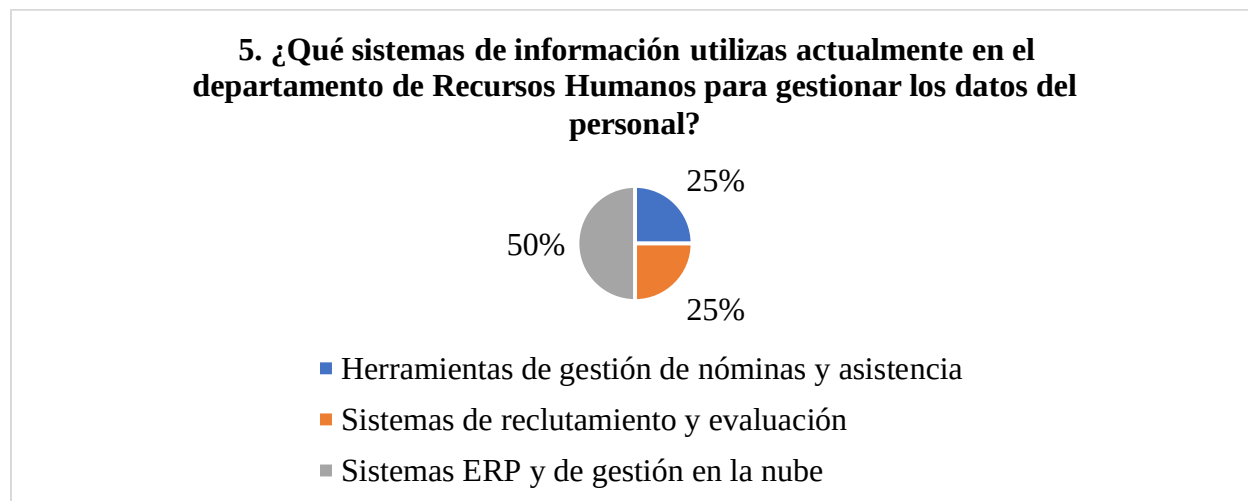


Las respuestas sobre la familiaridad con el término “Industria 4.0” abarcan un espectro amplio. Un 45 % admiten ser completamente nuevos en el concepto, mientras que 22 % tienen un conocimiento básico o incluso han estado al tanto desde hace algún tiempo (11 %). La cautela hacia su adopción también se manifiesta (11 %) y solamente un 11 % de los jefes RR.HH. admiten ser conocedores del tema.

Análisis: Estas perspectivas reflejan la diversidad de experiencias y niveles de conocimiento en torno a esta tendencia tecnológica emergente, resaltando en su mayoría un conocimiento vago o nulo sobre el término.

PREGUNTA 5. ¿Qué sistemas de información utilizas actualmente en el departamento de Recursos Humanos para gestionar los datos del personal?

Descripción:



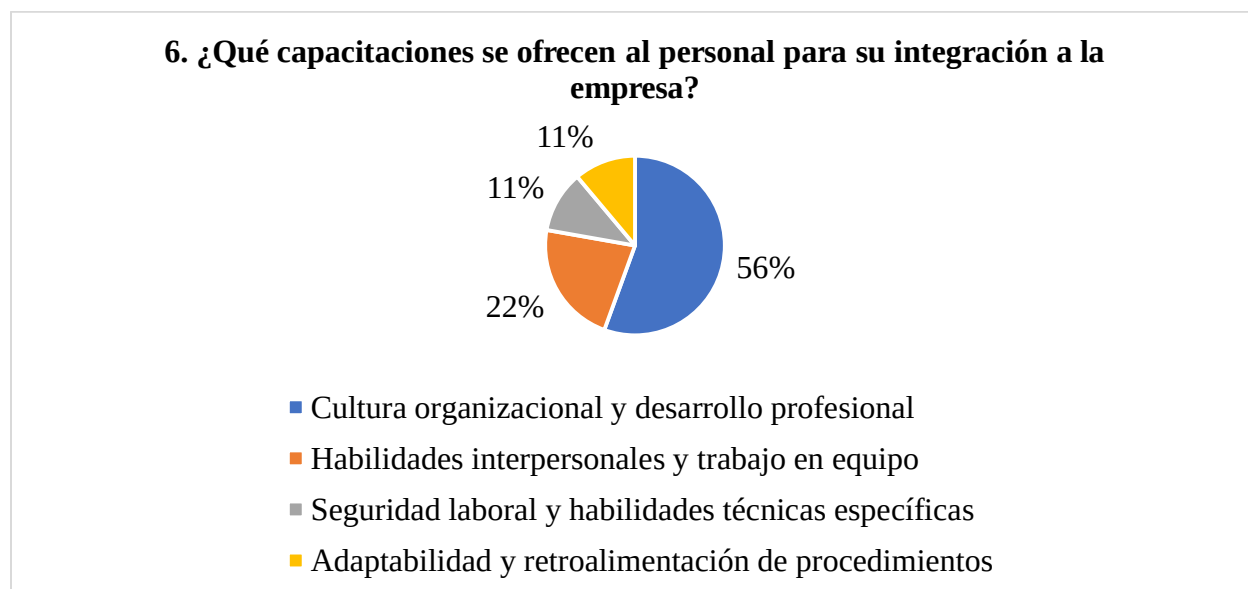
Las herramientas utilizadas en el departamento de Recursos Humanos en la industria plástica abarcan desde sistemas específicos de gestión de nóminas (25 %) y evaluación del personal (25 %) hasta soluciones más amplias como los sistemas *ERP* y la gestión en la nube (50 %).

Análisis: Estas categorías permiten visualizar la poca variedad de herramientas y plataformas utilizadas para la gestión de datos del personal, desde soluciones de *software* específicas como Softland, SAP, intranet y la nube, hasta herramientas de productividad general como Excel.

La poca variedad de herramientas puede deberse a que no existe un diagnóstico del nivel tecnológico actual que pueda indicar que tipos de nuevas tecnologías utilizar para la gestión de datos del personal.

PREGUNTA 6. ¿Qué capacitaciones se ofrecen al personal para su integración a la empresa?

Descripción:



Las estrategias de capacitación para la integración del personal en el departamento de Recursos Humanos abarcan desde la inmersión en la cultura organizacional y el desarrollo profesional (la cual abarca más de la mitad de las capacitaciones con el 56 %) hasta las habilidades interpersonales y trabajo en equipo (22 %). Además de tomar equitativamente (11 %) en las capacitaciones, la adaptabilidad, retroalimentación de procedimientos, la formación técnica específica del puesto y la seguridad laboral.

Análisis: La diversidad de enfoques refleja la importancia de adaptarse a las necesidades individuales de los empleados y garantizar una transición efectiva a la empresa. Estas categorías permiten visualizar la variedad de enfoques de capacitación, desde la inmersión en la cultura de la empresa hasta el desarrollo de habilidades técnicas y personales, destacando la importancia de la adaptabilidad y la retroalimentación continua. Pero indirectamente dejando de lado las capacitaciones sobre formación tecnológica y sus aplicaciones.

PREGUNTA 7. ¿Qué retos has enfrentado en la integración del personal y cómo los has superado?

Descripción:

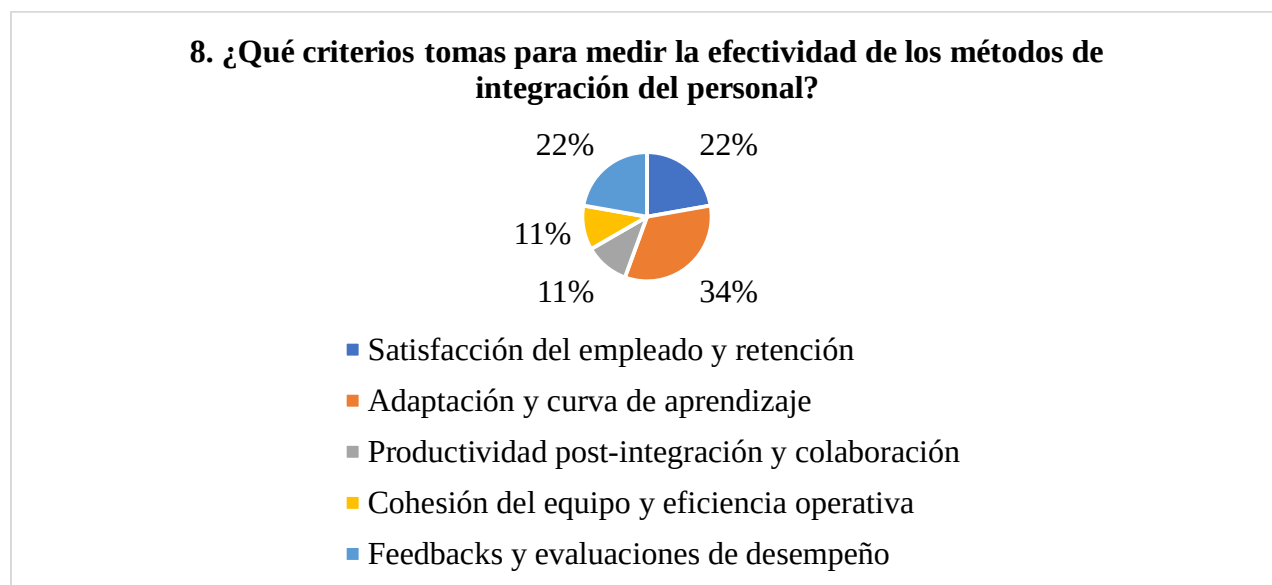


Estas categorías reflejan los desafíos comunes en la integración del personal y las estrategias utilizadas para superarlos, destacando la importancia de la cultura empresarial (34 %), la comunicación (33 %), la adaptación técnica (22 %) y el desarrollo de habilidades (11 %).

Análisis: Los retos en la integración del personal abarcan desde la alineación cultural y la adaptación a la empresa hasta la comunicación efectiva, la superación de la resistencia al cambio y el desarrollo de habilidades técnicas y personales. Las estrategias para enfrentar estos desafíos incluyen programas de orientación, capacitación personalizada y actividades grupales para fomentar la integración y el trabajo en equipo. Estas categorías reflejan desafíos que las tecnologías 4.0 pueden ayudar a sistematizar de mejor manera y simplificar la integración del personal, desde la adaptación cultural hasta el desarrollo de habilidades y la mejora de la comunicación.

PREGUNTA 8. ¿Qué criterios tomas para medir la efectividad de los métodos de integración del personal?

Descripción:



El 22 % de los jefes evalúa la efectividad de los métodos de integración del personal a través de encuestas de satisfacción y la tasa de retención de empleados. El 34 % los mide por la rapidez con la que los nuevos empleados se adaptan a sus roles y la disminución de la rotación de personal. Mientras que el 22 % lo hace por medio de feedback's y evaluaciones de desempeño.

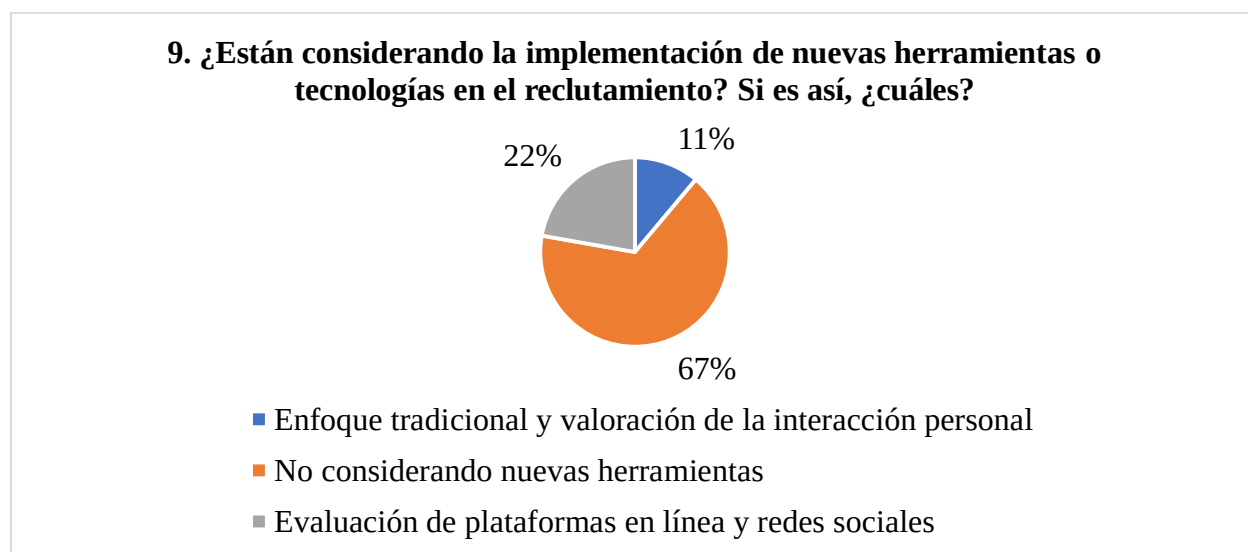
El 11 % observa la productividad después de la integración y el nivel de colaboración dentro de los equipos. Al igual que la satisfacción del empleado y la cohesión del equipo (11 %) como indicadores de eficiencia operativa a largo plazo.

Análisis: Los criterios para medir la efectividad de los métodos de integración del personal se centran en la retroalimentación directa de los empleados, la rapidez de su adaptación y la curva de aprendizaje, así como en indicadores clave como la satisfacción del empleado, la productividad post-integración, la cohesión del equipo y la eficiencia operativa. Las evaluaciones de desempeño y las tasas de retención también juegan un papel crucial en la medición, proporcionando una visión

integral del éxito de los métodos de integración y su impacto en la retención a largo plazo y el compromiso del empleado con la empresa. Estos criterios permiten evaluar la efectividad de los métodos de integración superficialmente, para lograr una gestión efectiva de las evaluaciones de desempeño y mejorar las tasas de retención de empleados, actualmente hay herramientas tecnológicas que pueden responder más beneficiosas.

PREGUNTA 9. ¿Están considerando la implementación de nuevas herramientas o tecnologías en el reclutamiento? Si es así, ¿cuáles?

Descripción:



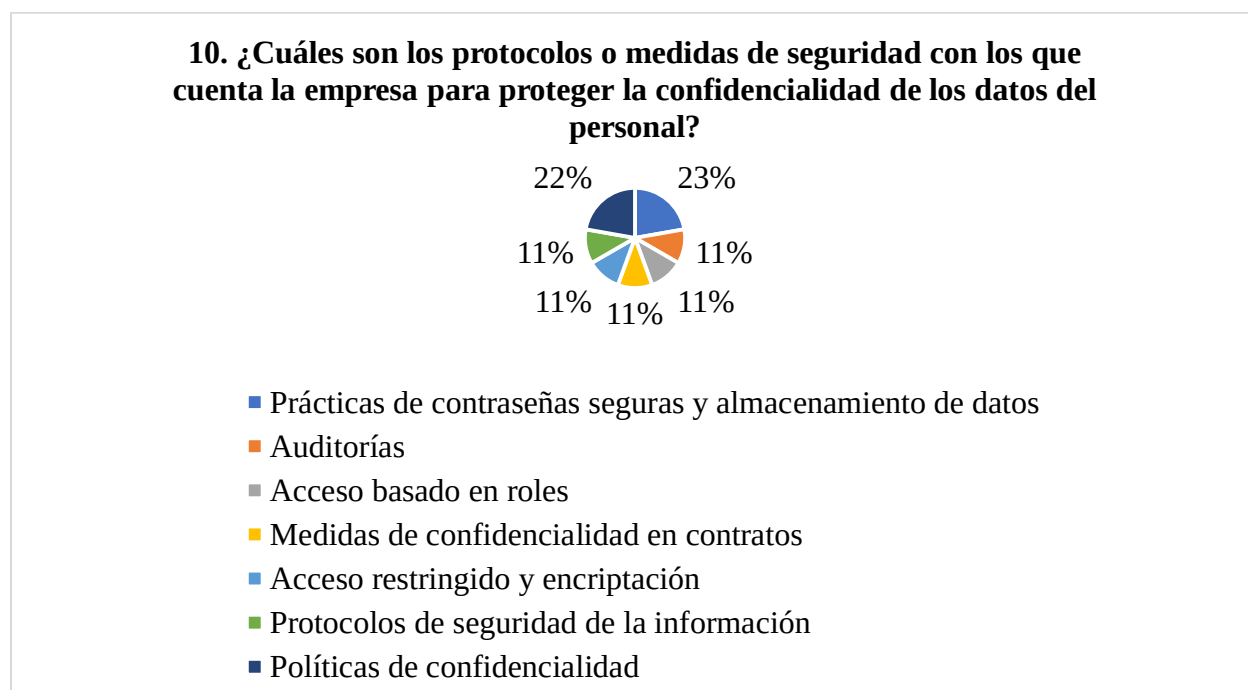
Estas categorías reflejan la variedad de enfoques en la adopción de nuevas tecnologías para el reclutamiento, desde la tradición (11 %), no considerar nuevas herramientas tecnológicas (67 %, predomina si se aplican) hasta la exploración de herramientas digitales (22 %).

Análisis: En el panorama actual del reclutamiento, las empresas exhiben una diversidad de enfoques en cuanto a la adopción de tecnologías. Algunas prefieren mantener un enfoque tradicional, valorando la interacción personal y la intuición en las entrevistas, mientras que otras no están considerando nuevas herramientas, a menudo limitadas por presupuestos o por la preferencia de métodos probados. Por otro lado, hay organizaciones que exploran activamente

plataformas de reclutamiento en línea y redes sociales, buscando mejorar sus procesos y atraer un espectro más amplio de talento. Este espectro de enfoques refleja la tensión entre la tradición y la innovación en el campo del reclutamiento, con cada empresa eligiendo su camino basado en su cultura, recursos y objetivos estratégicos. Es importante que las empresas tengan un diagnóstico tecnológico para identificar las carencias de nuevas tecnologías.

PREGUNTA 10. ¿Cuáles son los protocolos o medidas de seguridad con los que cuenta la empresa para proteger la confidencialidad de los datos del personal?

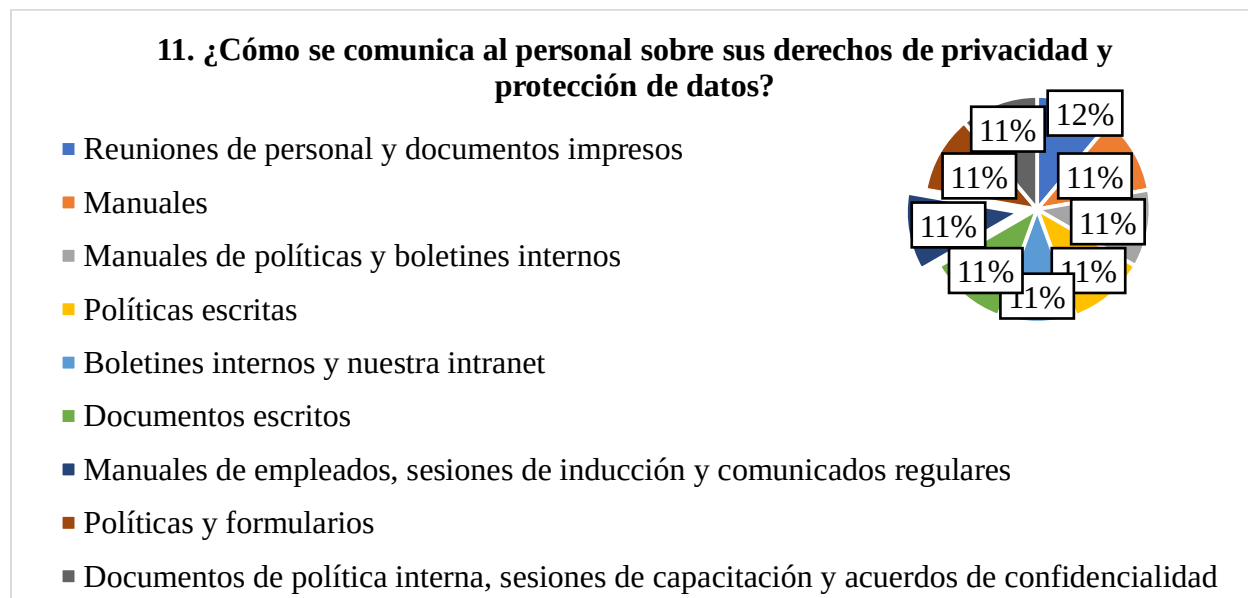
Descripción:



Análisis: se indica un enfoque integral para proteger la confidencialidad de los datos del personal. Las medidas se distribuyen equitativamente entre aspectos técnicos (como contraseñas seguras, encriptación y auditorías) y prácticas organizativas (como políticas escritas, reuniones de personal y manuales). La combinación de medidas operativas y estratégicas refleja un compromiso con la seguridad de la información. En conjunto, estas acciones son básicas y de requerimiento mínimo, no garantizan totalmente la confidencialidad y el bienestar de todo el personal.

PREGUNTA 11. ¿Cómo se comunica al personal sobre sus derechos de privacidad y protección de datos?

Descripción:

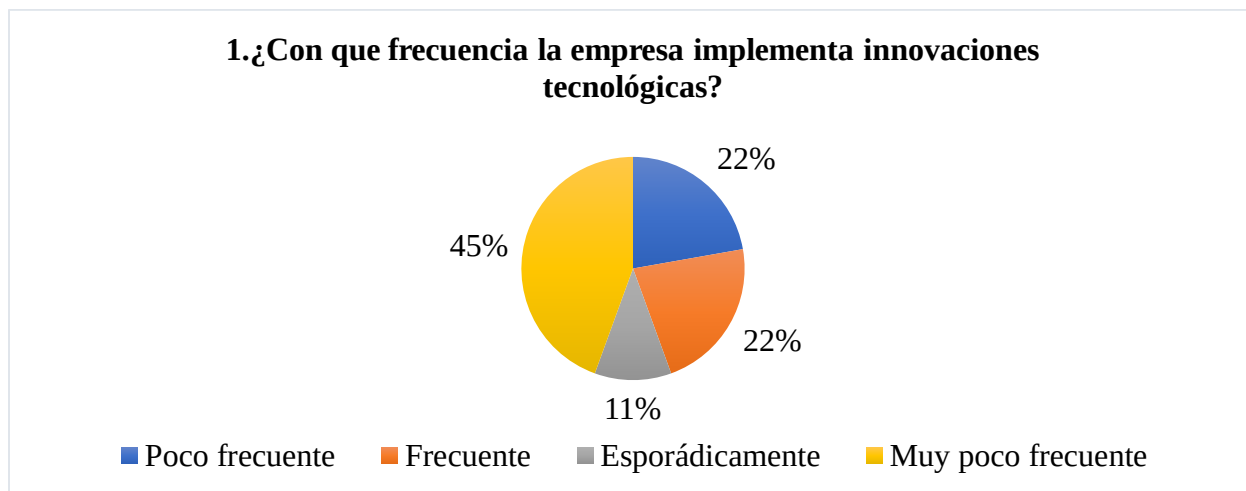


Análisis: La empresa utiliza un enfoque diversificado para comunicar los derechos de privacidad y protección de datos al personal. La combinación de métodos presenciales (reuniones, manuales) y digitales (intranet, boletines) asegura que todos los empleados estén informados. Además, la inclusión de acuerdos de confidencialidad demuestra un compromiso activo con la educación continua. En conjunto, estas estrategias buscan empoderar a los empleados y garantizar el cumplimiento de las políticas de privacidad, aunque también existe la probabilidad de que la información se disperse o se interprete de manera inconsistente entre los empleados, ya que diferentes personas pueden preferir y prestar más atención a diferentes métodos de comunicación, omitir o no prestarle la atención requerida al resguardo de información personal de los empleados puede ser resultado de problemas legales graves, la pérdida de credibilidad de las empresas y en consecuencia, se generan bajas en la demanda de empleados y un gasto financiero bastante elevado.

5.6.1.5. Procesamiento de Datos – Gerentes de Operaciones

PREGUNTA 1. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

Descripción:



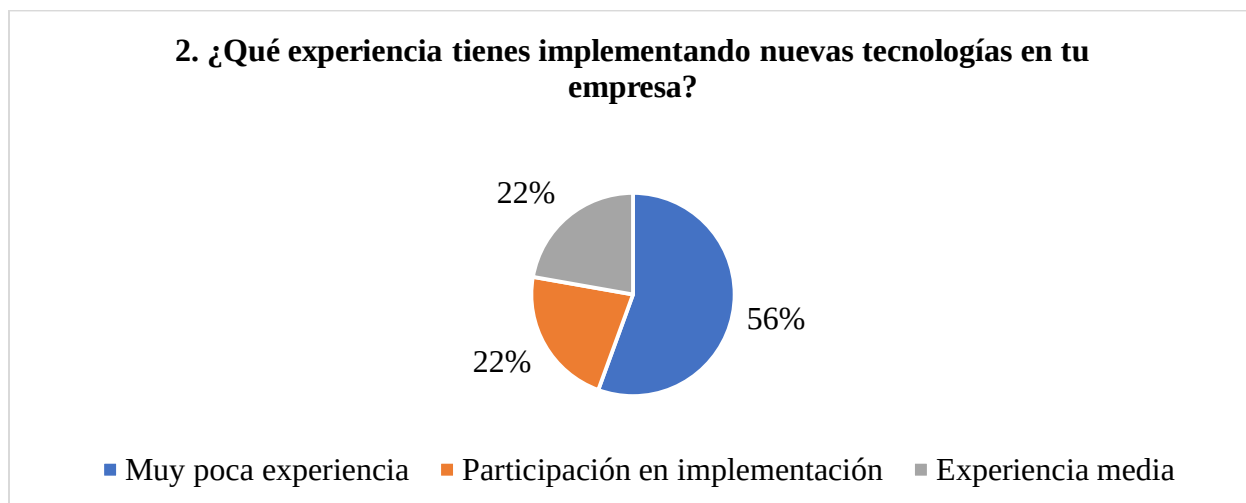
La empresa implementa innovaciones tecnológicas de manera muy poco frecuente según el 45 % de los encuestados, mientras que el 22 % considera que esto ocurre de forma poco frecuente y otro 22 % cree que es frecuente. Solo el 11 % opina que las innovaciones tecnológicas se realizan de manera esporádica.

Análisis: Las empresas a menudo evitan la innovación debido a una combinación de factores, incluyendo una cultura organizativa conservadora que dificulta la incorporación de nuevas ideas o tecnologías, la falta de motivación o visión en la dirección, el temor al riesgo asociado con la innovación y la carencia de conocimientos o habilidades necesarias para innovar de manera efectiva, lo que hace que la innovación se perciba como una meta demasiado arriesgada o complicada.

Es importante destacar que las empresas carecen de entrenamiento en tecnologías emergentes, porque desconocen el nivel tecnológico con el que cuentan y no poseen un plan de capacitación adaptado a sus necesidades tecnológicas.

PREGUNTA 2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?

Descripción:

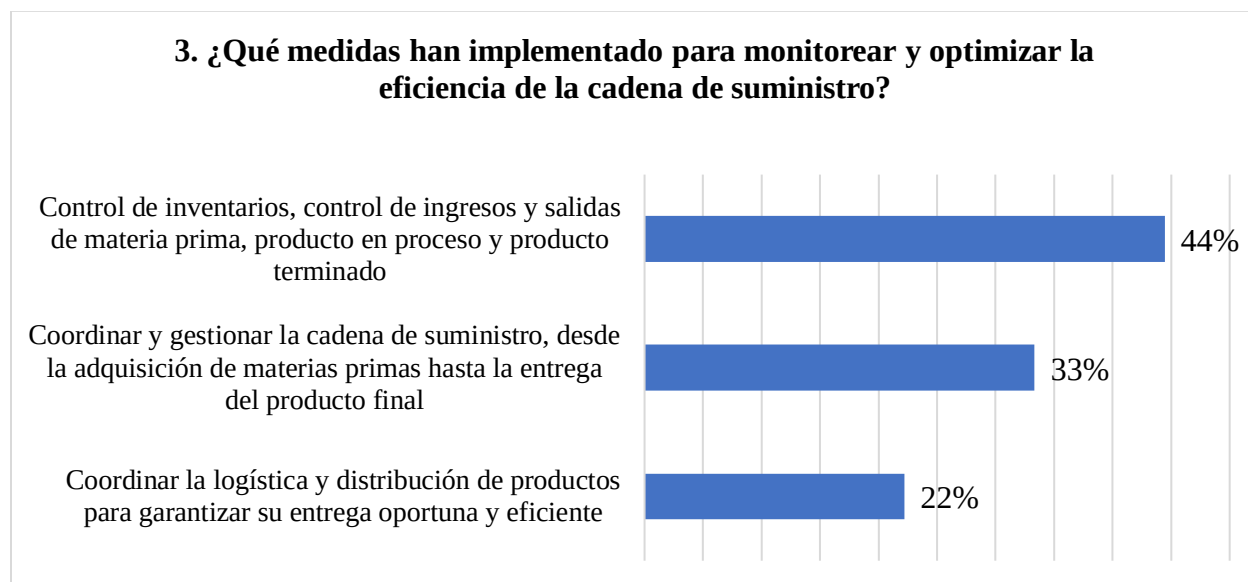


La mayoría de los entrevistados, un 56 %, tiene muy poca experiencia en la implementación de nuevas tecnologías en su empresa, mientras que un 22 % ha participado en la implementación y otro 22 % posee una experiencia media.

Análisis: La implementación exitosa de nuevas tecnologías en la empresa depende de la capacitación y participación de todos sus miembros; si no se les involucra, pueden surgir problemas de adopción, ya que podrían no comprender plenamente cómo la tecnología afecta sus tareas diarias. Sin embargo, al incluir a miembros de distintas áreas en el proceso, se incrementa la aceptación y eficacia de la tecnología, ya que ellos pueden aportar información valiosa sobre sus necesidades y preocupaciones, facilitando una implementación más fluida y exitosa.

PREGUNTA 3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?

Descripción:

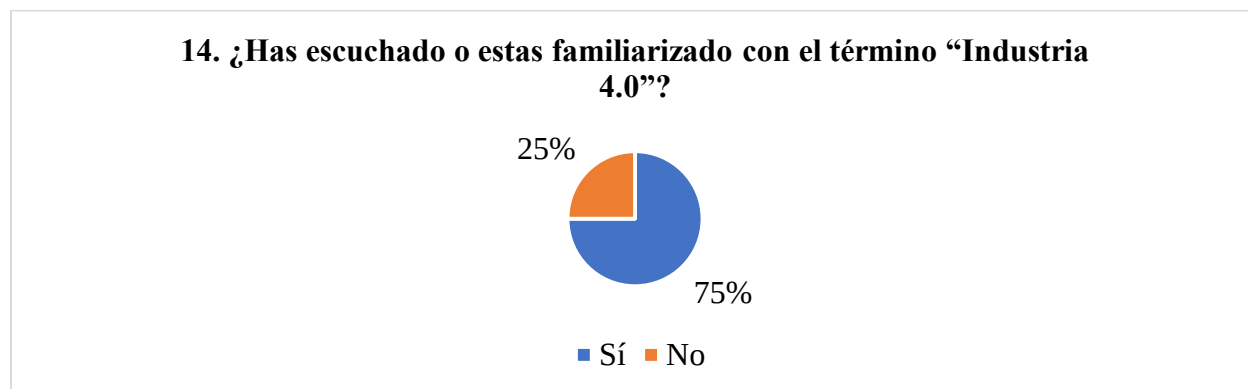


Un 22 % de los gerentes se enfoca en coordinar la logística y distribución de productos para asegurar entregas oportunas y eficientes. Un 33 % se dedica a gestionar toda la cadena de suministro, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto final. El control de inventarios, incluyendo la gestión de ingresos y salidas de materia prima, producto en proceso y producto terminado, es una prioridad para el 44 % de los gerentes.

Análisis: Los gerentes de operaciones en la gestión logística y de cadena de suministro muestran un enfoque integral, que se puede fortalecer usando herramientas avanzadas digitales que posibiliten una visibilidad y transparencia al permitir un seguimiento en tiempo real de los productos y una gestión más eficiente de los inventarios. Asimismo, estas herramientas permitirán realizar un análisis predictivo que faciliten una planificación precisa y optimizada de las operaciones, mientras que la tecnología blockchain asegura la seguridad y autenticidad de los productos en cada etapa de la cadena.

Pregunta 4. ¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?

Descripción:

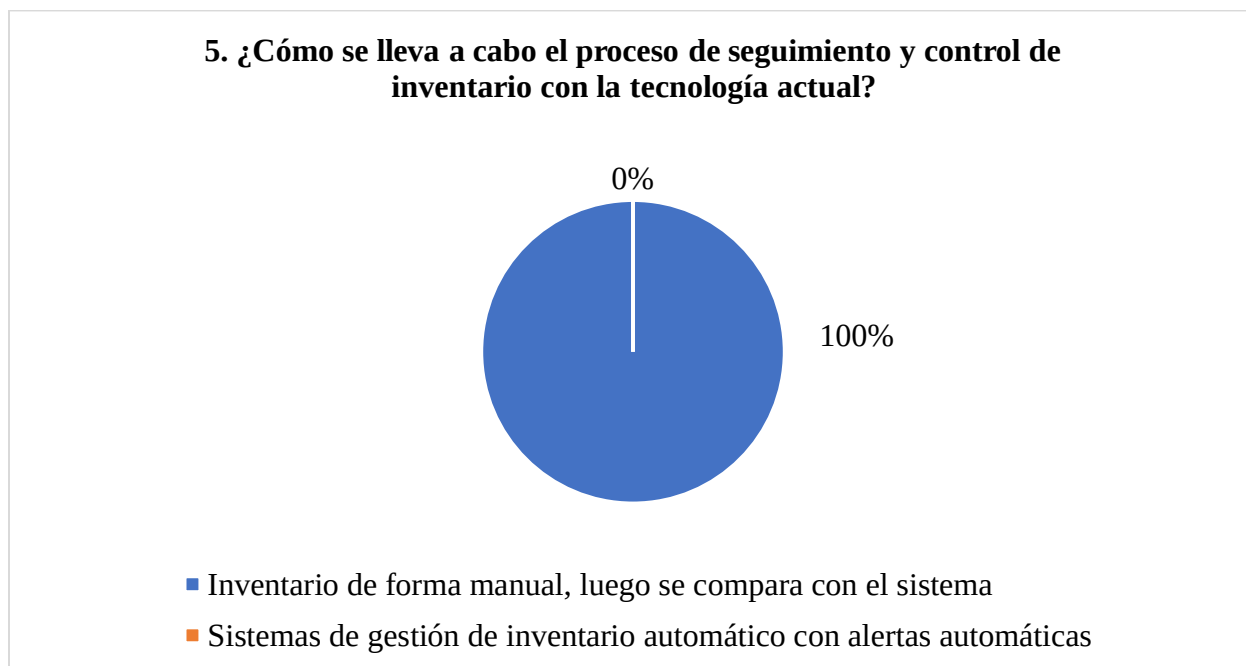


El 75 % de los entrevistados han escuchado o están familiarizados con este término, mientras que el 25 % no lo están. Esto sugiere un grado significativo de conciencia y comprensión sobre las tendencias tecnológicas emergentes en el ámbito industrial.

Análisis: Los entrevistados poseen un entendimiento teórico de los conceptos fundamentales de la Industria 4.0, pero desconocen el proceso de implementación debido a la falta de información específica sobre el tema. Aunque este conocimiento inicial puede considerarse un punto de partida crucial, un enfoque adecuado en la educación, capacitación y directrices claras, ayudarán a las empresas del plástico a progresar significativamente en la adopción de tecnologías digitales, mejorando su competitividad y eficiencia operativa.

PREGUNTA 5. ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de seguimiento y control de inventario con la tecnología actual?

Descripción:

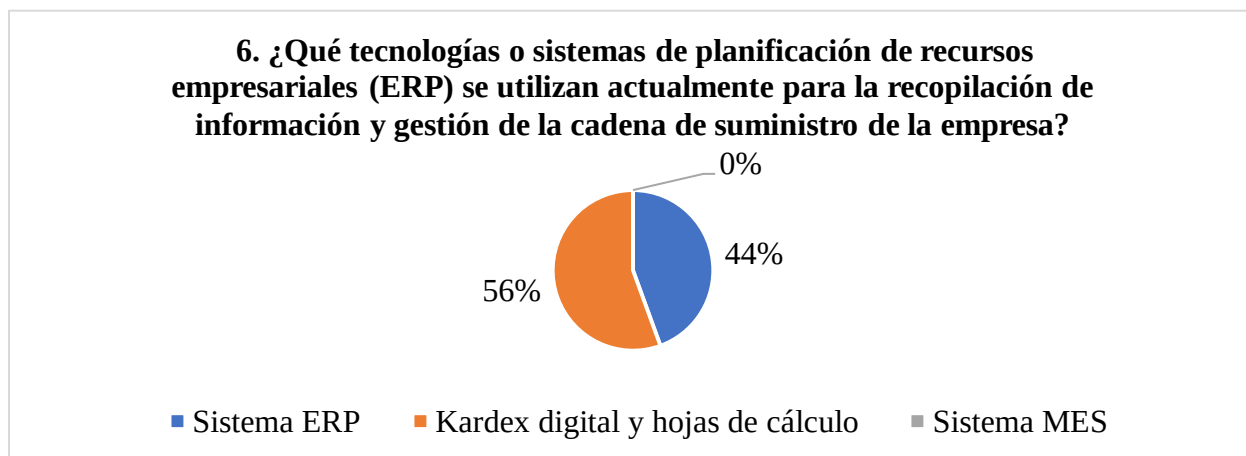


Según la entrevista, el 100 % de los entrevistados realizan el inventario de forma manual y lo comparan con un sistema informático. En contraste, el 0 % de ellos utiliza sistemas automáticos de gestión de inventario con alertas automáticas.

Análisis: Entre los entrevistados, es común el método manual de llevar el inventario y luego compararlo con un sistema informático, lo cual resalta que la mayoría de las empresas no han implementado sistemas automáticos de gestión de inventario con alertas automáticas. La adopción de estos sistemas automáticos podría no solo reducir errores humanos, sino también optimizar los procesos de gestión de inventario y mejorar la capacidad para detectar y responder rápidamente a cambios en los niveles de inventario.

PREGUNTA 6. ¿Qué tecnologías o sistemas de planificación de recursos empresariales (*ERP*) se utilizan actualmente para la recopilación de información y gestión de la cadena de suministro de la empresa?

Descripción:

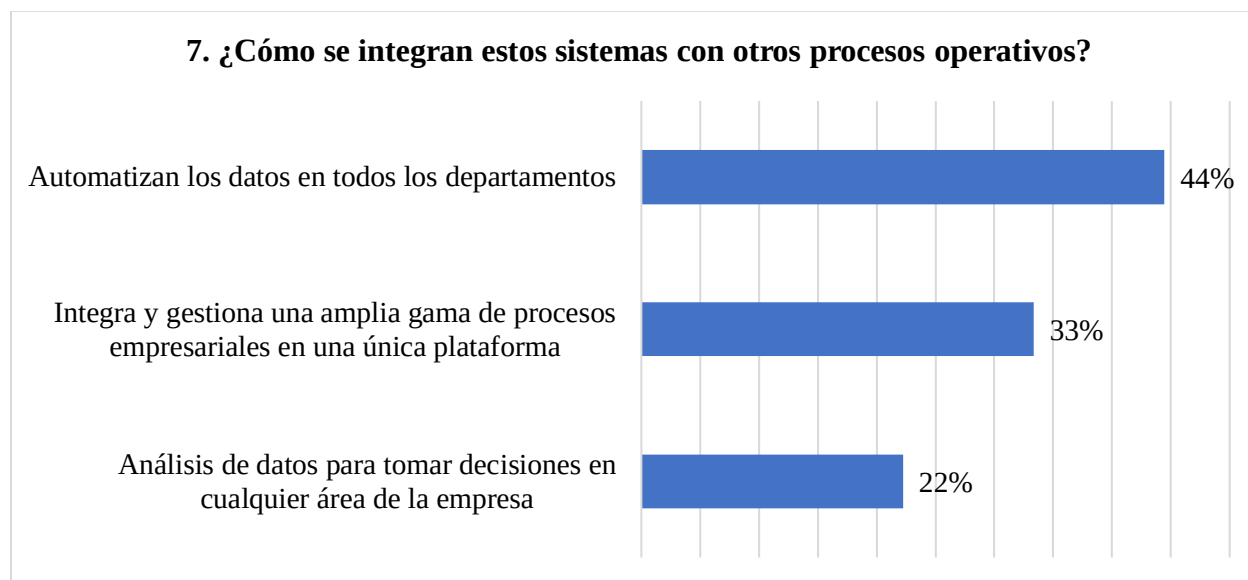


Se observa que un 44 % de los gerentes dijeron que utilizan un Sistema *ERP* (*Enterprise Resource Planning*) para la gestión de inventario. Por otro lado, el 56 % prefiere métodos más tradicionales como el Kardex Digital y las Hojas de Cálculo, y el 0 % para el Sistema *MES* (mes (*Manufacturing Execution System*)).

Análisis: Las empresas del plástico tienen procesos tradicionales con un enfoque administrativo (*ERP*) con operaciones no digitalizados debido a que existe un desconocimiento en tecnologías digitales adecuadas. La incorporación de tecnologías digitales es compatibles y combinables con sistemas *ERP*, lo cual ya es un buen avance a la digitalización en la empresa plástica, pues la mayoría lo han implementado. Esta digitalización proporcionara beneficios adicionales, como una mayor integración entre la gestión de inventario y otros procesos de producción, una mayor eficiencia en la planificación y programación de la producción, así como una mejor supervisión y control de las actividades en tiempo real.

PREGUNTA 7. ¿Cómo se integran estos sistemas con otros procesos operativos?

Descripción:

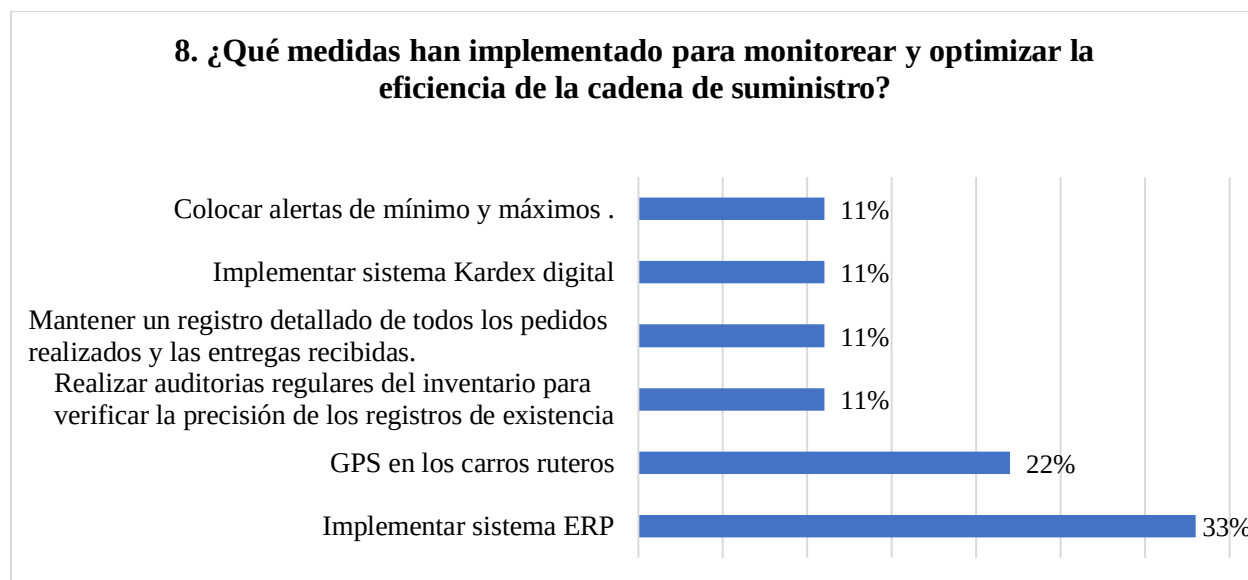


El 44 % de los gerentes mencionaron que sistemas utilizados se integran con tres procesos operativos para automatizar datos en todos los departamentos; el 33 % que integran y gestionan procesos empresariales en una sola plataforma y, por último, un 22 % que analizan los datos para tomar decisiones en cualquier área de la empresa.

Análisis: Los sistemas *ERP* se pueden potenciar aún más mediante la combinación de herramientas digitales, permitiendo una mayor eficiencia y funcionalidad en la gestión empresarial, logrando beneficios adicionales, como una mayor automatización de procesos, análisis más profundos de datos y una mejor capacidad de respuesta a las necesidades de la empresa. De esta manera, los sistemas *ERP* no solo centralizan datos y facilitan la comunicación entre áreas, sino que también se convierten en una base sólida para la implementación de estrategias digitales que impulsen el crecimiento y la competitividad empresarial.

PREGUNTA 8. ¿Qué medidas han implementado para monitorear y optimizar la eficiencia de la cadena de suministro?

Descripción:



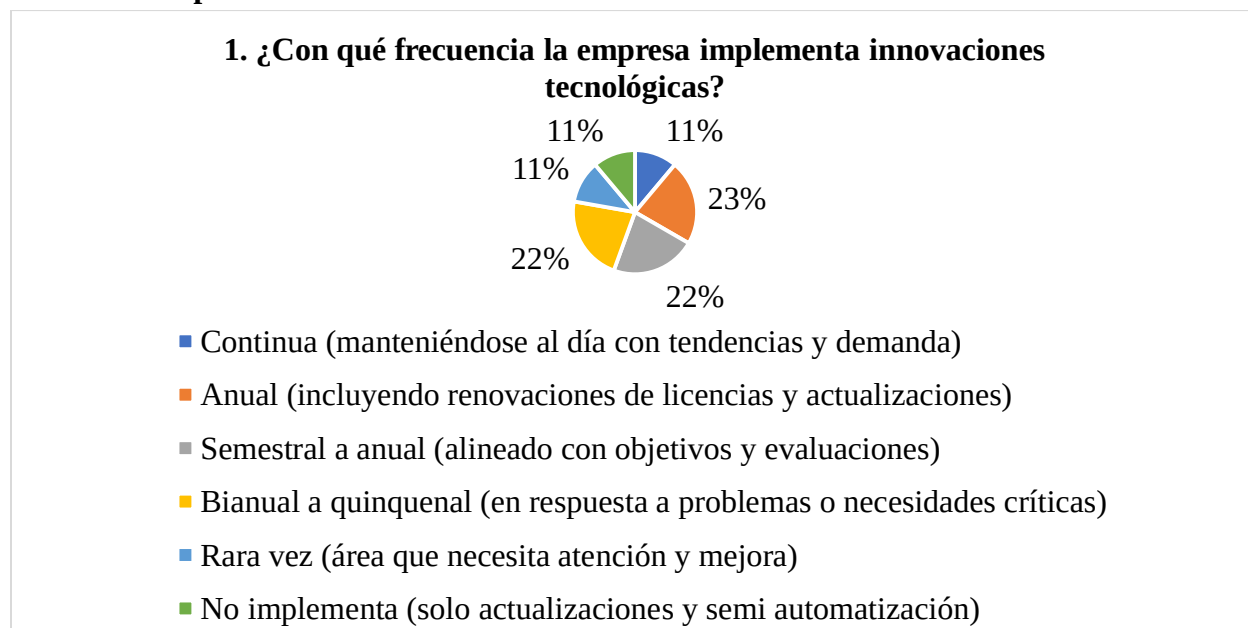
Un 33 % de los gerentes entrevistados dijo que han implementados un sistema *ERP* (*Enterprise Resource Planning*). Un 22 dijo que GPS en los carros ruterios, Un 11 % dijo que realizan auditorías regulares del inventario para verificar la precisión de los registros de existencias, mientras que otro 11 %. dijo que utilizan alertas de mínimo y máximo para la gestión de inventario. Por último, el 11 % dijo que maneja un sistema Kardex para la gestión de Inventarios

El interés evidente de las empresas del sector del plástico en mejorar la eficiencia y efectividad de su cadena de suministro refleja una comprensión de la importancia y la necesidad de mejorar todas las etapas de producción y distribución. Por eso es importante la adopción de tecnologías digitales que prometan ofrecer mejoras sustanciales en la visibilidad operativa, la eficiencia del proceso y la toma de decisiones, lo cual permitirá a estas empresas mantener una posición competitiva y enfrentar con éxito los desafíos futuros en un mercado dinámico y en constante evolución.

5.6.1.6. Procesamiento de Datos – jefes de TI

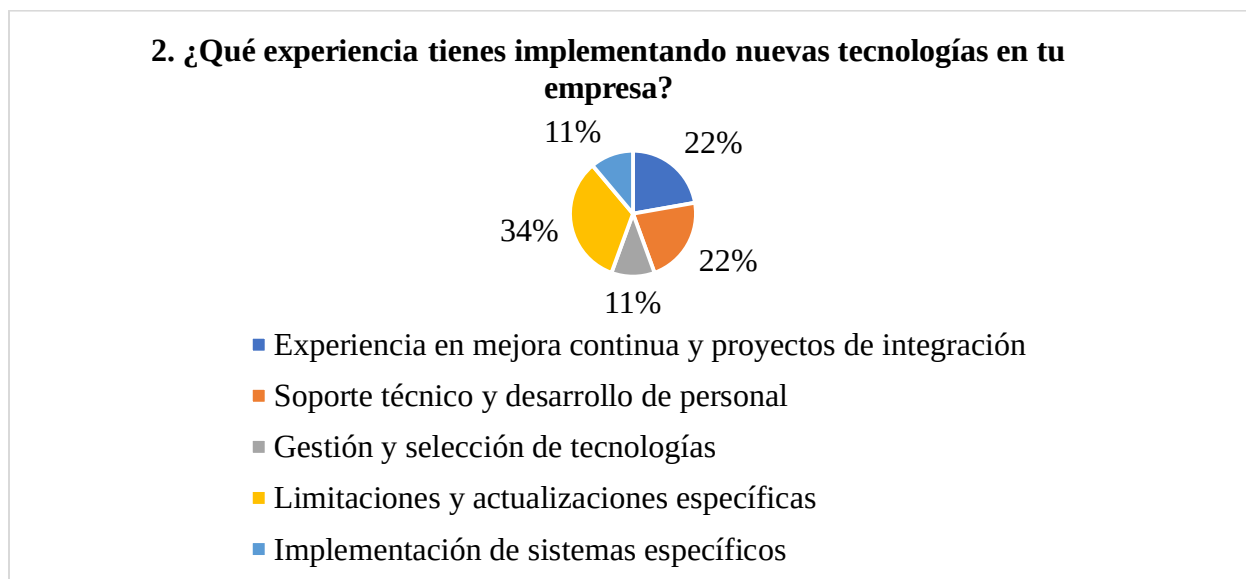
PREGUNTA 1. ¿Con qué frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

Descripción:

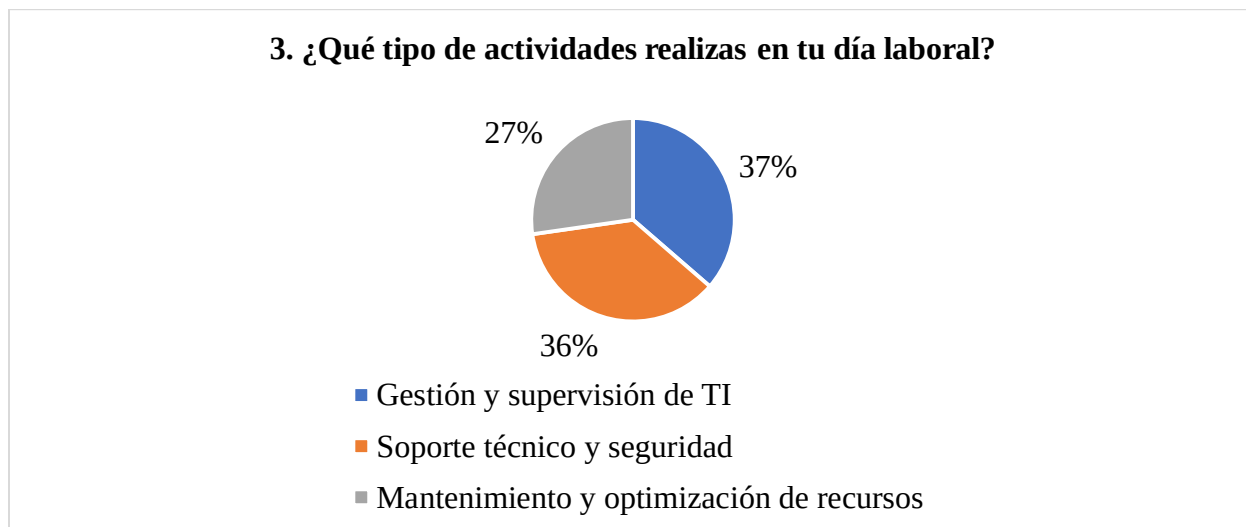


Análisis: Hay empresas que actualizan continuamente sus tecnologías demuestran un compromiso con la mejora constante y la eficiencia operativa (solamente el 11 %), lo que puede traducirse en una ventaja competitiva significativa. Por otro lado, las que realizan cambios tecnológicos con menos frecuencia, ya sea anualmente (23 %), cada 2-5 años (22 %) o en respuesta a problemas operativos (22 %), pueden enfrentar desafíos para mantenerse al día con las tendencias del mercado y las expectativas de los consumidores. Finalmente, las empresas que raramente implementan innovaciones (11 %) o se limitan a actualizaciones administrativas (23 %) y semi-automatización de procesos (11 %), corren el riesgo de quedarse atrás, lo que subraya la importancia de una estrategia proactiva y bien planificada para la adopción de nuevas tecnologías.

PREGUNTA 2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?

Descripción:

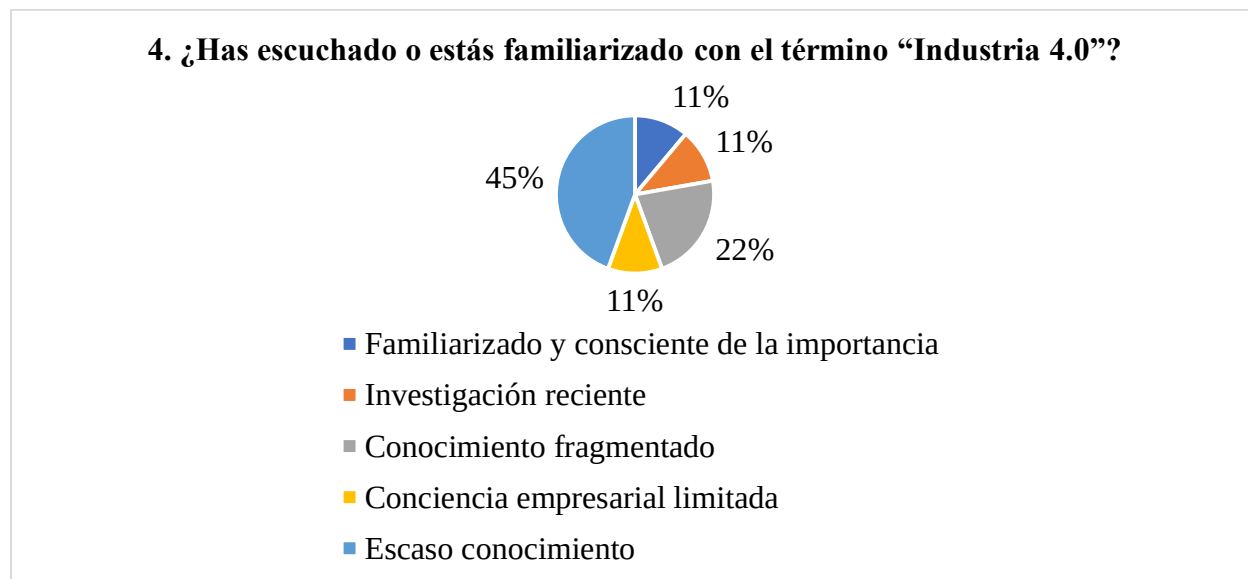
Análisis: estos resultados abarcan una amplia gama de enfoques y desafíos relacionados con la adopción tecnológica, capacitaciones tecnológicas e identificación de necesidades tecnológicas. Por un lado, existe un grupo que se enfoca en la mejora continua de procesos operativos y lidera proyectos de integración tecnológica (22 %), demostrando una actitud proactiva hacia la innovación. Otro grupo se centra en el soporte técnico, la capacitación del personal y la integración de soluciones informáticas para promover la eficiencia y la colaboración (22 %). Además, hay experiencias limitadas debido a restricciones presupuestarias o falta de recursos (34 %). En última instancia, la selección (11 %) e implementación de tecnologías específicas (11 %), como sistemas de gestión de inventario, también desempeñan un papel importante en el panorama tecnológico de la empresa.

PREGUNTA 3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?**Descripción:**

Análisis: En la primera categoría, se destaca la importancia de la planificación estratégica, la coordinación interdepartamental y la supervisión de proyectos tecnológicos (37 %). La segunda categoría se centra en el soporte técnico, la seguridad del sistema y la resolución de problemas (36 %). Por último, la tercera categoría abarca el mantenimiento operativo, la evaluación de *KPI's* y la optimización de recursos (27 %). Estas áreas reflejan la diversidad de responsabilidades en el ámbito tecnológico, desde la gestión hasta la resolución de problemas y la mejora continua.

PREGUNTA 4. ¿Has escuchado o estás familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?

Descripción:

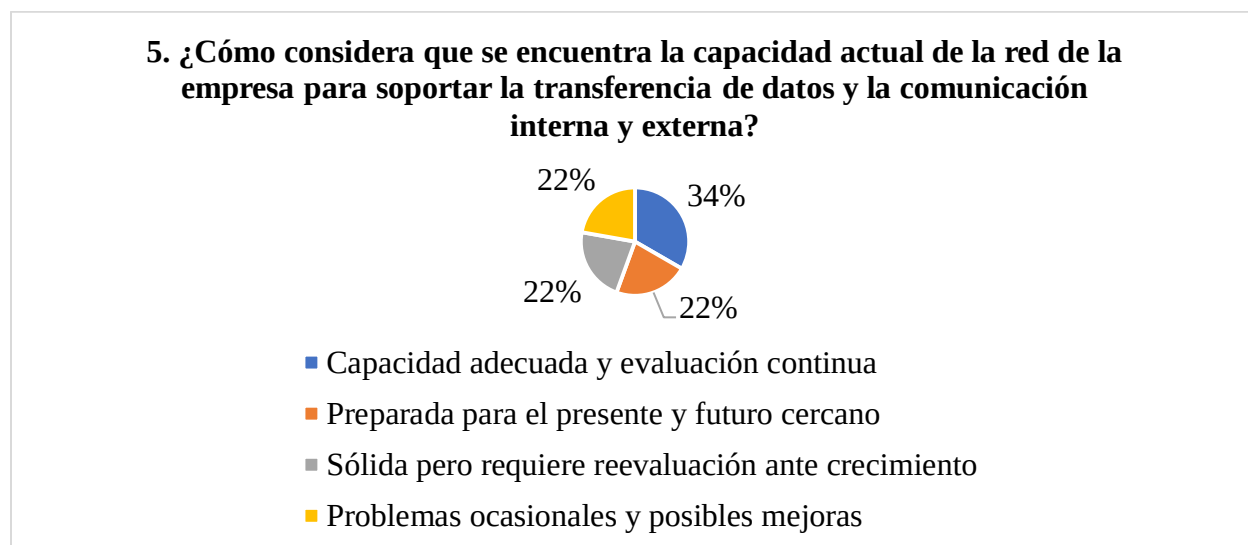


Se refleja un espectro de familiaridad que varía desde un conocimiento escaso o limitado (45 %) hasta la comprensión de su importancia en la integración de nuevas tecnologías en las empresas. Mientras algunos jefes TI han investigado (11 %), otros están conscientes de la relevancia del término (11 %), otros poseen solo una noción superficial (22 %) o han escuchado el término recientemente (11 %).

Análisis: Esta diversidad en el nivel de conocimiento indica que, aunque la Industria 4.0 está ganando reconocimiento, aún existe un camino considerable para alcanzar una comprensión y adopción generalizadas en el ámbito empresarial. La variabilidad en la familiaridad también sugiere la necesidad de una mayor educación y divulgación sobre los beneficios y aplicaciones de estas tecnologías para fomentar su implementación efectiva. La adopción y comprensión de estas tecnologías pueden variar según el contexto y la experiencia individual.

PREGUNTA 5. ¿Cómo considera que se encuentra la capacidad actual de la red de la empresa para soportar la transferencia de datos y la comunicación interna y externa?

Descripción:

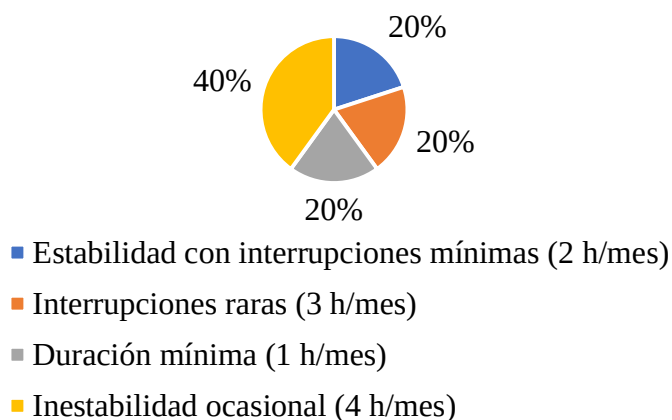


Análisis: la capacidad de la red de las empresas para soportar la transferencia de datos y la comunicación revela una infraestructura generalmente adecuada (34 %), con una gestión proactiva que incluye evaluaciones y actualizaciones periódicas. Sin embargo, también se identifica una conciencia de las limitaciones actuales y futuras (22 %), especialmente en relación con el crecimiento de la empresa y la demanda de datos. Mientras algunas empresas experimentan problemas ocasionales como la transferencia de datos, interrupciones y el espacio físico limitado que sugieren la necesidad de mejoras (22 %), otros anticipan la necesidad de expansión o reevaluación para mantenerse al día con las necesidades emergentes (22 %). Aunque la red actual cumple con los requisitos actuales, existe una incertidumbre de la adaptabilidad y la mejora continua para asegurar la eficiencia y la seguridad a largo plazo.

PREGUNTA 6. ¿Los sistemas o aplicaciones tecnológicas actuales son propensos a fallar o experimentar problemas con frecuencia? En promedio, ¿Cuánto tiempo permanecen "fuera de servicio" por fallas o interrupciones?

Descripción:

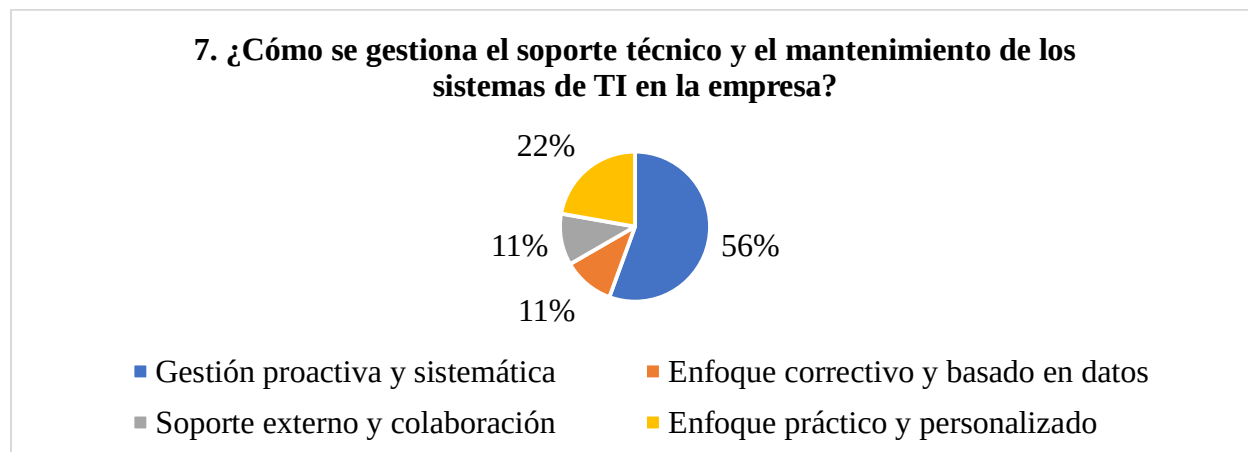
6. ¿Los sistemas o aplicaciones tecnológicas actuales son propensos a fallar o experimentar problemas con frecuencia? En promedio, ¿Cuánto tiempo permanecen "fuera de servicio" por fallas o interrupciones?



Análisis: la estabilidad de los sistemas tecnológicos y las interrupciones indica que, en promedio, las empresas experimentan una estabilidad razonable con interrupciones mínimas y tiempos de recuperación rápidos, gracias a la eficiencia del equipo de mantenimiento. Las interrupciones suelen ser raras y se resuelven en un lapso de menos de una hora a unas pocas horas al mes. Sin embargo, hay una conciencia de la necesidad de mantenimiento preventivo y preparación para cortes programados, lo que refleja una actitud proactiva hacia la gestión de la infraestructura tecnológica. Aunque algunos reportan inestabilidad ocasional, el promedio mensual de tiempo “fuera de servicio” se mantiene relativamente bajo, lo que sugiere que los sistemas actuales son en su mayoría confiables y capaces de soportar las operaciones diarias de la empresa. Sumando estas estimaciones, obtenemos un promedio general de interrupción mensual de una a cuatro horas, dependiendo de la frecuencia y duración de las interrupciones experimentadas en la empresa.

PREGUNTA 7. ¿Cómo se gestiona el soporte técnico y el mantenimiento de los sistemas de TI en la empresa?

Descripción:

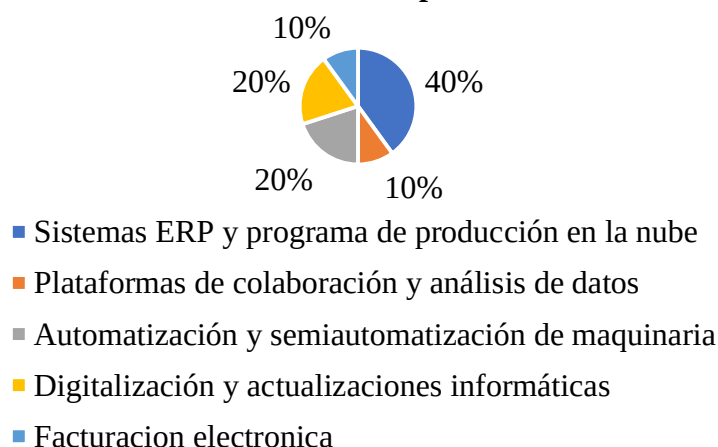


Análisis: las estrategias de soporte técnico y mantenimiento de los sistemas de TI en las empresas revela una tendencia hacia la gestión proactiva (56 %), con personal de TI dedicados que siguen procedimientos establecidos para una resolución rápida de incidencias. Se utiliza un sistema de *tiques* para atender fallos (11 %). Algunas respuestas indican un enfoque correctivo y basado en datos (11 %), lo que permite una resolución eficiente de problemas a medida que surgen. Además, se menciona la colaboración con empresas externas para el soporte técnico, así como un enfoque práctico y personalizado que se adapta a las necesidades emergentes (22 %). En general, estas estrategias reflejan un compromiso con la eficiencia, la resolución y la adaptabilidad, asegurando la operatividad y la estabilidad de los sistemas de TI. Aunque no de forma continua y con una notoria necesidad de mantenimientos y soluciones preventivas y no solo reactivas.

PREGUNTA 8. ¿Cuáles han sido las innovaciones tecnológicas que se han implementado para la automatización y digitalización de procesos dentro de la empresa?

Descripción:

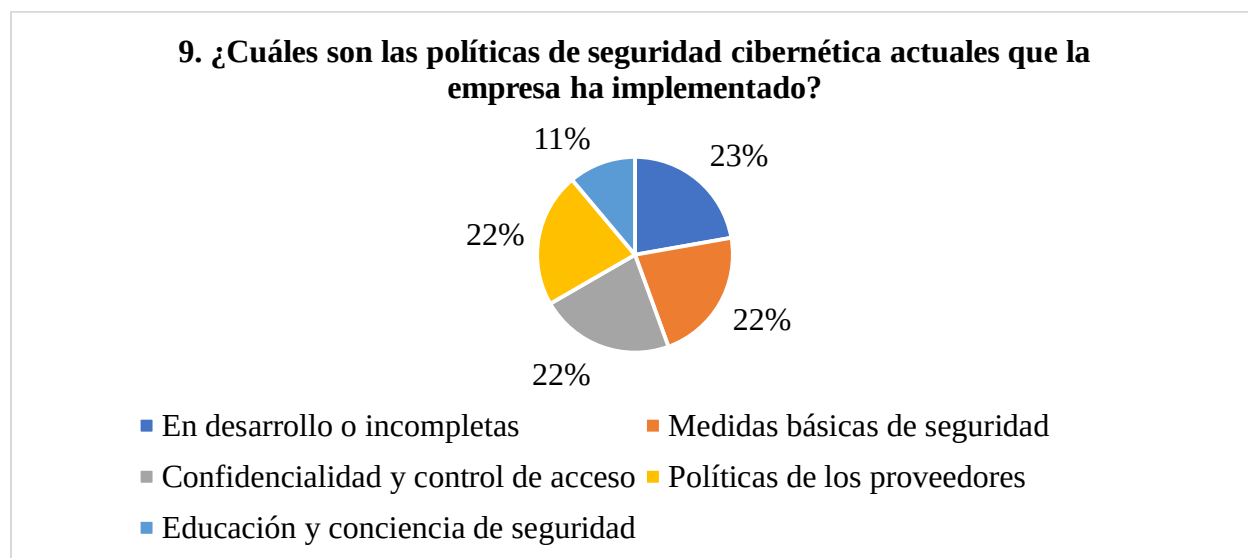
8. ¿Cuáles han sido las innovaciones tecnológicas que se han implementado para la automatización y digitalización de procesos dentro de la empresa?



Análisis: La adopción de sistemas *ERP* y programas de producción en la nube destaca como una medida clave para integrar y mejorar la gestión de la producción y la contabilidad (40 %), mientras que las herramientas de análisis de datos y plataformas de colaboración en la nube las usan para la toma de decisiones y la comunicación interna (10 %). La semi-automatización de maquinaria y la implementación de *software* de contabilidad y sistemas de punto de venta indican un enfoque en la optimización de operaciones y la reducción de la intervención manual (pero solamente en un 20 %). Además, la digitalización de procesos, como el dibujo por computadora (100 % de las empresas) y la facturación electrónica (10 %), junto con actualizaciones informáticas regulares, demuestran una adaptación continua a las necesidades tecnológicas emergentes (20 %). En conjunto, estas innovaciones están configurando un entorno de trabajo más ágil y preparado, pero mayormente solo para el área de producción, dejando de lado las demás áreas (a excepción del área de facturación).

PREGUNTA 9. ¿Cuáles son las políticas de seguridad cibernética actuales que la empresa ha implementado?

Descripción:

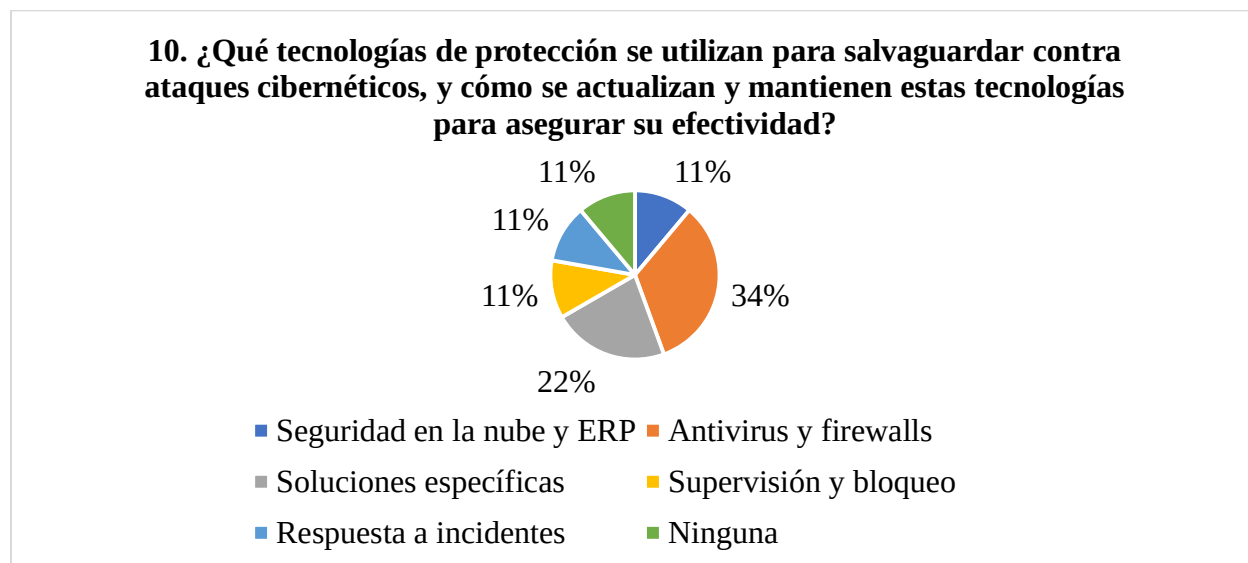


Análisis: las políticas de seguridad cibernética en las empresas revelan una situación mixta, con algunas áreas aún en desarrollo (23 %) y otras que ya cuentan con medidas básicas de seguridad (22 %). Mientras algunas respuestas indican la ausencia de políticas formales (22 %), otras mencionan la implementación de prácticas como contraseñas seguras, *firewalls*, antivirus y la educación del personal sobre buenas prácticas de seguridad (11 %). La confidencialidad y el control de acceso también son aspectos destacados (22 %), lo que sugiere un enfoque en la protección de la información sensible. En conjunto, estas medidas reflejan un esfuerzo por parte de la empresa para establecer un entorno seguro, aunque aún hay espacio para el desarrollo y la formalización de políticas y medidas de seguridad cibernéticas más robustas y completas.

También existe un espacio para abordar diagnósticos tecnológicos para identificar necesidades actuales o futuras.

PREGUNTA 10. ¿Qué tecnologías de protección se utilizan para salvaguardar contra ataques cibernéticos, y cómo se actualizan y mantienen estas tecnologías para asegurar su efectividad?

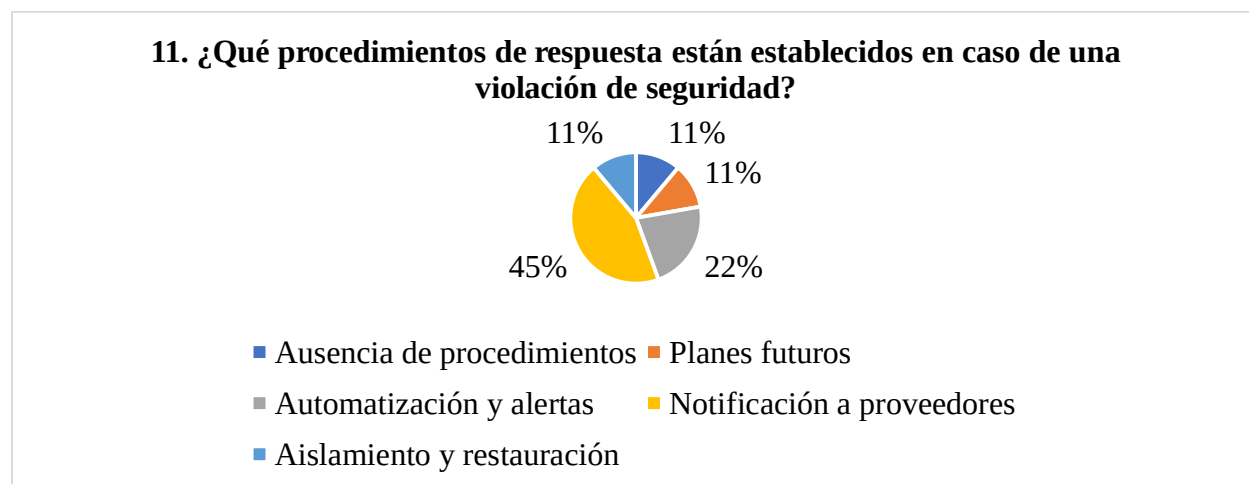
Descripción:



Análisis: Estas medidas tienen limitaciones como costos altos, complejidad, actualizaciones constantes, auditorías de seguridad para encontrar problemas, capacitaciones en prácticas seguras, usar varias capas de seguridad en vez de depender de una sola, y mantener sistemas actualizados y en buen estado para proteger contra las amenazas cibernéticas. Además, si no se configuran correctamente, pueden dejar vulnerabilidades abiertas y hasta ralentizar los sistemas. Por otro lado, la ausencia de medidas en una de las respuestas indica la necesidad de una revisión y posiblemente una mejora en la cobertura de seguridad para garantizar una protección integral contra los riesgos cibernéticos.

PREGUNTA 11. ¿Qué procedimientos de respuesta están establecidos en caso de una violación de seguridad?

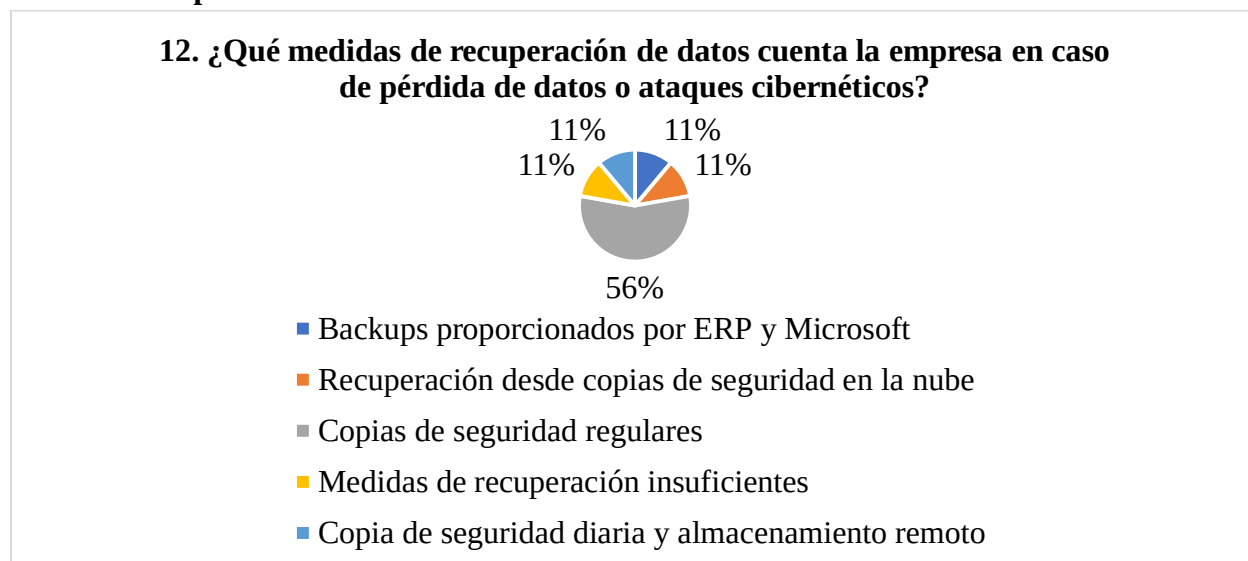
Descripción:



Análisis: los procedimientos de respuesta ante violaciones de seguridad en las empresas revelan una combinación de enfoques. Aunque actualmente algunas empresas no cuentan con un sistema establecido (11 %), hay otras que están considerando adquirir un programa de respuesta a incidentes controlada por inteligencia (11 %). El 22 % representa la adopción de la automatización y las alertas generadas por los programas de seguridad. Además, la notificación a proveedores y la implementación de procedimientos ad hoc demuestran una preparación para enfrentar posibles amenazas (45 %), pero no de forma independiente, normalmente esta espera significa inactividad en muchos casos. El aislamiento de sistemas afectados y la restauración de operaciones (11 %) completan el ciclo de respuesta.

PREGUNTA 12. ¿Qué medidas de recuperación de datos cuenta la empresa en caso de pérdida de datos o ataques cibernéticos?

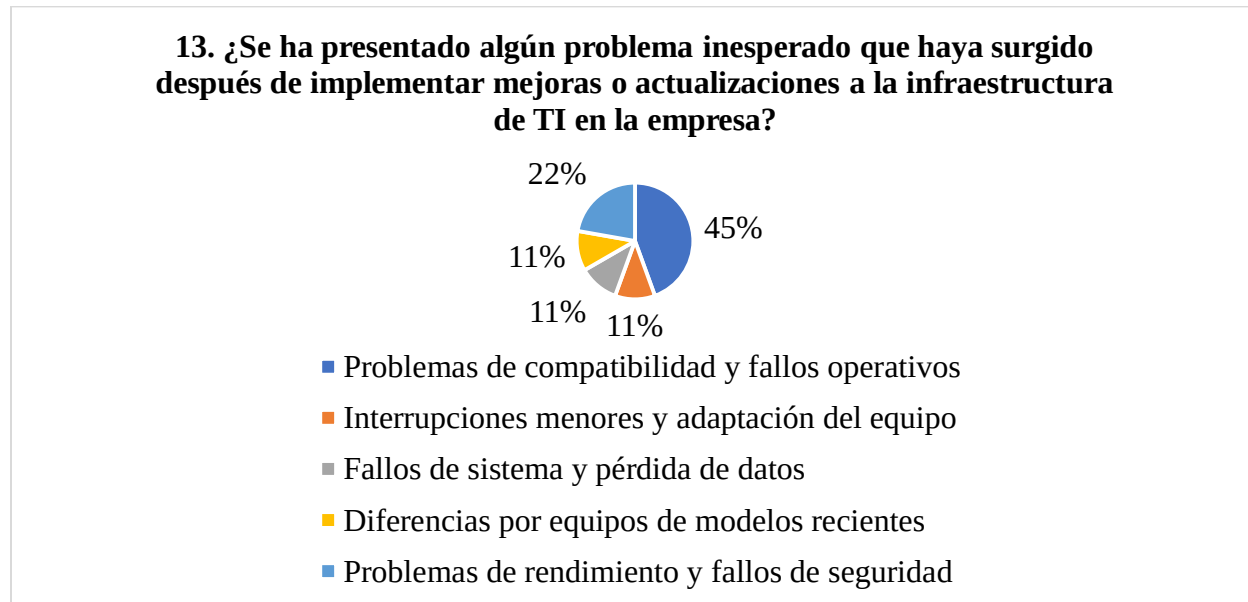
Descripción:



Análisis: El panorama general de las medidas de recuperación de datos muestra una dependencia primordial en las copias de seguridad (56 %), tanto proporcionadas por el *ERP* y por Microsoft (11 %) como almacenadas en la nube (11 %) y en centros de datos remotos (11 %). Aunque hay una frecuencia variada en la realización de estas copias, desde diarias hasta mensuales, se identifica una carencia de un plan de recuperación de desastres estructurado (11 %) y bien definido. Esto sugiere que, mientras las empresas no tienen fundamentos sólidos para la recuperación de datos, hay espacio para mejorar la consistencia y la robustez de los protocolos para asegurar una resiliencia óptima frente a ataques cibernéticos o pérdidas de datos inesperadas. La implementación de un plan de recuperación de desastres más formal y detallado podría ser un paso valioso para fortalecer la postura de seguridad. Esto refleja una carente conciencia de la importancia de la recuperación de datos y la necesidad de mejora para garantizar una respuesta efectiva ante posibles ataques cibernéticos o pérdida de datos.

PREGUNTA 13. ¿Se ha presentado algún problema inesperado que haya surgido después de implementar mejoras o actualizaciones a la infraestructura de TI en la empresa?

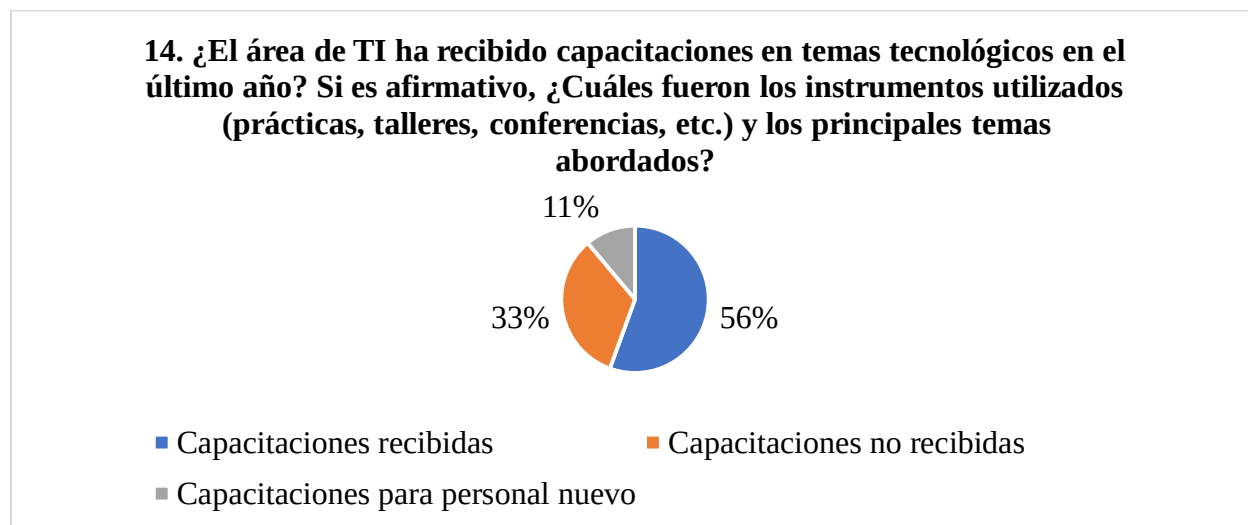
Descripción:



Análisis: los problemas inesperados tras las actualizaciones de TI indican que la mayoría de los incidentes están relacionados con problemas de compatibilidad y fallos operativos (45 %), que ocurren principalmente durante cambios significativos como la producción o cierres de *MES*. Aunque no son frecuentes, estas incidencias requieren atención y resolución rápida para mantener la fluidez operativa. Las interrupciones menores (11 %) y la necesidad de adaptación del equipo a nuevas actualizaciones también son comunes (11 %), así como fallos de sistema y pérdida de datos (11 %) que, aunque controlables, sugieren la necesidad de mejorar las pruebas y la planificación. Los problemas de rendimiento y fallos de seguridad destacan la importancia de una implementación cuidadosa y pruebas exhaustivas para minimizar el impacto en la operatividad y seguridad de la empresa (22 %).

PREGUNTA 14. ¿El área de TI ha recibido capacitaciones en temas tecnológicos en el último año? Si es afirmativo, ¿Cuáles fueron los instrumentos utilizados (prácticas, talleres, conferencias, etc.) y los principales temas abordados?

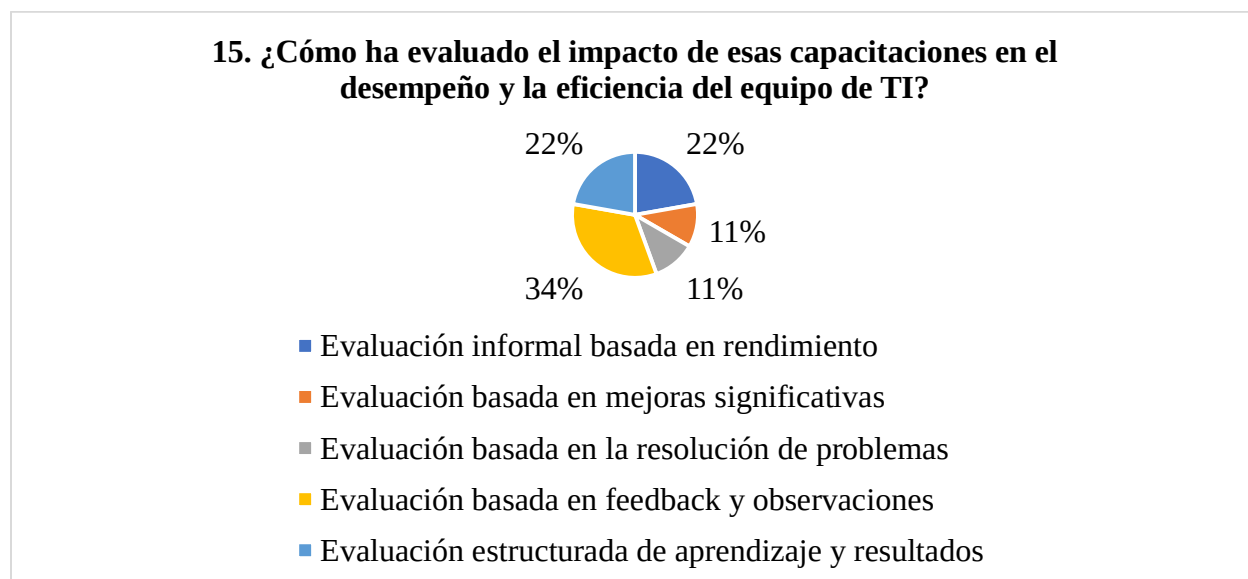
Descripción:



Análisis: existe una tradición de capacitaciones prácticas y conferencias para el personal, abordando temas como herramientas de Office, *ERP*, mantenimiento de equipos y conocimientos básicos de maquinaria (56 %). Estas prácticas aplicables en las empresas se centran en el soporte TI y la seguridad de la información. Por otro lado, la falta de apoyo externo ha llevado a la ausencia de capacitaciones anuales (33 %), aunque algunas consideran pagar talleres para reforzar esta carencia, actualmente no abordan esta necesidad. Si bien realizan reuniones anuales para revisar metas y rendimiento, esto no cuenta como capacitaciones, ya que no se abordan las habilidades y conocimientos para lograr dichas metas. Por otra parte, el personal nuevo también recibe capacitaciones (11 %), principalmente a través de *webinars* y tutoriales en línea sobre seguridad básica y uso específico de *software*. Este enfoque mixto refleja una adaptación superficial a las circunstancias y la búsqueda constante de soluciones para mantener un equipo de TI eficiente y actualizado con las tecnologías y maquinaria con la que cuentan actualmente.

PREGUNTA 15. ¿Cómo ha evaluado el impacto de esas capacitaciones en el desempeño y la eficiencia del equipo de TI?

Descripción:

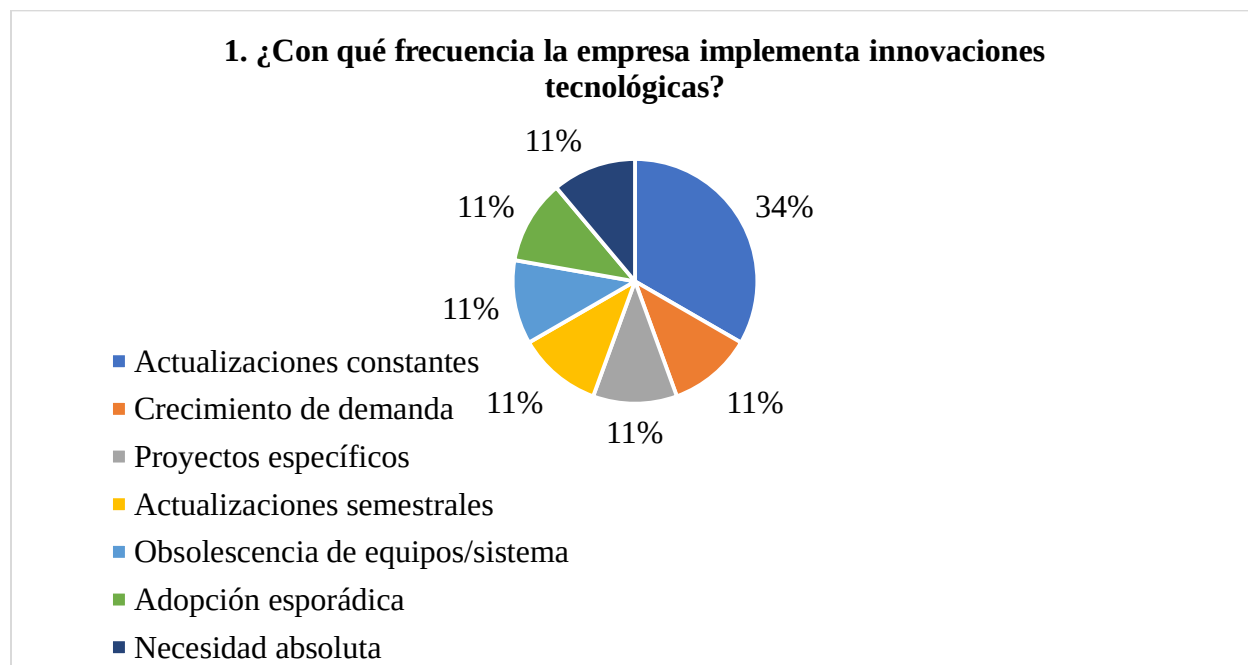


Análisis: las capacitaciones en el área de TI revelan una diversidad de enfoques evaluativos, que van desde métodos informales basados en el rendimiento diario y la resolución de *tiques* (22 %), hasta evaluaciones estructuradas con pruebas prácticas y análisis de resultados de aprendizaje (22 %). La eficiencia en la resolución de problemas y el feedback directo del personal son comúnmente utilizados (34 %) para medir el impacto de las capacitaciones. Además, se observa una tendencia a valorar las mejoras significativas en el desempeño y la eficiencia del equipo (11 %), así como la disminución de incidentes, lo que indica una adaptación reactiva a las necesidades de formación (11 %) y un compromiso deficiente con la mejora continua en el área de TI. Es importante mencionar que las empresas no poseen un diagnóstico tecnológico para identificar las áreas o conocimientos en los que se necesite capacitación; además no poseen un plan tecnológico adaptado a sus necesidades.

5.6.1.7. Procesamiento de Datos – Gerentes de Ventas

PREGUNTA 1. ¿Con qué frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

Descripción:



Las actualizaciones de *software* o servidores internos y cualquier mejora que se haga de forma continua únicamente en los equipos administrativos (laptops y *PC's*) representan al 34 % de las empresas plásticas.

Equitativamente, las otras opciones representan un 11 %, considerando las innovaciones que se realizan cada vez que hay un aumento en la demanda, las que se realizan con cada proyecto, normalmente una o dos veces al año, las actualizaciones significativas que se implementan cada seis meses.

También cuando los proveedores tecnológicos agregan soluciones personalizadas regularmente, las innovaciones realizadas en respuesta a la obsolescencia y cuando la empresa adopta nuevas tecnologías de manera esporádica.

Y, por último, toman en cuenta innovar solo cuando es absolutamente necesario puede indicar una resistencia al cambio o una falta de recursos. Aunque puede ser prudente desde el punto de vista financiero, podría poner a la empresa en riesgo de quedarse atrás tecnológicamente.

Análisis: La estrategia de innovación tecnológica de estas empresas desde el punto de vista de mercadeo o ventas puede variar desde una adopción proactiva y continua hasta un enfoque reactivo o conservador. La elección de la estrategia depende de múltiples factores, incluyendo la cultura empresarial, los recursos disponibles, la naturaleza de la industria y la velocidad del cambio tecnológico. Cada enfoque tiene sus ventajas y desventajas, y la clave está en encontrar el equilibrio que mejor se alinee con las capacidades de la empresa, pero también con el cumplimiento de la visión corporativa.

PREGUNTA 2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?

Descripción:

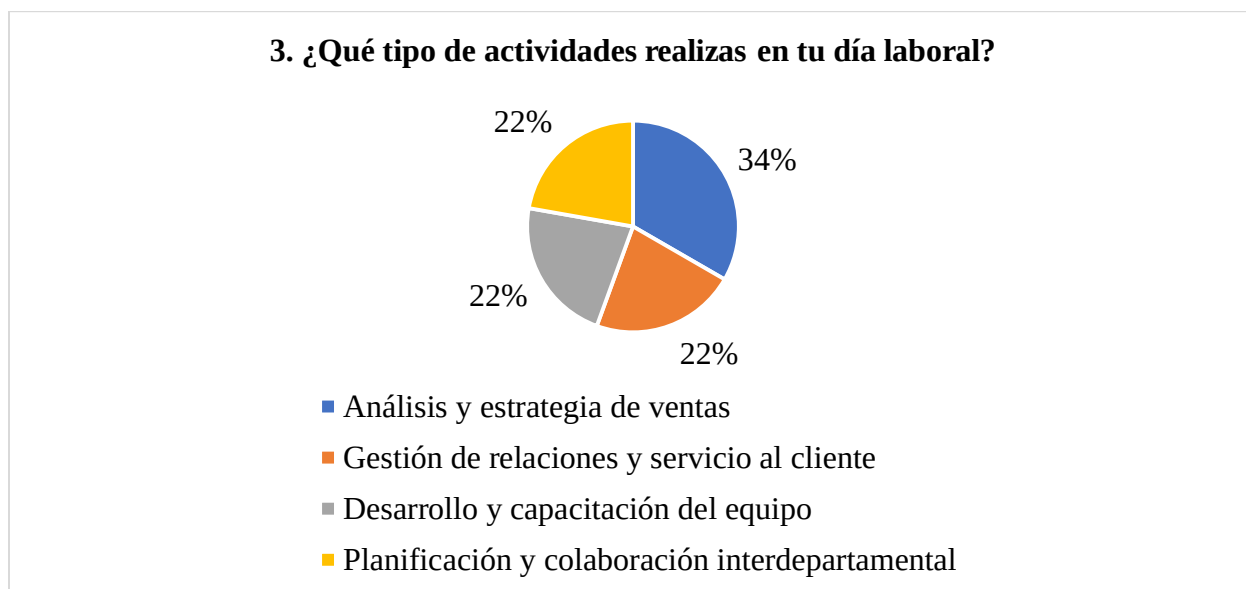


Desde el punto de vista de mercadeo/ventas, el 45 % de las empresas que caen en este grupo tienden a ser innovadoras y se esfuerzan por mantener a su personal bien capacitado.

El 33 % indican una preferencia por métodos tradicionales y una experiencia limitada con la implementación de nuevas tecnologías. Esto puede deberse a una variedad de factores, como la resistencia al cambio, la falta de recursos o la creencia en la eficacia de las herramientas existentes. Aunque este enfoque puede ser beneficioso para mantener relaciones personales fuertes, podría limitar la capacidad de la empresa para adaptarse a cambios rápidos en el mercado tecnológico.

Y, por último, el 22 % de las empresas enfocan su uso de tecnología principalmente en la interacción con el cliente buscando mejorar la experiencia del usuario final. Esto incluye la implementación de sistemas de ventas y gestión de inventario, así como la demostración de portales de compras a los clientes. Este enfoque puede mejorar la satisfacción del cliente y optimizar los procesos de venta, pero puede que las necesidades de actualización tecnológica interna no se aborden completamente.

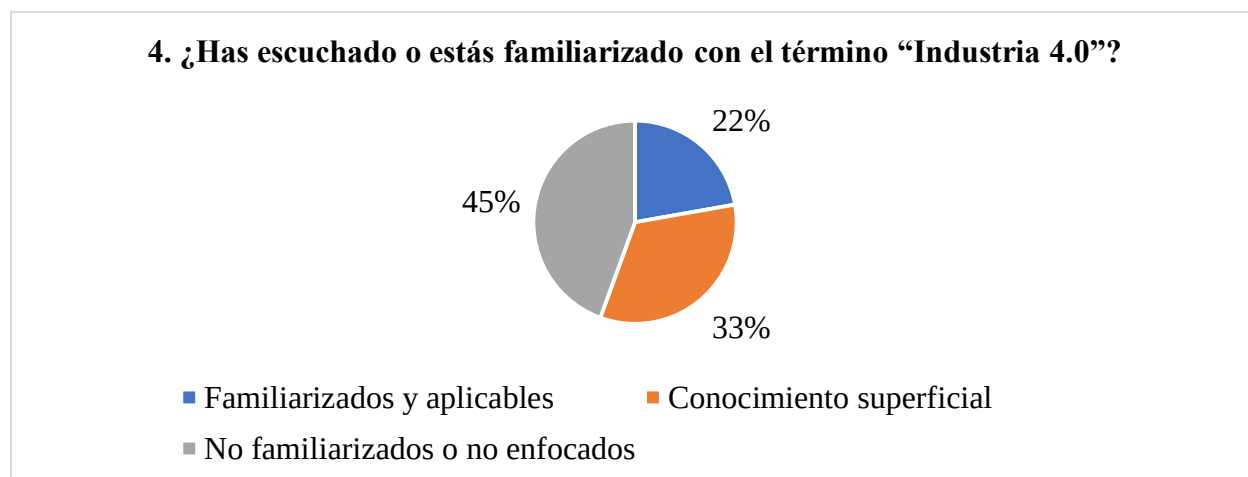
Análisis: estas categorías muestran que mientras algunas empresas están adoptando un enfoque relativamente proactivo, facilitan capacitaciones básicas y actualización tecnológica, otras mantienen un enfoque aún más conservador, demostrando un compromiso limitado prefiriendo métodos tradicionales y uso de tecnología enfocado al cliente o están centradas en mejorar la experiencia del cliente con la tecnología. Cada enfoque tiene sus méritos y desafíos, y la elección depende de los objetivos específicos de la empresa, su cultura organizacional y su entorno de mercado.

PREGUNTA 3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?**Descripción:**

El análisis de las actividades diarias revela un enfoque multifacético en la gestión de ventas, donde el análisis y la estrategia de ventas (34 %) son fundamentales para identificar oportunidades y mejorar el rendimiento. La gestión de relaciones y el servicio al cliente (22 %) son cruciales para fomentar la lealtad y resolver problemas, mientras que el desarrollo y la capacitación del equipo (22 %) aseguran que el personal esté bien equipado para alcanzar los objetivos comerciales. La planificación y colaboración interdepartamental (22 %) reflejan una cultura de trabajo en equipo y comunicación efectiva. Estos elementos, combinados, delinean un rol dinámico y orientado al crecimiento dentro de la empresa, destacando la importancia de una gestión de ventas integral y adaptativa.

PREGUNTA 4. ¿Has escuchado o estás familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?

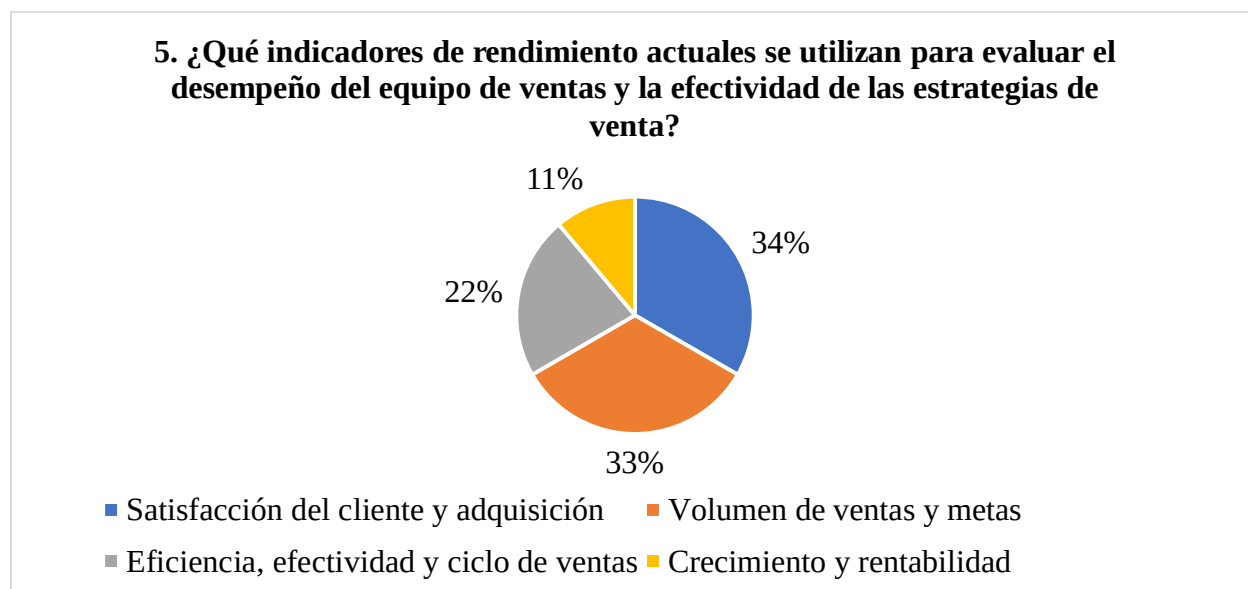
Descripción:



Hay gerentes de ventas que están bien informados y reconocen su impacto en la mejora de estrategias mediante el uso de datos y tecnología, incluso fuera del ámbito de la producción (22 %). Otros tienen un conocimiento superficial, conscientes del término, pero sin una comprensión profunda o un enfoque directo en él (33 %). Finalmente, la mayoría no están familiarizados o no consideran que estas tecnologías sean un enfoque principal para su departamento (45 %), lo que sugiere una oportunidad para aumentar la conciencia y explorar aplicaciones potenciales en el área de ventas.

PREGUNTA 5. ¿Qué indicadores de rendimiento actuales se utilizan para evaluar el desempeño del equipo de ventas y la efectividad de las estrategias de venta?

Descripción:



Los indicadores de rendimiento para el equipo de ventas revelan una combinación de métricas enfocadas en resultados y relaciones. La satisfacción y retención del cliente, junto con la adquisición de nuevos clientes (34 %), destacan la importancia de las interacciones y la lealtad del cliente. El volumen de ventas y el cumplimiento de metas reflejan objetivos cuantitativos claros y la búsqueda de crecimiento (33 %). La eficiencia y efectividad en el ciclo de ventas subrayan la necesidad de procesos ágiles y promociones impactantes (22 %). La expansión de la cartera y la rentabilidad indican un enfoque en la sostenibilidad y el éxito financiero a largo plazo (11 %). Finalmente, la evaluación del desempeño y el feedback directo de los clientes proporcionan una retroalimentación vital para la mejora continua. En conjunto, estos indicadores pueden ser fácilmente manipulables e impedir saber realmente el verdadero cumplimiento de los *KPI's*, constantemente el ajuste de estos indicadores aumentará la presión y el estrés en el equipo de ventas por automatización carente en estos procesos.

PREGUNTA 6. ¿Qué canales de comunicación y *marketing* se utilizan para promocionar los productos plásticos y generar demanda en el mercado?

Descripción:



Análisis: las estrategias de comunicación y *marketing* para la promoción de productos plásticos muestra una diversidad de enfoques adaptados a diferentes públicos y situaciones. Desde el *marketing* digital y eventos comerciales que aprovechan la tecnología y las plataformas en línea (34 %), pasando por la publicidad local y en redes sociales que buscan una conexión más directa con la comunidad (11 %), hasta el alcance personal (33 %) y el *marketing* boca a boca que fortalecen las relaciones a largo plazo con los clientes (22 %). Estos métodos reflejan un equilibrio entre la presencia digital moderna y las tácticas tradicionales de interacción directa, lo que sugiere una estrategia de *marketing* integral que busca maximizar el alcance y la resonancia en el mercado objetivo o en la expansión de este, ya que determinar el impacto real de estas puede ser complicado.

La relación entre la inversión y los resultados no siempre es directa, sin contar que los consumidores pueden percibir publicidad en línea y en redes sociales como molesta o invasiva. Esto puede afectar la imagen de la marca y la relación con los clientes.

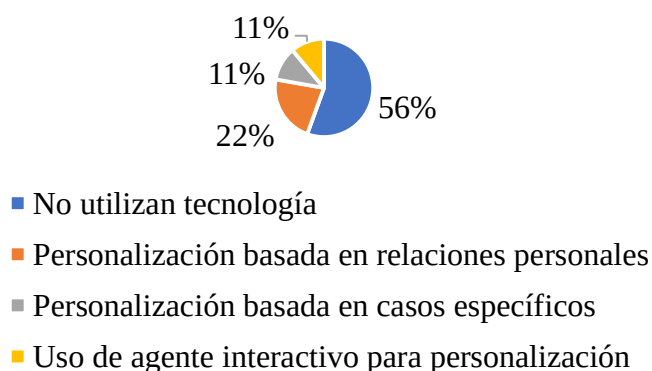
Algunas estrategias pueden estar más centradas en la promoción que en la satisfacción del cliente. Es importante equilibrar la promoción con una experiencia positiva para el cliente porque algunas estrategias pueden que no estén lo suficientemente segmentadas para llegar a la audiencia deseada (cambios en el mercado), resultando en un alcance menos efectivo y desperdicio de recursos. Asimismo, centrarse en promociones de descuentos u ofertas pueden dañar su imagen o la percepción de calidad del producto.

Sugiriendo un equilibrio entre lo digital y lo tradicional, porque algunas estrategias pueden descuidar la comunicación efectiva con los clientes. Al final la retroalimentación y el diálogo también son muy importantes en el área de ventas.

PREGUNTA 7. ¿Utilizan tecnología para personalizar las oferta y mensajes de ventas y/o reclamos según las necesidades y preferencias individuales de los clientes?, si afirmativo mencione las tecnologías que utilizan.

Descripción:

7. ¿Utilizan tecnología para personalizar las oferta y mensajes de ventas y/o reclamos según las necesidades y preferencias individuales de los clientes?, si afirmativo mencione las tecnologías que utilizan.



La mayoría de las empresas (56 %) encuestadas no utilizan tecnología avanzada para este fin, prefiriendo en su lugar el contacto directo (22 %) y las relaciones personales para entender y atender las necesidades de sus clientes (11 %). Sin embargo, hay una excepción notable donde se

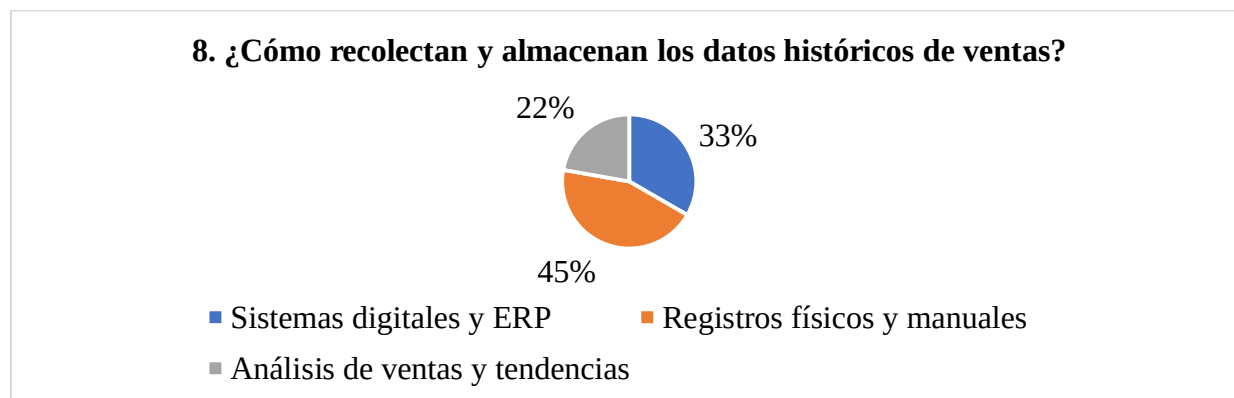
menciona el uso de un agente interactivo (11 %), lo que indica un enfoque más tecnológico y personalizado para responder a los clientes de manera individualizada. Este contraste refleja una división entre las empresas que valoran las interacciones humanas tradicionales y aquellas que buscan integrar soluciones tecnológicas para mejorar la experiencia del cliente.

Análisis: El contacto directo y las relaciones personales son valiosos, pero pueden volverse insostenibles con un gran número de clientes en una industria como la del plástico que resulta ser muy demandante. Sin mencionar que la personalización manual requiere una inversión significativa de tiempo, lo que puede desviar recursos de otras áreas o actividades importantes. E incluso puede llevar a retrasos en la respuesta a las necesidades de los clientes, lo que puede afectar la satisfacción y la lealtad de estos.

La recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos de clientes resulta ser un gran reto ya que no pueden ser capaces de aprovechar plenamente los insights de los datos. De igual forma, la dependencia del esfuerzo humano para la atención personalizada aumenta el riesgo de errores, lo que puede llevar a ofrecer experiencias inconsistentes o inadecuadas a los clientes.

PREGUNTA 8. ¿Cómo recolectan y almacenan los datos históricos de ventas?

Descripción:



Las estrategias de recolección y almacenamiento de datos históricos de ventas revelan una combinación de métodos tradicionales y modernos. Mientras que algunas empresas confían en

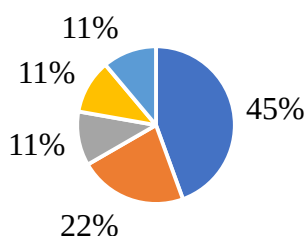
sistemas digitales avanzados como bases de datos y *ERP* para un almacenamiento eficiente y accesible en la nube (33 %), otras aún mantienen registros físicos y manuales (45 %), lo que sugiere una transición gradual hacia la digitalización. La recopilación de datos a través de puntos de venta y la digitación manual en *software* reflejan una diversidad en la adaptación tecnológica (22 %), con algunas empresas en la vanguardia de la innovación y otras aferrándose a prácticas más convencionales, posiblemente debido a la naturaleza de sus operaciones o limitaciones de recursos. En conjunto, estas respuestas destacan la importancia crítica de los datos históricos para informar las decisiones de ventas y *marketing*, independientemente de la metodología empleada para su recolección y análisis.

Análisis: Los registros físicos pueden ser ineficientes y requieren espacio de almacenamiento físico o almacenamiento en empresas externas como Pergaminos. Además, la búsqueda y recuperación de datos puede ser lenta y propensa a errores. Por el tamaño de las empresas del plástico a medida que las empresas sigan creciendo, la gestión de datos manuales se vuelve más compleja y la dependencia de los registros físicos están sujetos a riesgos como incendios, inundaciones o deterioro. La pérdida de datos históricos puede afectar la toma de decisiones y la planificación futura. Por otro lado, la digitación manual puede resultar en errores de entrada de datos, lo que afecta la precisión y confiabilidad de los registros, asunto que suele ser más desastroso y común de lo estimado.

PREGUNTA 9. ¿Qué métodos o herramientas utiliza actualmente el área de ventas para recopilar y analizar datos relacionados con los inventarios, las ventas, comportamiento de los clientes y tendencias del mercado?

Descripción:

9. ¿Qué métodos o herramientas utiliza actualmente el área de ventas para recopilar y analizar datos relacionados con los inventarios, las ventas, comportamiento de los clientes y tendencias del mercado?



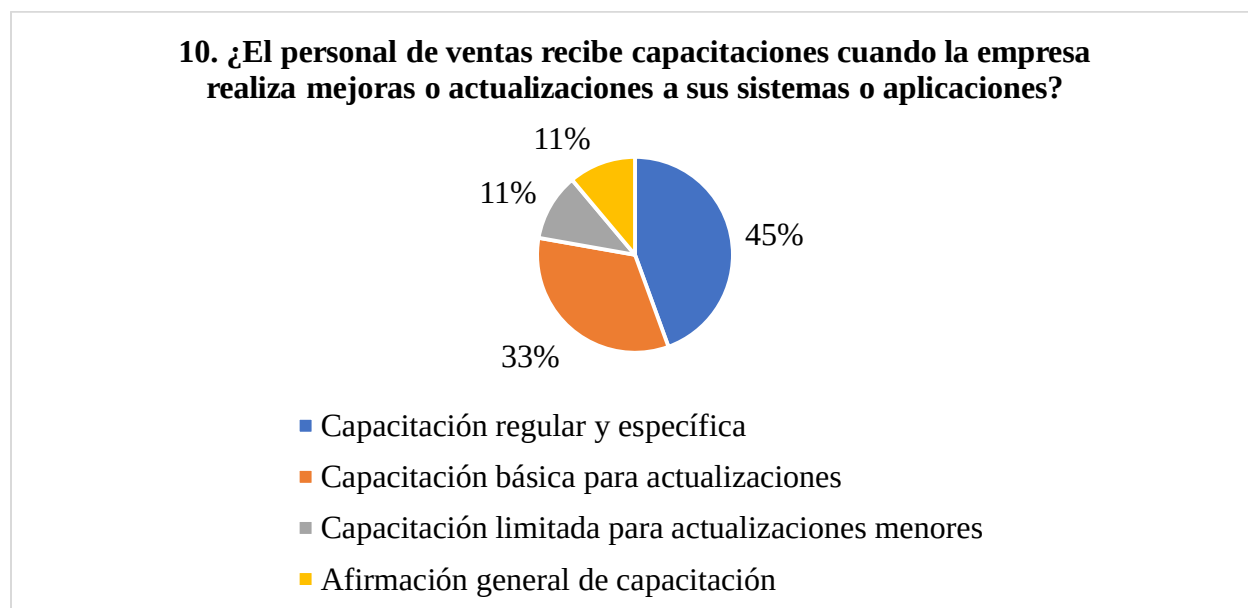
- Herramientas de Business Intelligence (BI) y análisis de datos
- Software empresarial y hojas de cálculo
- Paneles de control y cuadros de mando
- Informes impresos y reuniones de discusión
- Revisión manual de datos

Se explora desde el uso de Power BI (o similares) y *dashboards* interactivos (45 %), que permiten un análisis detallado y en tiempo real, hasta métodos más tradicionales como Excel y *software* empresarial (22 %), que siguen siendo pilares fundamentales en el análisis de datos. Además, se observa una combinación de técnicas de recolección de datos directos a través de encuestas (11 %) y seguimiento en línea (11 %), así como la dependencia de informes impresos y reuniones para discutir observaciones cualitativas (11 %). equilibrando la precisión tecnológica con la intuición humana y la experiencia acumulada.

Análisis: estas herramientas pueden presentar problemas al conectar e importar grandes conjuntos de datos, limitaciones en la colaboración externa de clientes al compartir informes solo dentro del mismo dominio de correo electrónico y dificultades para manejar bases de datos extremadamente grandes y complejas.

PREGUNTA 10. ¿El personal de ventas recibe capacitaciones cuando la empresa realiza mejoras o actualizaciones a sus sistemas o aplicaciones?

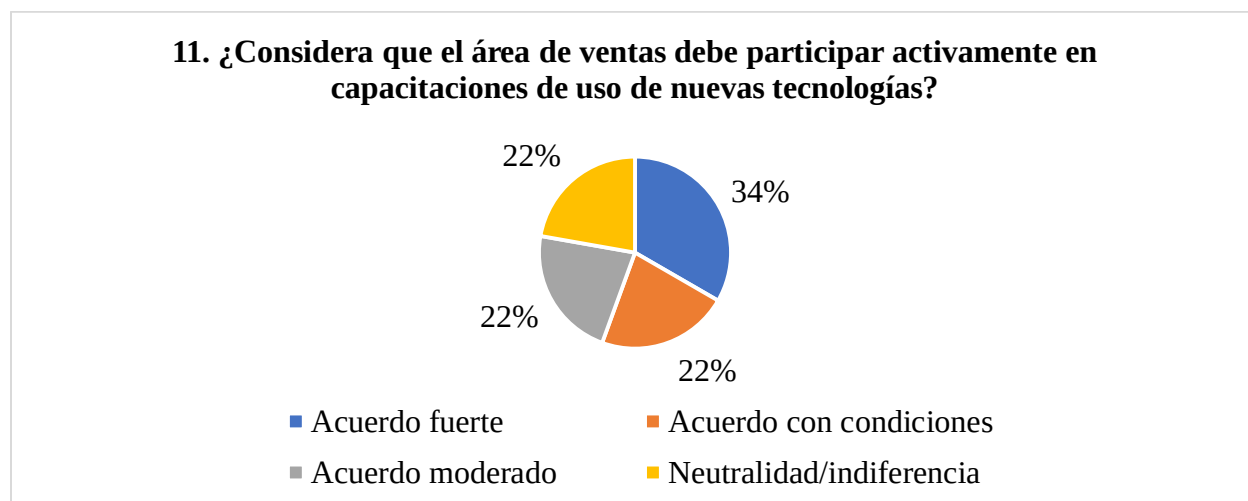
Descripción:



Análisis: la capacitación del personal de ventas indica que la mayoría de las empresas encuestadas proporcionan algún tipo de formación cuando se realizan mejoras o actualizaciones en sus sistemas o aplicaciones. Las capacitaciones varían desde sesiones específicas y prácticas (45 %), como simulaciones, hasta formación básica para cambios menores (11 %), reflejando un compromiso con la adaptabilidad y la competencia del personal. Sin embargo, la frecuencia y profundidad de estas capacitaciones difieren, algunas empresas ofrecen formación regular y detallada (33 %), mientras que otras lo hacen de manera más esporádica o limitada (11 %), lo que sugiere diferencias en recursos, la frecuencia de actualizaciones o la complejidad de los sistemas utilizados.

PREGUNTA 11. ¿Considera que el área de ventas debe participar activamente en capacitaciones de uso de nuevas tecnologías?

Descripción:

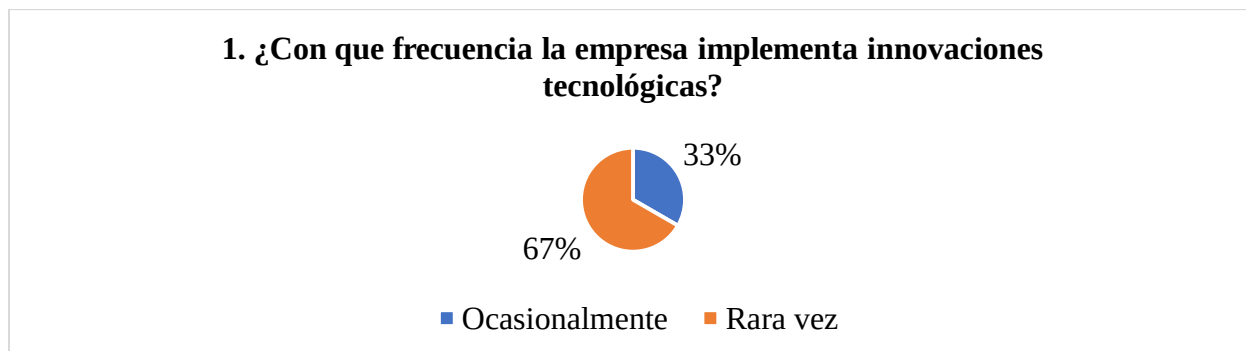


Análisis: la capacitación en nuevas tecnologías para el personal de ventas revela una actitud generalmente positiva hacia la formación continua (34 % y 22 % de forma moderada). Sin embargo, hay una variación en la prioridad que se le da a esta capacitación, con algunas empresas enfatizando la necesidad de alinearla con los objetivos de negocio (22 %) y otras considerándola secundaria frente a las habilidades de venta tradicionales (22 %). Esto refleja un equilibrio entre la adopción de innovaciones tecnológicas y la valoración de las competencias interpersonales y experiencia acumulada.

5.6.1.8. Procesamiento de Datos – Técnicos en Mantenimiento

PREGUNTA 1. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

Descripción:



La empresa parece adoptar una estrategia reactiva hacia la innovación, implementando nuevas tecnologías solo cuando se identifica una necesidad específica en los procesos de producción. Esto sugiere una falta de planificación proactiva en cuanto a la modernización tecnológica.

Existe un proceso formal para evaluar e implementar innovaciones, pero este proceso se ve obstaculizado por múltiples niveles de aprobación interna, lo que retrasa la implementación. Esto indica una burocracia interna que puede ser un obstáculo para la agilidad y la rápida adopción de nuevas tecnologías.

La frecuencia de la implementación varía considerablemente según el tipo de innovación. Las actualizaciones de *software* son más comunes, mientras que los cambios en la maquinaria son menos frecuentes. Esto puede indicar un enfoque desigual en la innovación, donde se priorizan las actualizaciones de *software* sobre las mejoras en equipos físicos.

La empresa prioriza mantener la producción en funcionamiento continuo, lo que limita la frecuencia de la implementación de innovaciones. Este enfoque puede ser perjudicial a largo plazo, ya que puede llevar a la obsolescencia tecnológica y reducir la competitividad.

Las restricciones presupuestarias son un factor significativo que impide la implementación frecuente de innovaciones tecnológicas. Esto subraya la necesidad de una gestión financiera más eficiente y posiblemente la búsqueda de financiamiento externo o subvenciones para modernizar la tecnología.

Las innovaciones se concentran principalmente en las actualizaciones de *software* en el área de mantenimiento, lo que sugiere una falta de inversión en tecnología de *hardware* más avanzada. Este desequilibrio puede limitar las mejoras operativas generales.

La percepción general es que la empresa implementa innovaciones tecnológicas con poca frecuencia. Esta falta de innovación frecuente podría ser un indicio de una cultura organizacional que no valora la actualización tecnológica continua.

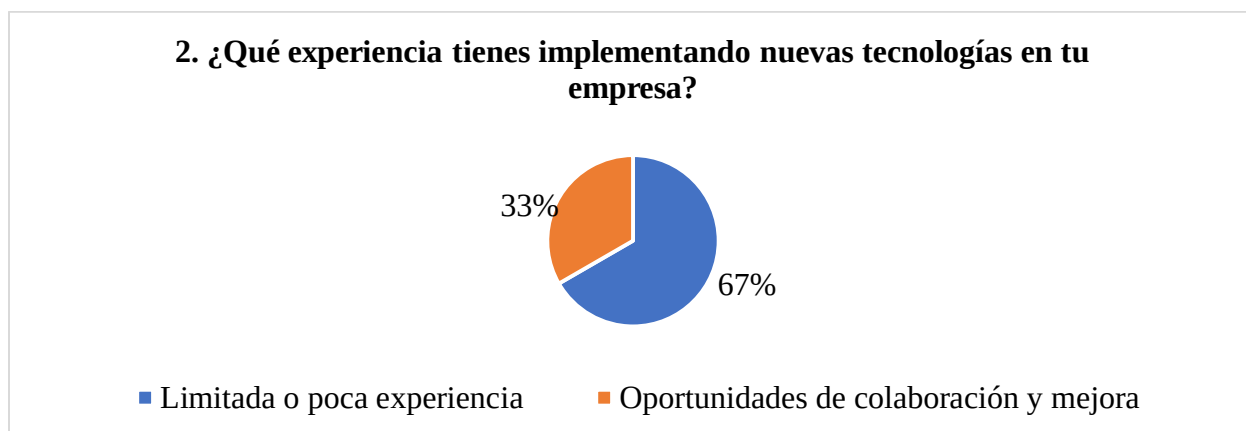
Análisis: El análisis de las respuestas muestra que la empresa tiene una estrategia limitada y reactiva en cuanto a la implementación de nuevas tecnologías. Las principales barreras identificadas incluyen la burocracia interna, las limitaciones presupuestarias y una priorización de la continuidad operativa sobre la innovación.

Las empresas parecen adoptar una estrategia reactiva hacia la innovación, implementando nuevas tecnologías solo cuando se identifica una necesidad específica en los procesos de producción. Esto sugiere una falta de planificación proactiva en cuanto a la modernización tecnológica.

Las innovaciones se concentran principalmente en las actualizaciones de *software* en el área de mantenimiento, lo que sugiere una falta de inversión en tecnología de *hardware* más avanzada. Este desequilibrio puede limitar las mejoras operativas generales.

PREGUNTA 2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?

Descripción:



El 67 % de los técnicos indica que tienen poca o ninguna experiencia en implementar nuevas tecnologías por la escasa frecuencia con la que se introducen en la empresa. Esto refleja una falta general de oportunidades para adquirir conocimientos prácticos y habilidades relacionadas con tecnologías avanzadas.

El 33 % de los técnicos han tenido la oportunidad de participar en proyectos de optimización de procesos existentes y actualización de sistemas, lo que sugiere que, aunque las innovaciones son escasas, existen esfuerzos puntuales para mejorar la eficiencia a través de tecnologías disponibles en el mercado.

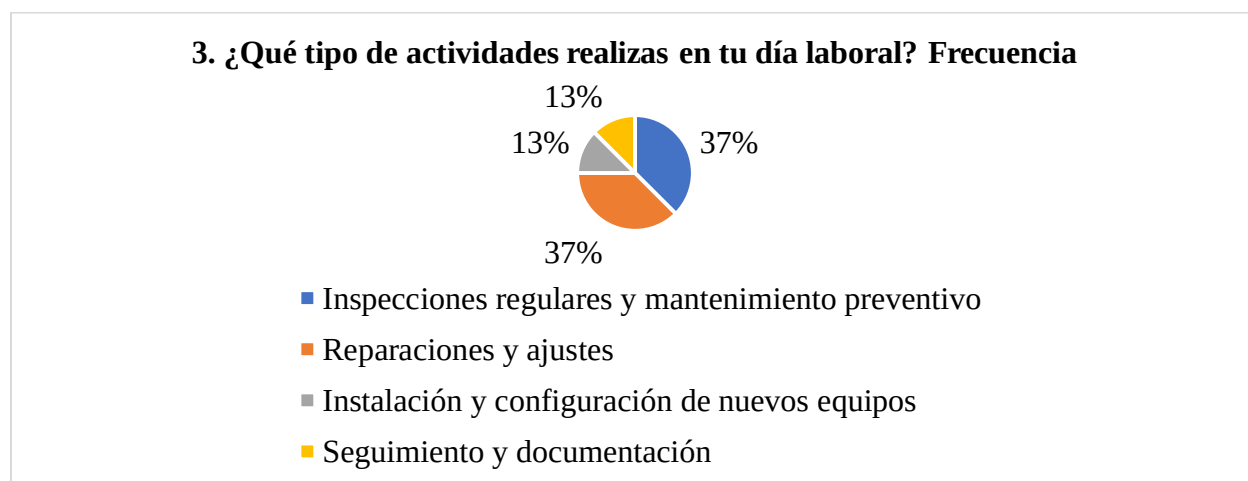
Análisis: La implementación de nuevas tecnologías en las áreas de trabajo ha sido escasa y no ha producido cambios radicales en la forma de trabajo actual. Esto sugiere una resistencia o falta de capacidad para adoptar innovaciones que podrían transformar significativamente los procesos de mantenimiento.

Aunque la implementación de nuevas tecnologías es limitada, algunos técnicos han participado en mejoras incrementales que han ayudado a optimizar procesos específicos, como la documentación de fallas y la actualización de sistemas de control. Estos esfuerzos, aunque pequeños, indican una capacidad interna para mejorar la eficiencia si se proporcionan más recursos y apoyo.

Existe una clara necesidad de programas de capacitación más robustos y frecuentes para asegurar que los técnicos estén preparados para implementar y manejar nuevas tecnologías. Esto incluye formación en Industria 4.0 y otras tecnologías emergentes que pueden revolucionar los procesos de producción y mantenimiento.

PREGUNTA 3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?

Descripción:



El 37 % de los técnicos mencionan que realizan inspecciones regulares y tareas de mantenimiento preventivo para identificar problemas potenciales antes de que se conviertan en fallas mayores. Esto indica un enfoque proactivo hacia la conservación de equipos.

El 37 % mencionan que se centran en la reparación de averías y fallos en los equipos de producción. Esto sugiere que, aunque hay un enfoque en el mantenimiento preventivo, aún ocurren fallos que requieren atención inmediata.

El 13 % menciona que realiza la instalación y configuración de nuevos equipos, además de los mantenimientos de rutina. Esto puede indicar que, aunque limitada, hay alguna implementación de nuevas tecnologías o al menos la actualización de equipos existentes.

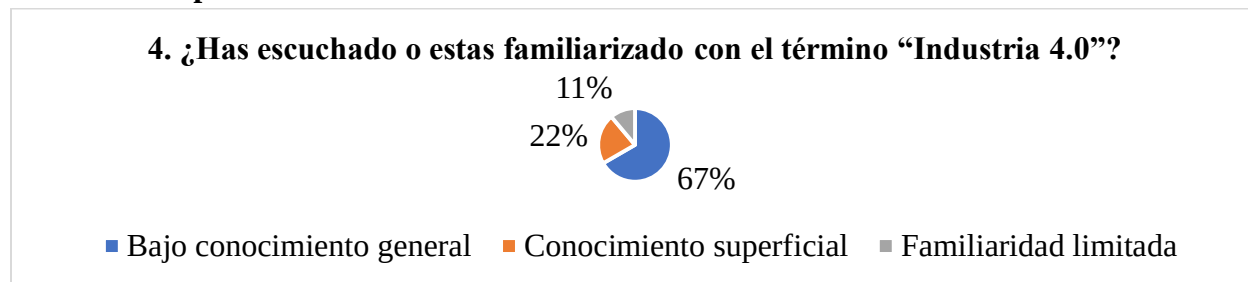
El 13 % destaca la elaboración de reportes de equipos dañados y el seguimiento de los mantenimientos realizados. Este aspecto administrativo es crucial para mantener registros detallados que faciliten futuras intervenciones y análisis de datos.

Análisis: Las tareas diarias son bastante diversificadas, desde reparaciones hasta mantenimientos preventivos y la instalación de nuevos equipos. Esta variedad de tareas sugiere que los técnicos deben ser multifuncionales y capaces de manejar diferentes aspectos del mantenimiento.

A pesar de las tareas de mantenimiento preventivo, la frecuencia con la que se mencionan las reparaciones de fallos indica que la empresa aún enfrenta muchos problemas reactivos. Esto podría ser un reflejo de la antigüedad de los equipos o de la efectividad del mantenimiento preventivo realizado.

PREGUNTA 4. ¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?

Descripción:



El 78 % de los técnicos indican que no están familiarizados con el término "Industria 4.0" o no saben a qué se refiere. Esto revela una falta significativa de conocimiento sobre las tendencias modernas en tecnología industrial. El 22 % de los técnicos han oído hablar del término, pero no tienen un entendimiento claro de lo que implica. Esto sugiere que, aunque hay una conciencia superficial de Industria 4.0, no se ha profundizado en su estudio o aplicación práctica.

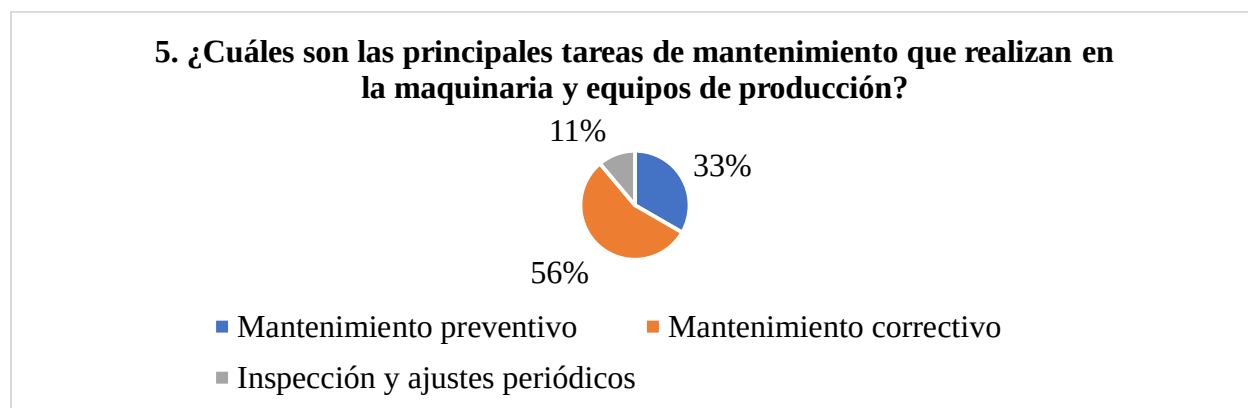
Análisis: La falta de familiaridad con Industria 4.0 entre la mayoría de los técnicos sugiere que las empresas no han proporcionado capacitación adecuada sobre este tema. La Industria 4.0, que incluye tecnologías como *IoT*, inteligencia artificial, y automatización avanzada, es crucial para modernizar las operaciones de fabricación y mantenimiento.

Existe falta de conocimiento, esto implica que la empresa podría enfrentar desafíos significativos al intentar implementar tecnologías de Industria 4.0. Sin una comprensión clara de estos conceptos, los técnicos pueden tener dificultades para adaptarse a nuevos sistemas y procesos tecnológicos.

A pesar del poco conocimiento que manejan los técnicos de mantenimiento, también existe un interés potencial que puede ser aprovechado. Esto presenta una oportunidad para desarrollar programas de formación específicos y aplicados que cubran las tecnologías y conceptos de Industria 4.0.

PREGUNTA 5. ¿Cuáles son las principales tareas de mantenimiento de la maquinaria y equipos de producción?

Descripción:



El 33 % de las respuestas indican un fuerte enfoque en el mantenimiento preventivo, con tareas como inspecciones regulares, limpieza y cambios de filtros y aceite. Esto es positivo ya que el mantenimiento preventivo ayuda a identificar y solucionar problemas antes de que se conviertan en fallas mayores, prolongando la vida útil de los equipos y evitando interrupciones costosas.

También se observa una atención del 56 % al mantenimiento correctivo, con varias menciones de reparaciones y atención a averías. Esto sugiere que, a pesar de los esfuerzos de mantenimiento preventivo, aún ocurren fallos que requieren intervenciones inmediatas.

El 11 % menciona que las tareas de inspección regular y ajustes y calibraciones periódicas son cruciales para asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas y minimizar el desgaste. Estas prácticas son esenciales para mantener la eficiencia operativa y la calidad de la producción.

Análisis: La frecuente mención de reparaciones de averías sugiere una cierta dependencia del mantenimiento correctivo, lo que puede ser indicativo de problemas subyacentes no abordados por el mantenimiento preventivo. Esto podría señalar la necesidad de mejorar las estrategias preventivas o actualizar el equipo para reducir la incidencia de fallos.

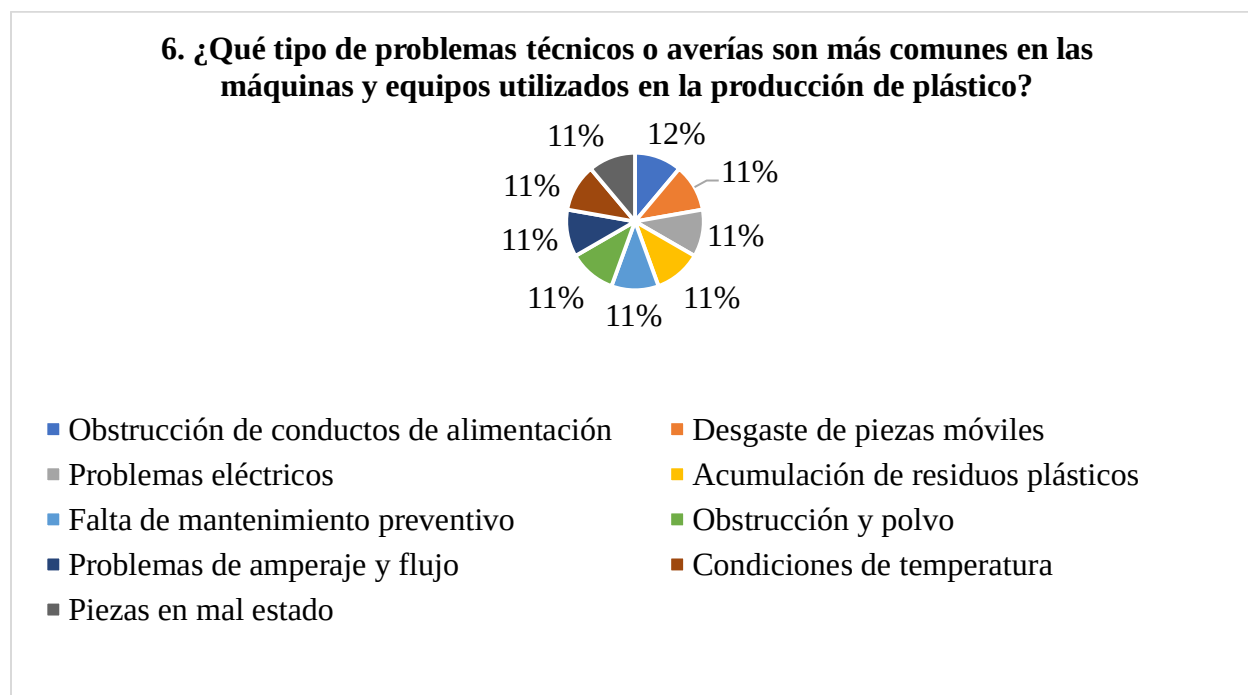
Aunque no se menciona explícitamente en todas las respuestas, es importante que las actividades de mantenimiento estén bien documentadas y se realice un seguimiento adecuado. Incluye registros detallados de inspecciones, reparaciones y mantenimiento preventivo, fundamental para un análisis histórico y la mejora continua.

Aunque las tareas descritas son fundamentales, la falta de menciones a tecnologías avanzadas de mantenimiento predictivo o sistemas de monitoreo remoto indica una posible área de mejora. Implementar tecnologías de la Industria 4.0, como el Internet de las Cosas (*IoT*) y análisis predictivos, podría mejorar significativamente la eficiencia del mantenimiento.

Aunque los técnicos están realizando tareas fundamentales de mantenimiento, hay una clara necesidad de modernización y capacitación para mejorar la eficiencia y efectividad de estas actividades en la empresa.

PREGUNTA 6. ¿Qué tipo de problemas técnicos o averías son más comunes en las máquinas y equipos utilizados en la producción de plástico?

Descripción:



La obstrucción en los conductos de alimentación, especialmente en las máquinas de moldeo por inyección, es un problema común que puede afectar la calidad del producto final. Este problema puede ser por la acumulación de residuos plásticos y la falta de limpieza regular.

El desgaste de componentes como rodamientos y correas es frecuente, requiriendo reemplazo o ajuste constante. Este desgaste puede ser exacerbado por el uso continuo y la falta de mantenimiento adecuado.

Los problemas eléctricos, que pueden detener por completo la operación de las máquinas, son críticos y requieren una atención inmediata. Estos problemas pueden ser causados por cables defectuosos, conexiones sueltas o sistemas eléctricos anticuados.

La acumulación de residuos plásticos en partes móviles puede causar bloqueos y aumentar el riesgo de fallos. Esto sugiere una necesidad de mejorar los procesos de limpieza y mantenimiento regular para prevenir la acumulación de residuos.

La falta de mantenimiento preventivo puede llevar a problemas de temperatura y presión en los equipos, afectando la calidad y consistencia de los productos plásticos. Esto subraya la importancia de un programa de mantenimiento preventivo bien estructurado.

La obstrucción de piezas y la presencia de polvo también son problemas frecuentes, lo que indica una necesidad de mejorar las condiciones de limpieza y mantenimiento.

El amperaje alto en motores y problemas de flujo de material, como la salida interrumpida y el flujo desigual, pueden afectar la eficiencia y calidad de la producción.

Las partículas de material que obstruyen el proceso y las temperaturas fuera de niveles normales son problemas adicionales que afectan la operación de las máquinas.

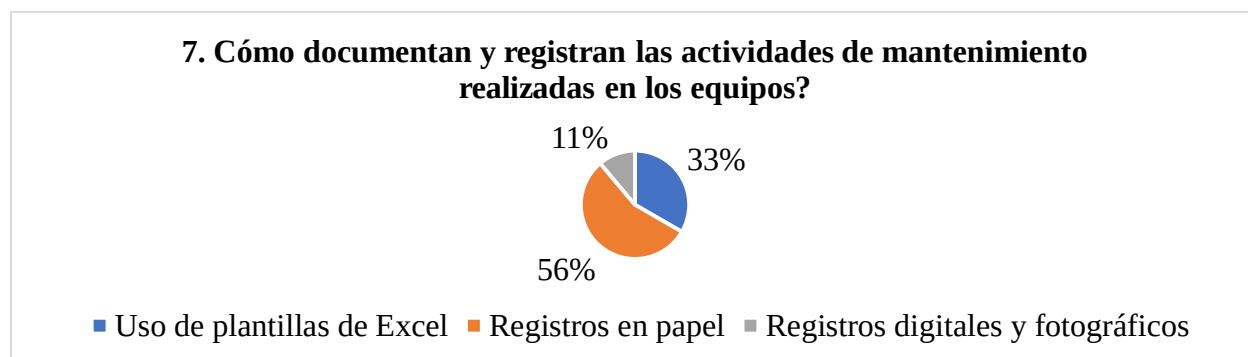
Las piezas de las máquinas en mal estado requieren atención constante para asegurar el funcionamiento correcto de las máquinas.

Análisis: Aunque los técnicos están realizando tareas fundamentales para mantener el funcionamiento de las máquinas, hay una clara necesidad de fortalecer los programas de mantenimiento preventivo, mejorar la capacitación y considerar la actualización de equipos para asegurar una operación más eficiente y reducir los tiempos de inactividad.

Se debe desarrollar e implementar un programa de mantenimiento preventivo robusto que incluya inspecciones regulares, limpiezas y ajustes para minimizar el desgaste y la acumulación de residuos.

PREGUNTA 7. ¿Cómo documentan y registran las actividades de mantenimiento realizadas en los equipos?

Descripción:



El 33 % de las personas indican que se utiliza Excel para documentar las actividades de mantenimiento. Este método permite una organización estructurada y facilita la actualización y el análisis de datos. Sin embargo, depende de la entrada manual de datos, lo que puede ser propenso a errores y consume tiempo.

El 56 % de las personas mencionan el uso de formatos en papel como "boletas de revisión", libros de registro, y hojas de control. Aunque estos métodos son simples y accesibles, presentan desafíos significativos en términos de almacenamiento, recuperación de información y análisis de datos. Además, el manejo de papel puede ser más propenso a pérdidas y daños.

El 11 % de las personas menciona la creación de informes detallados que se archivan digitalmente. Persona 6 también menciona la toma de fotografías para documentar el estado de los equipos. El uso de registros digitales es una práctica positiva que facilita el almacenamiento seguro y el análisis eficiente de los datos, aunque debe complementarse con medidas para garantizar la precisión y consistencia de la información.

Análisis: Existe una falta de estandarización en los métodos de documentación. Algunos técnicos usan plantillas digitales mientras que otros dependen de registros en papel. Esta inconsistencia puede dificultar la consolidación de datos y la comparación de información a lo largo del tiempo.

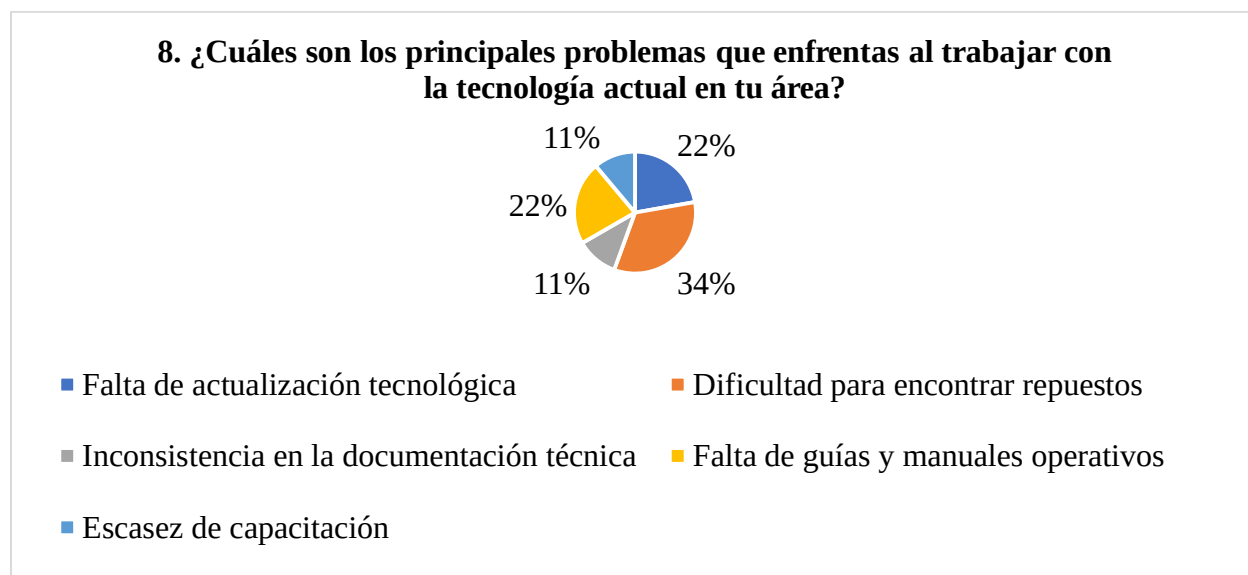
El uso de papel y el registro manual de datos pueden ser ineficientes y propensos a errores. La transición a métodos digitales más integrados podría mejorar significativamente la eficiencia y la precisión de la documentación.

La dispersión de registros en diferentes formatos y ubicaciones puede dificultar el acceso rápido a la información y el análisis de datos históricos. La centralización de la documentación en un sistema digital accesible puede facilitar estas tareas.

Aunque la empresa ya tiene prácticas establecidas para documentar actividades de mantenimiento, hay una clara necesidad de modernizar y estandarizar estos métodos. La implementación de tecnologías digitales avanzadas y la capacitación del personal en su uso pueden mejorar significativamente la eficiencia, precisión y accesibilidad de la documentación de mantenimiento.

PREGUNTA 8. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrentas al trabajar con la tecnología actual en tu área?

Descripción:



El 22 % de los técnicos mencionan que la tecnología utilizada es anticuada, lo que dificulta la resolución eficiente de problemas y limita la capacidad de realizar mejoras significativas. Esta situación puede resultar en una disminución de la productividad y un aumento del tiempo de inactividad.

El 34 % destacan la dificultad para encontrar repuestos adecuados en el país. Esto es especialmente problemático para componentes antiguos y puede llevar a retrasos significativos en las reparaciones y el mantenimiento.

El 11 % señala que la inconsistencia en la documentación técnica dificulta las tareas de reparación y mantenimiento. Una documentación técnica precisa y coherente es crucial para asegurar que los técnicos puedan realizar sus tareas de manera eficiente y precisa.

El 22 % mencionan la falta de guías y manuales operativos, lo que obliga a los técnicos a investigar por sus propios medios y retrasa las tareas diarias. La ausencia de estas guías puede llevar a procedimientos inconsistentes y aumentar el riesgo de errores.

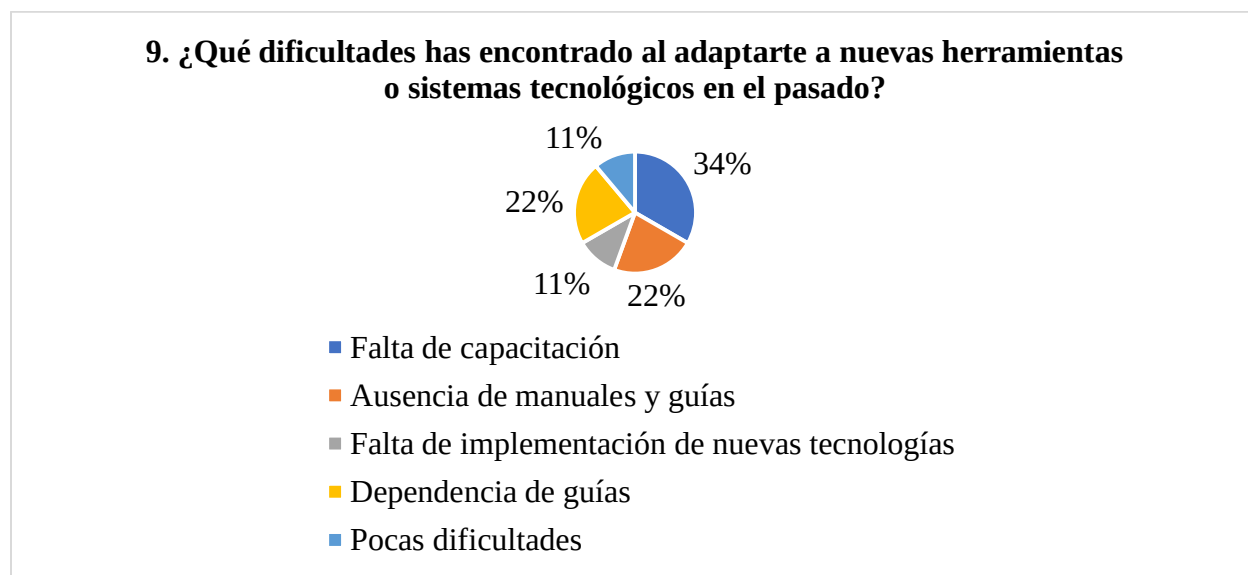
El 11 % señala la poca capacitación para resolver algunos problemas. La falta de capacitación adecuada limita la capacidad de los técnicos para manejar problemas complejos y puede afectar negativamente la eficiencia y seguridad operativa.

Análisis: La falta de actualización tecnológica y la dificultad para encontrar repuestos afectan negativamente la eficiencia operativa. Los técnicos pasan más tiempo solucionando problemas que podrían evitarse con tecnologías más modernas y un suministro adecuado de repuestos.

La falta de documentación técnica y guías claras aumenta el tiempo necesario para realizar reparaciones y mantenimiento, lo que puede resultar en tiempos de inactividad prolongados y pérdidas de productividad. La escasez de capacitación limita el desarrollo profesional de los técnicos y su capacidad para manejar nuevas tecnologías y resolver problemas complejos de manera eficiente.

PREGUNTA 9. ¿Qué dificultades has encontrado al adaptarte a nuevas herramientas o sistemas tecnológicos en el pasado?

Descripción:



El 34 % indican que la falta de capacitación es una barrera significativa para adaptarse a nuevas herramientas o sistemas tecnológicos. La capacitación inadecuada limita el conocimiento y la confianza de los técnicos, dificultando la adopción de nuevas tecnologías.

El 22 % mencionan la falta de manuales o guías operativas. La ausencia de documentación adecuada puede causar confusión y errores durante la implementación de nuevas tecnologías, retrasando las tareas diarias y afectando la eficiencia operativa.

El 11 % señala que en su empresa no han implementado nuevas tecnologías, lo que implica una falta de exposición y experiencia práctica con sistemas modernos. Esto puede resultar en una brecha de habilidades y conocimientos técnicos esenciales para la competitividad y eficiencia.

El 22 % indica que la adaptación es más fácil cuando se proporciona una guía adecuada. Esto subraya la importancia de tener recursos accesibles y claros que orienten a los técnicos durante el proceso de adaptación a nuevas tecnologías.

El 11 % menciona pocas dificultades, lo que puede indicar una mejor preparación o una menor complejidad en las tecnologías implementadas en su área. Esto podría no representar la experiencia de los técnicos.

Análisis: La falta de capacitación y la ausencia de manuales adecuados pueden reducir la eficiencia y productividad, ya que los técnicos pueden necesitar más tiempo para familiarizarse con las nuevas herramientas y sistemas. Esto también aumenta la probabilidad de errores y fallos operativos.

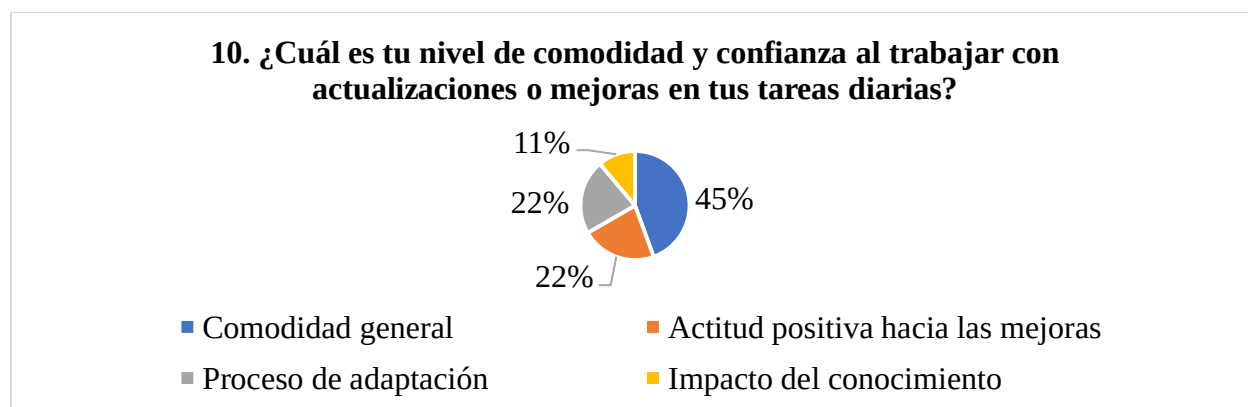
Sin la capacitación y documentación adecuadas, el tiempo necesario para resolver problemas y realizar tareas de mantenimiento puede incrementarse, resultando en tiempos de inactividad prolongados y afectando negativamente la producción.

La falta de capacitación y apoyo puede generar resistencia al cambio entre los técnicos, dificultando la adopción de nuevas tecnologías y la modernización de los procesos operativos.

La falta de capacitación puede ser el resultado del desconocimiento del nivel tecnológico actual y del desconocimiento del nivel de conocimientos tecnológicos del personal.

PREGUNTA 10. ¿Cuál es tu nivel de comodidad y confianza al trabajar con actualizaciones o mejoras en tus tareas diarias?

Descripción:



El 45 % indica que los técnicos se sienten cómodos y se desempeñan bien con las actualizaciones y mejoras. Ellos expresan sentirse cómodos y confiados en sus tareas diarias, lo cual es positivo para la adaptación y la productividad.

El 22 % destaca que las mejoras son beneficiosas para la empresa y mejoran su trabajo. Esta actitud positiva es crucial para la aceptación y el éxito de las actualizaciones tecnológicas.

El 22 % menciona que, aunque al principio pueden tener dudas, logran adaptarse mediante la práctica y el aprendizaje. Esto sugiere que, con el soporte adecuado, los técnicos pueden superar las incertidumbres iniciales y adaptarse eficientemente a las nuevas tecnologías.

El 11 % señala que su comodidad aumenta al conocer y aprender cómo las mejoras impactan su trabajo. Esto resalta la importancia de proporcionar información y capacitación adecuada sobre las actualizaciones y mejoras.

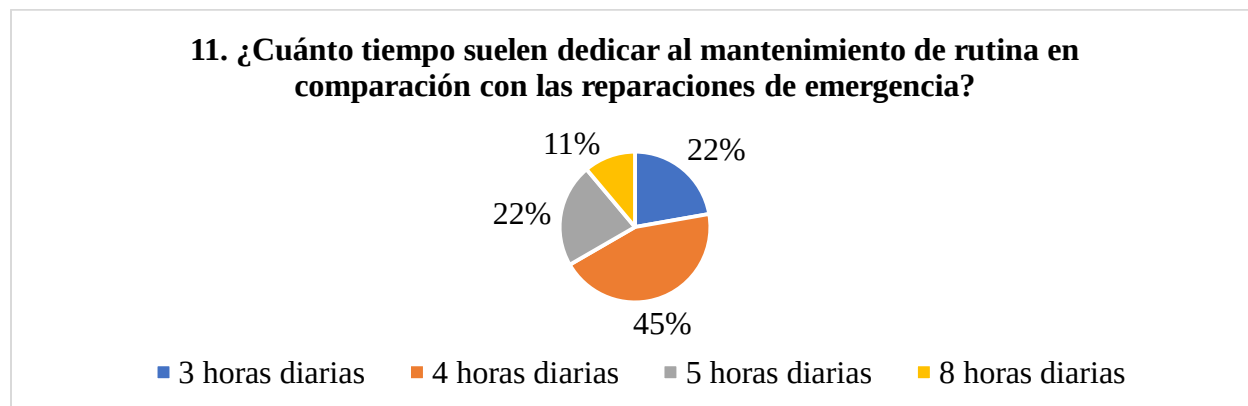
Análisis: Los técnicos de mantenimiento en su mayoría se sienten cómodos y confiados al trabajar con actualizaciones o mejoras en sus tareas diarias, aunque algunos mencionan inicialmente tener dudas que se resuelven con la práctica y el aprendizaje.

Algunos técnicos experimentan dudas al inicio de la implementación de nuevas tecnologías, lo que puede afectar temporalmente su desempeño y confianza.

La transición suave y la adaptación eficiente a nuevas tecnologías dependen en gran medida de la capacitación adecuada y del acceso a la información relevante sobre los cambios. Aunque los técnicos de mantenimiento muestran un buen nivel de comodidad y confianza al trabajar con actualizaciones tecnológicas, la capacitación adecuada y el apoyo continuo son esenciales para asegurar una adaptación exitosa y reducir las dudas iniciales.

PREGUNTA 11. ¿Cuánto tiempo suelen dedicar al mantenimiento de rutina en comparación con las reparaciones de emergencia?

Descripción:



El 67 % dedican entre 3 y 5 horas diarias al mantenimiento de rutina. Esto sugiere que, en general, se asigna un tiempo considerable a las actividades de mantenimiento preventivo, aunque no es uniforme en todas las áreas.

Análisis: Las respuestas indican una variabilidad significativa en el tiempo que los técnicos de mantenimiento dedican al mantenimiento de rutina en comparación con las reparaciones de emergencia. Los tiempos dedicados oscilan entre 2 a 8 horas diarias, con la mayoría de los técnicos dedicando entre 3 a 5 horas diarias.

Las respuestas muestran una amplia gama de tiempo dedicado al mantenimiento de rutina, desde un mínimo de 2 horas hasta un máximo de 8 horas diarias. Esto sugiere diferencias significativas en las prácticas y prioridades de mantenimiento entre los técnicos y posiblemente entre diferentes áreas o tipos de equipos.

Dado que los tiempos dedicados al mantenimiento de rutina varían significativamente, es probable que las prácticas de mantenimiento preventivo no estén estandarizadas. Un

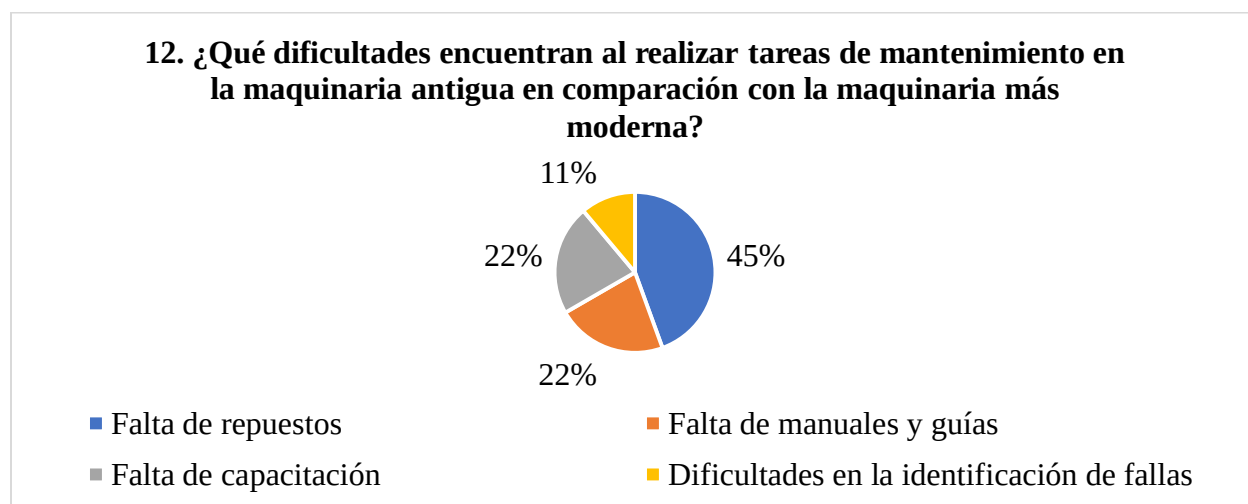
mantenimiento preventivo insuficiente puede llevar a un aumento en la frecuencia de reparaciones de emergencia, afectando la continuidad y la eficiencia de la producción.

La falta de uniformidad en el tiempo dedicado al mantenimiento puede reflejar una falta de coordinación y planificación en las actividades de mantenimiento. Esto puede impactar negativamente la productividad y aumentar el riesgo de paradas imprevistas.

Técnicos que dedican menos tiempo al mantenimiento preventivo pueden estar más enfocados en responder a fallas y emergencias. Esta práctica reactiva puede ser menos eficiente a largo plazo y aumentar el desgaste de los equipos.

PREGUNTA 12. ¿Qué dificultades encuentran al realizar tareas de mantenimiento en la maquinaria antigua en comparación con la maquinaria más moderna?

Descripción:



La falta de repuestos para la maquinaria antigua es mencionada por 45 % de los técnicos. Esto sugiere que mantener la operatividad de la maquinaria antigua es un desafío constante, ya que los componentes necesarios no están fácilmente disponibles. La escasez de repuestos puede llevar a tiempos de inactividad prolongados y a la necesidad de soluciones temporales o improvisadas que pueden no ser duraderas ni seguras.

Las respuestas del 22 % indican una carencia de manuales y guías operativas tanto para la maquinaria antigua como para la moderna. La falta de documentación adecuada complica las tareas de mantenimiento, ya que los técnicos no tienen acceso a la información necesaria para realizar reparaciones y ajustes precisos. Esto puede resultar en diagnósticos incorrectos y reparaciones ineficaces.

Las respuestas del 22 % destacan la falta de capacitación como un problema significativo. Sin una formación adecuada, los técnicos pueden no estar equipados para manejar las complejidades y peculiaridades de la maquinaria antigua, lo que aumenta el riesgo de errores y fallos.

El 11 % subraya la dificultad para identificar fallas en la maquinaria antigua debido a la falta de sistemas de reporte de errores. Las máquinas modernas suelen estar equipadas con sistemas de diagnóstico que facilitan la identificación y resolución de problemas, mientras que las máquinas antiguas carecen de esta tecnología, haciendo que el proceso de mantenimiento sea más laborioso y menos preciso.

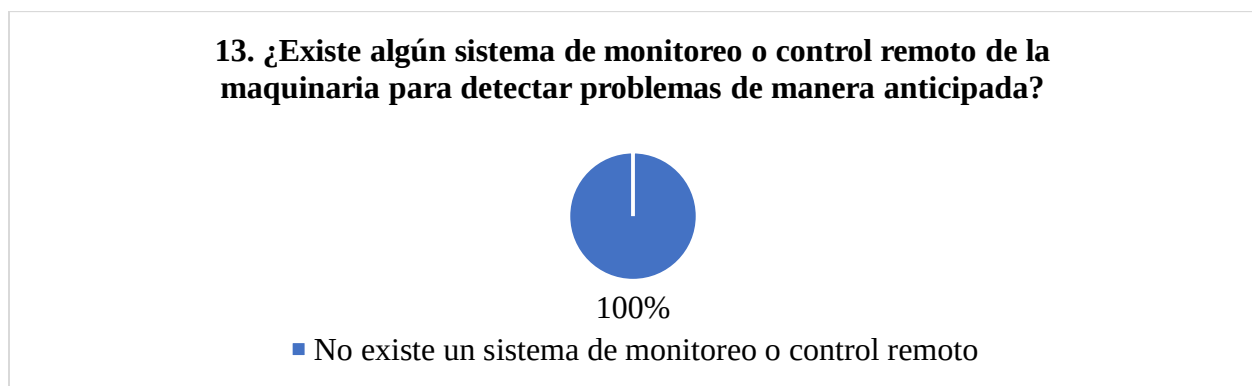
Análisis: Las principales dificultades de los técnicos de mantenimiento al trabajar con maquinaria antigua en comparación con maquinaria moderna son la falta de repuestos, manuales y guías, la escasez de capacitación adecuada y la dificultad para identificar fallas por la falta de reportes de errores en la maquinaria antigua.

La falta de repuestos y la escasez de manuales y guías afectan negativamente la eficiencia y productividad del mantenimiento. Los técnicos pueden necesitar más tiempo para encontrar soluciones y completar las reparaciones, lo que puede aumentar los tiempos inactivos de la maquinaria y reducir la productividad general.

La falta de capacitación y la ausencia de manuales adecuados también plantean riesgos de seguridad. Los técnicos pueden no estar completamente informados sobre los procedimientos correctos para el mantenimiento y la reparación, lo que puede aumentar el riesgo de accidentes y daños tanto a las máquinas como a los operarios.

PREGUNTA 13. ¿Existe algún sistema de monitoreo o control remoto de la maquinaria para detectar problemas de manera anticipada?

Descripción:



Las respuestas indican que no existe un sistema de monitoreo o control remoto implementado en la maquinaria de la empresa para detectar problemas de manera anticipada. Los técnicos dependen principalmente de procesos manuales y mantenimientos de rutina para identificar y mitigar fallas.

Análisis: La ausencia de sistemas de monitoreo y control remoto implica que la detección de fallas en la maquinaria depende completamente de inspecciones manuales y mantenimientos de rutina. Esto puede retrasar la identificación de problemas, lo que a su vez puede aumentar el tiempo de inactividad y afectar la producción.

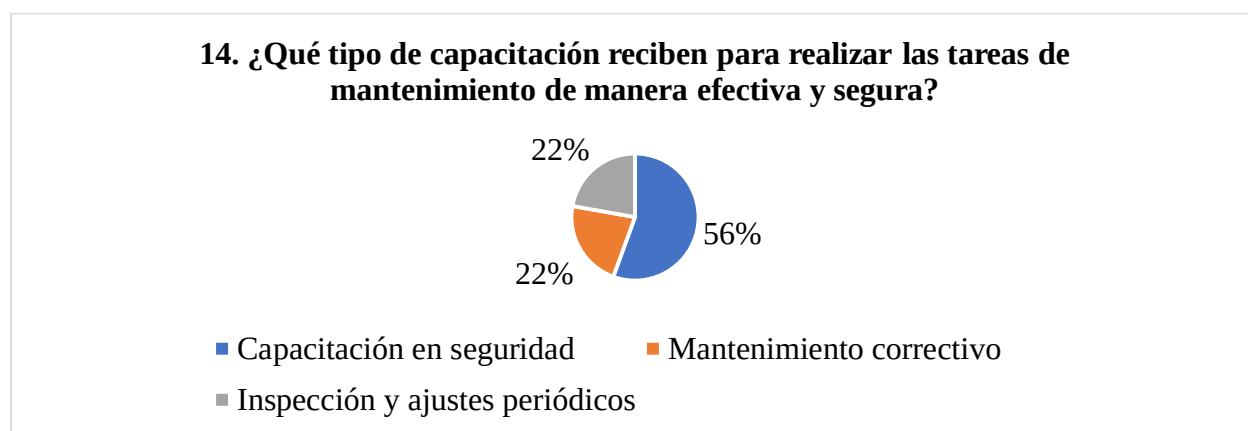
Los técnicos identifican fallas generalmente después de que se reporta un problema en la producción, lo que significa que las reparaciones se realizan de manera reactiva en lugar de

proactiva. Esta práctica puede llevar a interrupciones inesperadas y prolongadas en el proceso de producción.

Sin sistemas automatizados para detectar problemas anticipadas, es probable que la maquinaria sufra tiempos inactivos más prolongados por la necesidad de reparaciones emergentes. La falta de monitoreo continuo impide detectar problemas, lo que podría haberse manejado antes de causar una interrupción significativa.

PREGUNTA 14. ¿Qué tipo de capacitación reciben para realizar las tareas de mantenimiento de manera efectiva y segura?

Descripción:



Las respuestas indican que la capacitación recibida por los técnicos de mantenimiento se centra en tres áreas principales: seguridad ocupacional, procedimientos de mantenimiento (preventivo y correctivo) y uso de herramientas y equipos. Estas capacitaciones se imparten con cursos formales y talleres y con aprendizaje de compañeros con más experiencia.

El 56 % de los técnicos mencionan capacitación en seguridad industrial y ocupacional, crucial para realizar las tareas de mantenimiento seguramente y prevenir accidentes laborales.

Análisis: Aunque la capacitación actual cubre aspectos fundamentales de seguridad y mantenimiento, hay una necesidad de formación continua y avanzada en nuevas tecnologías y

metodologías. Es importante que la empresa realice un diagnóstico para determinar las necesidades de capacitación en nuevas tecnologías. Esto asegurará que los técnicos estén preparados para manejar equipos modernos y adoptarán tecnologías emergentes con mayor eficacia.

Estandarizar y formalizar los procesos de capacitación, asegurando que todos los técnicos reciban una formación coherente y completa, podría mejorar aún más la calidad del mantenimiento y la seguridad en la planta. Esto incluye la creación de manuales y guías actualizadas para todas las tareas y procedimientos.

La capacitación en la empresa cubre bien las áreas de seguridad y mantenimiento básico, pero podría beneficiarse de una mayor formalización y enfoque en nuevas tecnologías y técnicas avanzadas. La implementación de programas de capacitación continua y avanzada contribuirá significativamente a mejorar la eficiencia y seguridad en las tareas de mantenimiento.

5.6.2. *Análisis de Checklist*

Las empresas destacan en la gestión de la seguridad y salud ocupacional, sus áreas ordenadas y las tareas debidamente asignadas al personal. Las maquinarias y equipos aún tienen una vida útil establecida, compatible y podrían integrarse con sistemas digitales. Estos resultados indican que existen significativas oportunidades de mejora mediante la automatización de las operaciones, lo que podría incrementar la eficiencia, reducir los errores humanos y optimizar el uso de recursos. La implementación de tecnologías 4.0 permitiría integrar sistemas avanzados de monitoreo y control, mejorar la trazabilidad de los productos y facilitar el mantenimiento predictivo de las maquinarias (*Ver Anexo 11*).

II. DIAGNÓSTICO Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO

6. Diagnóstico del Estudio

6.1. Análisis de Coherencia

Tabla 13.

Matriz de Consistencia

Comparación de objetivos con hipótesis	Relación entre variables y dimensiones	Análisis por pregunta
La hipótesis general (HG) se confirma al describir la situación actual de las empresas del sector plástico (OG), que enfrentan problemas de ciberseguridad y gestión de datos, y realizan la mayoría de sus operaciones manualmente por la carencia de tecnologías digitales, lo que conlleva problemas negativos en la productividad. Los procesos manuales son lentos y propensos a errores, obstaculizando la eficiencia operativa. Sin embargo, las empresas muestran un interés significativo en migrar sus procesos a un entorno digital o Industria 4.0 para mejorar su productividad y competitividad en el mercado.	La falta de adopción de tecnologías digitales en los procesos empresariales (VI) tiene como consecuencia la baja productividad empresarial (VD), lo que se refleja en una baja eficiencia operativa, errores frecuentes y tiempos de producción prolongados. Esta digitalización limitada y la ausencia de medidas avanzadas de ciberseguridad (DG) limita la capacidad de competir en un mercado dinámico, ocasionando altos costos operativos, fallos en sistema y pérdida de datos, desperdicio de recursos y una menor calidad de productos, lo que contribuye a una baja productividad general.	P1. Las empresas han comenzado a implementar sistemas de gestión empresarial y herramientas digitales, pero muchos procesos siguen siendo manuales, lo que reduce la eficiencia y la capacidad de respuesta. La falta de experiencia y recursos tecnológicos impide una implementación más rápida y efectiva de nuevas tecnologías. P2. La mayoría de las empresas están abiertas a la idea de migrar sus procesos a tecnologías digitales. Sin embargo, no poseen un diagnóstico que les informe de los procesos migrar, ni un plan tecnológico adecuado a sus necesidades, por eso poseen poca experiencia en la implementación de nuevas tecnologías.

Comparación de objetivos con hipótesis	Relación entre variables y dimensiones	Análisis por pregunta
La hipótesis general (HG) se confirma al describir la situación actual de las empresas del sector plástico (OG), que enfrentan problemas de ciberseguridad y gestión de datos, y realizan la mayoría de sus operaciones manualmente por la carencia de tecnologías digitales, lo que conlleva problemas negativos en la productividad. Los procesos manuales son lentos y propensos a errores, obstaculizando la eficiencia operativa. Sin embargo, las empresas muestran un interés significativo en migrar sus procesos a un entorno digital o Industria 4.0 para mejorar su productividad y competitividad en el mercado.	La falta de adopción de tecnologías digitales en los procesos empresariales (VI) tiene como consecuencia la baja productividad empresarial (VD), lo que se refleja en una baja eficiencia operativa, errores frecuentes y tiempos de producción prolongados. Esta digitalización limitada y la ausencia de medidas avanzadas de ciberseguridad (DG) limita la capacidad de competir en un mercado dinámico, ocasionando altos costos operativos, fallos en sistema y pérdida de datos, desperdicio de recursos y una menor calidad de productos, lo que contribuye a una baja productividad general.	P3. Las empresas del sector plástico han adoptado una postura conservadora respecto a la implementación de nuevas tecnologías. La adopción de tecnologías emergentes en las empresas está limitada por restricciones presupuestarias, altos costos de implementación y la necesidad de asegurar un retorno de inversión claro. Sin embargo, se han logrado avances implementando sistemas <i>ERP</i> y diseño asistido por computadoras. P4. Las empresas del sector plástico operan con procesos semiautomatizados y no digitalizados; aunque utilizan máquinas automáticas como las de inyección y extrusión, el monitoreo y control de estas se realizan de forma manual, al igual que los procesos de empaque, embalaje e inspecciones. P5. Tecnológicamente, las empresas requieren mejoras en conectividad, ciberseguridad, gestión de datos y espacio físico extra, requieren invertir en actualizaciones, expansión de red y en plataformas de análisis avanzado para alinear la infraestructura con los requerimientos de Industria 4.0.

Comparación de objetivos con hipótesis	Relación entre variables y dimensiones	Análisis por pregunta
Efectivamente, la hipótesis (H1) identifica puntos de mejora en los procesos mediante la implementación de tecnologías 4.0 y está muy alineada con el objetivo específico 1 (OE1) que examina la eficiencia o impacto que tienen los procesos en las empresas del plástico. Esta hipótesis se acepta porque las empresas realmente enfrentan cuellos de botella en sus operaciones, errores del personal, capacidad de respuesta lenta o limitada, medidas de seguridad básicas y procesos manuales, además de no poder adaptarse eficazmente a los cambios en la demanda en cuanto a personalización o expansión. Estos factores resultan en baja eficiencia y una mayor cantidad de productos defectuosos, convirtiéndose en puntos críticos que pueden mejorarse mediante la implementación de tecnologías 4.0.	Todos los procesos operativos (D1) tienen una característica en común, y es que no se han implementado tecnologías adecuadas (VI) para abordar de manera eficaz los problemas que conducen a la baja eficiencia y a la vulnerabilidad de los datos. Esto hace que estas empresas muestren una baja productividad en sus procesos y poca adaptabilidad a los cambios de demanda (Situación actual de los procesos: VD)	P6. En el área de atención al cliente se requieren soluciones que proporcionen datos valiosos para entender y anticipar las necesidades del mercado. Para poder mejorar la experiencia del cliente con la personalización de las ofertas y respuestas rápidas a sus necesidades, resolviendo problemas con la tasa de conversión y ciclo de ventas, la satisfacción y retención de clientes, el tiempo de respuesta a consultas, la efectividad del <i>marketing</i> digital y la predicción más exacta de la demanda. P7. La capacidad actual de las empresas es competente para sus necesidades actuales, mas no para un aumento en la demanda del mercado o expansión de estas. Los principales problemas son la incompatibilidad de sistemas, la baja o nula ciberseguridad, la gestión de datos (perdida de datos o dificultad en la transferencia) e interrupciones causadas por modelos de mantenimientos reactivos y correctivos. P8. Las empresas del sector plástico enfrentan problemas críticos como el mantenimiento reactivo de equipos, la obsolescencia tecnológica y la falta de capacitación en nuevas tecnologías. Una estrategia bien definida y capacitación en nuevas tecnologías son esenciales para superar estos obstáculos y mejorar la eficiencia operativa y competitividad.

Comparación de objetivos con hipótesis	Relación entre variables y dimensiones	Análisis por pregunta
Efectivamente, la hipótesis (H1) identifica puntos de mejora en los procesos mediante la implementación de tecnologías 4.0 y está muy alineada con el objetivo específico 1 (OE1) que examina la eficiencia o impacto que tienen los procesos en las empresas del plástico. Esta hipótesis se acepta porque las empresas realmente enfrentan cuellos de botella en sus operaciones, errores del personal, capacidad de respuesta lenta o limitada, medidas de seguridad básicas y procesos manuales, además de no poder adaptarse eficazmente a los cambios en la demanda en cuanto a personalización o expansión. Estos factores resultan en baja eficiencia y una mayor cantidad de productos defectuosos, convirtiéndose en puntos críticos que pueden mejorarse mediante la implementación de tecnologías 4.0.	Todos los procesos operativos (D1) tienen una característica en común, y es que no se han implementado tecnologías adecuadas (VI) para abordar de manera eficaz los problemas que conducen a la baja eficiencia y a la vulnerabilidad de los datos. Esto hace que estas empresas muestren una baja productividad en sus procesos y poca adaptabilidad a los cambios de demanda (Situación actual de los procesos: VD)	P9. Los procesos de producción son controlados y monitoreados manualmente por supervisores, operadores y técnicos de mantenimiento, quienes reportan verbalmente o por correo cualquier problema observado en las máquinas o en el proceso a su jefe inmediato. En todas estas etapas hay problemas de paros de producción por fallos en las máquinas, causados por errores en su calibración y por manipulación manual de ciertas actividades como la carga de materia prima en las máquinas, empaque y embalaje. Esto conlleva desperdicio de recursos, accidentes laborales y aumento del tiempo de los procesos, lo que implica horas extras y, en consecuencia, un incremento en los costos y una reducción en la productividad de la empresa. Además, la falta de digitalización y automatización en el monitoreo y control de los procesos impide una respuesta rápida y eficiente a los problemas. P10. En RR.HH. se sugiere hacer un diagnóstico del nivel tecnológico actual y luego implementar medidas de seguridad de la Ley de Protección de Datos Personales que incluyan procedimientos de identificación y autenticación de usuarios, auditorías de seguridad, contar con un servicio de respuesta a incidentes y capacitaciones al personal sobre la protección de datos y las mejores prácticas en ciberseguridad.

Comparación de objetivos con hipótesis	Relación entre variables y dimensiones	Análisis por pregunta
Efectivamente, la hipótesis (H1) identifica puntos de mejora en los procesos mediante la implementación de tecnologías 4.0 y está muy alineada con el objetivo específico 1 (OE1) que examina la eficiencia o impacto que tienen los procesos en las empresas del plástico. Esta hipótesis se acepta porque las empresas realmente enfrentan cuellos de botella en sus operaciones, errores del personal, capacidad de respuesta lenta o limitada, medidas de seguridad básicas y procesos manuales, además de no poder adaptarse eficazmente a los cambios en la demanda en cuanto a personalización o expansión. Estos factores resultan en baja eficiencia y una mayor cantidad de productos defectuosos, convirtiéndose en puntos críticos que pueden mejorarse mediante la implementación de tecnologías 4.0.	Todos los procesos operativos (D1) tienen una característica en común, y es que no se han implementado tecnologías adecuadas (VI) para abordar de manera eficaz los problemas que conducen a la baja eficiencia y a la vulnerabilidad de los datos. Esto hace que estas empresas muestren una baja productividad en sus procesos y poca adaptabilidad a los cambios de demanda (Situación actual de los procesos: VD)	P11. Las empresas del sector plástico han avanzado en administración al implementar sistemas <i>ERP</i>, lo que supone un paso crucial para digitalizar procesos. Esta iniciativa podría combinarse o complementarse con sistemas <i>MES</i>, permitiendo una gestión más eficiente y en tiempo real de la logística, la cadena de suministro y la administración. Automatizar estas actividades no solo reduce errores, sino que también agiliza la toma de decisiones precisas, optimizando recursos y mejorando la competitividad en el mercado.

Comparación de objetivos con hipótesis	Relación entre variables y dimensiones	Análisis por pregunta
El objetivo OE2 busca identificar los obstáculos que impiden a las empresas implementar tecnologías digitales, mientras que la hipótesis H2 sugiere que estos obstáculos son la falta de inversión en infraestructura tecnológica, la resistencia al cambio organizacional y la insuficiente capacitación del personal. Al comparar ambos, se establece una relación directa que valida el objetivo a través de suposiciones concretas, dirige la metodología de investigación hacia aspectos específicos y facilita la interpretación de los datos recogidos, permitiendo así confirmar o refutar la hipótesis con evidencia y contribuir a una comprensión más profunda de los desafíos que enfrentan las empresas en la digitalización.	Los conocimientos en tendencias tecnológicas (VI2) son fundamentales para determinar cómo se capacita al personal (VD2); una capacitación bien informada y actualizada puede mejorar significativamente la eficiencia operativa y la calidad del producto (D2). Si el personal está bien capacitado en las últimas tecnologías, esto podría llevar a procesos más eficientes y a mejorar la calidad del producto final. Por lo tanto, VI2 influye en VD2, y juntas impactan positivamente en D2, creando un ciclo de retroalimentación que fomenta la innovación y la competitividad en la empresa.	P12. Priorizan inversiones tecnológicas en función de mejorar la eficiencia operativa, optimizar procesos y asegurar un retorno de inversión a largo plazo. Sin embargo, manifiestan mantenerse conservadores en invertir en tecnología debido a la falta de visibilidad del retorno de la inversión. Las principales inversiones han sido en seguridad ocupacional, RSE e instalaciones. P13. El personal recibe capacitación en trabajo en equipo, seguridad y liderazgo, pero la falta de entrenamiento en tecnologías emergentes crea cuellos de botella en producción, gestión de suministros y TI. Esto se debe al desconocimiento tecnológico y la ausencia de un plan de capacitación adaptado a estas necesidades, lo que dificulta la optimización de procesos, reduce la inactividad y la calidad del producto, y limita la competitividad global y digital. P14. Existen impedimentos para la transición a un ambiente 4.0, como la falta de diagnósticos tecnológicos, planes de acción tecnológicos, apoyo en tendencias tecnológicas, políticas de ciberseguridad y conocimiento de dichas tendencias y su aplicación. Estos problemas pueden mitigarse realizando dichos diagnósticos, implementando planes de acción tecnológicos, desarrollando políticas de ciberseguridad, trabajando con consultores, invirtiendo en infraestructura, adoptando estándares internacionales y estrategias de implementación gradual.

Comparación de objetivos con hipótesis	Relación entre variables y dimensiones	Análisis por pregunta
Al comparar el OE3 y la H3 tenemos que las empresas del plástico cuentan con sistemas y equipos compatibles con la integración de tecnologías digitales. Para los requisitos tecnológicos a implementar, es crucial conocer los costos iniciales y el potencial retorno de inversión a corto y largo plazo. Además, se deben considerar criterios como la seguridad del personal, actualizaciones de <i>software</i> y <i>hardware</i>, flexibilidad, y la adopción de modelos de mantenimiento predictivo y preventivo. Es esencial, además, capacitar al personal en diversas áreas, tecnologías digitales, trabajo en equipo, cultura organizacional, automatización, robótica, IA, dibujo por computadora, <i>IoT</i>, <i>Big Data</i> y simulación de procesos.	La innovación tecnológica en las empresas del plástico (D3), aunque no sea estrictamente tecnología digital, es compatible con tecnologías 4.0. Esta infraestructura tecnológica en estas empresas (VI3) servirá como base sólida para implementar tecnologías 4.0 y automatizar todas las operaciones de la empresa (VD3), abarcando desde la recepción de materias primas hasta la entrega del producto final al cliente. Además, mejorará la eficiencia operativa, optimizará la gestión de recursos y facilitará la integración de sistemas avanzados como <i>IoT</i>, <i>Big Data</i> y análisis predictivo, impulsando así la competitividad y capacidad de adaptación de la empresa en un mercado en constante evolución.	P15. Tecnológicamente, se deben considerar criterios de innovación tecnológica, incluyendo costos iniciales, retorno de inversión a corto y largo plazo, seguridad del personal, actualizaciones de <i>software</i> y <i>hardware</i>, y la adopción de modelos de mantenimiento predictivo y preventivo para mejorar la eficiencia y prolongar la vida útil de los equipos. P16. Existe maquinaria compatible para realizar mejoras tecnológicas como la integración de sensores y la implementación de sistemas <i>ERP</i>, facilitando la transición a un entorno digitalizado y de gestión en tiempo real. P17. Para planificar el presupuesto de las estrategias de capacitación y actualización tecnológica, es crucial identificar primero las necesidades específicas de desarrollo de habilidades del personal y alinearlas con los objetivos estratégicos de la empresa. También es importante evaluar la calidad de los proveedores de capacitación para asegurar que los programas ofrezcan un retorno significativo de la inversión. Realizar un análisis costo-beneficio de cada programa justifica el gasto, equilibrando estas necesidades con otras prioridades financieras y operativas de la empresa.

Comparación de objetivos con hipótesis	Relación entre variables y dimensiones	Análisis por pregunta
Al comparar el OE3 y la H3 tenemos que las empresas del plástico cuentan con sistemas y equipos compatibles con la integración de tecnologías digitales. Para los requisitos tecnológicos a implementar, es crucial conocer los costos iniciales y el potencial retorno de inversión a corto y largo plazo. Además, se deben considerar criterios como la seguridad del personal, actualizaciones de <i>software</i> y <i>hardware</i>, flexibilidad, y la adopción de modelos de mantenimiento predictivo y preventivo. Es esencial, además, capacitar al personal en diversas áreas, tecnologías digitales, trabajo en equipo, cultura organizacional, automatización, robótica, IA, dibujo por computadora, <i>IoT</i>, <i>Big Data</i> y simulación de procesos.	La innovación tecnológica en las empresas del plástico (D3), aunque no sea estrictamente tecnología digital, es compatible con tecnologías 4.0. Esta infraestructura tecnológica en estas empresas (VI3) servirá como base sólida para implementar tecnologías 4.0 y automatizar todas las operaciones de la empresa (VD3), abarcando desde la recepción de materias primas hasta la entrega del producto final al cliente. Además, mejorará la eficiencia operativa, optimizará la gestión de recursos y facilitará la integración de sistemas avanzados como <i>IoT</i>, <i>Big Data</i> y análisis predictivo, impulsando así la competitividad y capacidad de adaptación de la empresa en un mercado en constante evolución.	P18. Las tecnologías 4.0 pueden integrarse en los procesos de reclutamiento y selección de personal a través de sistemas de seguimiento de candidatos, IA para preselección de currículos, <i>chatbots</i> y plataformas de reclutamiento online para interactuar con los candidatos. También es aplicable para la simulación de entornos de trabajo y evaluar las habilidades de los candidatos en situaciones prácticas, potenciar la visualización de su puesto de trabajo ideal y entender la cultura de la empresa. P19. Las habilidades del personal que se deben lograr con capacitaciones de industria 4.0 son: conocimiento en tecnologías digitales, automatización, robótica, IA, dibujo por computadora, <i>IoT</i>, <i>Big Data</i> y simulación de procesos. La falta de diagnósticos continuos, el desconocimiento del nivel tecnológico y capacitación en estas áreas (así como también las tecnologías en sí) es un problema crítico que limita la capacidad de las empresas para modernizarse y mantener la competitividad.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se consideran dos aspectos muy importantes para el análisis de coherencia:

Preguntas versus público objetivo

Todas las preguntas de investigación son pertinentes y valiosas para el público objetivo, ya que abordan preocupaciones prácticas y estratégicas que pueden influir en su decisión.

Adecuación de técnicas e instrumentos

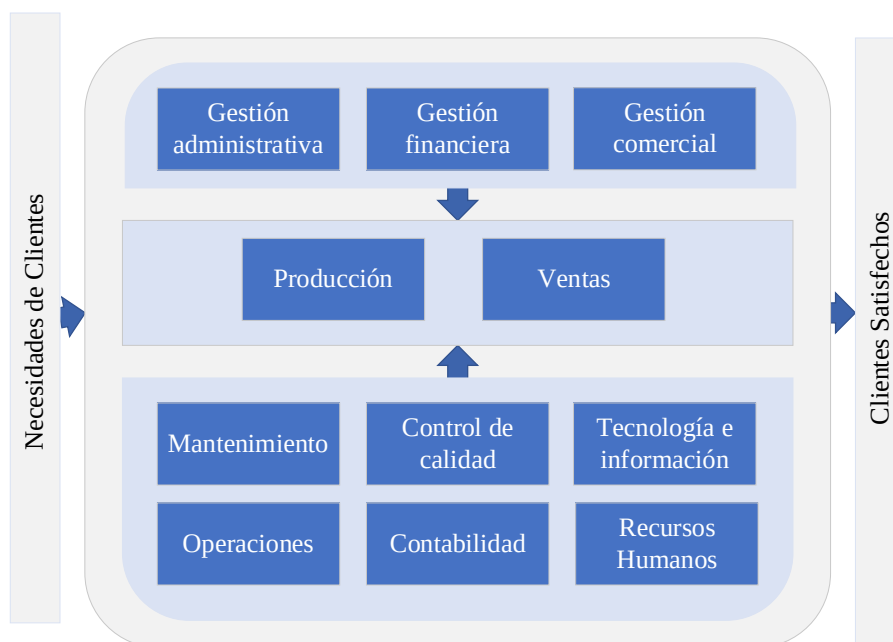
Todos los cuestionarios y *Checklist* son eficientes para evaluar tendencias generales y opiniones sobre las tendencias tecnológicas. Las entrevistas, por otro lado, todas fueron ideales para entender las experiencias y perspectivas individuales de los gerentes y técnicos.

6.2. Procesos de Empresas del Plástico

A continuación, se presenta el mapa de procesos para las empresas productoras y comercializadoras del sector plástico del país.

Figura 20.

Modelo de Gestión Integral para la Satisfacción del Cliente



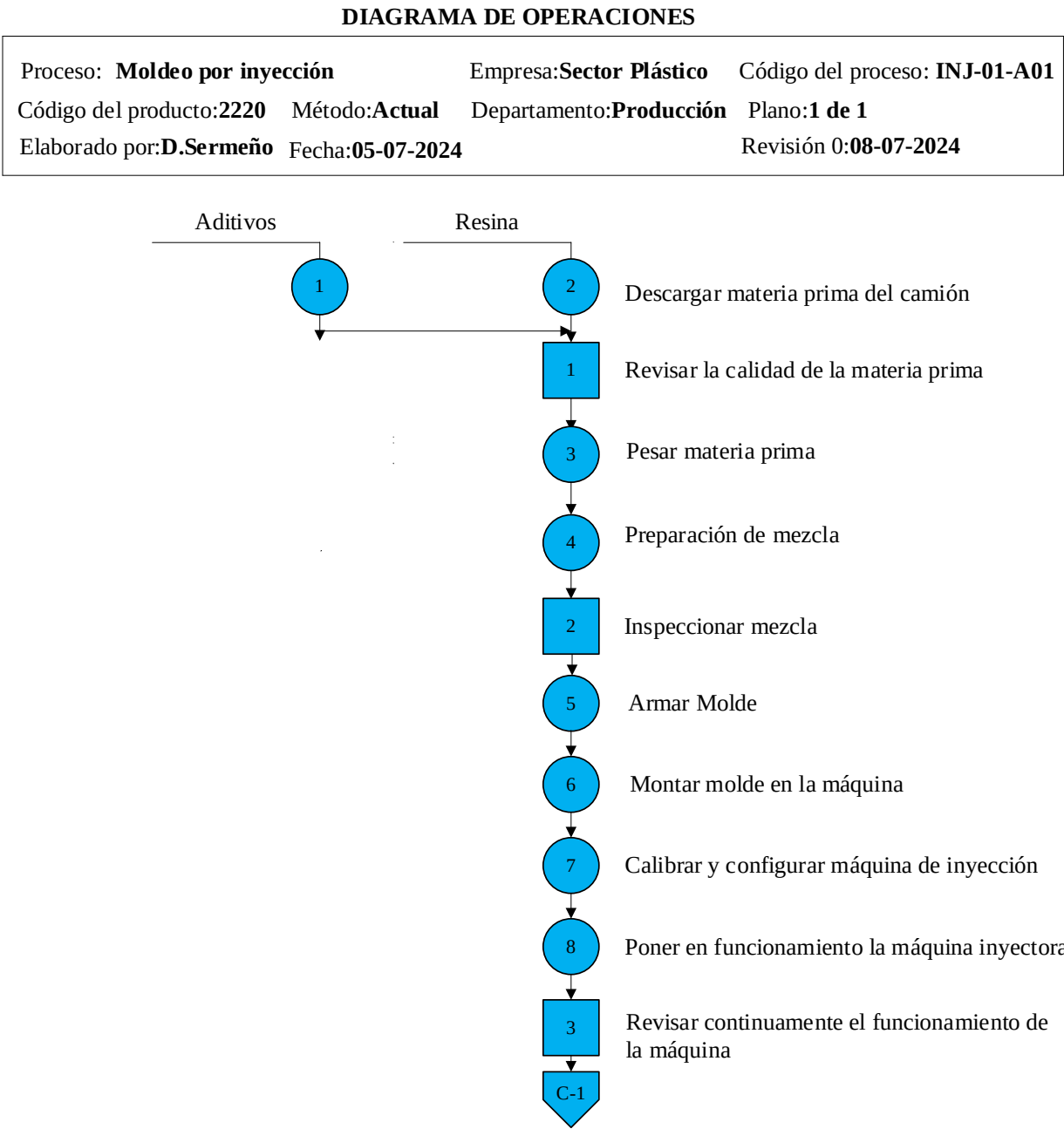
Nota. Con la información recolectada de los instrumentos utilizados se procede a describir los procesos de las empresas del sector plástico del país (ver Anexo 12 y 13).

6.2.1. Descripción de los Procesos de Producción de Productos Plásticos

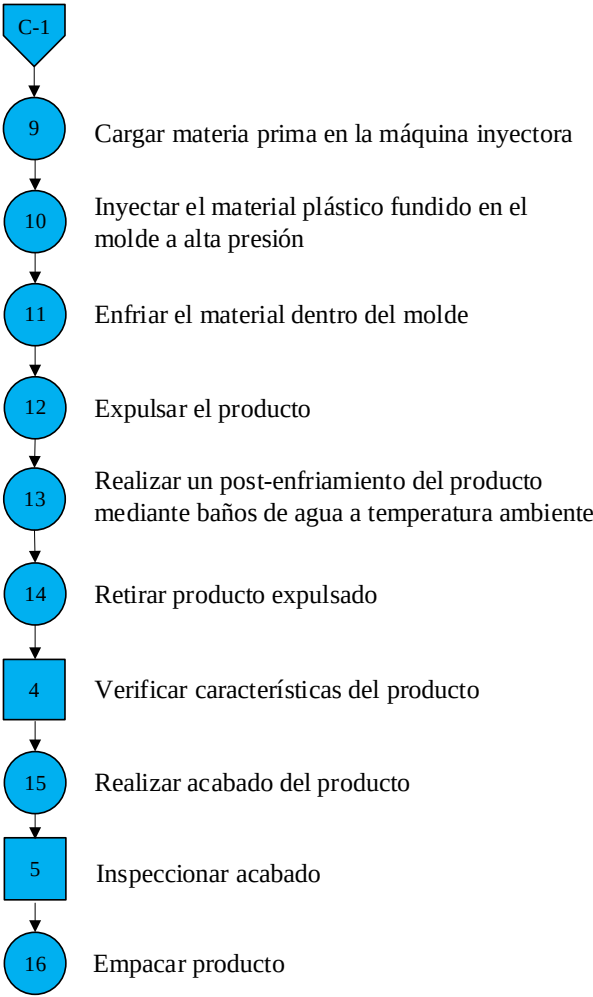
i. Proceso de moldeo por inyección:

1. Descargar materia prima del camión	13. Enfriar el material dentro del molde
2. Revisar la calidad de la materia prima	14. Expulsar el producto
3. Pesar materia prima	15. Realizar un post-enfriamiento del producto mediante baños de agua o aire a temperatura ambiente
4. Preparación de mezcla	16. Retirar producto expulsado
5. Inspeccionar mezcla	17. Verificar características del producto
6. Armar molde	18. Realizar acabado del producto
7. Montar molde en la máquina	19. Inspeccionar acabado
8. Calibrar y configurar máquina de inyección	20. Empacar producto
9. Poner en funcionamiento la máquina inyectora	
10. Revisar continuamente el funcionamiento	
11. Cargar materia prima en la máquina inyectora	
12. Inyectar el material plástico fundido en el molde a alta presión	

Figura 21.
Diagrama de Operaciones de Moldeo por Inyección



CUADRO RESUMEN		
Elemento	Símbolo	Cantidad
		16
Inspección		5



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.*Carta de Proceso de Operaciones de Moldeo por Inyección*

CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Moldeo por inyección	Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro		
		Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.
Fecha: 06/jul/2024	Operación	16								
Elaborado por: D. Sermeño	Transporte									
Diagrama Empieza en: Recepción de materia prima	Demora									
Diagrama Termina en: Almacenado de productos terminados	Inspección	5								
	Almacenaje									
Método: Actual Dibujo No: 1	Totales	21								
Hoja: 1 de 2	Costos									
Tiempo	Distancia	Simbología			Descripción del Proceso					
		●	⇒	□	D	▽	Descargar materia prima del camión			
		○	⇒	■	D	▽	Revisar la calidad de la materia prima			
		●	⇒	□	D	▽	Pesar materia prima			
		●	⇒	□	D	▽	Preparación de mezcla			
		○	⇒	■	D	▽	Inspeccionar mezcla			
		●	⇒	□	D	▽	Esperar a técnicos de mantenimiento			
		●	⇒	□	D	▽	Armar molde			
		●	⇒	□	D	▽	Montar molde en la máquina			
		●	⇒	□	D	▽	Calibrar y configurar máquina de inyección			

CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Moldeo por inyección	Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro		
		Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.
Fecha: 06/jul/2024	Operación	16								
Elaborado por: D. Sermeño	Transporte									
Diagrama Empieza en: Recepción de materia prima Diagrama Termina en: Almacenado de productos terminados	Demora									
	Inspección	5								
	Almacenaje									
Método: Actual Dibujo No:1	Totales	21								
Hoja 2 de 2	Costos									
Tiempo	Distancia	Simbología			Descripción del Proceso					
							Poner en funcionamiento la máquina inyectora			
							Revisar continuamente el funcionamiento			
							Cargar materia prima en la máquina inyectora			
							Inyectar el material plástico fundido en el molde a alta presión			
							Enfriar el material dentro del molde			
							Expulsar el producto			
							Realizar un post-enfriamiento del producto mediante baños de agua o aire a temperatura ambiente			
							Retirar producto expulsado			
							Verificar características del producto			
							Realizar acabado del producto			
							Inspeccionar acabado			
							Empacar producto			

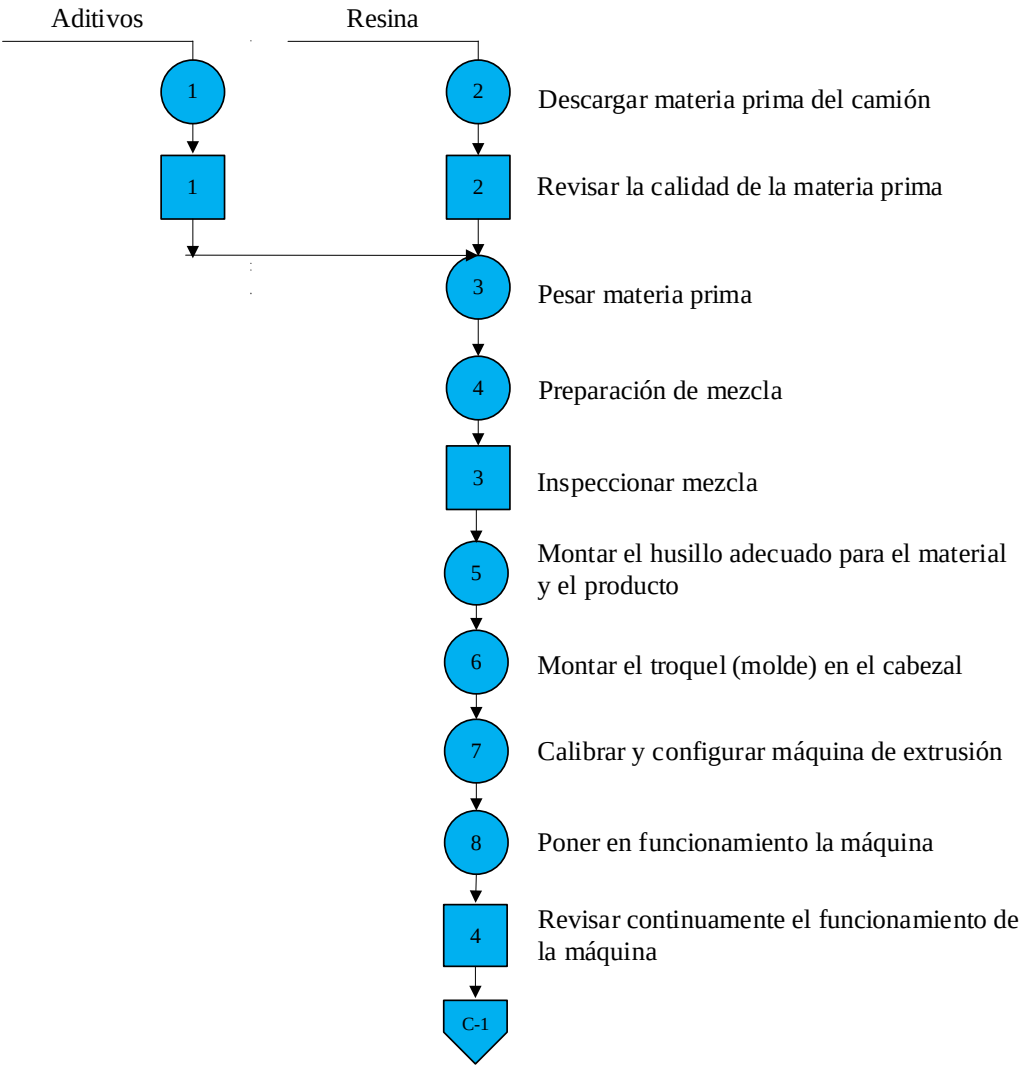
Fuente: Elaboración propia.

ii. Proceso de extrusión

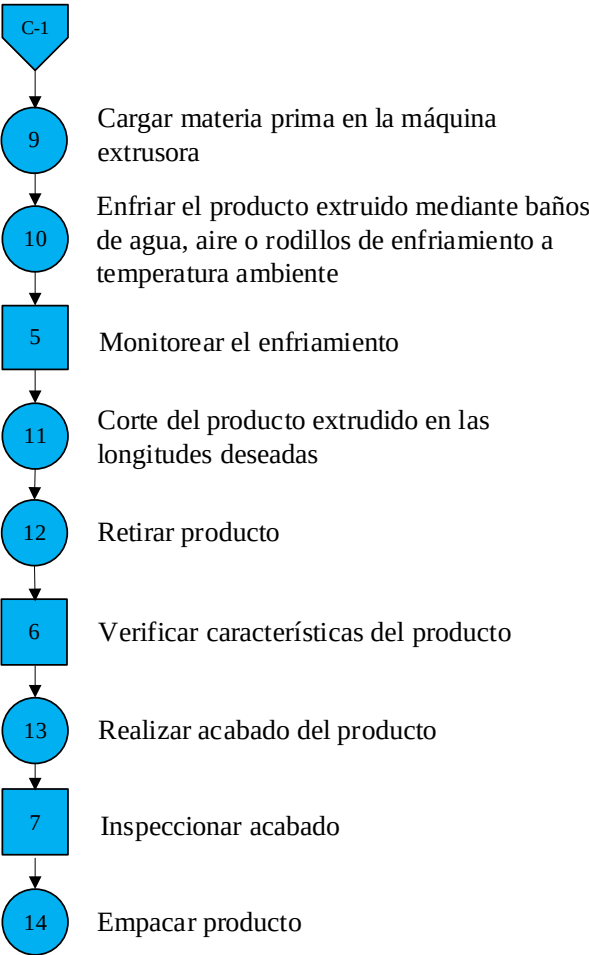
1. Descargar materia prima del camión
2. Revisar la calidad de la materia prima
3. Pesar materia prima
4. Preparación de mezcla
5. Inspeccionar mezcla
6. Montar el husillo adecuado para el material y el producto
7. Montar el troquel (molde) en el cabezal
8. Calibrar y configurar máquina de extrusión
9. Poner en funcionamiento la máquina
10. Revisar continuamente el funcionamiento de la máquina
11. Cargar materia prima en la máquina extrusora
12. Enfriar el producto extruido mediante baños de agua, aire o rodillos de enfriamiento a temperatura ambiente
13. Monitorear el enfriamiento
14. Corte del producto extrudido en las longitudes deseadas
15. Retirar producto
16. Verificar características del producto
17. Realizar acabado del producto
18. Inspeccionar acabado
19. Empacar producto

Figura 22.
Diagrama de Operaciones de Extrusión

DIAGRAMA DE OPERACIONES			
Proceso: Extrusión	Método: Actual	Empresa: Sector Plástico	Código del proceso: EXT-02-A02
Código del producto: 2220	Fecha: 05-07-2024	Departamento: Producción	Plano: 1 de 1
Elaborado por: D.Sermeño		Revisión 0: 08-07-2024	



CUADRO RESUMEN		
Elemento	Símbolo	Cantidad
Operación		14
Inspección		7



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15.*Carta de Proceso de Operaciones de Extrusión*

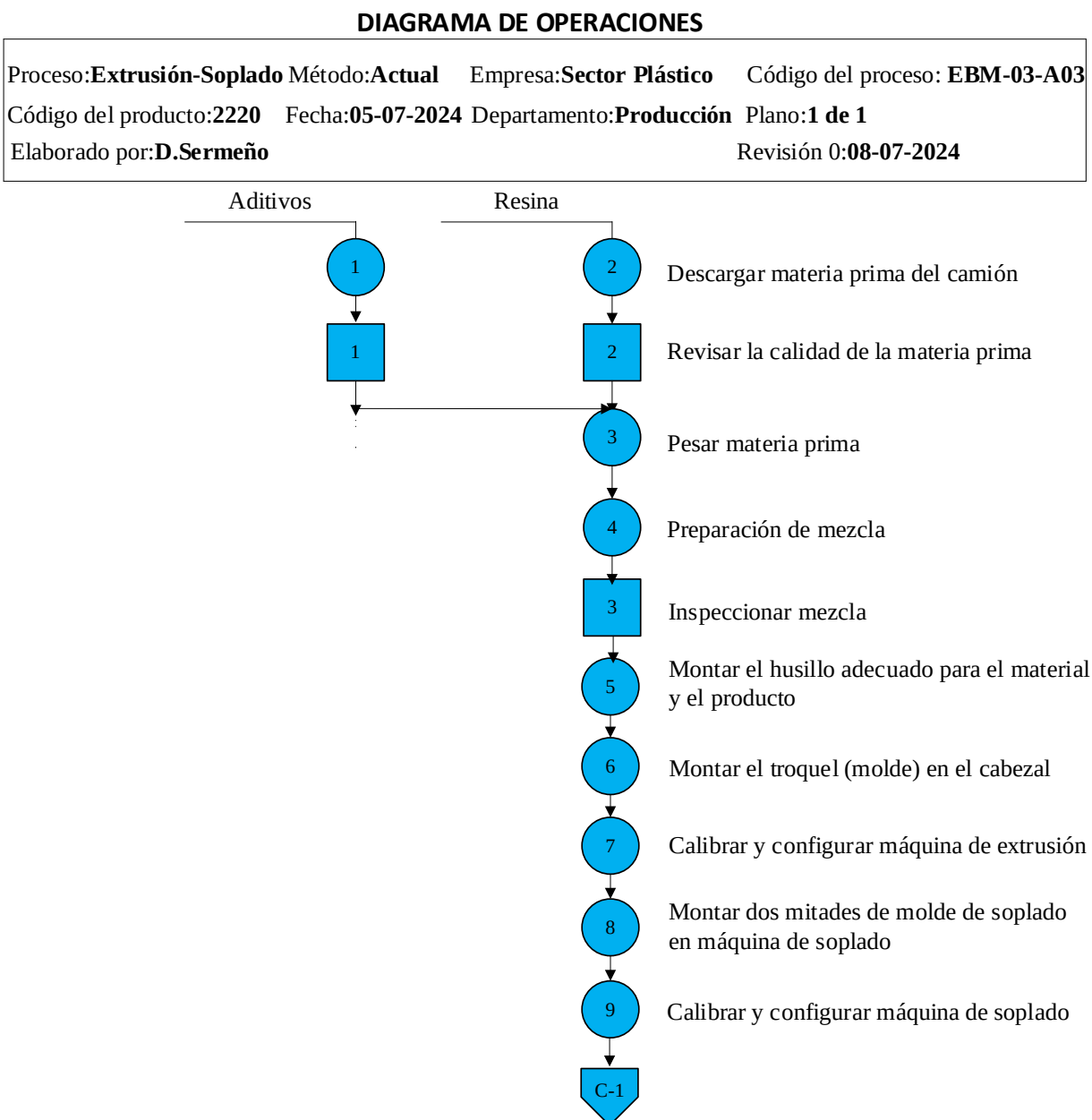
CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Extrusión		Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro	
			Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo
Fecha: 06/jul/2024		Operación	14							
Elaborado por: D. Sermeño		Transporte								
Diagrama Empieza en: Recepción de materia prima		Demora								
Diagrama Termina en: Almacenado de productos		Inspección	7							
		Almacenaje								
Método: Actual Dibujo No: 2		Totales	21							
Hoja 1 de 2		Costos								
Tiempo	Distancia	Simbología				Descripción del Proceso				
						Descargar materia prima del camión				
						Revisar la calidad de la materia prima				
						Pesar materia prima				
						Preparación de mezcla				
						Inspeccionar mezcla				
						Montar el husillo				
						Montar el troquel (molde) en el cabezal				
						Calibrar y configurar máquina de extrusión				

CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Extrusión		Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro	
			Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo
Fecha: 06/jul/2024		Operación	13							
Elaborado por: D. Sermeño		Transporte								
Diagrama Empieza en: Recepción de materia prima		Demora								
Diagrama Termina en: Almacenado de productos		Inspección	7							
		Almacenaje								
Método: Actual Dibujo No: 2		Totales	21							
Hoja 2 de 2		Costos								
Tiempo	Distancia	Simbología				Descripción del Proceso				
							Poner en funcionamiento la máquina			
							Revisar continuamente el funcionamiento de la máquina			
							Cargar materia prima en la máquina extrusora			
							Enfriar el producto extruido mediante baños de agua, aire o rodillos de enfriamiento a temperatura ambiente			
							Monitorear el enfriamiento			
							Corte del producto extrudido en las longitudes deseadas			
							Retirar producto			
							Verificar características del producto			
							Realizar acabado del producto			
							Inspeccionar acabado			
							Empacar producto			

Fuente: Elaboración propia.

iii. Proceso de extrusión-soplado

1. Descargar materia prima del camión
2. Revisar la calidad de la materia prima
3. Pesar materia prima
4. Preparación de mezcla
de control de calidad
5. Inspeccionar mezcla
6. Montar el husillo adecuado para el material y el producto
7. Montar el troquel (molde) en el cabezal
8. Calibrar y configurar máquina de extrusión
9. Montar dos mitades de molde de soplado en máquina de soplado
10. Calibrar y configurar máquina de soplado
11. Poner en funcionamiento la máquina extrusora
12. Inspeccionar funcionamiento
13. Cargar materia prima en la máquina extrusora
14. Realizar un proceso de extrusión para formar el Parison
15. Colocar Parison en molde de soplado
16. Inyectar aire comprimido
17. Enfriar producto en molde de soplado
18. Expulsar el producto
19. Verificar calidad del producto
20. Eliminar exceso de material
21. Empacar producto

Figura 23.*Diagrama de Operaciones de Extrusión - Soplado*

CUADRO RESUMEN		
Elemento	Símbolo	Cantidad
Operación		19
Inspección		4

Fuente: Elaboración propia.

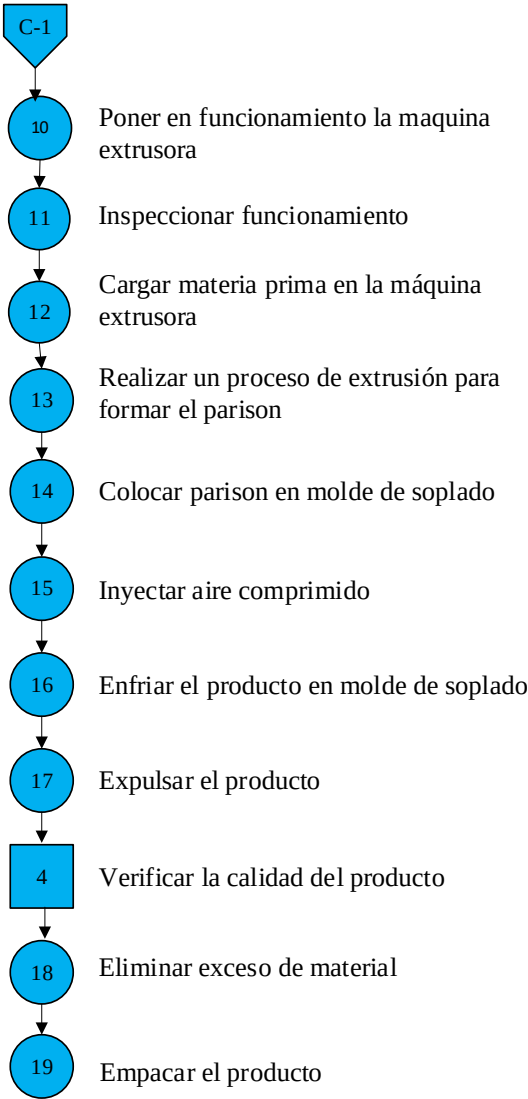


Tabla 16.*Carta de Proceso de Operaciones de Extrusión - Soplado*

CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Extrusión-Soplado		Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro	
			Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo
Fecha: 06/jul/2024		Operación	19							
Elaborado por: D. Sermeño		Transporte								
Diagrama Empieza en: Recepción de materia prima Diagrama Termina en: Almacenado de producto terminado		Demora								
		Inspección	4							
		Almacenaje								
Método: Actual Dibujo No: 3		Totales	23							
Hoja 1 de 2		Costos								
Tiempo	Distancia	Simbología				Descripción del Proceso				
		● → □ D ▽				Descargar materia prima del camión				
		○ → ■ D ▽				Revisar la calidad de la materia prima				
		● → □ D ▽				Pesar materia prima				
		● → □ D ▽				Preparación de mezcla				
		○ → ■ D ▽				Inspeccionar mezcla				
		● → □ D ▽				Montar el husillo adecuado				
		● → □ D ▽				Montar el troquel (molde) en el cabezal				
		● → □ D ▽				Calibrar y configurar máquina de extrusión				

CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Extrusión-Soplado		Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro	
			Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Dist.
Fecha: 06/jul/2024		Operación	19							
Elaborado por: D. Sermeño		Transporte								
Diagrama Empieza en: Recepción de materia prima Diagrama Termina en: Almacenado de producto		Demora								
		Inspección	4							
		Almacenaje								
Método: Actual Dibujo No: 3		Totales	23							
Hoja 2 de 2		Costos								
Tiempo	Distancia	Simbología				Descripción del Proceso				
		● ⇒ □ D ▽				Montar dos mitades de molde de soplado en máquina de soplado				
		● ⇒ □ D ▽				Calibrar y configurar máquina de soplado				
		● ⇒ □ D ▽				Poner en funcionamiento las máquinas				
		○ ⇒ ■ D ▽				Inspeccionar funcionamiento				
		● ⇒ □ D ▽				Cargar materia prima en la máquina				
		● ⇒ □ D ▽				Realizar un proceso de extrusión para formar el Parison				
		● ⇒ □ D ▽				Colocar Parison en molde de soplado				
		● ⇒ □ D ▽				Inyectar aire comprimido				
		● ⇒ □ D ▽				Enfriar el producto en molde de soplado				
		● ⇒ □ D ▽				Expulsar el producto				
		○ ⇒ ■ D ▽				Verificar la calidad del producto				
		● ⇒ □ D ▽				Eliminar exceso de material				
		● ⇒ □ D ▽				Empacar el producto				

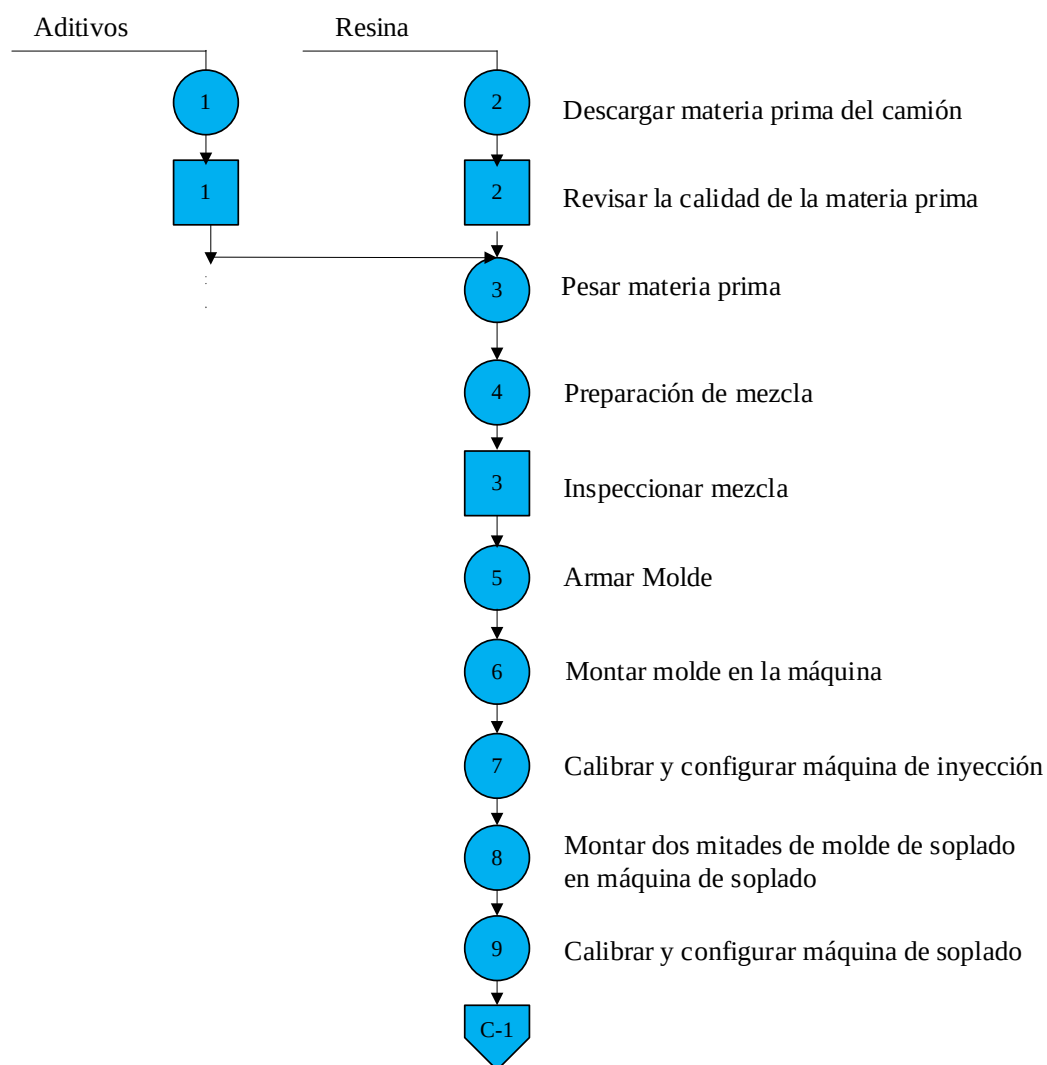
Fuente: Elaboración propia.

iv. Proceso de inyección-soplado

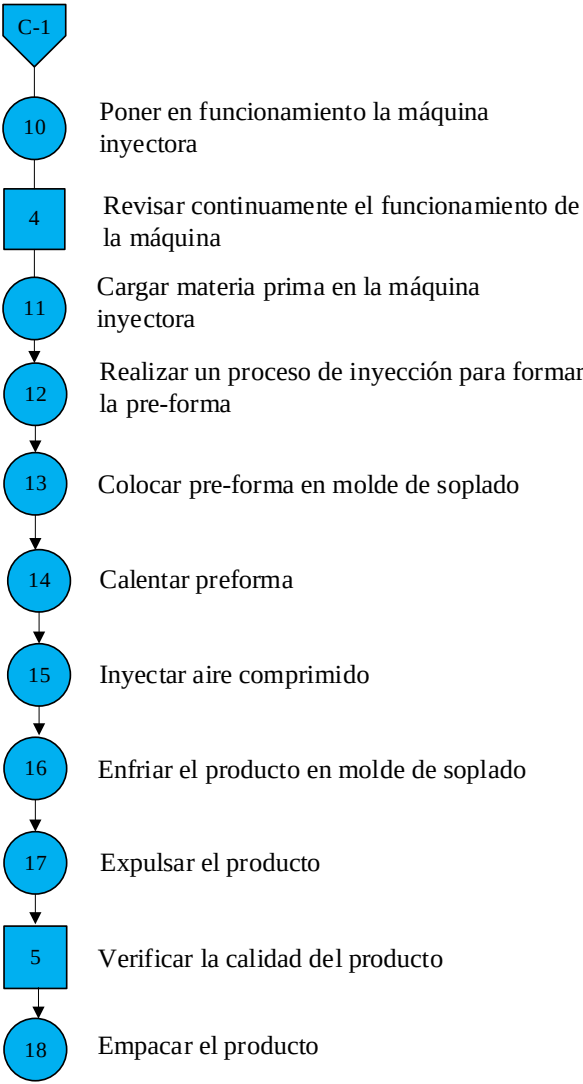
1. Descargar materia prima del camión
2. Revisar la calidad de la materia prima
3. Pesar materia prima
4. Preparación de mezcla
5. Inspeccionar mezcla
6. Armar molde
7. Montar molde en la máquina
8. Calibrar y configurar máquina de inyección
9. Montar dos mitades de molde de soplado en máquina de soplado
10. Calibrar y configurar máquina de soplado
11. Poner en funcionamiento la máquina inyectora
12. Revisar continuamente el funcionamiento de la máquina
13. Cargar materia prima en la máquina inyectora
14. Realizar un proceso de inyección para formar la preforma
15. Colocar preforma en molde de soplado
16. Calentar preforma
17. Inyectar aire comprimido
18. Enfriar producto en molde de soplado
19. Expulsar el producto
20. Verificar la calidad del producto
21. Empacar el producto

Figura 24.*Diagrama de Operaciones de Inyección - Soplado***DIAGRAMA DE OPERACIONES**

Proceso:**Inyección-Soplado** Método:**Actual** Empresa:**Sector Plástico** Código del proceso: **ISBM-04-A04**
 Código del producto:**2220** Fecha:**05-07-2024** Departamento:**Producción** Plano:**1 de 1**
 Elaborado por:**D.Sermeño** Revisión 0:**08-07-2024**

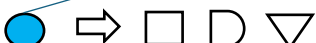
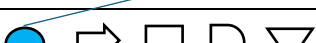
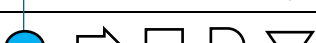
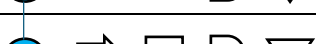


CUADRO RESUMEN		
Elemento	Símbolo	Cantidad
Operación		18
Inspección		5



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17.*Carta de Proceso de Operaciones de Inyección - Soplado*

CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Inyección-Soplado		Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro	
			Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo
Fecha: 06/jul/2024		Operación	18							
Elaborado por: D. Sermeño		Transporte								
Diagrama Empieza en: Recepción de materia prima Diagrama Termina en: Almacenado del producto terminado		Demora								
		Inspección	5							
		Almacenaje								
Método: Actual Dibujo No: 4		Totales	23							
Hoja 1 de 2		Costos								
Tiempo	Distancia	Simbología				Descripción del Proceso				
						Descargar materia prima del camión				
						Revisar la calidad de la materia prima				
						Pesar materia prima				
						Preparación de mezcla				
						Inspeccionar mezcla				
						Armar molde				
						Montar molde en la máquina				
						Calibrar y configurar máquina de inyección				

CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Inyección Soplado	Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro		
		Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.
Fecha: 06/jul/2024	Operación	18								
Elaborado por: D. Sermeño	Transporte									
Diagrama Empieza en: Recepción de materia prima Diagrama Termina en: Almacenado del producto terminado	Demora									
	Inspección	5								
	Almacenaje									
Método: Actual Dibujo No: 4	Totales	23								
Hoja 2 de 2	Costos									
Tiempo	Distancia	Simbología			Descripción del Proceso					
							Montar dos mitades de molde de soplado en máquina de soplado			
							Calibrar y configurar máquina de soplado			
							Poner en funcionamiento las máquinas			
							Revisar continuamente el funcionamiento			
							Cargar materia prima en la máquina			
							Formar la preforma por inyección			
							Colocar preforma en molde de soplado			
							Calentar preforma			
							Inyectar aire comprimido			
							Enfriar el producto en molde de soplado			
							Expulsar el producto			
							Verificar la calidad del producto			
							Empacar el producto			

Fuente: Elaboración propia.

v. Proceso de termoformado

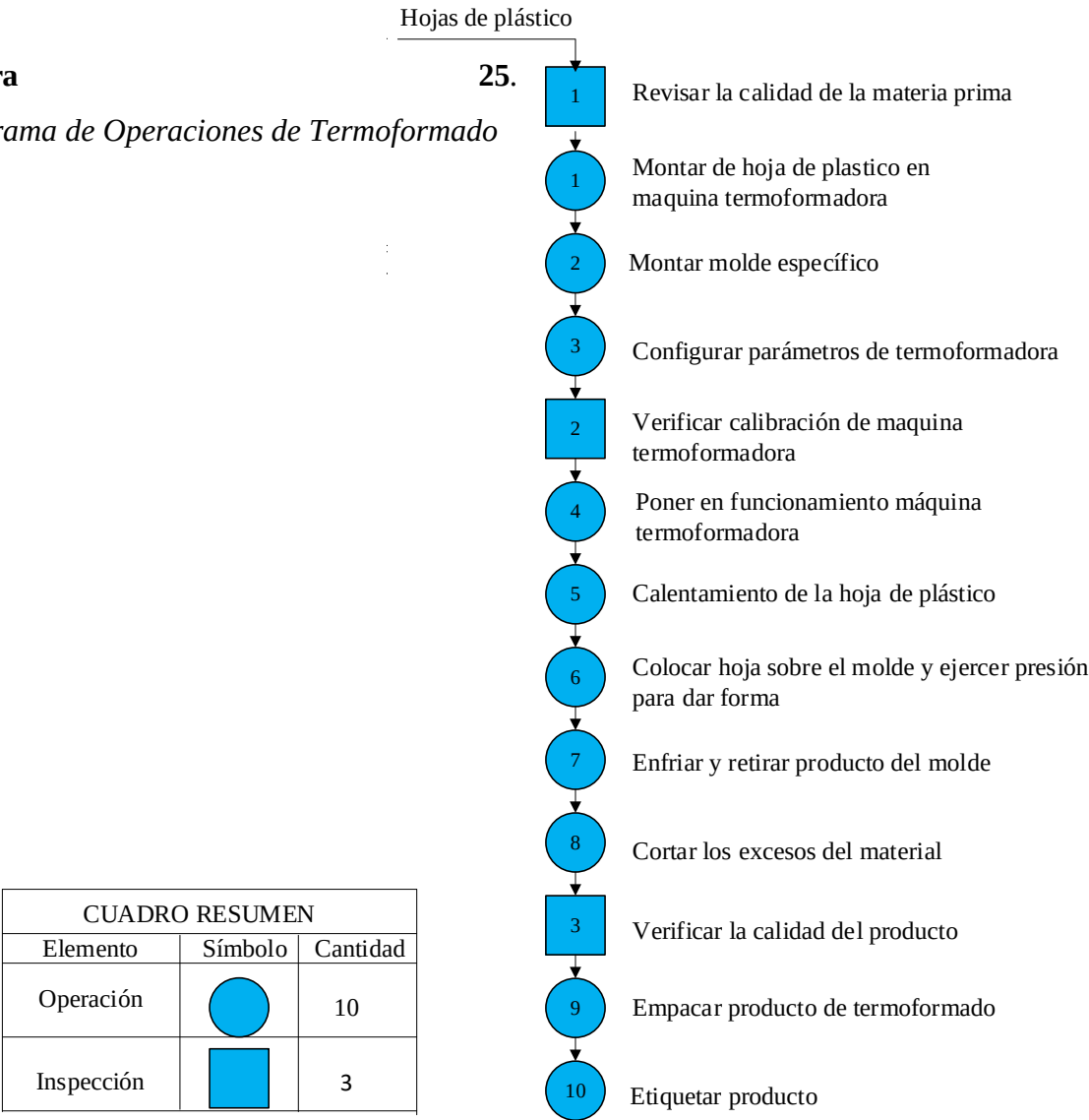
1. Revisar la calidad de hojas de plástico
2. Montar hoja de plástico en máquina termoformadora
3. Montar molde específico
4. Configurar parámetros de termoformadora
5. Verificar calibración de máquina termoformadora
6. Poner en funcionamiento máquina termoformadora
7. Calentamiento de la hoja de plástico
8. Colocar hoja sobre el molde y ejercer presión para dar forma
9. Enfriar y retirar producto del molde
10. Cortar los excesos del material
11. Verificar la calidad del producto
12. Empacar producto de termoformado
13. Etiquetar producto

DIAGRAMA DE OPERACIONES

Proceso:Termoformado	Método:Actual	Empresa:Sector Plástico	Código del proceso: TF-05-A05
Código del producto:2220	Fecha:05-07-2024	Departamento:Producción	Plano:1 de 1
Elaborado por:D.Sermeño			Revisión 0:08-07-2024

Figura

Diagrama de Operaciones de Termoformado



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18.*Carta de Proceso de Operaciones de Termoformado*

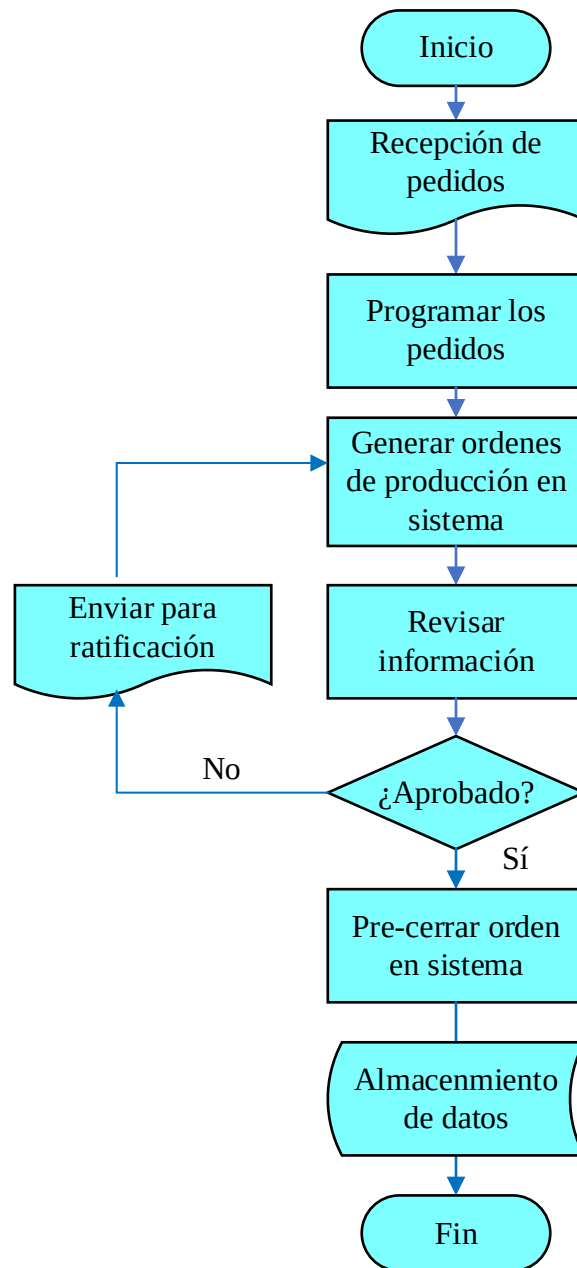
CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Termoformado	Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro		
		Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.
Fecha: 06/jul/2024	Operación	10								
Elaborado por: D. Sermeño	Transporte									
Diagrama Empieza en: Almacenado de hojas de plásticos	Demora									
	Inspección	3								
Diagrama Termina en: Almacenado de producto terminado	Almacenaje									
	Totales	13								
Método: Actual Dibujo No:5	Costos									
Hoja 1 de 2										
Tiempo	Distancia	Simbología			Descripción del Proceso					
		○ ⇒ ■ D ▽			Revisar la calidad de hojas de plástico					
		● ⇒ □ D ▽			Montar de hoja de plástico en máquina termoformadora					
		● ⇒ □ D ▽			Montar molde específico					
		● ⇒ □ D ▽			Configurar parámetros de termoformadora					
		○ ⇒ ■ D ▽			Verificar calibración de máquina termoformadora					
		● ⇒ □ D ▽			Poner en funcionamiento máquina termoformadora					
		● ⇒ □ D ▽			Calentamiento de la hoja de plástico					
		● ⇒ □ D ▽			Colocar hoja sobre el molde y ejercer presión para dar forma					

CARTA DE PROCESO										
Ubicación: Producción		Resumen								
Proceso: Termoformado		Actividad	Actual			Propuesta			Ahorro	
			Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo	Dist.	Cant.	Tiempo
Fecha: 06/jul/2024		Operación	10							
Elaborado por: D. Sermeño		Transporte								
Diagrama Empieza en: Almacenado de hojas de plásticos Diagrama Termina en: Almacenado de producto terminado		Demora								
		Inspección	3							
		Almacenaje								
Método: Actual Dibujo No:5		Totales	13							
Hoja 2 de 2		Costos								
Tiempo	Distancia	Simbología				Descripción del Proceso				
		 ⇒ □ D ▽				Enfriar y retirar producto del molde				
		 ⇒ □ D ▽				Cortar los excesos del material				
		 ⇒  D ▽				Verificar la calidad del producto				
		 ⇒ □ D ▽				Empacar producto de termoformado				
		 ⇒ □ D ▽				Etiquetar producto				
		 ⇒ □ D ▽								
		 ⇒ □ D ▽								
		 ⇒ □ D ▽								
		 ⇒ □ D ▽								
		 ⇒ □ D ▽								
		 ⇒ □ D ▽								

Fuente: Elaboración propia.

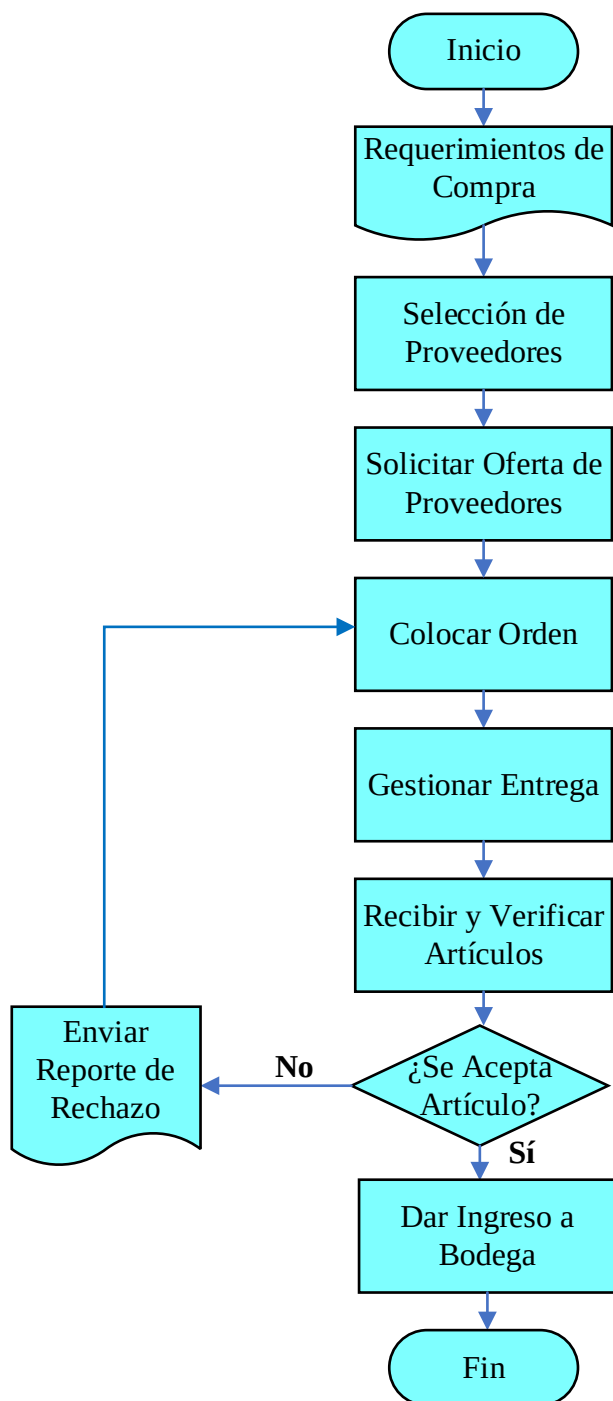
6.2.2. Descripción de Proceso de Planificación

1. Ventas envía pedidos mediante correo electrónico y/o ajustes necesarios.
2. El jefe de Planificación programa los pedidos en el archivo (Excel) de Programa de Producción, indica tiempos y equipos.
3. El jefe de Planificación genera órdenes de producción en sistema, las imprime y envía a Producción, asegurando que vaya adjunta las especificaciones del producto.
4. El jefe o el auxiliar de planificación recibe las órdenes de trabajo y revisa mano de obra, insumos, producción, tiempos.
5. Aprobación: si no se aprueba, el jefe o auxiliar de planificación envía nuevamente a Producción y Bodega para rectificación.
6. El jefe de contabilidad revisa y pre cierra la orden de trabajo en Sistema.
7. Se almacenan los datos.

Figura 26.*Proceso de Planificación de Producción***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.3. Descripción del Proceso Gestión de Compras

1. El área solicitante envía requerimiento de compra.
2. El área de compras selecciona los proveedores tomando base de precio, condiciones de pago y a satisfacción de los requerimientos establecidos por la organización.
3. Solicita oferta y revisa las condiciones y requerimientos de compra.
4. Coloca la orden de compra
5. El proveedor recibe la orden de compra y gestiona la entrega.
6. El área solicitante recibe y verifica los artículos de acuerdo con la solicitud.
7. El área solicitante decide si acepta o no los artículos.
8. El área solicitante envía reporte de rechazo a compras para la gestión con el proveedor.
9. Área de Compras identifica los motivos del rechazo y gestiona con el proveedor la solución.
10. Ingreso a bodega y traslado la factura a al departamento de tesorería, para su ingreso en la cuenta por pagar.
11. Se almacenan los datos

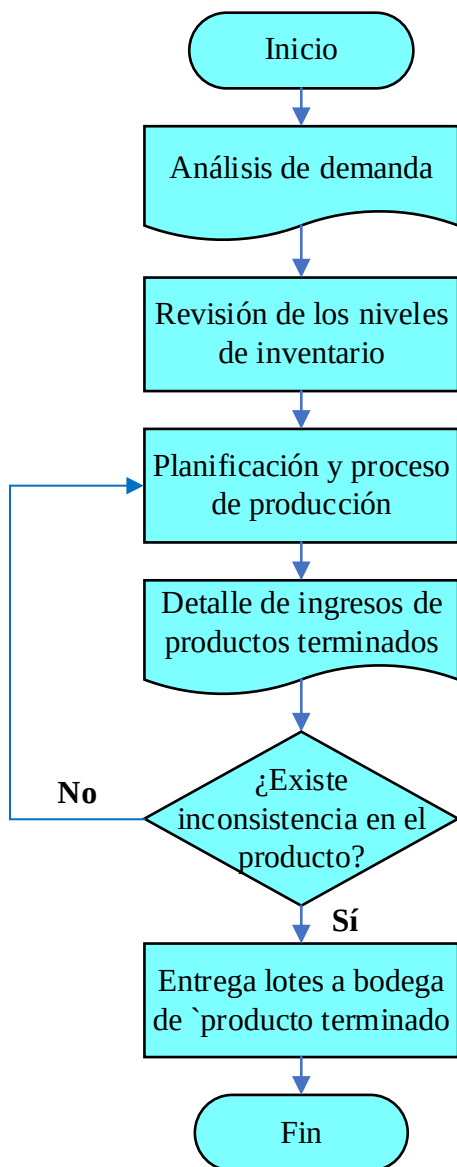
Figura 27.*Proceso de Gestión de Compras***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.4. Descripción del Proceso Gestión de Inventario de Productos Terminados

1. Gerente de ventas comparte al administrador de venta al exterior el análisis de demanda a través de formato de proyección.
2. El administrador de venta al exterior monitorea (revisar los niveles de inventario) los niveles de cobertura por código.
3. Proceso de planificación y proceso de producción.
4. El administrador de venta al exterior recibe en detalle los ingresos de producto terminado.
5. El auxiliar de bodega de producto terminado valida las cantidades del lote a recibir según orden de pedido y si existe alguna inconsistencia lo rechaza y solicita al jefe de producción la entrega completa.
6. El auxiliar de planificación entrega lotes a la bodega de producto terminado.

Figura 28.

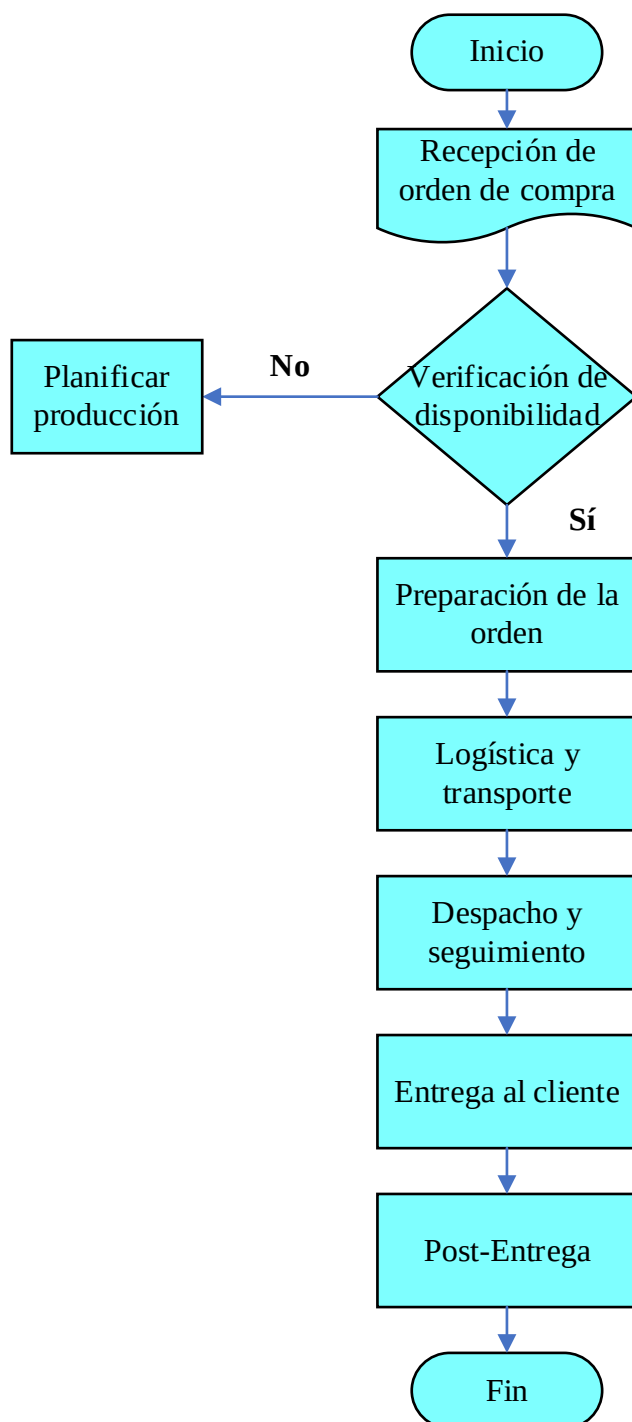
Proceso de Gestión de Inventario de Productos Terminados



Fuente: Elaboración propia.

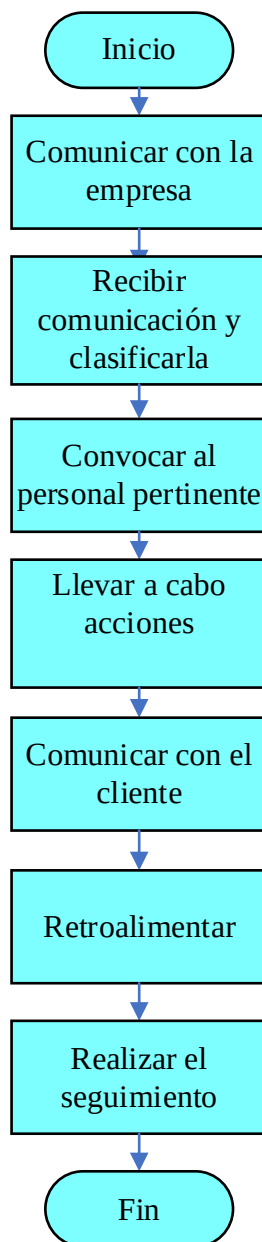
6.2.5. Descripción de Proceso Despacho de Productos

1. El cliente realiza una orden de compra (ODC) a través de correo electrónico o llamada telefónica
2. El departamento de ventas verifica la disponibilidad del producto en el inventario.
3. Se genera la documentación necesaria, como la nota de pedido, factura y guía de despacho.
4. El personal de almacén recibe la orden de recogida y localiza los productos en el inventario.
5. Antes de despachar, se realiza una inspección para asegurar que los productos estén en perfecto estado y que la cantidad y calidad coincidan con la orden de compra.
6. Los productos son cargados en el vehículo de transporte siguiendo procedimientos que aseguren su estabilidad y seguridad.
7. Se selecciona el medio de transporte adecuado y se asigna un transportista.
8. El vehículo con los productos despachados sale de las instalaciones de la industria.
9. Se mantiene al cliente informado sobre el estado de su entrega.
10. Al llegar al destino, el transportista entrega los productos al cliente y obtiene una firma de confirmación de recepción.
11. Se solicita al cliente que complete una encuesta de satisfacción para evaluar la calidad del servicio.
12. Si hay algún problema con la entrega, como productos dañados o incompletos, se resuelve a través del servicio al cliente, proporcionando soluciones como reemplazos o reembolsos.

Figura 29.*Proceso de Despacho de Productos***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.6. Descripción del Proceso Servicio al Cliente

1. El cliente se comunica con la organización mediante encuestas, reuniones, llamadas, correos electrónicos y presenciales en las instalaciones.
2. Se recibe la comunicación del cliente y se clasifica según su categoría para darle respuesta.
3. Se convoca al personal pertinente para dar trámite a la comunicación del cliente y establecen las acciones necesarias.
4. Personal involucrado lleva a cabo las acciones necesarias para gestionar la comunicación del cliente y su respuesta, las que se documentarán oportunamente y serán planificadas en su ejecución.
5. Se comunica con el cliente para dar retroalimentación a su comunicación.
6. Se realiza el seguimiento a las comunicaciones de sus clientes.

Figura 30.*Proceso de Servicio al Cliente***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.7. Descripción del Proceso de Mantenimiento Preventivo y Correctivo

1. Mensualmente el encargado del área de mantenimiento programa los mantenimientos preventivos a realizar.
2. Los técnicos de mantenimiento realizan inspecciones regulares al equipo y maquinaria
3. Si no se detectan fallos, se documenta la inspección y el proceso termina.
4. Si se detectan fallos, se procede a realizar las siguientes tareas: lubricación, ajuste de piezas, limpieza.
5. Si el equipo está funcional, se documenta la inspección y el proceso termina.
6. Si el equipo no está funcional, se procede a reportar el problema para realizar el mantenimiento correctivo
7. Al recibir un reporte, los técnicos de mantenimiento ejecutan las acciones de diagnóstico y mantenimiento correctivo para reparar el equipo.
8. El técnico de mantenimiento verifica si el equipo está funcionando correctamente después de las acciones correctivas.
9. Si el equipo está funcional, se documenta el mantenimiento y el proceso termina.
10. Si el equipo no está funcional, se procede a reportar para gestionar la compra de la maquinaria o equipo.
11. El técnico de mantenimiento documenta todas las acciones realizadas en el mantenimiento realizado.

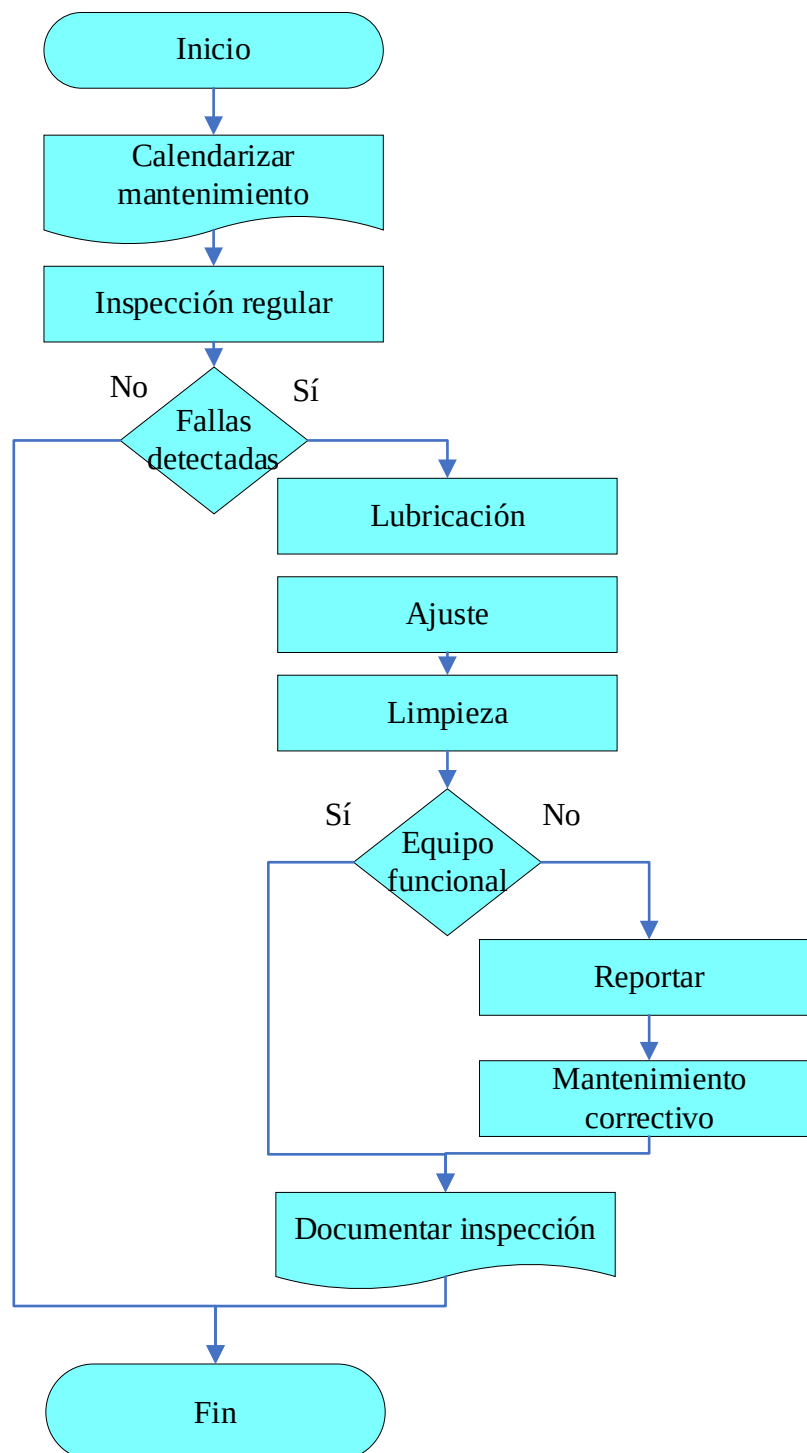
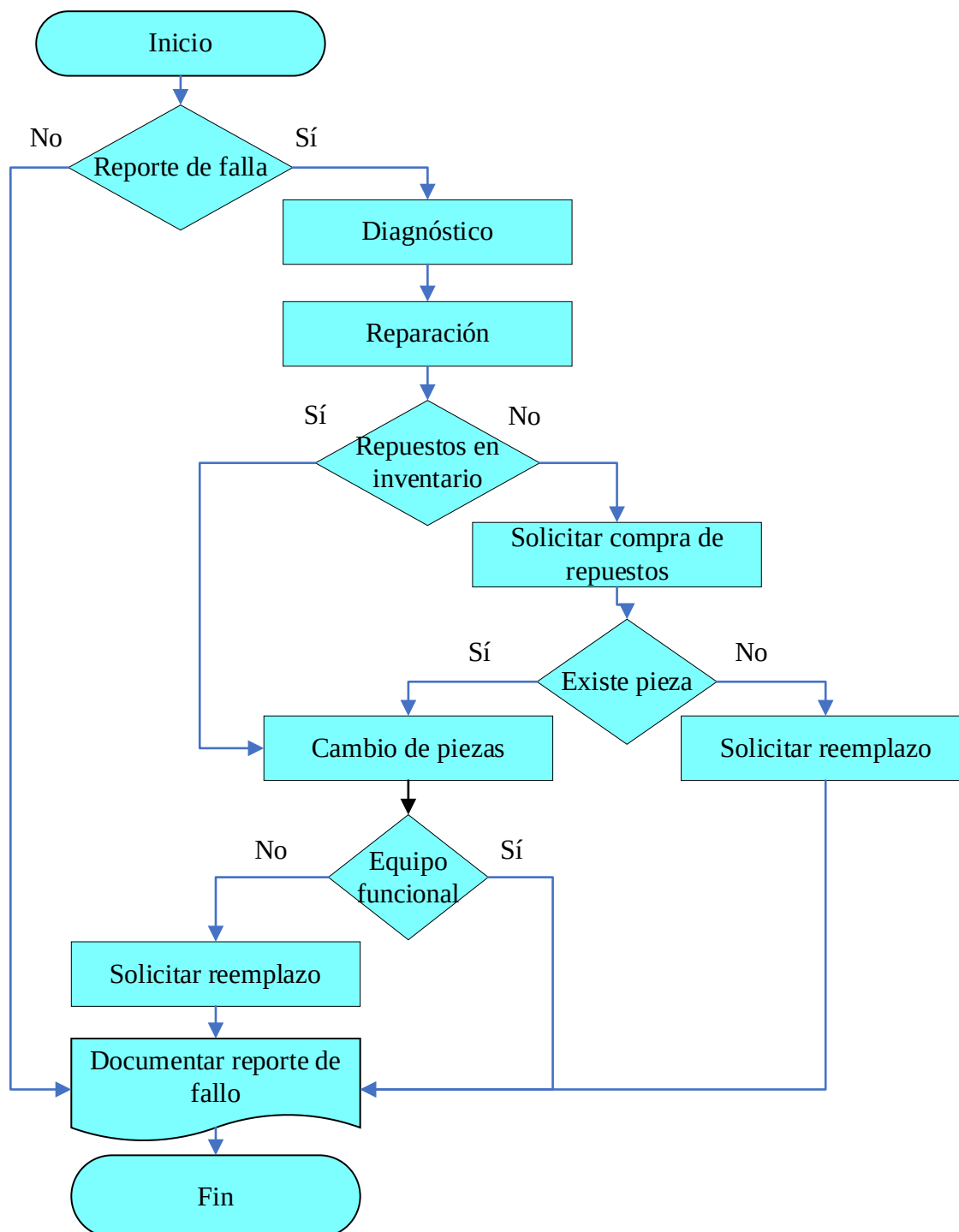
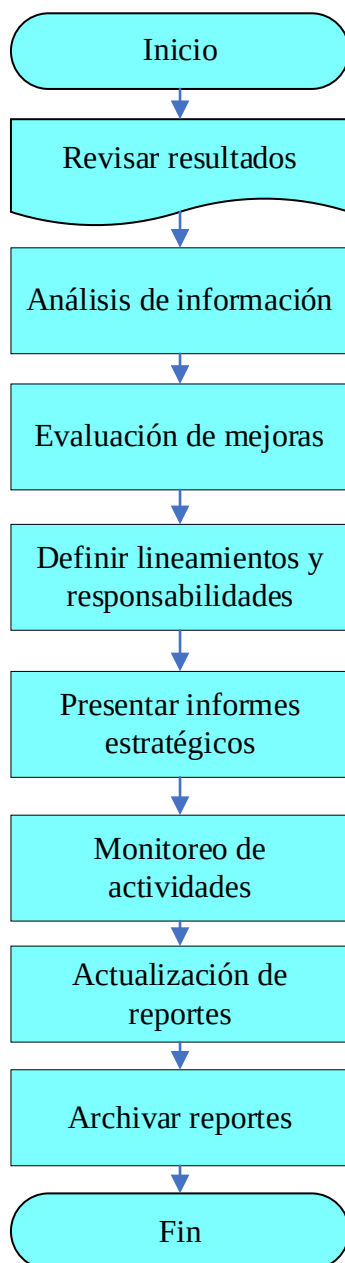
Figura 31.*Proceso de Mantenimiento Preventivo***Fuente:** Elaboración propia.

Figura 32.*Proceso de Mantenimiento Correctivo***Fuente:** Elaboración propia.

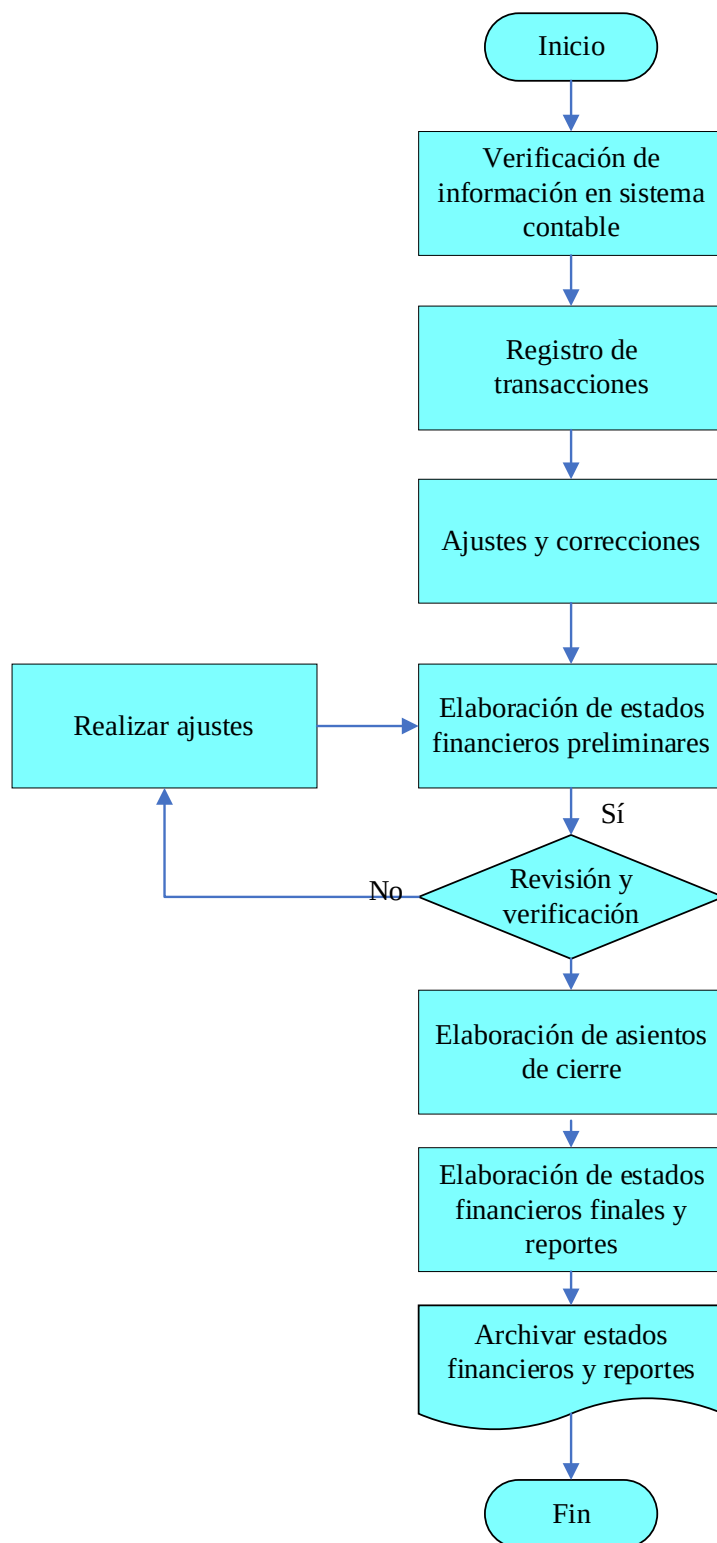
6.2.8. Descripción del Proceso de Planeación Administrativa

1. El Gerente Administrativo recibe de la organización y/o partes interesadas la información de los resultados de la organización.
2. Los analistas administrativos analizan la información recibida.
3. El Gerente Administrativo convoca a reunión para evaluar las mejoras identificadas.
4. Se definen los lineamientos con la información obtenida, así como las actividades a realizar y asignan responsabilidades.
5. Los líderes de proceso y responsables ejecutan las actividades asignadas.
6. Los líderes de proceso y responsables presentan en reunión, los informes estratégicos.
7. La Gerencia Administrativa da seguimiento a las actividades ejecutadas.
8. El Gerente Administrativo actualiza los reportes con la retroalimentación para la toma de decisiones.

Figura 33.*Proceso de Planeación Administrativa***Fuente:** Elaboración propia.

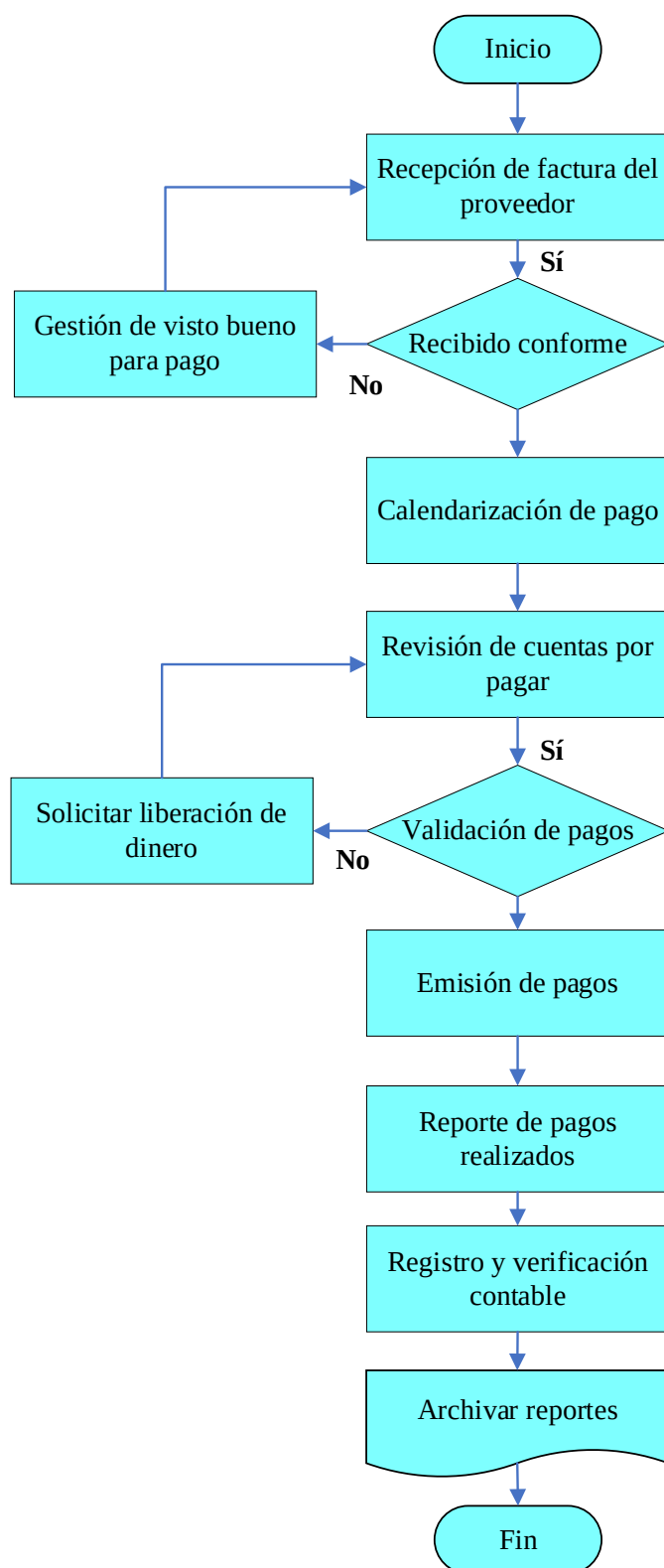
6.2.9. Descripción del Proceso de Contabilidad y Cierres

1. El jefe de Contabilidad o el auxiliar de contable verifican la información financiera en el sistema contable.
2. El auxiliar contable realiza el registro de transacciones en Excel y el sistema contable.
3. El auxiliar contable o jefe de Contabilidad realizan ajustes y correcciones.
4. El auxiliar contable elabora estados financieros preliminares.
5. El jefe de contabilidad revisa y verifica los estados financieros preliminares, si encuentra diferencias los regresa al auxiliar de contabilidad para que sea nuevamente elaborados. Si esta conforme, sigue con el proceso.
6. El auxiliar de contabilidad elabora asientos de cierre.
7. El auxiliar de contabilidad o jefe contable elaboran estados financieros finales y reportes de informes.
8. Remiten la información a las áreas interesadas de la empresa por correo.
9. El auxiliar de contabilidad archiva los estados financieros y reportes en físico y digital.
10. El jefe contable entrega estados financieros el día 15 de cada mes.

Figura 34.*Proceso de Contabilidad y Cierres***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.10. Descripción del Proceso de Cuentas por Pagar

1. Se entregan las facturas de proveedores a jefe de tesorería y créditos y cobros.
2. Verifican que la factura cuente con el visto bueno del área que recibió el producto/servicio para proceder con el pago. Si no lo tiene, se devuelve al área.
3. El jefe de tesorería y créditos y cobros calendariza pagos de acuerdo con el vencimiento.
4. Se revisan los pagos a realizar y se revisa el flujo de efectivo a fin de coordinar los pagos según vencimiento, priorizando las necesidades inmediatas.
5. El jefe de tesorería y créditos y cobros hace una revisión de los documentos a pagar que se encuentran registrados en sistema y provisionados.
6. Para el caso de los pagos que no están provisionados en sistema, se requiere de un correo de autorización para proceder al pago o se solicita a Finanzas la liberación de dinero para proceder con el pago.
7. El jefe de tesorería y créditos y cobros emite cheque y traslada a recepción para su entrega, o procesa la transferencia bancaria.
8. Recepción de contabilidad realiza un reporte semanal de los pagos y los entrega a la jefe de créditos y cobros y tesorería.
9. Para las transferencias realizadas entre bancos, la jefe de tesorería y créditos y cobros realiza un reporte para control.
10. El jefe de tesorería y créditos y cobros traslada los comprobantes de pago y comprobantes de transferencias al auxiliar de contabilidad para su registro y verificación mediante los reportes del paso.

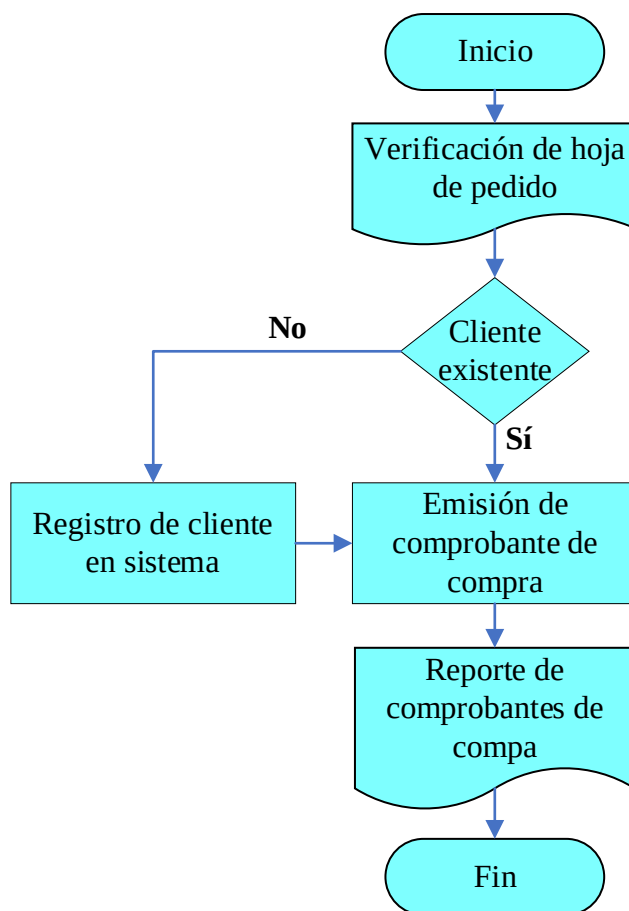
Figura 35.*Proceso de Cuentas por Pagar***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.11. Descripción del Proceso de Facturación

1. El área de contabilidad recibe la hoja de pedido con las especificaciones.
2. El Administrador de venta local verifica con el jefe de tesorería y créditos y cobros el estatus de cuenta del cliente. Si está al día, continuar con el paso siguiente; si está en mora, no procede a despacho hasta solventar su situación y finaliza el procedimiento.
3. Si el cliente no está al día, envía correo para notificar que el despacho no procede, tanto al jefe de tesorería y créditos, vendedor y gerente de cuentas claves.
4. Se emite comprobante de compra al área de ventas para que se traslade al cliente.
5. Mensualmente el administrador debe realizar la facturación al cierre de mes.

Figura 36.

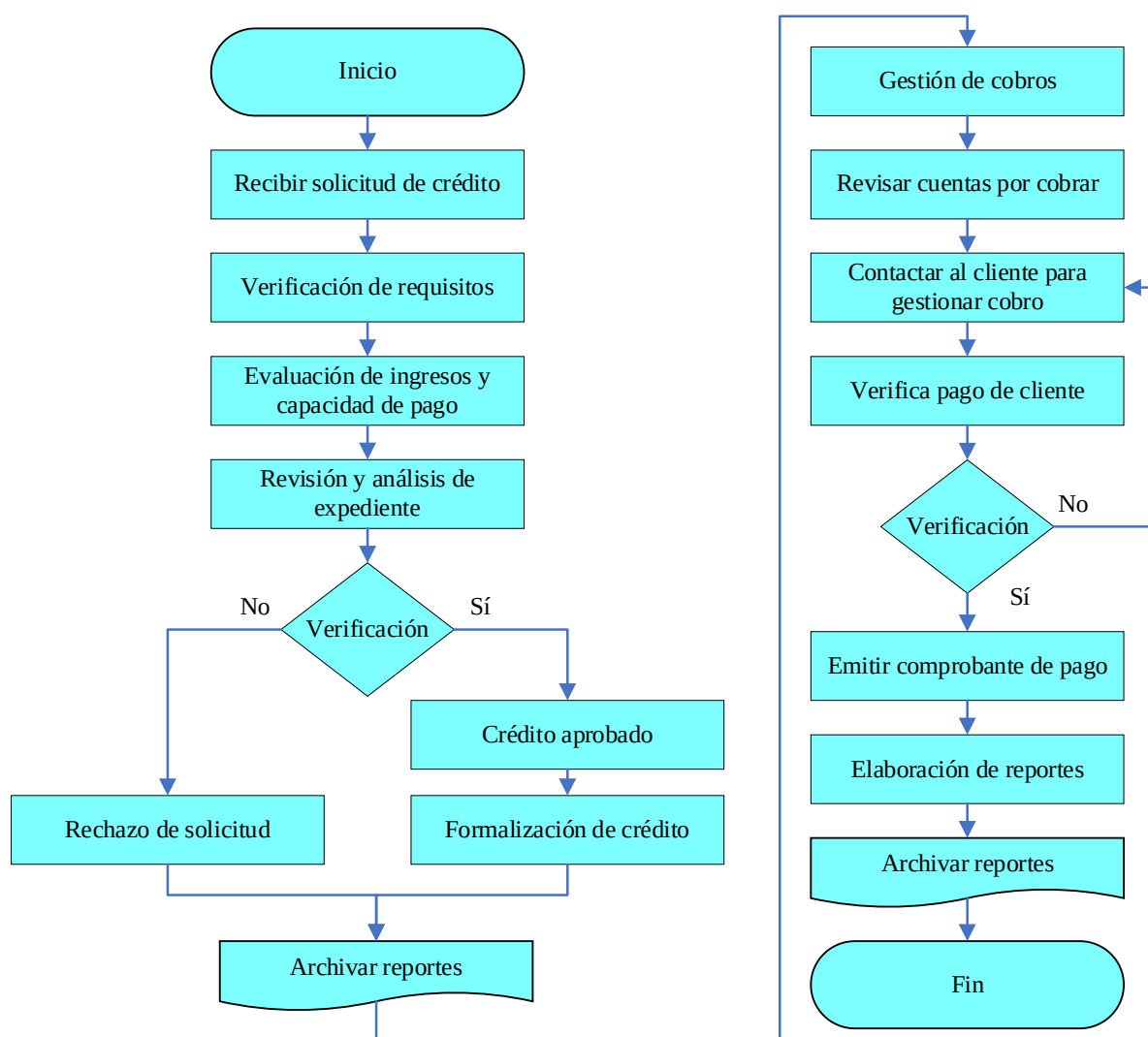
Proceso de Facturación



Fuente: Elaboración propia.

6.2.12. Descripción del Proceso de Créditos y Cobros

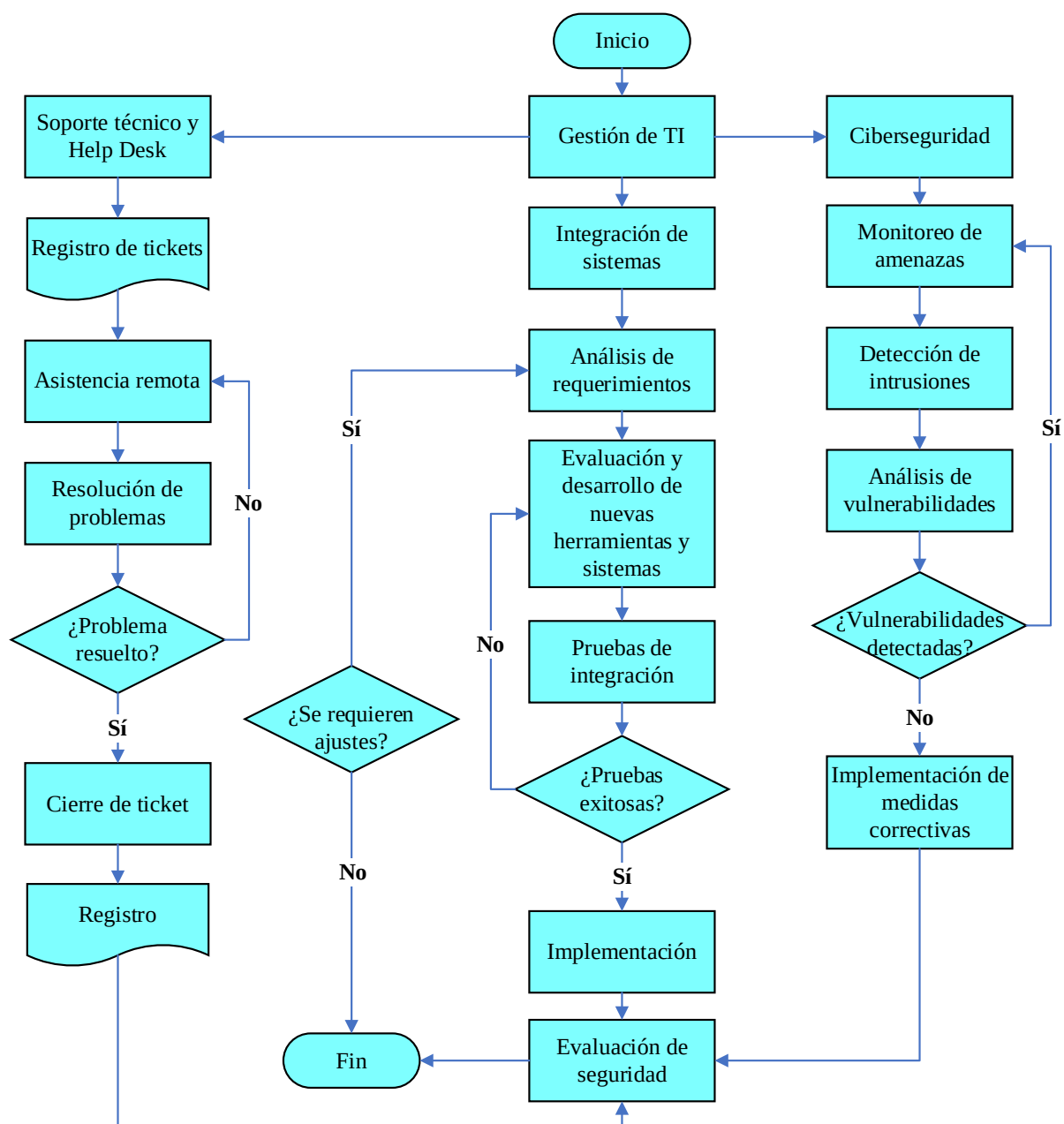
1. El área de créditos y cobros recibe solicitud de crédito.
2. El área de créditos y cobros realiza verificación de solicitud según política de otorgamiento de crédito de la empresa.
3. El área de créditos y cobros verifica si el cliente es sujeto de crédito. Si no es sujeto de crédito, se rechaza la solicitud y se genera un reporte de clientes que “no aplican a crédito”. Si el cliente aplica, sigue el proceso.
4. El área de créditos y cobros aprueba el crédito al cliente.
5. Se formaliza el crédito con las firmas y documentación en físico y por correo respectiva.
6. El área de créditos y cobros realiza reporte de créditos otorgados.
7. Los auxiliares de cobros verifican los cobros que deben realizar según la calendarización.
8. Los auxiliares de cobros contactan al cliente recordando los pagos pendientes.
9. Los auxiliares de cobros verifican los pagos realizados.
10. Los auxiliares de cobros realizan la gestión de cobro con los clientes que aún no han realizado el pago.
11. Si el pago es recibido, se emite comprobante de pago en físico y digital.
12. El área de créditos y cobros genera reporte de pagos recibidos y cuentas en mora en archivo Excel.
13. El área de créditos y cobros remite reporte por correo a los interesados y los archivan para futuras consultas.

Figura 37.*Proceso de Créditos y Cobros***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.13. Descripción del Proceso de Soporte Técnico e Integración de Sistemas

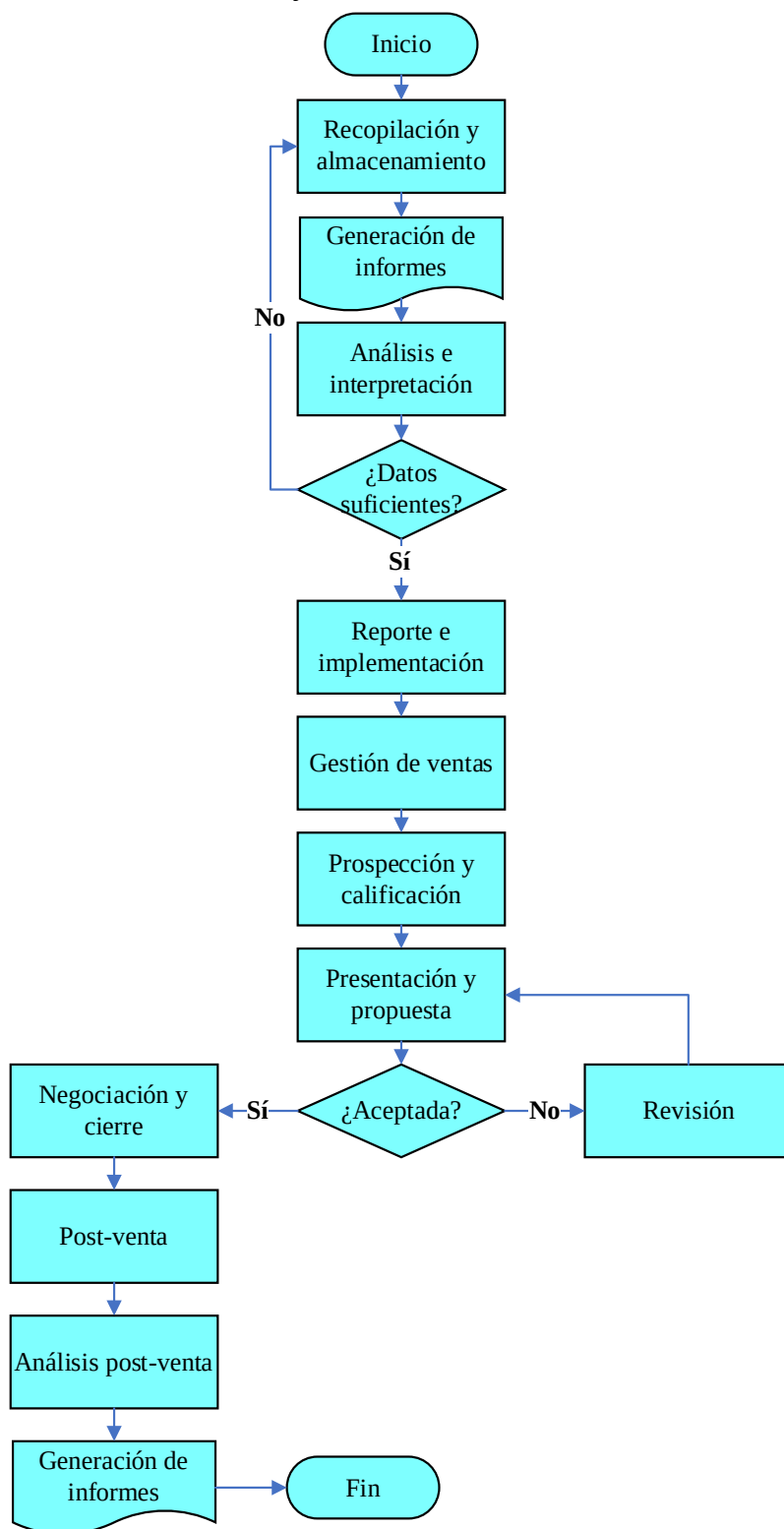
1. A partir del inicio, se procede a la gestión de la tecnología de la información, abarcando todas las actividades relacionadas con la administración de sistemas y servicios tecnológicos.
2. Desde la gestión de TI, se dirige al área de soporte técnico y *Help Desk*, donde se brinda asistencia técnica a los usuarios que tienen problemas o dudas.
3. Aquí, se registra cada incidencia o solicitud de soporte en un sistema de *tiques* para su seguimiento y resolución.
4. Luego, el soporte técnico proporciona asistencia remota a los usuarios para resolver los problemas sin necesidad de estar físicamente presentes.
5. Este es el punto donde el equipo de soporte trabaja para resolver el problema reportado.
6. Se toma una decisión aquí para determinar si el problema ha sido resuelto. Si es así, se avanza al siguiente paso; si no, se toman medidas adicionales.
7. Si el problema está resuelto, se cierra el *tique* en el sistema, indicando que no se requiere más acción.
8. La información y los detalles del *tique* se almacenan para futuras referencias o auditorías.
9. Si es necesario hacer ajustes, se toma una decisión aquí para determinar si se deben realizar más modificaciones.
10. Se realiza un análisis detallado de los requisitos necesarios para el sistema o la herramienta que se está desarrollando.
11. Se desarrollan y mejoran nuevas herramientas y sistemas basándose en los requisitos analizados.

12. Las herramientas y sistemas desarrollados se prueban para asegurarse de que se integran correctamente y funcionan como se espera.
 13. Se toma una decisión para determinar si las pruebas de integración han sido exitosas.
Si es así, se procede a la implementación; si no, se realizan ajustes adicionales.
 14. Los sistemas o herramientas probados se implementan y se ponen en funcionamiento.
 15. Una vez implementados, se realiza una evaluación de seguridad.
 16. Se lleva a cabo un monitoreo para detectar posibles amenazas cibernéticas que puedan afectar los sistemas.
 17. Se identifican accesos no autorizados al sistema, buscando señales de intrusión.
 18. Se analizan las vulnerabilidades potenciales en el sistema para identificar riesgos.
 19. Se toma una decisión para determinar si se han detectado vulnerabilidades. Si se detectan, se procede a implementar medidas correctivas.
 20. Si se detectan vulnerabilidades, se implementan medidas correctivas para solucionarlas y asegurar la integridad del sistema.
- Y, por último, garantizar que los aspectos de la gestión de TI y el soporte técnico se abordarán adecuada y eficientemente.

Figura 38.*Proceso de Soporte Técnico e Integración de Sistemas***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.14. Descripción del Proceso de Análisis de Mercado y Gestión de Ventas

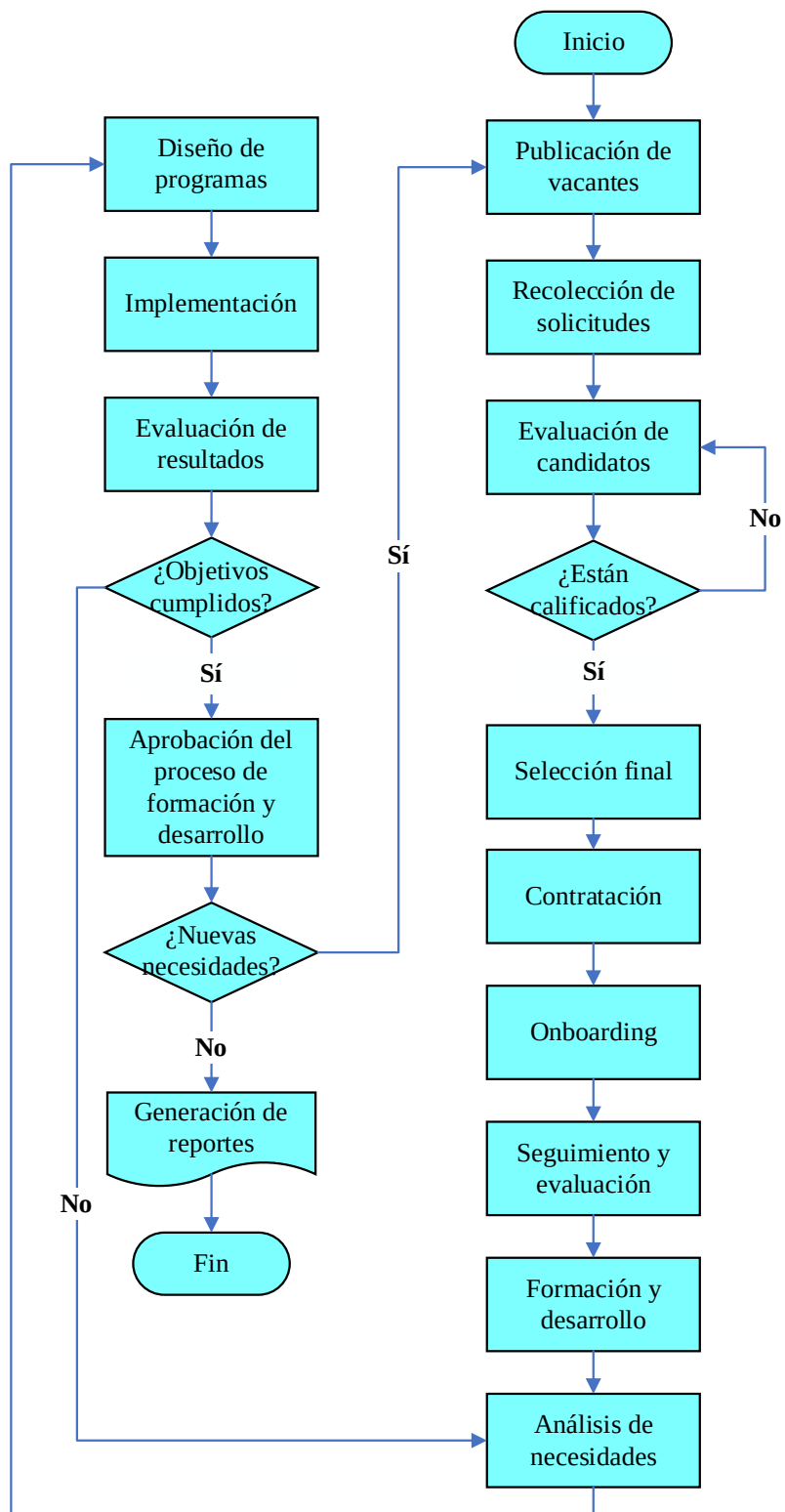
1. Recopilación y almacenamiento: Se recogen y almacenan los datos necesarios para el proceso.
2. Almacenamiento de datos: Los datos recopilados se guardan en un sistema de almacenamiento para su posterior análisis.
3. Análisis e interpretación: Se analizan e interpretan los datos almacenados para obtener información útil.
4. Se toma una decisión para determinar si la cantidad de datos es suficiente. Si no es así, se vuelve al paso de recopilación y almacenamiento de datos.
5. Reporte e implementación: Si los datos son suficientes, se elabora un reporte y se implementan las acciones necesarias basadas en el análisis de los datos.
6. Gestión de ventas: Se maneja y administra el proceso de ventas basado en la información obtenida.
7. Prospección y calificación: Se identifican y califican posibles clientes u oportunidades.
8. Presentación y propuesta: Se presenta una propuesta a los clientes potenciales.
9. Se toma una decisión para determinar si la propuesta ha sido aceptada por el cliente. Si no es así, se procede a la revisión.
10. Revisión: Se revisa la propuesta y se realizan los ajustes necesarios para mejorarla.
11. Negociación y cierre: Si la propuesta es aceptada, se negocia y se cierra la venta.
12. Postventa: Se llevan a cabo actividades de seguimiento y soporte después de la venta.
13. Análisis postventa: Se analiza el proceso postventa para identificar áreas de mejora.
14. Almacenamiento de datos: Se guardan los datos y resultados del análisis postventa.

Figura 39.*Proceso de Análisis de Mercado y Gestión de Ventas***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.15. Descripción del Proceso de Reclutamiento, Formación y Desarrollo

1. Publicación de vacantes: Se publican las vacantes disponibles para atraer a posibles candidatos.
2. Recolección de solicitudes: Se recopilan las solicitudes de los candidatos interesados en las vacantes.
3. Evaluación de candidatos: Se evalúan las solicitudes y se determina si los candidatos cumplen con los requisitos.
4. Se toma una decisión para determinar si los candidatos están calificados. Si no es así, se descartan y se vuelve a la evaluación de candidatos.
5. Selección final: Se realiza la selección final de los candidatos que cumplen con los requisitos.
6. Contratación: Se contrata a los candidatos seleccionados.
7. *Onboarding*: Se lleva a cabo el proceso de integración de los nuevos empleados en la empresa.
8. Seguimiento y evaluación: Se realiza un seguimiento y evaluación del desempeño de los nuevos empleados.
9. Formación y desarrollo: Se brinda formación y desarrollo continuo a los empleados.
10. Análisis de necesidades: Se analizan las necesidades de formación y desarrollo de los empleados.
11. Diseño de programas: Se diseñan programas de formación y desarrollo basados en el análisis de necesidades.
12. Implementación: Se implementan los programas de formación y desarrollo.
13. Evaluación de resultados: Se evalúan los resultados de los programas implementados.

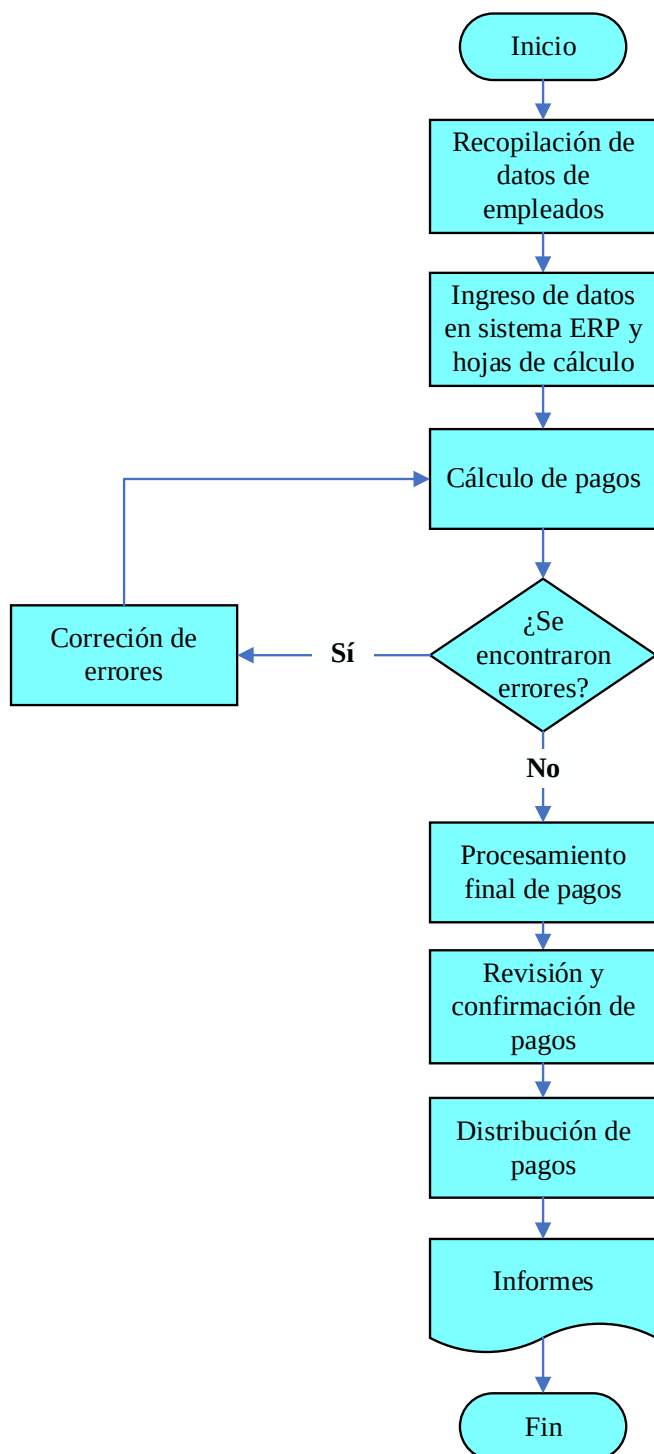
14. Se toma una decisión para determinar si los objetivos de los programas de formación y desarrollo se han cumplido. Si es así, se avanza al siguiente paso; si no, se vuelve a diseñar y ajustar los programas.
15. Aprobación del proceso de formación y desarrollo: Se aprueba el proceso de formación y desarrollo basado en la evaluación de resultados.
16. Se toma una decisión para determinar si hay nuevas necesidades de formación y desarrollo. Si no es así, se avanza al almacenamiento de datos y fin del proceso.
17. Almacenamiento de datos: Se guardan los datos y resultados del proceso de formación y desarrollo para futuras referencias.

Figura 40.*Proceso de Reclutamiento, Selección, Formación y Desarrollo***Fuente:** Elaboración propia.

6.2.16. Descripción del Proceso de Gestión de Nóminas

1. Recopilación de datos de empleados: Se reúnen todos los datos necesarios de los empleados para proceder con el cálculo de sus pagos.
2. Ingreso de datos en sistema *ERP* y hojas de cálculo: Los datos recopilados se introducen en el sistema “*Enterprise Resource Planning*” y en hojas de cálculo para ser procesados.
3. Cálculo de pagos: Con los datos ya ingresados, se calculan los pagos correspondientes a cada empleado.
4. ¿Se encontraron errores?: Se realiza una revisión para verificar si hay errores en los cálculos realizados.
5. Corrección de errores: Si se detectan errores, se corrigen antes de continuar con el siguiente paso del proceso.
6. Procesamiento final de pagos: Una vez corregidos los errores, se procede con el procesamiento final de los pagos.
7. Revisión y confirmación de pagos: Los pagos se revisan y se confirma que todo esté correcto antes de proceder a la distribución.
8. Distribución de pagos: Se distribuyen los pagos a los empleados, ya sea mediante transferencias bancarias, cheques u otros métodos.
9. Generación de informes: Se generan informes detallados de los pagos realizados, que pueden incluir detalles como montos pagados, fechas, y otros datos relevantes.
10. Almacenamiento de datos: Todos los datos del proceso se almacenan para futuras referencias o auditorías.

Figura 41.
Proceso de Gestión de Nóminas



Fuente: Elaboración propia.

6.3. Matriz de Procesos

En el marco de la transformación digital y la adopción de la Industria 4.0, es crucial realizar un diagnóstico detallado de las tecnologías actualmente utilizadas en los diferentes procesos y áreas de la empresa.

Tabla 19.

Análisis de Diagnóstico Tecnológico

Área	Procesos	Descripción	Tecnología actual	Etapas del déficit	Tecnología 4.0 sugerida
Finanzas	Contabilidad y reportes financieros	Registro de transacciones y estados financieros, estado de resultados y flujo de caja.	Software de contabilidad básico.	Automatización contable avanzada.	Proceso de Automatización Robótica (RPA).
Finanzas	Gestión financiera y contable	Administración del flujo de efectivo, gestión de cuentas por pagar y cuentas por cobrar, y manejo de financiamiento.	Sistemas de banca en línea y hojas de cálculo.	Gestión automatizada de flujo de caja.	<i>Big Data</i> y <i>Machine Learning</i> .
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo	Programación regular de mantenimiento para prevenir fallos y asegurar el buen funcionamiento de los equipos.	Hojas de cálculo y calendarios.	Predicción de fallos.	<i>IoT</i> y <i>Machine Learning</i> .
Mantenimiento	Mantenimiento correctivo	Reparación de equipos y sistemas cuando se presentan fallos.	Registros en papel y hojas de cálculo (Excel).	Diagnóstico de mantenimiento.	Inteligencia Artificial (IA) y <i>RPA</i> .
Mantenimiento	Gestión de inventario de repuestos	Control y gestión del <i>stock</i> de repuestos necesarios para el mantenimiento.	Hojas de cálculo (Excel) y <i>ERP</i> .	Inventario de repuestos.	<i>IoT</i> y <i>Big Data</i> .
Administración	Reportaría	Elaborar reportes de avances de proyectos, reporte de indicadores, reporte de resultados.	Excel, Power Point.	Recolectar información.	<i>Big Data</i> , Inteligencia Artificial (IA).

Área	Procesos	Descripción	Tecnología actual	Etapas del déficit	Tecnología 4.0 sugerida
Producción	Recepción de materia prima	Recepción de materia prima en el área de producción.	Carretillas, apiladores.	Traslado de materia prima.	Sistemas de transporte neumático, silos y tolvas con sensores.
Producción	Formulación de materia prima	Crear mezclas específicas de polímeros y aditivos para obtener propiedades deseadas en el producto final.	Silos y tolvas.	Mezcla.	Controladores Lógicos Programables (PLC) y sensores IoT.
Producción	Calibración y configuración de maquinaria	Ajuste de los equipos de medición y control de las tolerancias especificadas. Ajustes de moldes, tiempos de ciclo la verificación de temperaturas, presiones, velocidades.	Registro en papel y hojas de cálculo (Excel).	Supervisión y monitoreo de calibración de máquinas.	Sensores IoT e integración de sistemas.
Producción	Cargado de materia prima en máquinas	La materia prima se introduce en las tolvas de las máquinas a través de sistemas o manuales.	Se realiza manual.	Alimentación de materia prima en máquinas.	Robótica y Sensores IoT.
Producción	Extrusión	Fusión del material: el material plástico es calentado en una extrusora hasta fundirse. Extrusión a través de una boquilla: el plástico fundido se empuja a través de una boquilla deseada. Enfriamiento y solidificación: el producto extruido se enfría, generalmente en un baño de agua, para que mantenga su forma. Corte y recolección: el material enfriado se corta a la longitud deseada y se recoge para el siguiente paso.	Extrusoras.	Cambio de moldes, retiro de piezas formadas y monitoreo.	Robótica, Internet de las Cosas e Integración de Sistemas.

Área	Procesos	Descripción	Tecnología actual	Etapas del déficit	Tecnología 4.0 sugerida
Producción	Moldeo inyección	Inyección del plástico fundido: se inyecta en un molde cerrado a alta presión. Enfriamiento y solidificación: el molde se enfría para solidificar el plástico en la forma de este. Apertura del molde y desmoldeo: el molde se abre y la pieza terminada se expulsa, lista para el siguiente paso.	Máquinas de inyección.		Robótica, Internet de las Cosas e Integración de Sistemas.
Producción	Moldeo soplado	Formación del Parison: un tubo de plástico fundido se extruye y se coloca en un molde.	Máquinas de extrusión-soplado.		Robótica, Internet de las Cosas e Integración de Sistema.
Producción	Moldeo soplado	Soplado: se introduce aire las preformas, expandiéndolo contra las paredes del molde. Enfriamiento y desmoldeo: el plástico se enfría y solidifica en la forma del molde, se abre y se extrae la pieza terminada.	Máquinas de inyección-soplado.	Cambio de moldes, retiro de piezas formadas y monitoreo.	Robótica, Internet de las Cosas e Integración de Sistema.
Producción	Termoformado	El termoformado convierte láminas de plástico en productos tridimensionales.	Máquinas de termoformado.		Robótica, Internet de las Cosas e Integración de Sistemas.
Producción	Termoformado	Calentamiento de la lámina: la lámina plástica se calienta hasta que es maleable. Formación sobre el molde: la lámina caliente se coloca sobre un molde y se forma mediante vacío o presión. Enfriamiento y corte: la pieza se enfría y se recorta obteniendo el producto final.	Máquinas de termoformado.		Robótica, Internet de las Cosas e Integración de Sistemas.

Área	Procesos		Descripción	Tecnología actual	Etapa del déficit		Tecnología 4.0 sugerida
Producción	Acabado		Corte y recorte: eliminación del exceso de material. Pulido y lijado: mejora de la superficie del producto. Decoración: pintura, impresión o aplicación de etiquetas.	Lijadoras, pulidoras, pistolas de pintura, impresoras digitales y máquinas de serigrafía.	Acabado de productos.		Robótica, IoT, Impresión 3D y Realidad Aumentada (AR).
Producción	Control de Calidad	de	Inspección visual: verificación de defectos visibles.	Se realiza visualmente.	Inspecciones.		Visión Artificial, Big Data y Análisis Avanzado.
Producción	Empaque		Empaque y sellado: embalaje de los productos en cajas, bolsas o contenedores. Etiquetado: información relevante sobre el producto.	Manipulación manual.	Embalaje de producto.		Automatización Robótica, Realidad aumentada (AR) y Realidad virtual (VR).
Cadena de Suministro	Planificación de la Producción	de	Proceso de organizar y coordinar todas las actividades necesarias para convertir materias primas en productos terminados de manera eficiente y efectiva.	Excel y ERP.	Planificación.		Big Data, Internet de las Cosas, Sistema MES.
Cadena de Suministro	Suministro y Adquisición	y	Procesos de compra y gestión de órdenes de compra.	ERP, correos electrónicos y Excel.	Gestión de compras.		Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial y Big Data.
Cadena de Suministro	Almacén y Gestión de Inventarios	y de	Actualización de registros de inventario, conteo físico y organización de productos.	Excel y cardex digital.	Gestión de inventarios.		Robótica, Automatización, Big Data, Análisis Predictivo y RFID.

Área	Procesos	Descripción	Tecnología actual	Etapas del déficit	Tecnología 4.0 sugerida
Cadena de Suministro	Distribución.	Proceso de gestión transporte físico de productos desde el punto de producción o almacenamiento hasta el punto de consumo.	<i>GPS</i> y <i>ERP</i> .	Despacho de productos.	<i>Big Data</i> , <i>IA</i> , robótica, automatización e <i>IoT</i> .
Cadena de Suministro	Servicio al Cliente	Brindar soporte para resolver cualquier problema que pueda surgir con el producto	Correos y sitios <i>web</i> .	Comunicación con el cliente.	Inteligencia Artificial, Análisis de Datos y <i>Big Data</i> , <i>CRM</i> .
Tecnologías de la Información (TI)	Ciberseguridad	Protección de datos y sistemas contra ciberataques.	Antivirus y <i>firewalls</i> básicos.	Déficit en y a la respuesta a amenazas.	<i>IA</i> , <i>SIEM</i> , <i>EDR</i> , <i>Blockchain</i> y <i>Zero Trust</i> .
Tecnologías de la Información (TI) / Ventas	Soporte Técnico y <i>Help Desk</i>	Asistencia técnica y resolución de problemas para empleados y clientes.	Sistema de <i>tiques</i> básico o manual.	Déficit en tiempo de respuesta y resolución de problemas.	<i>IA</i> y <i>chatbots</i> .
Tecnologías de la Información (TI)	Integración de Sistemas	Conexión e interoperabilidad entre diferentes sistemas de la empresa.	<i>ERP</i> , almacenamiento en la nube y <i>Office</i> .	Baja interoperabilidad y eficiencia.	<i>iPaaS</i> , <i>Power BI</i> .
Recursos Humanos	Gestión de Nóminas	Cálculo y procesamiento de los pagos a empleados, incluyendo impuestos y deducciones.	<i>ERP</i> y hojas de cálculo (<i>Excel</i>).	Errores frecuentes y baja automatización.	Inteligencia Artificial.
Recursos Humanos	Reclutamiento y Selección	Proceso de atraer, evaluar y seleccionar candidatos para cubrir vacantes.	Publicación de vacantes en portales, bases de datos o <i>ATS</i> .	Baja automatización en el análisis de candidatos.	Plataformas con <i>IA</i> , análisis predictivo de perfiles y <i>chatbots</i> .

Área	Procesos	Descripción	Tecnología actual	Etapas del déficit	Tecnología 4.0 sugerida
Recursos Humanos	Formación y Desarrollo	Planificación e implementación de programas de capacitación y desarrollo de habilidades para empleados.	Cursos presenciales, plataformas de <i>e-learning</i> básicas.	Baja personalización y seguimiento de progreso.	Plataformas <i>e-learning</i> con IA, realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR).
Ventas	Gestión de Ventas	Administración y seguimiento del ciclo de ventas, desde la prospección hasta el cierre de la venta.	Excel, sitio <i>web</i> , correo electrónico y reuniones.	Falta de visibilidad y análisis de datos en tiempo real.	Sistemas de gestión de ventas con IA y análisis en tiempo real (CRM).
Ventas	Análisis de Mercado	Investigación y análisis de tendencias del mercado y comportamiento del consumidor.	Estudios de mercado tradicionales.	Falta de análisis en tiempo real y datos integrados.	<i>Big Data</i> y <i>Machine Learning</i> para análisis en tiempo real.

Nomenclatura

Chatbots	Programas de <i>software</i> que usan inteligencia artificial para simular una conversación con usuarios humanos.	IPaaS	Plataforma de integración que permite conectar aplicaciones, datos y procesos en diferentes entornos.
CRM	Gestión de relación con los clientes.	mes	(<i>Manufacturing Execution System</i>), que se traduce como Sistema de Ejecución de Manufactura.
EDR	Soluciones de seguridad que monitorean continuamente y responden a amenazas en los dispositivos finales en tiempo real.	Power BI	Conjunto de herramientas de análisis de negocios de <i>Microsoft</i> .
ERP	Sistemas de planificación de recursos empresariales.	RFID	Tecnología de identificación por radiofrecuencia que utiliza etiquetas electrónicas (<i>tags</i>) y lectores para identificar y rastrear automáticamente objetos.
GPS	Sistema de posicionamiento global.	SIEM	Gestión de información y eventos de seguridad.
Help Desk	Soporte técnico en empresas, servicios de atención al cliente.	Zero Trust	Modelo de seguridad de TI basado en verificar previamente la identidad y autorizaciones.

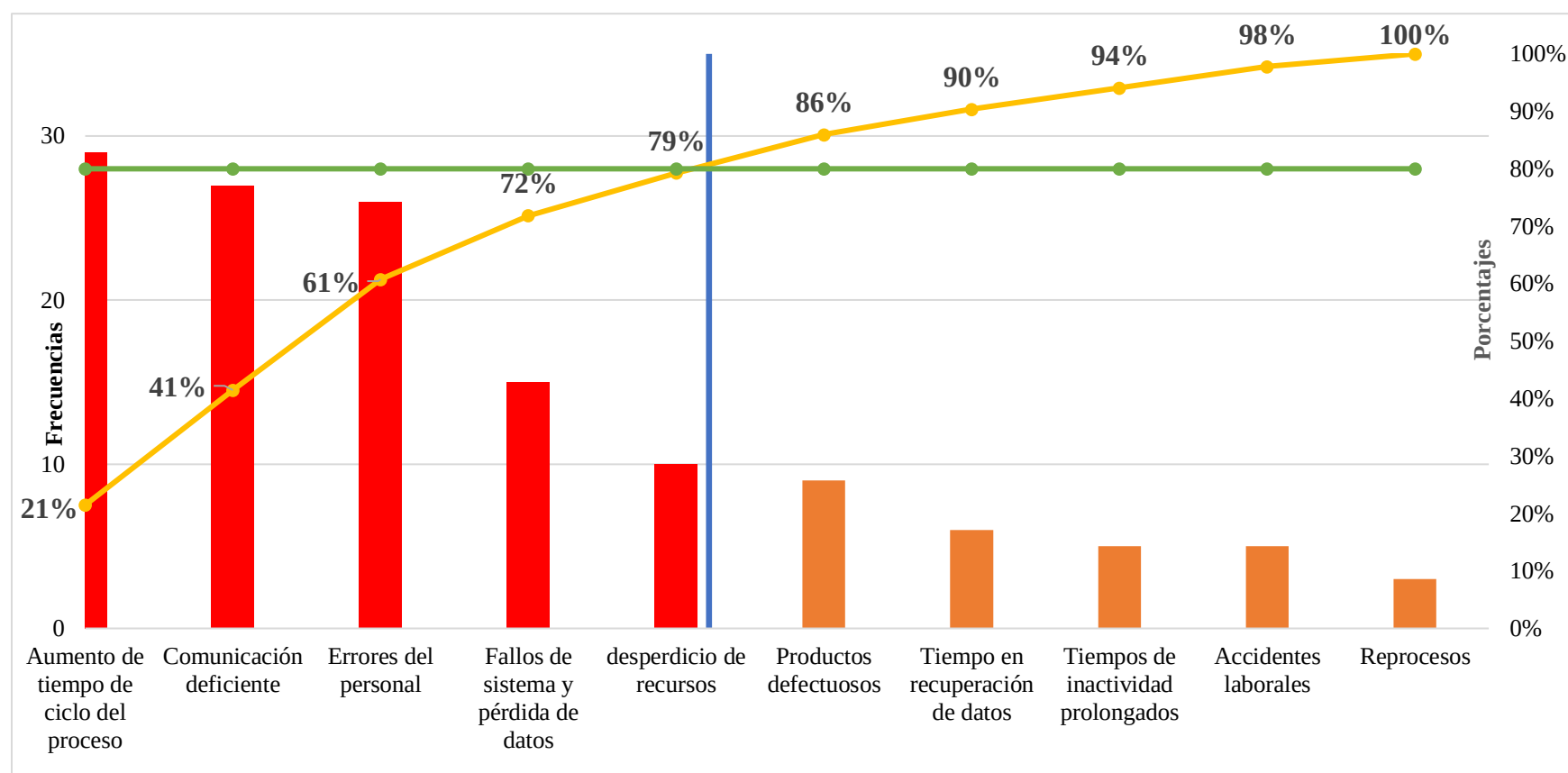
Fuente: Elaboración propia.

6.4. Identificación de Problemas

A continuación, se presenta un diagrama de Pareto que destaca las causas principales de baja productividad en las empresas del sector plástico.

Figura 42.

Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

Análisis: El diagrama muestra que los principales problemas o causas que conllevan a la baja productividad en empresas del sector plástico son: comunicación deficiente, errores del personal, fallos de sistema, pérdida de datos y aumento del tiempo de ciclo de procesos. Esto indica que, al centrarnos en resolver estos problemas, podríamos aumentar la productividad en las empresas del sector plástico.

Es evidente que estos problemas son subyacentes a la falta de procesos digitalizados y automatizados. La implementación de tecnologías digitales y la automatización de procesos no solo mejoraría la eficiencia y precisión, sino que también reduciría la incidencia de errores humanos y mejoraría la comunicación y la gestión de datos, optimizando los tiempos de ciclo y la calidad general de la producción, incrementando significativamente la productividad.

6.5. Enfoque de Marco Lógico

6.5.1. Matriz de Involucrados

Una matriz de involucrados es una herramienta para conocer e identificar las necesidades y capacidades de los interesados. Esta contribuirá significativamente a la conceptualización de la solución al identificar y mapear a los actores clave que influyen en el problema o que serán impactados por la solución. Al entender sus roles, intereses y posibles resistencias, será posible diseñar una solución que no solo sea técnicamente viable, sino también aceptable y sostenible en el contexto real. Permitirá anticipar necesidades de comunicación, alineación de objetivos y colaboración entre las partes, asegurando que la solución propuesta esté respaldada y tenga un mayor impacto positivo en la implementación.

Tabla 20.

Matriz de Involucrados

ACTORES	NIVEL DE INTERÉS	NIVEL DE PODER	ROL	EXPECTATIVAS	ESTRATEGIAS DE COMPROMISO
Proveedores de Tecnología	Medio	Alto	Suministro de equipos y <i>software</i> relacionados con Industria 4.0, soporte técnico y servicios de consultoría.	Esperan incrementar sus ventas y penetrar en el mercado del sector plástico.	Establecimiento de contratos claros y colaboraciones a largo plazo.
Universidades e Institutos	Medio	Medio	Investigación y desarrollo en tecnologías de Industria 4.0, programas de formación y capacitación continua.	Desean colaborar en proyectos de investigación y desarrollo.	Colaboración en investigaciones y desarrollo de proyectos conjuntos, proporcionar formación técnica especializada.

ACTORES	NIVEL DE INTERÉS	NIVEL DE PODER	ROL	EXPECTATIVAS	ESTRATEGIAS DE COMPROMISO
Asociaciones del Sector Plástico	Alto	Medio	Promover la adopción de la guía entre sus miembros.	Esperan que sus miembros mejoren competitividad y eficiencia.	Realizar campañas de difusión, talleres y seminarios sobre los beneficios de Industria 4.0.
Inversores y Financiadore	Medio	Alto	Proveer financiamiento y apoyo económico para la implementación.	Esperan obtener retornos de inversión mediante la mejora de la eficiencia operativa de las empresas.	Facilitar acceso a líneas de crédito y financiamiento, y proporcionar asesoramiento financiero.
Empleados y Sindicatos	Alto	Bajo	Participar en la capacitación y adaptación a nuevas tecnologías.	Esperan seguridad laboral y mejora en sus condiciones de trabajo.	Involucrar a los empleados en el proceso de capacitación y mantener una comunicación abierta sobre los cambios.
Clientes y Consumidores	Medio	Bajo	Beneficiarse de productos de mejor calidad y eficiencia en el servicio.	Esperan productos de mayor calidad y menores tiempos de entrega.	Recoger feedback continuo para mejorar la satisfacción del cliente y adaptar la guía a sus necesidades y expectativas.
Alta Dirección (CEO, Gerentes Generales)	Alto	Alto	Toma de decisiones estratégicas, aprobación de inversiones en tecnología.	Esperan que la guía permita una implementación exitosa y rentable de tecnologías 4.0.	Participación en la planificación y supervisión de la implementación.

ACTORES	NIVEL DE INTERÉS	NIVEL DE PODER	ROL	EXPECTATIVAS	ESTRATEGIAS DE COMPROMISO
Gerentes de Producción	Alto	Medio	Implementación de nuevas tecnologías en procesos de manufactura, optimización de la cadena de producción.	Desean herramientas prácticas y eficientes para mejorar la producción.	Involucramiento en la definición de procesos y en la capacitación del personal.
Gerentes de Tecnología (CIO, CTO)	Alto	Alto	Identificación e integración de tecnologías 4.0, mantenimiento y actualización de infraestructuras tecnológicas.	Esperan soluciones tecnológicas avanzadas y compatibles con la infraestructura existente.	Colaboración en la selección de tecnologías y proveedores.
Gerentes de Finanzas	Alto	Alto	Análisis de viabilidad financiera de la implementación, gestión de presupuestos para inversiones en tecnología.	Buscan una guía que demuestre retorno de inversión claro.	Participación en el análisis financiero y en la justificación de inversiones.
Ingenieros de Producción	Medio	Medio	Diseño e implementación de sistemas automatizados, monitoreo de eficiencia operativa.	Necesitan directrices claras para la implementación de tecnologías.	Inclusión en equipos de trabajo para diseño e implementación de sistemas.
Supervisores de Línea	Medio	Bajo	Coordinación diaria de operaciones en planta, capacitación de personal en nuevas tecnologías.	Requieren capacitación adecuada y recursos suficientes.	Programas de capacitación continua y apoyo operativo.

ACTORES	NIVEL DE INTERÉS	NIVEL DE PODER	ROL	EXPECTATIVAS	ESTRATEGIAS DE COMPROMISO
Personal Operativo	Medio	Bajo	Uso de tecnologías y herramientas de Industria 4.0, reporte de datos y mantenimiento de equipos.	Desean formación y soporte técnico constante.	Capacitaciones prácticas y manuales de uso.
Consultores y Asesores Externos	Medio	Medio	Asesoramiento en la implementación de nuevas tecnologías, evaluación de procesos y recomendaciones estratégicas.	Esperan un proceso colaborativo y resultados exitosos.	Contratos de consultoría y reuniones periódicas.
Instituciones Gubernamentales	Alto	Alto	Regulaciones y normativas industriales, programas de apoyo y financiamiento para la innovación tecnológica.	Desean promover la modernización y competitividad del sector.	Colaboración en políticas públicas y acceso a fondos de innovación.
Comunidad Local	Bajo	Bajo	Impacto de la empresa en la economía local, responsabilidad social corporativa.	Desean que la empresa contribuya positivamente a la comunidad.	Proyectos de responsabilidad social y comunicación abierta.

Fuente: Elaboración propia.

6.5.2. *Árbol de Problemas*

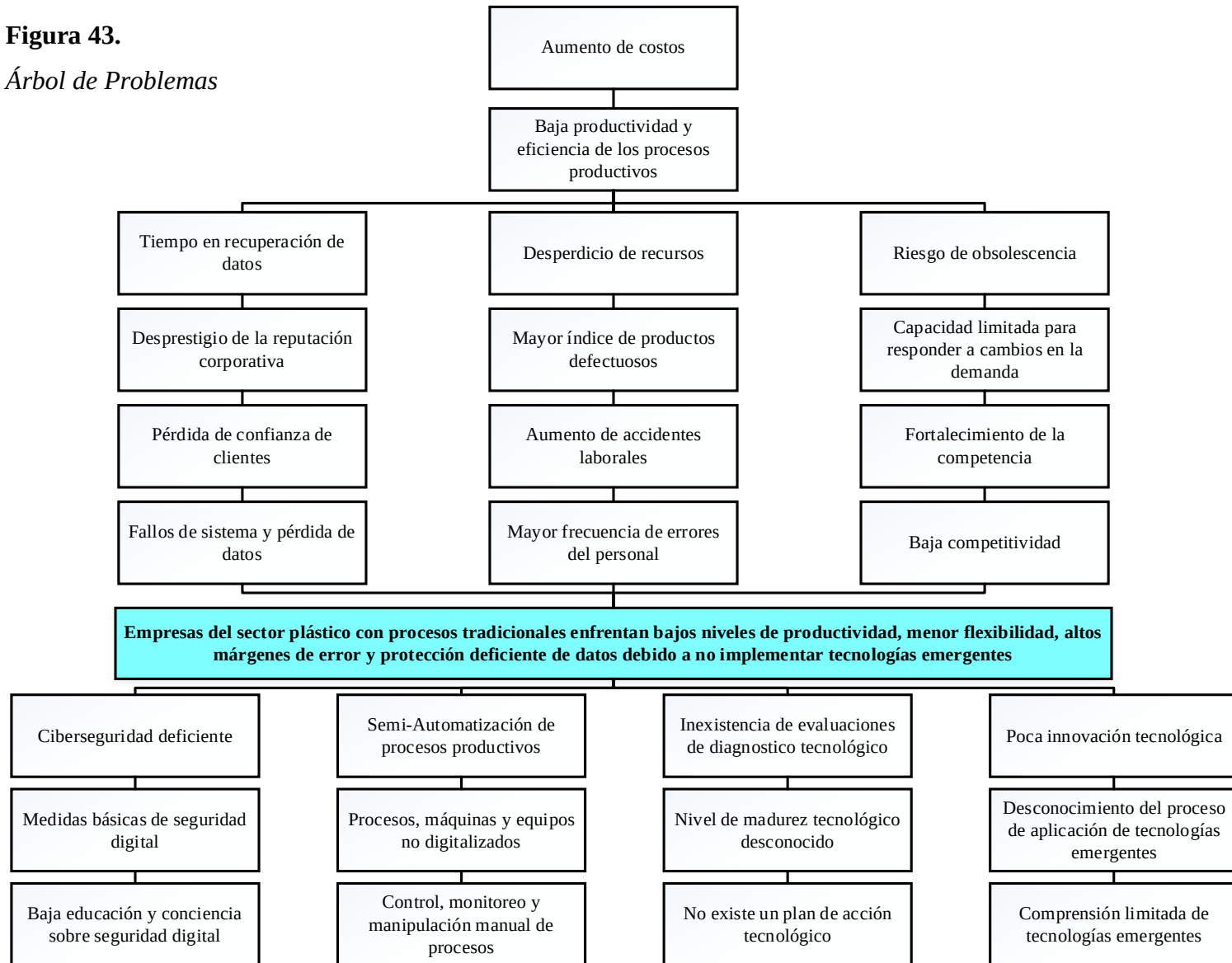
El árbol de problemas es una herramienta analítica que permite identificar y visualizar las causas y efectos de un problema central.

Componentes del Árbol de Problemas:

El problema central: Conocido como "problema raíz" o "problema fundamental", es el núcleo principal alrededor del cual giran otros problemas. Es la causa primaria o principal que origina una serie de efectos no deseados o problemas secundarios en una situación determinada.

Causas principales o problemas subyacentes: Las causas son los factores subyacentes que contribuyen a la existencia del problema central. Se colocan debajo del problema central y se desglosan en diferentes niveles si es necesario.

Efectos: Los efectos son las consecuencias o impactos resultantes del problema central y sus causas. Se colocan arriba del problema central y se pueden desglosar en varios niveles para visualizar las ramificaciones del problema en diferentes áreas.

Figura 43.*Árbol de Problemas***Fuente:** Elaboración propia.

Análisis del árbol de problemas

Con base en el análisis de entrevistas realizadas, se ha identificado un problema central, las empresas del sector plástico mantienen procesos tradicionales con bajos niveles de productividad, menor flexibilidad, altos márgenes de error y protección de datos, por falta de implementación de tecnologías emergentes. Este problema central afecta negativamente su capacidad para competir en el mercado, generando pérdida de datos, errores operativos y una disminución en su competitividad a corto o a largo plazo.

Causas principales o problemas subyacentes del problema central

- **Medidas básicas de seguridad digital:**

Según el análisis de las entrevistas realizadas, se evidencia que las empresas del sector plástico han tenido problemas de pérdida de datos, aunque aplican medidas básicas de seguridad. La falta de medidas adecuadas de ciberseguridad deja a estas empresas vulnerables a ataques cibernéticos, lo que puede resultar en la pérdida de datos sensibles y en interrupciones en la producción.

- **Desconocimiento del proceso de implementación de tecnologías emergentes:**

La mayoría de los gerentes manifestaron no disponer del conocimiento ni la capacitación necesaria para adoptar y utilizar tecnologías emergentes. Esta situación se debe a la falta de información y formación específica en la integración de estas tecnologías en los procesos productivos de las empresas del sector plástico, lo que conlleva a perder la oportunidad de mejorar significativamente la eficiencia y la productividad.

- **Procesos no digitalizados:**

Las empresas del plástico se encuentran con procesos no digitalizados lo que implica una mayor dependencia de métodos manuales, lo que reduce la eficiencia operativa y aumenta la probabilidad de errores humanos. Esta falta de automatización no solo ralentiza los procesos, sino que también incrementa los márgenes de error, lo cual podría tener un impacto negativo en la calidad de los productos y servicios ofrecidos.

- **Poca innovación tecnológica:**

Basado en un análisis de los entrevistados, especialmente los gerentes financieros, la poca innovación tecnológica puede atribuirse, en parte, al desconocimiento del retorno de la inversión (*ROI*) asociado a la implementación de nuevas tecnologías o a la incertidumbre financiera sobre los beneficios a largo plazo. Además, se observa una comprensión limitada sobre cómo las nuevas tecnologías pueden mejorar la eficiencia operativa y aumentar la competitividad en el mercado.

Efectos o consecuencias principales del problema central:

- **Bajos niveles de productividad:**

La ineficiencia de los procesos tradicionales y la falta de digitalización hacen que la eficiencia por hora de trabajo y se entreguen más la producción programada, lo que implica cumplir con grandes volúmenes de pedidos, pero a costa de hora extras de los trabajadores y, por ende, aumentar los costos operativos.

- **Menor flexibilidad y competitividad:**

La incapacidad de adaptarse rápidamente a cambios en el mercado o a demandas específicas de los clientes por no implementar tecnologías en tendencia, resulta en la pérdida de oportunidades comerciales y en la insatisfacción del cliente. En consecuencia, las empresas que no se adaptan a las nuevas tecnologías corren el riesgo de quedarse rezagadas frente a la competencia, perdiendo oportunidades de crecimiento y eficiencia.

- **Altos márgenes de error en los procesos:**

La falta de digitalización y automatización aumenta las tasas de error humano en las empresas del plástico, lo que lleva a reprocesos, accidentes laborales, desperdicio de materiales lo que se convierte mayores costos operativos.

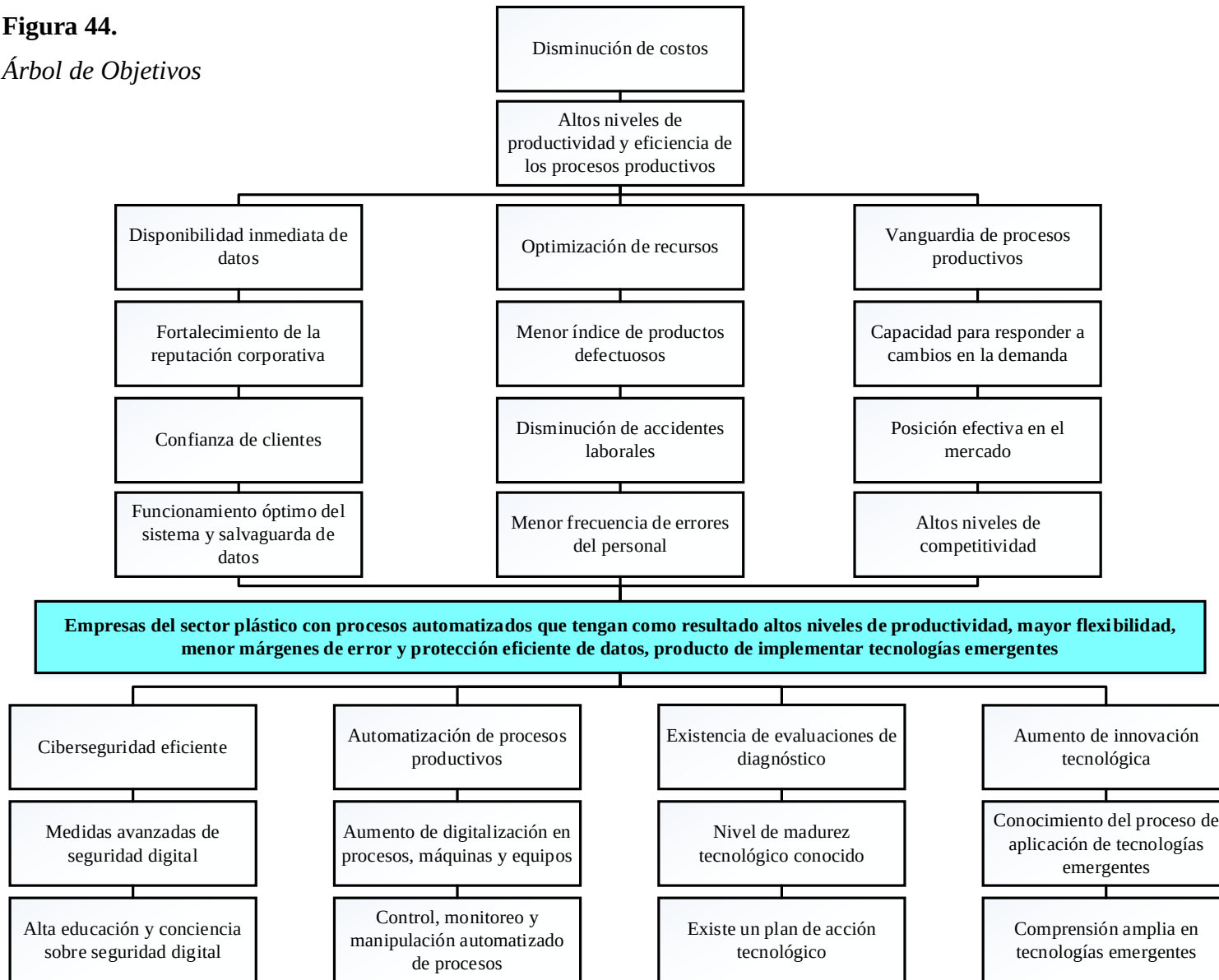
- **Fallos de sistema y pérdida de datos:**

la ciberseguridad inadecuada expone a las empresas del plástico a riesgos significativos de pérdida y robo de datos, lo que resulta en pérdidas financieras, interrupciones en la operación y daño a la reputación empresarial.

6.5.3. *Árbol de Objetivos*

Un árbol de objetivos es una herramienta utilizada en la planificación y gestión de proyectos para visualizar y organizar los objetivos que se desean alcanzar, se estructura de forma jerárquica, similar a un árbol, donde cada nivel representa un nivel de detalle diferente. El objetivo principal se coloca en la parte central y los objetivos más específicos y detallados se desglosan en niveles inferiores y en la parte superior se encuentran los resultados deseados del objetivo principal una vez logrado.

- **Identificación del objetivo principal:** Se determina el objetivo principal del proyecto, que es el propósito final que se desea alcanzar.
- **Descomposición en objetivos secundarios:** Se divide el objetivo principal en varios secundarios necesarios para alcanzar el principal. Estos deben ser más específicos y manejables.
- **Resultados deseados:** Se identifica los resultados deseados de lograr cada objetivo, lo que ayuda a motivar a las empresas, justificar los esfuerzos y recursos invertidos, y evaluar el impacto positivo de las acciones realizadas.

Figura 44.*Árbol de Objetivos***Fuente:** Elaboración propia.

Análisis del árbol de objetivos

El árbol de objetivos refleja los resultados deseados para abordar las causas subyacentes del problema central de Empresas del Plástico. A continuación, se presentan algunas observaciones claves:

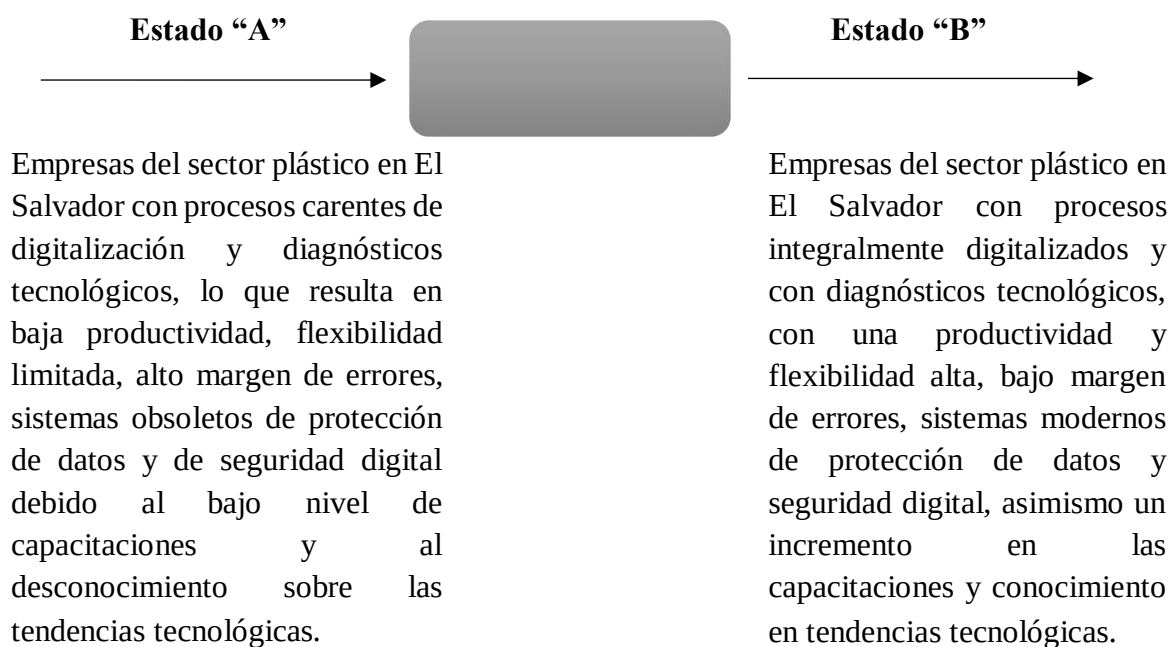
- Al realizar una evaluación económica y financiera, las empresas no solo tendrán mayor certeza y una visión más clara de los beneficios que les traería implementar tecnologías emergentes en sus procesos, sino que también se sentirán más motivadas a invertir en estas tecnologías, al comprender mejor el retorno esperado de su inversión. Esto, a su vez, las volverá más competitivas y flexibles a cambios en el mercado, ya que estarán mejor preparadas para adaptarse y aprovechar las nuevas oportunidades que surjan.
- Al incrementar el conocimiento y la comprensión de los componentes tecnológicos emergentes y sus ventajas, las empresas del sector plástico estarán más dispuestas a considerar la migración de sus procesos. Proporcionar una metodología clara para esta transición generará trabajadores más capacitados y procesos automatizados, lo que aumentará significativamente los niveles de productividad.
- Con automatizar y digitalizar los procesos se reducirán los errores humanos, accidentes laborales y producción de productos defectuosos, lo que mejorará la eficiencia operativa, además, esta modernización permitirá una gestión más eficaz de los recursos, optimizando los costos. Estas ventajas combinadas no solo incrementarán la productividad, sino que también impulsarán la competitividad de las empresas del plástico en el mercado.
- Al implementar medidas avanzadas de protección digital, se fortalece la seguridad de los sistemas y datos de la empresa, reduciendo así el riesgo de ataques cibernéticos y

fugas de información confidencial. Además, estas medidas pueden mejorar la confianza de los clientes y socios comerciales en la empresa, lo que puede llevar a relaciones más sólidas y duraderas.

- Por otro lado, al garantizar la integridad y disponibilidad de los datos, se evita la pérdida de tiempo en la recuperación de datos en caso de incidentes, lo que se convierte en un ahorro de costes significativo.

6.5.4. Planteamiento del Problema

6.5.4.1. Formulación del Problema



6.5.4.2. Enunciado del Problema

¿Cómo diseñar una guía de aplicación para las empresas comercializadoras y productoras del sector plástico en El Salvador, de manera que puedan adoptar y aplicar las tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial para mejorar la eficiencia, flexibilidad y productividad de sus procesos productivos y administrativos?

6.6. Matriz de Análisis de Problemas y Soluciones

La Matriz de Análisis de Problemas y Soluciones es una de esas herramientas valiosas que nos ayuda a identificar, analizar y resolver problemas de manera estructurada y sistemática. Esta matriz nos permitirá abordar los problemas de las empresas del plástico de manera eficaz proporcionando una visión clara y organizada del problema específico, así como de las posibles acciones que podemos tomar para resolverlo.

Al dividir el problema en componentes clave y considerar diversas opciones de solución, podemos tomar decisiones informadas y efectivas. A continuación, presentamos los elementos clave de esta matriz:

- **Problemática**

En esta sección se describe de manera clara y concisa el problema o desafío que enfrenta la empresa. Es importante definir correctamente el problema para centrar los esfuerzos en encontrar soluciones efectivas.

- **Decisiones**

Aquí planteamos las decisiones que debemos tomar para abordar el problema, cada una en forma de pregunta para explorar diferentes opciones y considerar sus implicaciones.

- ✓ ¿Cuáles son las posibles opciones para resolver este problema?

- ✓ ¿Qué acciones podríamos tomar para abordar esta situación?

- **Acciones**

En esta sección se enumeran las acciones específicas que se llevarán a cabo para implementar las decisiones tomadas y resolver el problema de manera efectiva.

- **Propósito**

Se establece el propósito u objetivo principal de la matriz, que es proporcionar una estructura organizada para analizar y abordar problemas de manera sistemática y eficiente.

- **Resultados**

Se describen los resultados esperados una vez que se implementen las acciones propuestas. Estos resultados deben estar alineados con el propósito establecido y contribuir a la resolución del problema.

- **Supuestos**

Aquí se identifican los supuestos o condiciones que se consideran verdaderos al abordar el problema. Estos supuestos pueden influir en la efectividad de las acciones propuestas.

- **Riesgo**

Se analizan los posibles riesgos asociados con las decisiones y acciones propuestas, identificando las posibles amenazas que podrían afectar negativamente la resolución del problema.

Tabla 21.*Matriz de Análisis de Problemas y Soluciones*

Problemática	Decisiones	Acciones	Propósito	Resultados	Supuestos	Riesgos
Poca innovación tecnológica	¿Cómo incentivar a las empresas del sector plástico a invertir en tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial?	● Lanzar campañas de concienciación sobre la importancia de la transformación digital y los beneficios de las tecnologías 4.0.	Motivar a las empresas del sector del plástico a implementar tecnologías 4.0 en sus procesos.	Las empresas del sector plástico están reconociendo cada vez más el valor de implementar tecnologías 4.0 en sus procesos.	Apoyo gubernamental y de asociaciones empresariales para la promoción de políticas.	● Resistencia de parte de las empresas del plástico a las innovaciones de la Industria 4.0.
		● Ofrecer planes de capacitación y formación sobre tecnologías 4.0, mostrando cómo implementarlas y los beneficios que pueden traer.				● Cambios geopolíticos en el país.

Problemática	Decisiones	Acciones	Propósito	Resultados	Supuestos	Riesgos
Inexistencia de Evaluaciones de Diagnostico Tecnológico	¿Cómo se pueden resolver la inexistencia de evaluaciones de diagnóstico tecnológico?	Desarrollar una guía de evaluación de la situación actual de las empresas del sector plástico a nivel tecnológico.	Tener un documento estandarizado para conocer la situación actual de las empresas del sector plástico a nivel tecnológico.	Una mejor consistencia en la medición de los niveles tecnológicos de las industrias del plástico de El Salvador.	Participación, compromiso e interés activo por parte de las empresas del sector plástico de El Salvador.	Limitación de los recursos y el tiempo dedicados al proceso de evaluación por falta de apoyo de los líderes y directivos de las empresas.
				Conocer los niveles tecnológicos en el que se encuentran las empresas del sector plástico de El Salvador.		

Problemática	Decisiones	Acciones	Propósito	Resultados	Supuestos	Riesgos
Semi-Automatización de Procesos	¿Cómo podrían las empresas del sector plástico automatizar los procesos?	● Introducir <i>robots</i> industriales para tareas como manipulación, ensamblaje, corte, empaquetado.	Controlar y monitorear las operaciones en tiempo real, minimizando la intervención humana en situaciones peligrosas o que requieren una mayor precisión.	Las empresas del sector plástico mejoran su productividad mediante la automatización de procesos, lo que permite una mayor eficiencia, reducción de costos operativos y un mejor control de calidad en la producción.	Disponibilidad de tecnología avanzada, capacitación y competencia del personal.	Altos costos de inversión y resistencia al cambio por parte de la empresa.
		● Implementar sistemas de visión artificial para inspeccionar la calidad de los productos de manera automatizada y detectar defectos de forma rápida y precisa.				
		● Utilizar tecnologías como el Internet de las cosas (<i>IoT</i>), el análisis de datos y la inteligencia artificial para supervisar y ajustar parámetros de producción, temperatura, presión y otros factores en tiempo real.				

Problemática	Decisiones	Acciones	Propósito	Resultados	Supuestos	Riesgos
Semi-Automatización de Procesos	¿Cómo podrían las empresas del sector plástico automatizar los procesos?	Automatizar tareas administrativas como la gestión de inventarios, la facturación, la gestión de pedidos y la planificación de la producción mediante sistemas informáticos integrados.	Controlar y monitorear las operaciones en tiempo real, minimizando la intervención humana en situaciones peligrosas o que requieren una mayor precisión.	Las empresas del sector plástico mejoran su productividad mediante la automatización de procesos, lo que permite una mayor eficiencia, reducción de costos operativos y un mejor control de calidad en la producción.	Disponibilidad de tecnología 4.0, capacitación y competencia del personal.	Altos costos de inversión y resistencia al cambio por parte de la empresa.
		Implementar sistemas de alimentación automática de materias primas para optimizar el proceso de carga de materiales en las máquinas.				

Problemática	Decisiones	Acciones	Propósito	Resultados	Supuestos	Riesgos
Ciberseguridad Deficiente	¿Qué medidas pueden implementar las empresas para proteger de manera efectiva los datos sensibles de la empresa?	Cifrado de datos, control de acceso, autenticación fuerte, monitoreo de seguridad, copias de seguridad, actualizaciones de <i>software</i> , protección de redes, gestión de identidades y accesos (<i>IAM</i>).	El propósito es proteger la información confidencial y sensible de la empresa de accesos no autorizados, asegurando su integridad, confidencialidad y disponibilidad, y mitigando el riesgo de pérdida, robo o manipulación de datos.	Garantizar la seguridad y la integridad de los datos sensibles de la empresa, evitando la exposición a riesgos de seguridad cibernética, pérdida de información, sanciones legales y daños a la reputación de la empresa.	Disponibilidad de tecnología 4.0, conciencia del personal, compromiso de la dirección y cumplimiento legal.	Falta de conciencia del personal y resistencia al cambio por parte de la empresa.

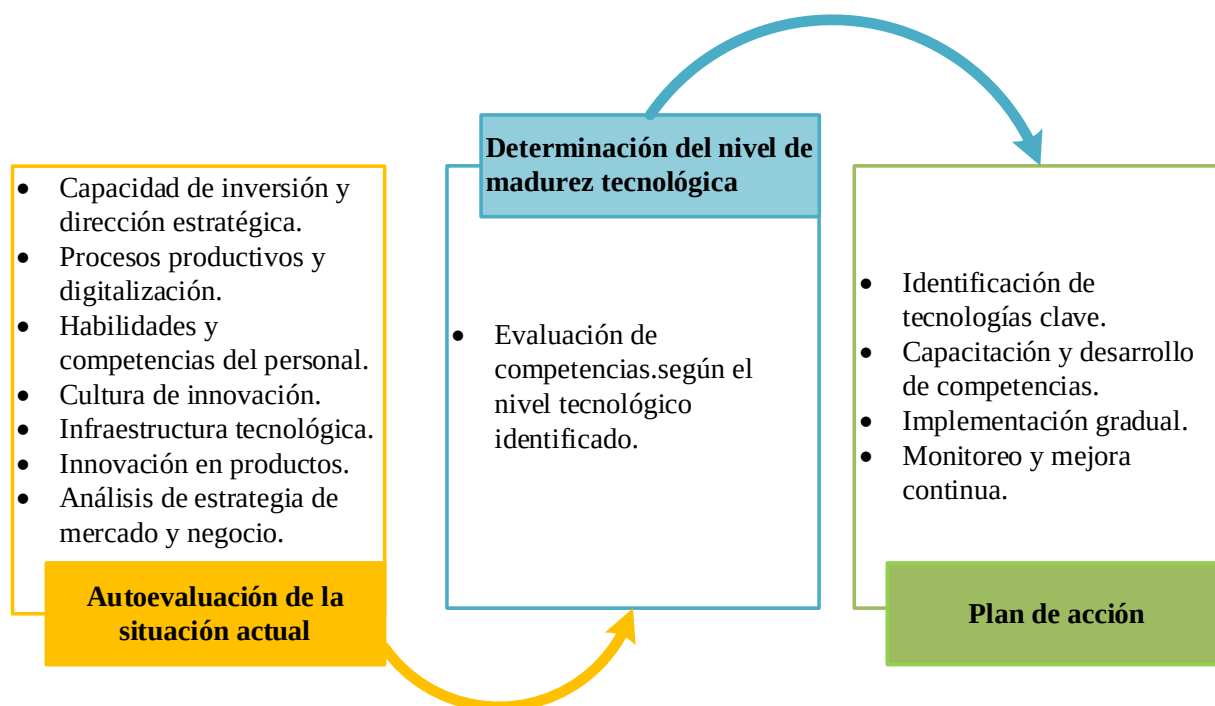
Fuente: Elaboración propia.

7. Conceptualización del Diseño

Para abordar las problemáticas identificadas en las empresas del sector plástico de El Salvador, se propone la implementación de tecnologías 4.0 en sus procesos mediante una guía de aplicación específica. Considerando el siguiente enfoque:

Figura 45.

Esquema de la Solución del Diseño



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen los elementos de la solución:

7.1. Autoevaluación de Diagnóstico

Con esta componente se busca evaluar la situación actual de las empresas y planificar la adopción de tecnologías 4.0 de manera estratégica.

Este análisis permitirá determinar el nivel tecnológico de la empresa y, a partir de ahí, definir las acciones necesarias para la transición al entorno 4.0, considerando que cada empresa tiene una realidad única.

1.1. Dimensiones de evaluación:

- ✓ **Capacidad de inversión y dirección estratégica:** Determinar la capacidad financiera de la empresa para invertir en nuevas tecnologías. Esto es esencial para planificar la implementación gradual de soluciones 4.0 sin comprometer la estabilidad financiera.
- ✓ **Procesos, digitalización y automatización:** Analizar los procesos actuales para identificar áreas que se beneficiarían de la automatización y digitalización.
- ✓ **Habilidades y competencias del personal:** Evaluar las competencias del personal en relación con las tecnologías de Industria 4.0. Identificar necesidades de capacitación en áreas como el manejo de sistemas automatizados, análisis de datos y mantenimiento de equipos avanzados.
- ✓ **Cultura de Innovación:** Evaluar la predisposición de la empresa hacia la innovación tecnológica. Fomentar una cultura organizacional que apoye la adopción de nuevas tecnologías, esto es crucial para el éxito de la transformación digital.
- ✓ **Infraestructura tecnológica:** Examinar la infraestructura existente, incluyendo *hardware*, *software* y redes. Evaluar la capacidad de la empresa para adaptarse a tecnologías de automatización, conectividad y análisis de datos.
- ✓ **Innovación en productos:** Evaluar la capacidad de los productos actuales para integrar tecnologías de Industria 4.0.
- ✓ **Mercado y negocio:** En el sector plástico, esto incluye identificar oportunidades para la diferenciación competitiva mediante la adopción de tecnologías 4.0.

7.2. Determinación del Nivel de Madurez Tecnológica

El nivel tecnológico se refiere al grado en que la empresa ha adoptado, integrado y optimizado tecnologías en sus operaciones. Este nivel medirá el grado de aprovechamiento de tecnologías, desde etapas iniciales de digitalización y automatización básica hasta la implementación avanzada de herramientas innovadoras avanzadas.

7.3. Desarrollo de un Plan de Acción

Una vez evaluadas las dimensiones y determinada la capacidad tecnológica, se deben diseñar planes de acción específicos para la implementación de Industria 4.0. Estos planes deben considerar:

- ✓ **Identificación de tecnologías clave:** Seleccionar las tecnologías más relevantes para la empresa según su nivel de madurez y sus necesidades específicas.
- ✓ **Capacitación y desarrollo de competencias:** Planificar programas de capacitación y desarrollo de habilidades para el personal, enfocándose en áreas críticas como la operación de sistemas automatizados y el análisis de datos.
- ✓ **Implementación gradual:** Proponer una implementación por fases, comenzando con proyectos piloto en áreas de alto impacto para demostrar beneficios y ganar experiencia antes de una adopción más amplia.
- ✓ **Monitoreo y mejora continua:** Establecer sistemas de monitoreo continuo para evaluar el progreso y ajustar las estrategias según sea necesario. Utilizar indicadores de desempeño para medir el impacto de las tecnologías implementadas en la eficiencia y la productividad.

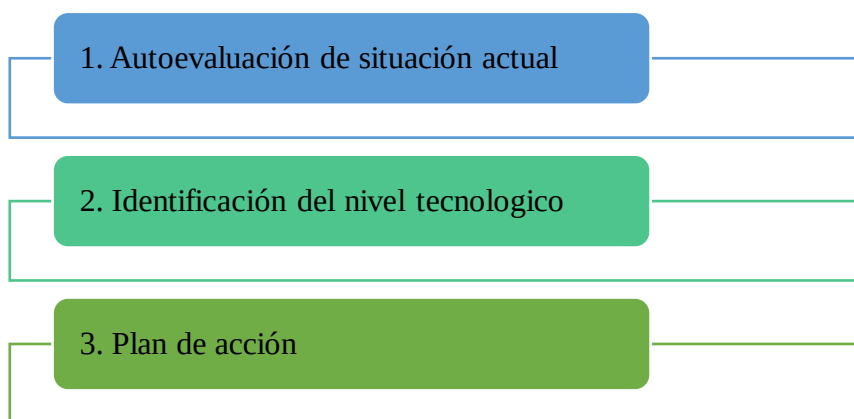
III. DISEÑO DEL ESTUDIO

8. Elementos de la Guía de Aplicación

Cada elemento desempeña un papel específico en la guía, contribuyendo a la comprensión y aplicación efectiva de la metodología propuesta. En el contexto de la migración de procesos de empresas del plástico a un ambiente 4.0, los elementos claves de la guía de aplicación son:

Figura 46.

Elementos de la Guía



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallan cada uno de ellos:

8.1. Autoevaluación de Situación Actual

Para ejecutar una migración de procesos tradicionales en la industria del plástico al entorno 4.0, es importante comenzar con una comprensión de la situación actual de la empresa. Este análisis permitirá determinar el nivel tecnológico de la empresa y, a partir de ahí, definir las acciones necesarias para la transición al entorno 4.0, considerando que cada empresa tiene una realidad única. También será de utilidad para los gerentes, directores, comités o junta directiva de las empresas para la toma de decisiones sobre la implementación.

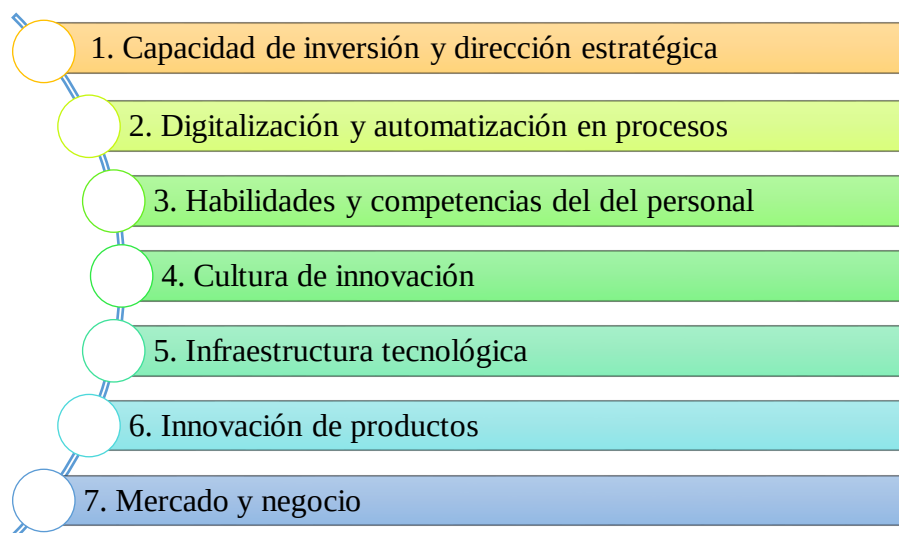
8.1.1. Checklist

La autoevaluación de la situación tecnológica actual en las empresas del sector plástico se llevará a cabo mediante un *Checklist*, compuesto por una serie de preguntas diseñadas para realizar una autoevaluación de manera integral las capacidades tecnológicas de la empresa y detectar áreas de mejora.

Para realizar dicha evaluación se presentan siete elementos que comprenden el análisis de toda la organización, las cuales son:

Figura 47.

Elementos a considerar para el Análisis de la Organización



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallan cada una de ellas:

1. Capacidad de inversión y dirección estratégica

Es fundamental evaluar diversos aspectos clave: revisar el capital disponible y las fuentes de financiamiento externo. Esto incluye la evaluación de presupuestos disponibles para proyectos de implementación de tecnologías 4.0. Se analiza también cómo la empresa integra las estrategias tecnológicas en su planificación y dirección a largo plazo.

2. Digitalización y automatización de los procesos

Para conocer la situación actual en relación con la digitalización y automatización de los procesos de la empresa, se deben evaluar los siguientes aspectos:

Grado de automatización: Para evaluar el grado de automatización en una empresa, se considerará los siguientes aspectos: nivel de intervención humana, flexibilidad y adaptabilidad, monitoreo y control de calidad.

Nivel de digitalización: Para determinar el nivel de digitalización de una empresa, se evaluará la integración de sistemas para el intercambio de datos, la digitalización de procesos, la capacidad para recopilar y analizar datos en tiempo real, la automatización de flujos de trabajo, la accesibilidad y movilidad desde dispositivos remotos, las medidas de ciberseguridad implementadas, la capacitación del personal en herramientas digitales, la capacidad de adaptación a nuevas tecnologías, la interacción digital con clientes y proveedores, y el impacto en la productividad y eficiencia operativa.

3. Nivel de habilidades y competencias del personal

Para determinar el nivel de preparación del personal frente a la adopción de tecnologías 4.0, es necesario evaluar sus conocimientos técnicos en Industria 4.0, su capacidad de adaptación a nuevas tecnologías, la colaboración interdepartamental y su habilidad para operar sistemas avanzados.

4. Cultura de innovación

Se busca conocer la disposición de la organización al cambio, el fomento de la creatividad y la experimentación, el nivel de colaboración entre equipos, el apoyo del liderazgo a iniciativas innovadoras, la inversión en capacitación continua del personal, y cómo se gestiona el riesgo asociado a la innovación.

5. Infraestructura tecnológica

Se examinará la infraestructura existente, incluyendo máquinas, *hardware*, *software* y redes. Se analiza si estas tecnologías pueden integrarse con las soluciones 4.0 o si requieren actualización.

6. Innovación de productos

Se evaluará la capacidad de los productos actuales para integrar tecnologías de Industria 4.0. Identificar oportunidades para innovar en productos mediante la incorporación de tecnologías 4.0.

7. Mercado y negocio

Implicará examinar las tecnologías que la empresa utiliza para posicionar sus productos o servicios en el mercado, así como las que emplea en su modelo de negocio para obtener ventajas competitivas. El objetivo es identificar oportunidades para adoptar tecnologías 4.0 y optimizar tanto la estrategia como el desempeño.

8.2. Nivel Tecnológico

El nivel tecnológico se refiere al grado en que la empresa ha adoptado, integrado y optimizado tecnologías en sus operaciones. Este nivel medirá el grado de aprovechamiento de tecnologías, desde etapas iniciales de digitalización y automatización básica hasta la implementación avanzada de herramientas innovadoras avanzadas.

A continuación, se describen los tres niveles tecnológicos:

a. Nivel básico:

- ✓ En este nivel, existen algunos procesos manuales o con tecnología obsoleta.
- ✓ La empresa comienza a reconocer la importancia de la tecnología digital y equipos automáticos.

- ✓ Puede haber inversiones iniciales en tecnología digital y equipos automáticos, por lo que algunos procesos manuales son reemplazos por dichas tecnologías en ciertas áreas.
- ✓ La capacitación se limita únicamente a programas de inducción.

b. Nivel intermedio:

- ✓ En este nivel, la empresa ha implementado tecnologías digitales como plataformas integradas y equipos automáticos para la gestión y optimización de los procesos con medidas básicas de ciberseguridad para proteger datos y sistemas.
- ✓ Se ha desarrollado una infraestructura tecnológica más estable con procesos semiautomáticos y un plan inicial para la integración de sistemas.
- ✓ Se ofrece formación a los empleados en inducción y en áreas específicas de forma esporádica según los problemas y necesidades que surjan.

c. Nivel avanzado:

- ✓ En este nivel, la empresa ha alcanzado un alto grado de madurez tecnológica.
- ✓ Automatización en todos los procesos, utilizando sistemas ciber físicos integrados y ciberseguridad avanzada, facilitando una gestión optimizada mediante el uso y análisis de datos en tiempo real.
- ✓ Los empleados reciben formación continua en tecnologías emergentes y utilizan tecnologías de la Industria 4.0 para su proceso de aprendizaje.

8.3. Plan de Acción

El plan de acción ofrece una estrategia clara y bien definida para implementar las tecnologías de la Industria 4.0, adaptada a las necesidades específicas de cada empresa del sector plástico de El Salvador, y se enfoca en una integración gradual, capacitando al personal para utilizar y mantener las nuevas herramientas.

A continuación, se presentan los componentes clave que integran el plan de acción:

1. Equipo de trabajo:

En esta etapa se definen roles específicos para la implementación de tecnologías 4.0, asignando responsabilidades claras a cada miembro del equipo para asegurar una ejecución eficiente. Estos roles se ajustan a las necesidades del proyecto, y se establecen mecanismos de comunicación y seguimiento para mantener a todos los miembros alineados con los objetivos y permitir una adaptación rápida a cualquier cambio.

2. Selección de tecnologías:

Luego de establecer la estrategia, se debe identificar las tecnologías 4.0 específicas que se requieren para abordar las áreas de mejora priorizadas. Esto puede incluir tecnologías como Internet de las Cosas (*IoT*), automatización, análisis de datos avanzado, inteligencia artificial, entre otras. Es fundamental garantizar que las tecnologías seleccionadas sean compatibles con los sistemas existentes o prever las actualizaciones necesarias.

3. Planificación de implementación.

3.1 Planificación estratégica:

Con las tecnologías definidas y el personal preparado, se procede a la planificación detallada de la implementación. Esto incluye la creación de un cronograma que asegure un despliegue organizado y controlado, la definición de roles y responsabilidades claras para cada equipo, y la previsión de los recursos necesarios.

3.2 Capacitaciones:

La implementación exitosa de tecnologías 4.0 depende de las habilidades y competencias del personal; con los resultados obtenidos en el diagnóstico se hace un plan de capacitación que permita al equipo adaptarse a las nuevas herramientas tecnológicas, fomentando una cultura de

innovación donde el personal esté motivado para adoptar y utilizar eficazmente las nuevas tecnologías. La capacitación debe ser continua y adaptarse a medida que evolucionan las tecnologías.

3.3 Pruebas piloto y evaluación:

Antes de implementar completamente las tecnologías, es recomendable ejecutar pruebas piloto en áreas específicas, lo que permite evaluar la efectividad de las nuevas tecnologías en un entorno controlado, medir el rendimiento y la aceptación del personal, y hacer ajustes necesarios antes de expandir la implementación, minimizando riesgos y garantizando que las soluciones implementadas sean funcionales y eficaces.

4. Monitoreo y mejora continua

La implementación de tecnologías 4.0 no es un proceso estático; requiere un monitoreo constante para asegurar su efectividad a lo largo del tiempo, y la instalación de sistemas de monitoreo y análisis de datos en tiempo real permite a la empresa ajustar las soluciones tecnológicas en función de los resultados y el feedback, garantizando así que la empresa siga optimizando su operación y adaptándose a cambios en el entorno de negocios.

9. Diseño de la Guía de Aplicación en Función de la Industria 4.0

9.1. Objetivo de la Guía de Aplicación

Evaluar y orientar a las empresas del sector plástico en El Salvador hacia la adopción de tecnologías de Industria 4.0, mediante una autoevaluación detallada que defina su nivel tecnológico, con el fin de promover una cultura de innovación continua y apoyar en la implementación de soluciones tecnológicas avanzadas que mejoren su flexibilidad, competitividad y sostenibilidad en el mercado.

9.2. Alcance de la Guía de Aplicación

Esta guía abarcará la autoevaluación de las empresas del sector plástico en El Salvador en relación con la adopción de tecnologías de Industria 4.0. Incluirá herramientas de autoevaluación, como *Checklist*, para que las empresas puedan analizar su situación actual en diversas áreas clave como inversión, digitalización, automatización de procesos, habilidades del personal, cultura de innovación, infraestructura tecnológica, innovación en productos y mercado. Sin embargo, la guía no abordará la implementación específica de tecnologías ni ofrecerá asistencia técnica directa. Se espera que este recurso sirva como base para la planificación estratégica y la mejora continua en la adopción de tecnologías avanzadas, dejando la ejecución operativa en manos de las empresas.

9.3. Consideraciones para la Aplicación de Tecnologías 4.0

Al hacer uso de la presente guía para poder migrar los procesos productivos y de comercialización de las empresas del sector plástico de El Salvador a procesos con tecnologías 4.0, se sugiere considerar factores antes de iniciar su aplicación:

Figura 48.

Factores a considerar para la Aplicación de Tecnologías 4.0

Disposición a la innovación

- La empresa debe estar dispuesta a adoptar nuevas tecnologías y procesos que puedan ser necesarios para cumplir con los lineamientos de la guía.

Operación activa

- La empresa se debe encontrar operando activamente y generando ingresos en El Salvador.

Procesos identificados

- La empresa debe tener previamente identificados los procesos productivos y de comercialización para que la aplicación de la guía se facilite.

Compromiso

- La alta dirección debe estar comprometida con la innovación.

Comunicación efectiva

- La empresa debe tener un buen manejo de comunicación para que el cambio sea adoptado por toda la organización.

Fuente: Elaboración propia.

Además, se sugiere considerar los siguientes cambios que trae consigo la aplicación de la guía en las empresas del sector plástico de El Salvador:

Tabla 22.

Cambios generados por la Implementación de Tecnologías 4.0

Ámbito	Cambio	Descripción
Operativo	Automatización de procesos	Reducción de la intervención manual mediante <i>robots</i> y sistemas automatizados.
	Optimización de recursos	Uso eficiente de materiales, energía y tiempo.
	Producción personalizada	Fabricación en masa de productos personalizados mediante impresión 3D y sistemas flexibles.
	Monitoreo en tiempo real	Sensores <i>IoT</i> supervisan procesos continuamente.
	Reducción de tiempos muertos	Mantenimiento predictivo para evitar fallos y paros no planificados.
	Incremento en la precisión	Minimización de errores.
Estratégico	Decisiones basadas en datos	Uso de <i>Big Data</i> y analítica avanzada para decisiones informadas.
	Modelos de negocio innovadores	Introducción de estrategias como servitización y economía circular.
	Mayor flexibilidad	Adaptación rápida a cambios en la demanda.
	Apertura a nuevos mercados	Acceso global gracias a la digitalización.
	Incremento de la competitividad	Mejora en la calidad y diferenciación a través de innovación.
Cultural	Adopción de una mentalidad digital	Cultura orientada a la innovación y transformación digital.
	Reorganización del trabajo	Cambios en roles y responsabilidades debido a la automatización.
	Colaboración interdepartamental	Integración de departamentos mediante plataformas digitales.
	Nuevas competencias	Capacitación del personal en nuevas competencias digitales.
	Sostenibilidad	Promoción de prácticas empresariales sostenibles.
Tecnológico	Integración de sistemas	Conexión entre máquinas, <i>software</i> y procesos mediante plataformas digitales.
	Mejora a procesos	Optimización de procesos, predicción de tendencias y decisiones automatizadas.
	Reducción de la huella ambiental	Procesos más limpios y eficientes en el uso de energía y materiales.
Social y Ambiental	Creación de empleo especializado	Demanda de perfiles como analistas de datos, expertos en ciberseguridad, etc.
	Reubicación de empleos	Algunos empleos manuales son reemplazados, mientras surgen roles tecnológicos.
	Mayor transparencia	Trazabilidad completa de procesos, generando confianza en clientes y reguladores.

Fuente: Elaboración propia.

El sector plástico enfrenta una problemática única que requieren un enfoque especializado para su transformación digital. Aunque muchas industrias están adoptando tecnologías avanzadas de la Industria 4.0, el sector plástico tiene particularidades que demandan una guía adaptada a sus necesidades específicas. Considerando áreas funcionales, procesos y necesidades del sector, proporcionando soluciones para optimizar sus operaciones. Siendo una guía diseñada exclusivamente para el sector plástico.

Figura 49.

Elementos Fundamentales para la Guía

Diagnóstico del sector plástico	Problemática común del sector	Procesos específicos del sector
• La guía se fundamenta en un diagnóstico detallado de las áreas funcionales, procesos y necesidades específicas del sector, lo que permite abordar los desafíos y oportunidades únicos de este ámbito. • La guía incorpora una metodología de autoevaluación que permite a cada empresa del sector plástico determinar su nivel tecnológico y, con base en ello, acceder a un plan de acción específico adaptado a su grado de madurez tecnológica.	• Mediante un estudio exhaustivo de las empresas del sector, se identificaron procesos carentes de digitalización y diagnósticos tecnológicos, lo que resulta en baja productividad, flexibilidad limitada, alto margen de errores, sistemas obsoletos de protección de datos y de seguridad digital debido al bajo nivel de capacitaciones y al desconocimiento sobre las tendencias tecnológicas. Con base en estos hallazgos, se diseñó una guía de aplicación que aborde estos problemas específicos y que sean adaptados a las necesidades del sector.	• La guía se enfoca en las particularidades de los procesos de producción del sector plástico, como termoformado, inyección, extrusión y soplado, los cuales las máquinas utilizan presión, temperatura y velocidad como variables clave, por lo que se recomienda el uso de tecnologías de la Industria 4.0, como sensores, avanzados, monitoreo en tiempo real e inteligencia artificial, para optimizar la eficiencia y la sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

9.4. Desarrollo de la Guía

9.4.1. Autoevaluación de la Situación Actual

El objetivo de realizar una autoevaluación inicial del nivel tecnológico en las empresas del sector plástico es identificar el estado actual de sus capacidades tecnológicas y operativas en relación con la adopción de tecnologías 4.0. Esta evaluación permitirá detectar áreas de oportunidad y definir un plan de acción personalizado que impulse la transformación digital, optimizando procesos productivos y de gestión.

Se han diseñado una serie de *Checklist* específicos que cubren diversas áreas clave, como la capacidad de inversión, digitalización y automatización de procesos, habilidades y competencias del personal, cultura de innovación, infraestructura tecnológica, innovación de productos, y mercado y negocio. Se componen por un conjunto de preguntas o ítems que se organizan en niveles de madurez, desde el Nivel 1 (básico) hasta el Nivel 3 (avanzado).

Tabla 23.

Clasificación del Nivel Tecnológico

Nivel	Descripción
Nivel 1: básico	Este nivel agrupa a las empresas en las primeras etapas de adopción tecnológica, con capacidades mínimas o iniciales. Los procesos son manuales o parcialmente digitalizados, y el uso de tecnologías es limitado y aislado. La empresa ha comenzado a explorar tecnologías 4.0, pero carece de integración y optimización de procesos.
Nivel 2: intermedio	Las empresas en este nivel tienen una madurez tecnológica moderada, con la adopción de tecnologías que optimizan la operación en áreas clave. Aunque se han implementado herramientas digitales y de automatización, la integración total aún no se ha alcanzado. Existe un enfoque estratégico en la adopción tecnológica, pero aún hay oportunidades para escalar las prácticas a nivel organizacional.
Nivel 3: avanzado	Este nivel agrupa a empresas con capacidades tecnológicas avanzadas, que han integrado las tecnologías 4.0 en sus procesos operativos y de gestión. Las empresas utilizan tecnologías emergentes como <i>IoT</i> , inteligencia artificial y <i>Big Data</i> para maximizar la eficiencia, personalización y sostenibilidad. Estas empresas se encuentran en la vanguardia tecnológica, liderando la innovación en su sector.

Fuente: Elaboración propia.

Sugerencias para completar los *Checklist* de autoevaluación

Las empresas deben utilizar estos *Checklist* como una herramienta de autoevaluación, en la que se analizará su situación actual con respecto a cada una de las preguntas formuladas. Para cada pregunta del *Checklist*, las empresas deben identificar el nivel que mejor representa su realidad actual y marcar la casilla correspondiente.

Para determinar el nivel adecuado en cada ítem, las empresas deben llevar a cabo una revisión minuciosa de su situación actual, considerando las prácticas, herramientas, recursos, y resultados vigentes. Es fundamental que este análisis sea honesto y realista, para que la autoevaluación refleje la realidad de la organización.

A continuación, se presentan el listado de *Checklist* y las áreas que se evaluarán con cada uno de ellos:

Tabla 24.

Checklist y Áreas a Evaluar

No.	Nombre del <i>Checklist</i>	Área evaluada con <i>Checklist</i>
1	Capacidad de inversión y dirección estratégica	• Finanzas • Alta dirección
2	Digitalización y automatización de procesos	• Recursos humanos • Operaciones • TI • Producción • Mantenimiento • Administración • Ventas
3	Habilidades y competencias del personal	• Recursos humanos • Operaciones • TI • Producción • Mantenimiento • Administración • Ventas
4	Cultura de innovación	• Recursos humanos • Producción
5	Infraestructura tecnológica	• TI
6	Innovación en productos	• Mercadeo y ventas
7	Mercado y negocio	• Mercadeo y ventas

Fuente: Elaboración propia.

Para completar correctamente los *Checklist* se sugiere revisar previamente la tabla de “descripción de niveles” ubicada antes de cada *Checklist*, donde se describe como debería encontrarse la empresa para cada nivel y área evaluada.

A continuación, se presentan las tablas de descripción por niveles para cada área evaluada y su respectivo *Checklist*:

Tabla 25.

Autoevaluación de Capacidad de Inversión y Dirección Estratégica

Nivel	Descripción de niveles correspondiente a capacidad de inversión
Nivel 1	La empresa tiene un presupuesto limitado para proyectos tecnológicos y ha comenzado a explorar fuentes de financiamiento. Aún no hay una gestión clara de los riesgos financieros, y los procedimientos de control son mínimos.
Nivel 2	La empresa ha establecido procedimientos de control presupuestario y tiene acceso a financiamiento externo. Realiza análisis de <i>ROI</i> y ha comenzado a recibir apoyo financiero gubernamental o de asociaciones para proyectos tecnológicos.
Nivel 3	La empresa cuenta con un plan de inversión a largo plazo, accede regularmente a financiamiento externo, y alinea sus inversiones con políticas gubernamentales. Además, asigna un presupuesto adecuado para tecnologías 4.0 y busca activamente nuevas oportunidades de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26.

Checklist de Capacidad de Inversión y Dirección Estratégica

No.	<i>Checklist de capacidad de inversión y dirección estratégica</i>	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué medida los Directivos de la Empresa comprenden los conceptos y beneficios de la Cuarta Revolución Industrial?			
2	¿En qué medida se encuentra alineada la estrategia empresarial y los objetivos de la empresa con la Cuarta Revolución Industrial?			
3	¿Qué tan importante es la Cuarta Revolución Industrial para los directivos de la empresa?			
4	¿La alta dirección está comprometida en promover una cultura organizacional orientada a la innovación y adaptabilidad?			
5	¿En qué grado existe un plan estratégico claro para la incorporación de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial en la empresa?			
6	¿Con qué regularidad los directivos se interesan en la realización de sesiones de capacitación sobre la Cuarta Revolución Industrial para el personal?			

No.	Checklist de capacidad de inversión y dirección estratégica	Niveles		
		1	2	3
7	¿Con qué regularidad la dirección realiza análisis del entorno empresarial considerando las tendencias y avances tecnológicos relevantes?			
8	¿Existe un presupuesto para proyectos de mejora tecnológica, aunque sea limitado? Si es así, ¿Cómo lo clasificaría en cuanto a su alcance?			
9	¿La empresa está al tanto de las regulaciones y políticas gubernamentales que podrían influir en la inversión en tecnología? ¿En qué grado?			
10	¿La empresa ha comenzado a explorar posibles fuentes de financiamiento para proyectos tecnológicos? ¿Hasta qué punto?			
11	¿Los riesgos financieros comienzan a ser identificados, aunque no se gestionan plenamente? ¿Cuál es el nivel de identificación de estos riesgos?			
12	¿Existen procedimientos establecidos para el control y seguimiento del presupuesto durante la implementación de proyectos? ¿Qué tan formalizados están estos procedimientos?			
13	¿La empresa tiene acceso a fuentes de financiamiento externo (bancos, inversionistas, etc.)? ¿Cómo lo clasificaría?			
14	¿Se ha solicitado o recibido apoyo financiero del gobierno o de asociaciones industriales? ¿En qué nivel?			
15	¿La empresa realiza análisis de retorno de inversión (ROI) para evaluar la viabilidad de los proyectos tecnológicos? ¿Con qué regularidad y profundidad?			
16	¿La empresa tiene un plan de inversión a mediano y largo plazo que incluya la adopción de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial? ¿Cuál es su nivel de desarrollo?			
17	¿La empresa recibe regularmente apoyo financiero externo y se alinea con políticas gubernamentales? ¿Hasta qué nivel ocurre ese apoyo?			
18	¿La empresa designa un presupuesto prioritario y adecuado para la adopción de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial? ¿Qué tan significativo es ese presupuesto?			
19	¿La empresa mantiene un enfoque proactivo en la identificación de nuevas oportunidades de inversión tecnológica? ¿En qué medida?			
20	¿La empresa utiliza herramientas como Sistema de Business Intelligence? ¿Cuál es su nivel de uso?			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27.*Autoevaluación de Digitalización y Automatización de Procesos*

Nivel	Descripción de niveles correspondiente a digitalización y automatización de procesos
Nivel 1	La empresa utiliza hojas de cálculo o <i>software</i> básico para gestionar operaciones, y muchos procesos clave aún se realizan manualmente o de manera semiautomatizada. Existen pocos o ningún sistema digital implementado en la producción o administración, y la recopilación de datos es limitada y no se analiza de manera estructurada.
Nivel 2	La empresa ha implementado sistemas básicos de gestión, como <i>ERP</i> y <i>MES</i> , en algunas áreas. Además, ha comenzado a automatizar procesos administrativos como la gestión de inventarios y facturación, y existe integración entre sistemas digitales que mejora la fluidez de la información. En el área de mantenimiento se utilizan herramientas de mantenimiento predictivo. Sensores <i>IoT</i> y análisis de datos comienzan a optimizar la producción, aunque todavía hay oportunidades para mejorar la automatización.
Nivel 3	La empresa ha alcanzado una automatización integral en todos los procesos críticos, incluyendo producción, logística y administración. Se utilizan <i>robots</i> industriales y sistemas de automatización avanzados, con mantenimiento predictivo y análisis para anticipar fallos. Todos los sistemas digitales están integrados, permitiendo una interoperabilidad fluida que optimiza el flujo de información y la toma de decisiones en tiempo real.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28.*Checklist de Digitalización y Automatización de Procesos*

No.	Checklist de digitalización y automatización de procesos	Niveles		
		1	2	3
1	¿Cuál es el nivel de implementación de sistemas de gestión (<i>ERP</i>) en las diferentes áreas de la empresa?			
2	¿Qué nivel de dependencia tiene la empresa en hojas de cálculo o <i>software</i> básico para gestionar operaciones?			
3	¿En qué medida los procesos clave aún se realizan de manera manual o semiautomatizada en la empresa?			
4	¿Existen sistemas de control digital en la producción o administración, y en qué medida están implementados?			
5	¿Qué nivel de uso tienen los sistemas <i>ERP</i> (<i>Enterprise Resource Planning</i>) para la gestión de recursos y operaciones en la empresa?			
6	¿Ha comenzado la empresa a recopilar datos y hasta qué punto se analizan de forma estructurada?			

No.	Checklist de digitalización y automatización de procesos	Niveles		
		1	2	3
7	¿Existen métricas claras para medir la efectividad de la automatización en términos de reducción de errores y tiempos de ciclo, y en qué medida se utilizan?			
8	¿En qué medida la empresa utiliza la tecnología de impresión 3D?			
9	¿En qué medida la empresa utiliza <i>robots</i> industriales o sistemas automatizados en sus líneas de producción?			
10	¿Qué tan implementados están los sistemas para el análisis de datos que optimizan los procesos de producción?			
11	¿Hasta qué punto los procesos administrativos, como la gestión de inventarios y facturación, están automatizados en la empresa?			
12	¿Qué nivel de uso tiene la empresa en herramientas de mantenimiento predictivo?			
13	¿En qué medida los sistemas digitales actuales están integrados entre sí para facilitar la fluidez de la información en la empresa?			
14	¿Qué nivel de uso tiene la empresa de <i>PLC's (Programmable Logic Controllers)</i> ?			
15	¿En qué grado la empresa utiliza sensores y dispositivos <i>IoT</i> para monitorear maquinaria y optimizar procesos en tiempo real?			
16	¿Qué nivel de implementación tiene la automatización en el mantenimiento predictivo de los equipos de la empresa?			
17	¿Existen y en qué medida sistemas avanzados de análisis predictivo para anticipar fallos y mejorar la eficiencia en la empresa?			
18	¿Hasta qué punto la automatización está integrada en todas las áreas clave de la producción y administración de la empresa?			
19	¿Cuál es el nivel de implementación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo para los sistemas automatizados en la empresa?			
20	¿Qué nivel de soporte continuo y actualizaciones ofrecen los proveedores de tecnología para los sistemas de automatización implementados en la empresa?			
21	¿Hasta qué punto la empresa ha alcanzado una automatización integral en todos los procesos críticos, incluyendo producción, logística y administración?			
22	¿En qué grado se han implementado sistemas de gestión de la producción (<i>MES</i>) en la empresa?			
23	¿Hasta qué punto la empresa hace uso de simulación de procesos (gemelos digitales)?			
24	¿Qué nivel de implementación tienen los indicadores luminosos y de voz en la empresa?			
25	¿En qué medida la empresa utiliza plataformas para la recolección de datos?			

No.	Checklist de digitalización y automatización de procesos	Niveles		
		1	2	3
26	¿En qué grado la empresa hace uso de <i>Big Data</i> para tareas de mantenimiento?			
27	¿Qué nivel de implementación tiene la empresa en el uso de <i>Machine Learning</i> ?			
28	¿Qué tan fluida es la interoperabilidad entre los sistemas digitales y automatizados para optimizar el flujo de información y la toma de decisiones en tiempo real?			
29	¿Qué nivel de implementación tiene la empresa en el uso de códigos de barra <i>RFID</i> ?			
30	¿Hasta qué punto la empresa posee un sistema de gestión de muelles automatizado?			
31	¿Qué nivel de automatización tiene el sistema de gestión de almacenes en la empresa?			
32	¿Qué nivel de automatización existe en los procesos logísticos, como el uso de <i>IoT</i> para la gestión de la cadena de suministro?			
33	¿En qué grado el acabado y empaque de productos se realiza de forma automatizada por medio de máquinas en la empresa?			
34	¿Qué nivel de uso tiene la empresa de máquinas automáticas para la fabricación de productos?			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29.

Autoevaluación de Habilidades y Competencias del Personal

Nivel	Descripción de niveles correspondiente a habilidades y competencias
Nivel 1	Los empleados tienen un conocimiento limitado sobre tecnologías digitales, como <i>ERP</i> y <i>MES</i> , y solo cuentan con formación básica en áreas como <i>IoT</i> y automatización. La experiencia en operación y mantenimiento de maquinaria automatizada es mínima, capacidades en ciberseguridad y análisis de datos limitada.
Nivel 2	El personal ha recibido capacitación más avanzada, con experiencia en programación y mantenimiento de sistemas automatizados y el uso de herramientas de mantenimiento predictivo. Existen competencias para interpretar datos de sensores <i>IoT</i> y tomar decisiones operativas y estratégicas basadas en análisis de datos. Además, se aplican mejores prácticas de ciberseguridad de manera regular.
Nivel 3	El equipo está altamente capacitado, con líderes formados para gestionar la transformación digital y promover una cultura de innovación. Hay programas de formación continua en habilidades técnicas y tecnológicas, y los empleados participan regularmente en certificaciones relevantes para la Industria 4.0. Además, el equipo de TI está preparado para gestionar incidentes de seguridad cibernética.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30.*Checklist de Habilidades y Competencias del Personal*

No.	Checklist de habilidades y competencias del personal	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué grado la empresa utiliza plataformas ATS (<i>Applicant Tracking System</i>)?			
2	¿Qué nivel de uso tiene la empresa de plataformas de aprendizaje y gestión de RR.HH.?			
3	¿En qué medida la empresa utiliza tecnologías de realidad aumentada y virtual para entrenamiento?			
4	¿En qué nivel están los empleados familiarizados con el uso de <i>software</i> de gestión como ERP o MES?			
5	¿Cuál es el grado de conocimientos del personal sobre tecnologías digitales, como IoT, automatización y análisis de datos?			
6	¿En qué nivel está capacitado el personal clave en ciberseguridad y protección de datos?			
7	¿Qué grado de experiencia tiene el equipo técnico en la operación y mantenimiento de maquinaria automatizada?			
8	¿Hasta qué punto el personal clave ha recibido formación básica en tecnologías digitales y automatización?			
9	¿Qué nivel de habilidades existen para operar y mantener tecnologías básicas de automatización?			
10	¿En qué grado los empleados tienen conocimientos sobre el uso de herramientas y <i>software</i> específicos para el mantenimiento predictivo?			
11	¿Qué nivel de experiencia tiene el equipo técnico en programación y mantenimiento de sistemas automatizados?			
12	¿Hasta qué punto el personal ha sido capacitado para utilizar los datos en la toma de decisiones operativas y estratégicas?			
13	¿Cuál es el nivel de habilidades para interpretar datos de sensores y sistemas IoT para anticipar fallos en los equipos?			
14	¿En qué medida está entrenado el equipo técnico en la planificación y ejecución de mantenimiento preventivo basado en datos?			
15	¿Qué nivel de conocimiento y aplicación tienen los empleados sobre las mejores prácticas de ciberseguridad en su trabajo diario?			
16	¿Hasta qué punto está capacitado el equipo de TI para gestionar y responder a incidentes de seguridad cibernética?			
17	¿En qué medida los líderes de equipo están capacitados para guiar y gestionar la transformación digital dentro de la empresa?			
18	¿Cuál es el nivel de implementación de programas de actualización constante en habilidades técnicas y tecnológicas?			

No.	Checklist de habilidades y competencias del personal	Niveles		
		1	2	3
19	¿Hasta qué punto los líderes promueven una cultura de innovación y están preparados para liderar cambios tecnológicos?			
20	¿Qué nivel de programas de formación continua existen para fomentar la innovación tecnológica entre los empleados?			
21	¿En qué medida los empleados participan regularmente en cursos de formación y certificaciones relevantes para la Cuarta Revolución Industrial?			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31.

Autoevaluación de Cultura de Innovación

Nivel	Descripción de niveles correspondiente a cultura de innovación
Nivel 1	La alta dirección empieza a fomentar la innovación y se crean canales iniciales para que los empleados propongan ideas, pero sin procesos formales de gestión.
Nivel 2	Los líderes de equipo promueven la innovación, y existen procesos formales para gestionar ideas, con métricas y equipos multidisciplinarios trabajando en proyectos innovadores.
Nivel 3	La innovación está completamente integrada en todos los procesos, con un enfoque en mejora continua, revisión de tendencias tecnológicas y un historial de éxito en innovación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32.

Checklist de Cultura de Innovación

No.	Checklist de cultura de innovación	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué medida los líderes promueven la colaboración entre equipos para la resolución de problemas?			
2	¿Hasta qué punto la alta dirección fomenta activamente la innovación dentro de la empresa?			
3	¿Qué nivel de desarrollo tienen los canales creados para que los empleados propongan ideas de mejora?			
4	¿En qué grado la empresa cuenta con un proceso formal para gestionar y evaluar ideas innovadoras?			
5	¿Qué tan activamente los líderes de equipo apoyan y promueven la innovación en sus respectivas áreas?			
6	¿En qué medida se promueve el intercambio de conocimientos y mejores prácticas entre empleados para fomentar la innovación?			
7	¿Qué nivel de integración tiene la innovación como parte de la estrategia empresarial, con objetivos y métricas claros?			

No.	Checklist de cultura de innovación	Niveles		
		1	2	3
8	¿En qué grado existen equipos multidisciplinarios que trabajan regularmente en proyectos de innovación?			
9	¿Hasta qué punto la empresa utiliza indicadores clave para medir el éxito de sus proyectos de innovación?			
10	¿Con qué frecuencia la empresa revisa y actualiza sus prácticas y procesos de innovación?			
11	¿Qué nivel de integración tiene la innovación en todos los niveles y procesos de la empresa?			
12	¿En qué medida existen procesos de mejora continua que impulsan la innovación a lo largo del tiempo?			
13	¿Hasta qué punto la empresa evalúa regularmente las tendencias tecnológicas y cómo pueden aplicarse a su negocio?			
14	¿Con qué frecuencia la empresa revisa y actualiza sus prácticas y procesos de innovación?			
15	¿En qué grado la empresa tiene un historial probado de implementación exitosa de innovaciones tecnológicas y de procesos?			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33.

Autoevaluación de Infraestructura Tecnológica

Nivel	Descripción de niveles correspondiente a infraestructura tecnológica
Nivel 1	La empresa cuenta con equipos actualizados y medidas mínimas de ciberseguridad, pero la infraestructura de red y el almacenamiento son básicos. Hay un plan de renovación de <i>hardware</i> , pero la capacidad de la infraestructura es limitada y la seguridad de datos es mínima o inexistente.
Nivel 2	La empresa ha mejorado su infraestructura con servidores dedicados o almacenamiento en la nube, sistemas de ciberseguridad implementados, y redundancia para proteger los datos. Los sistemas de gestión están interconectados con otros sistemas críticos, y existe procesamiento suficiente para las operaciones diarias.
Nivel 3	La empresa cuenta con una infraestructura robusta y flexible, preparada para manejar grandes volúmenes de datos en tiempo real. La red soporta múltiples dispositivos <i>IoT</i> y procesos automatizados, con sistemas avanzados de ciberseguridad y planes establecidos para la actualización continua de la infraestructura tecnológica.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34.*Checklist de Infraestructura Tecnológica*

No.	Checklist de infraestructura tecnológica	Niveles		
		1	2	3
1	¿Hasta qué punto los sensores actuales proporcionan datos en tiempo real y están integrados en un sistema centralizado?			
2	¿Hasta qué punto la empresa ha implementado soluciones de almacenamiento local?			
3	¿En qué medida la empresa utiliza herramientas de <i>Help Desk</i> para la asistencia técnica interna?			
4	¿Cuál es el nivel de uso de herramientas de gestión de identidades y accesos en la empresa?			
5	¿Qué tan preparada está la empresa para gestionar la recuperación de datos en caso de incidentes o fallas?			
6	¿Cuál es el nivel de implementación de sistemas de seguridad de la red de la empresa?			
7	¿Qué tan avanzados son los sistemas de ciberseguridad implementados?			
8	¿En qué nivel la empresa ha implementado medidas para la protección de datos?			
9	¿Hasta qué punto la empresa cuenta con servidores dedicados o almacenamiento en la nube?			
10	¿En qué medida los equipos de cómputo (<i>PC's</i> , servidores, etc.) utilizados en la empresa están actualizados y en buen estado?			
11	¿En qué grado la empresa posee herramientas de <i>software</i> de asistencia remota para la resolución de problemas técnicos?			
12	¿Qué nivel de desarrollo tiene la infraestructura de red en la empresa?			
13	¿En qué grado los sistemas operativos utilizados en la empresa están actualizados?			
14	¿Cuál es el nivel de implementación de un sistema de gestión de <i>tiques</i> en la empresa para el seguimiento de problemas y solicitudes?			
15	¿En qué nivel existe un plan para la renovación o actualización de <i>hardware</i> en la empresa?			
16	¿En qué medida el almacenamiento disponible es adecuado para las operaciones diarias y proyectos futuros de la empresa?			
17	¿Qué nivel de calidad tienen las conexiones a Internet en términos de alta velocidad y baja latencia en la empresa?			
18	¿Qué nivel de implementación tienen las soluciones de <i>Big Data</i> para optimizar operaciones?			

No.	Checklist de infraestructura tecnológica	Niveles		
		1	2	3
19	¿En qué medida la capacidad de procesamiento actual satisface las necesidades operativas y de análisis de datos de la empresa?			
20	¿Existen procedimientos adecuados para la gestión de vulnerabilidades y parches de seguridad en el <i>software</i> utilizado por la empresa? Si existen, ¿En qué nivel están implementados?			
21	¿Qué nivel de redundancia y respaldo tienen los sistemas para prevenir la pérdida de datos en la empresa?			
22	¿Hasta qué punto el <i>software</i> de gestión y otros sistemas críticos están protegidos contra accesos no autorizados y ciberataques?			
23	¿En qué nivel se utiliza la inteligencia artificial en la empresa?			
24	¿En qué medida la infraestructura de red soporta múltiples dispositivos y procesos automatizados?			
25	¿Qué tan avanzados son los planes establecidos para la actualización continua de la infraestructura tecnológica en la empresa?			
26	¿Qué nivel de capacidad tiene el <i>software</i> de análisis de datos para manejar grandes volúmenes de información en tiempo real?			
27	¿Hasta qué grado la infraestructura de red está preparada para la integración de nuevos dispositivos y tecnologías en la empresa?			
28	¿Qué nivel de robustez tienen los sistemas de almacenamiento y procesamiento de datos para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la empresa?			
29	¿En qué grado la empresa ha implementado la conectividad 5G?			
30	¿Cuál es el nivel de sofisticación de los sistemas de ciberseguridad de la empresa, con un enfoque preventivo y reactivo robusto?			
31	¿Qué tan flexible es la infraestructura para adaptarse rápidamente a cambios en las demandas del negocio?			
32	¿Qué nivel de planificación existe para la actualización o expansión de la automatización en áreas clave de la producción?			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35.*Autoevaluación de Innovación en Productos*

Nivel	Descripción de niveles correspondiente a innovación en productos
Nivel 1	La empresa cuenta con procedimientos básicos para desarrollar o mejorar productos, principalmente en respuesta a las necesidades inmediatas del mercado. Se realiza una retroalimentación limitada de los clientes para realizar mejoras incrementales en los productos existentes.
Nivel 2	La empresa utiliza tecnologías emergentes en el desarrollo de productos y tiene procesos formales para el diseño, prueba y validación. Existe colaboración con proveedores o socios estratégicos para desarrollar productos innovadores.
Nivel 3	La innovación de productos se integra en la empresa, con herramientas avanzadas como simulaciones y prototipos virtuales. Los productos están alineados con tendencias emergentes y se evalúan mediante métricas claras. La innovación es parte central de la estrategia empresarial y se adapta rápidamente a los cambios del mercado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36.*Checklist de Innovación en Productos*

No.	Checklist de innovación en productos	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué medida existen procedimientos básicos para el desarrollo de nuevos productos o mejoras incrementales en la empresa?			
2	¿Hasta qué punto los productos actuales se desarrollan en respuesta a las necesidades inmediatas del mercado?			
3	¿Qué nivel de realización tienen los estudios de mercado para identificar oportunidades de innovación en productos?			
4	¿En qué grado la empresa cuenta con un equipo o persona responsable de la mejora de productos existentes?			
5	¿Hasta qué punto se han implementado mejoras en los productos actuales basadas en la retroalimentación del cliente?			
6	¿Qué nivel de uso tiene la empresa de tecnologías emergentes (como materiales avanzados o manufactura aditiva) en el desarrollo de nuevos productos?			
7	¿En qué medida existen procesos formales para el desarrollo de nuevos productos, incluyendo fases de diseño, prueba y validación?			
8	¿Hasta qué punto la empresa colabora con proveedores, clientes o socios estratégicos en el desarrollo de productos innovadores?			
9	¿En qué nivel la empresa utiliza herramientas avanzadas como simulaciones, prototipos virtuales o inteligencia artificial en el diseño de productos?			

No.	Checklist de innovación en productos	Niveles		
		1	2	3
10	¿En qué medida los nuevos productos están alineados con las tendencias emergentes del mercado, como la personalización masiva o la sostenibilidad?			
11	¿Qué nivel de claridad tienen las métricas para evaluar el éxito de la innovación de productos, como el tiempo de lanzamiento al mercado, la participación de mercado o el retorno sobre la inversión?			
12	¿Hasta qué punto la empresa cuenta con un proceso de innovación de productos continuo que se adapta rápidamente a los cambios del mercado?			
13	¿En qué grado la innovación de productos es una parte central de la estrategia de la empresa y se fomenta a través de una cultura de innovación?			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37.

Autoevaluación de Mercado y Negocio

Nivel	Descripción de niveles correspondiente a mercado y negocio
Nivel 1	La empresa posee indicadores clave básicos para medir la satisfacción del cliente, pero no utiliza herramientas digitales ni plataformas en línea para ventas. Existen áreas de mejora identificadas, pero el uso de tecnología es muy limitado.
Nivel 2	La empresa ha comenzado a utilizar herramientas digitales básicas para ventas y gestión de clientes, y se están implementando indicadores de satisfacción. Además, hay iniciativas basadas en el análisis de datos para mejorar la experiencia del cliente y su fidelidad.
Nivel 3	La empresa ha implementado plataformas de ventas en línea y tiene una estrategia clara de expansión hacia nuevos mercados. Además, ha lanzado iniciativas sostenibles para reducir el impacto ambiental y ha identificado oportunidades de negocio en productos sostenibles que responden a la demanda del mercado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38.

Autoevaluación de Mercado y Negocio

No.	Checklist de mercado y negocio	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué grado la empresa ha comenzado a utilizar <i>chatbots</i> ?			
2	¿Hasta qué punto se utilizan herramientas digitales para ventas (como <i>marketing</i> digital) o plataformas en línea para comercializar productos en la empresa?			
3	¿En qué medida la empresa posee indicadores clave para medir la satisfacción o retención del cliente?			

No.	Checklist de mercado y negocio	Niveles		
		1	2	3
4	¿Qué nivel de identificación tiene la empresa en cuanto a áreas de mejora para aumentar la satisfacción y fidelidad del cliente?			
5	¿Qué tan implementados están los indicadores de mercado y de satisfacción del cliente en la empresa?			
6	¿En qué medida existen iniciativas para mejorar la satisfacción del cliente basadas en el análisis de datos y retroalimentación?			
7	¿Hasta qué punto se han implementado plataformas de ventas en línea y la empresa ha comenzado a explorar nuevos canales de distribución?			
8	¿Qué nivel de desarrollo tiene la estrategia de la empresa para expandirse a nuevos mercados, tanto geográficos como digitales?			
9	¿En qué grado existen iniciativas en la empresa para reducir el impacto ambiental de las operaciones y productos?			

Fuente: Elaboración propia.

9.4.2. Determinación del Nivel Tecnológico

Una vez que todas las preguntas del *Checklist* han sido evaluadas por la empresa, el siguiente paso consiste en calcular el total de puntos obtenidos para determinar el nivel tecnológico. El proceso para determinar el nivel tecnológico es el siguiente:

- **Cálculo del puntaje total por nivel**

Se realiza sumando la cantidad de respuestas afirmativas (casillas marcadas) por cada nivel y luego multiplicándolo por el valor definido para el nivel que representa, se puede utilizar la siguiente formula:

Tabla 39.

Fórmulas del Puntaje para la Determinación Tecnológica

Puntaje total Nivel 1	Puntaje total Nivel 2	Puntaje total Nivel 3
<i>Puntaje total por nivel</i> $= 1 \times \sum \text{Casillas marcadas}$	<i>Puntaje total por nivel</i> $= 2 \times \sum \text{Casillas marcadas}$	<i>Puntaje total por nivel</i> $= 3 \times \sum \text{Casillas marcadas}$

Fuente: Elaboración propia.

- **Determinación del nivel tecnológico**

Una vez calculado el puntaje total por nivel, se selecciona el nivel con el puntaje más alto, y se procede a ubicarlo en la siguiente tabla. Esta fue diseñada para consultar el resultado obtenido a través del *Checklist* con el fin de medir el nivel tecnológico en el que se encuentra la empresa.

Tabla 40.

Rangos para los Niveles Tecnológicos

Nivel Tecnológico	Rango
Nivel 1: básico	0 – 60
Nivel 2: intermedio	61 – 120
Nivel 3: avanzado	121 – 180

Fuente: Elaboración propia.

9.4.3. Plan de Acción

El plan de acción está diseñado para acompañar a las empresas del sector plástico de El Salvador en todo su proceso de adopción de tecnologías de la Industria 4.0. Se ha estructurado en tres niveles de escalabilidad (básico, intermedio y avanzado) para asegurar una evolución gradual y adecuada según el nivel tecnológico de cada empresa. A través de un enfoque práctico basado en siete pasos claves, este plan busca optimizar las operaciones productivas, aumentar la eficiencia y mejorar la competitividad de las empresas en el mercado global.

Objetivo General:

Establecer un proceso gradual para guiar a las empresas del sector plástico de El Salvador en su transformación hacia la Industria 4.0, desarrollando tres niveles (básico, intermedio y avanzado), detallando los pasos, herramientas y recomendaciones clave para que las empresas optimicen sus procesos y mejoren su competitividad en el mercado.

Metodología:

Este plan sigue un enfoque secuencial a modo de hoja de ruta, adaptando su complejidad y alcance según el tecnológico de la empresa. Se han establecido siete bases diseñadas para proporcionar soporte, asegurando que las empresas comprendan y apliquen las tecnologías de forma efectiva. A continuación, se presentan las siete bases del plan de acción:

1. Formación del equipo de trabajo: Crear un equipo multidisciplinario dentro de la empresa que lidere la transformación tecnológica, asignando roles claros y responsabilidades.

2. Selección de tecnologías: Evaluar e identificar tecnologías accesibles y apropiadas para el contexto de cada empresa, como sensores básicos, automatización simple o herramientas de análisis de datos.

3. Planificación de la implementación:

3.1 Planificación estratégica: Establecer un cronograma detallado con hitos claros para la integración gradual de las tecnologías seleccionadas.

3.2 Capacitaciones: Desarrollar habilidades básicas en el equipo de trabajo a través de formaciones sencillas, orientadas a la correcta adopción de las nuevas tecnologías.

3.3 Prueba piloto: Implementar un proyecto piloto en cada área para evaluar la efectividad de las soluciones tecnológicas, haciendo ajustes según los resultados obtenidos.

3.4 Monitoreo y mejora continua: Crear un sistema de seguimiento y evaluación continua que permita hacer mejoras y adaptaciones de forma progresiva.

9.4.3.1. Formación del Equipo de Trabajo

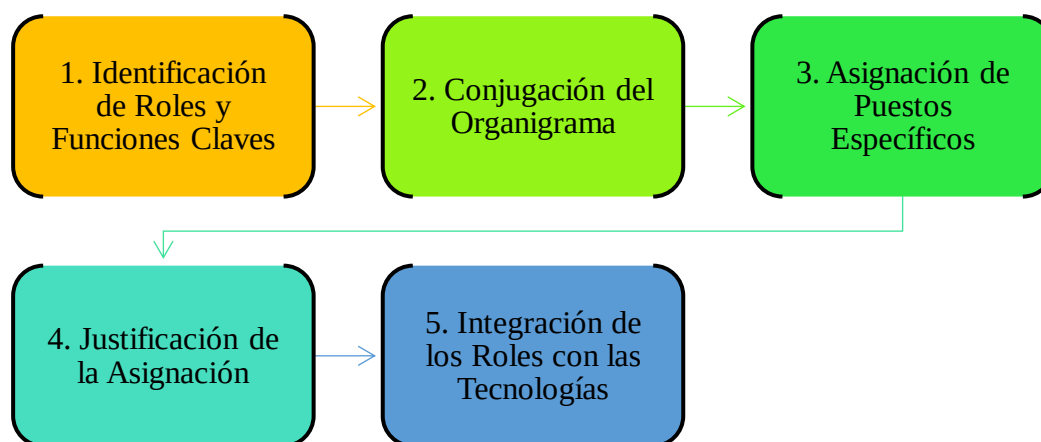
La formación de un equipo de trabajo efectivo es fundamental para el éxito de cualquier proyecto, especialmente en el contexto de la implementación de tecnologías 4.0 en el sector plástico. Para ello se considera un marco que designe la integración estructural del organigrama.

Integración Estructural del Organigrama Empresarial

Esta guía proporciona un marco para asignar personas específicas a los roles del equipo tecnológico, garantizando que la estructura organizativa existente se adapte sin perder la funcionalidad ni la efectividad operativa.

Figura 50.

Guía para la Estructuración del Organigrama Empresarial



Fuente: Elaboración propia.

1. Identificación de Roles y Funciones Claves

La estructura propuesta se basa en la integración de funciones esenciales para la implementación de tecnologías 4.0. Cada puesto en el organigrama debe analizarse según las necesidades específicas del proyecto y las capacidades de la empresa. Se establece una jerarquía clara que permita la alineación estratégica entre los departamentos involucrados.

- **El Líder del Proyecto** tiene la responsabilidad de supervisar todos los procesos y asegurar la cohesión entre las áreas.
- **El director de Infraestructura y Producción** lidera la implementación técnica y operativa de las tecnologías en áreas críticas.
- **El director de Administración Corporativa** se encarga de las áreas administrativas, financieras, y de recursos humanos para garantizar el soporte organizativo.

2. Conjugación del Organigrama

La estructura jerárquica del equipo de trabajo propuesto en la guía se fusiona con la estructura organizativa actual de la empresa, considerando las competencias existentes y las responsabilidades específicas de cada puesto.

- El organigrama establece una jerarquía directa entre el Líder del Proyecto, los directores de Infraestructura y Producción, y Administración Corporativa, y los delegados a su cargo.
- Los roles propuestos deben ajustarse a las posiciones actuales de la empresa, alineándose con sus funciones y fortaleciendo las capacidades existentes.
- Los delegados de áreas técnicas (Soporte Técnico, Ciberseguridad, Producción, Operaciones y Mantenimiento) se conectan con los líderes correspondientes para garantizar la ejecución eficiente de las acciones en sus respectivos ámbitos.

3. Asignación de Puestos Específicos

La asignación de los roles propuestos en la guía debe considerar tanto las competencias del personal actual como las necesidades del proyecto:

Líder del Proyecto: Responsable de la supervisión general y la toma de decisiones estratégicas.

Director de Infraestructura y Producción: Encargado de coordinar la implementación tecnológica en las áreas operativas y de producción.

Coordinador de Soporte Técnico: responsable del soporte técnico, asegurando la funcionalidad de las herramientas tecnológicas.

Analista de Ciberseguridad: Encargado de la protección de los sistemas informáticos y la gestión de riesgos cibernéticos.

Representante de Producción: Lidera la implementación de tecnologías en las operaciones productivas.

Ingeniero de Procesos: responsable del análisis y mejora continua en la línea de producción.

Representante de Operaciones: Encargado de la logística y la integración de tecnologías en los procesos operativos.

Analista de Compras: Gestiona las adquisiciones relacionadas con el proyecto.

Representante de Mantenimiento: Coordina el mantenimiento predictivo y preventivo, basado en tecnologías avanzadas.

Director de Administración Corporativa: Lidera las áreas administrativas, financieras y de recursos humanos.

Analista de Presupuesto: Encargado de la planificación financiera del proyecto.

Coordinador de Capacitación y Desarrollo: Responsable de preparar al personal para el uso de las nuevas tecnologías.

Representante de Ventas: Gestiona la implementación tecnológica en procesos de comercialización.

Analista de Mercado: Realiza análisis para optimizar estrategias de venta mediante herramientas tecnológicas.

4. Justificación de la Asignación

La asignación de cada puesto responde a las siguientes consideraciones:

Competencias existentes: El personal asignado ya cuenta con experiencia en funciones similares, lo que facilita la transición al nuevo rol.

Optimización de recursos: Aprovechar el talento interno minimiza costos y tiempos de adaptación.

Alineación estratégica: Los roles definidos garantizan que las tecnologías seleccionadas se implementen eficazmente, integrándose en las operaciones diarias.

5. Integración de los Roles con las Tecnologías

Cada puesto debe alinearse con las tecnologías que serán implementadas:

- ✚ Los responsables técnicos se enfocan en herramientas como el *IoT*, *Big Data*, y el mantenimiento predictivo.
- ✚ Los roles administrativos aseguran la integración de sistemas *ERP* y el análisis de datos financieros mediante *Business Intelligence*.
- ✚ Los representantes de ventas y mercado trabajan con IA y *chatbots* para optimizar la experiencia del cliente.
- ✚ Los delegados de producción y operaciones lideran la implementación de tecnologías específicas para mejorar la eficiencia y la productividad.

Políticas para la Implementación de la Guía en Empresas

La implementación de estas políticas debe gestionarse mediante un liderazgo compartido, apoyado en sistemas tecnológicos y recursos especializados, con procesos de evaluación continua para garantizar el éxito y la sostenibilidad del proyecto.

Estas políticas ofrecen un marco estructurado para gestionar los recursos, alinear a los equipos y garantizar la viabilidad financiera y operativa de la implementación de la guía tecnológica.

Figura 51.*Políticas de Implementación***Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 41.*Políticas de Asignación de Recursos Financieros*

Objetivos	Responsables	Parámetros y condiciones	Criterios de evaluación	Implementación	Recursos
Establecer un presupuesto integral para la implementación de tecnologías 4.0 que contemple recursos destinados a salarios extras, bonos, consultores, proveedores y contratación de personal adicional, definiendo criterios para la aprobación de gastos con base en retornos medibles y sostenibles, e incorporando un fondo de contingencia para imprevistos.	a. director de Administración Corporativa: • Supervisa y evalúa el presupuesto general del proyecto. • Autoriza los fondos requeridos para cada fase. b. Analista de Presupuesto: • Realiza simulaciones de costo-beneficio para cada opción tecnológica. • Evalúa el impacto financiero.	Establecer un presupuesto base según el análisis financiero previo. Desglose obligatorio: salarios extras (15 %), bonos (10 %), consultores (20 %), proveedores (25 %), personal adicional (20 %) y contingencias (10 %).	i. Desarrollo propio: Requiere una inversión inicial alta, pero los costos operativos pueden ser menores a largo plazo si se aprovechan recursos internos existentes. Se contar con personal técnico calificado en el equipo interno. ii. Proveedores: Implica pagos recurrentes (licencias, soporte técnico) y menor personal interno. Se debe evaluar contratos de soporte extendido y cláusulas de actualización tecnológica. iii. A medida: Costos generalmente más altos debido al diseño personalizado, pero con mayor flexibilidad y alineación con necesidades específicas. Definir los requisitos para evitar ajustes posteriores costosos.	Diseñar un cronograma financiero detallado con fechas de revisión trimestral.	• <i>Software</i> de gestión financiera. • Bases de datos históricas de gastos de la empresa. • <i>Software</i> de planificación financiera para simular escenarios de inversión. • Consultores externos para evaluar el <i>ROI</i> en opciones de personalización o licencias.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42.*Políticas de Recursos Humanos*

Objetivos	Responsables	Parámetros y condiciones	Criterios de evaluación	Implementación	Recursos
Establecer un esquema integral que incluya bonificaciones para el personal que participe activamente en la implementación y capacitación de otros empleados, criterios para la contratación de personal adicional con perfiles técnicos especializados en áreas críticas, y la regulación de la participación de asesores externos, asegurando la transferencia efectiva de conocimientos al equipo interno para consolidar las capacidades organizacionales.	a. Coordinador de Capacitación y Desarrollo: Coordina la capacitación del equipo en función de la tecnología seleccionada. Diseña estrategias para mantener a los equipos motivados durante la transición. b. Representante de Producción y Representante de Ventas: Identifican áreas clave donde el personal necesitará formación.	Bonificaciones para participantes clave: entre el 5 % y 10 % del salario mensual. Asesores externos contratados bajo cláusula de transferencia de conocimiento al personal interno. Contratación temporal, limitada a seis meses, para áreas críticas.	i. Desarrollo propio: Implica contratar personal adicional altamente especializado o capacitar intensivamente a los equipos internos. Condición: disponibilidad de talento en el mercado o tiempo suficiente para formar internamente. ii. Proveedores: Asegurarse de que el contrato incluya capacitación integral como parte del servicio. iii. A medida: Puede requerir un equipo externo que trabaje estrechamente con el personal interno. Asegurar un seguimiento constante para asegurar la integración del conocimiento adquirido.	Monitorear desempeño del personal nuevo y evaluar permanencia en función de resultados trimestrales.	• Sistema de seguimiento de recursos humanos (HRIS). • Presupuesto asignado para capacitaciones y bonificaciones. • Herramientas de aprendizaje virtual. • Manuales de uso específicos para las tecnologías seleccionadas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43.*Políticas de Capacitación y Desarrollo*

Objetivo	Responsables	Parámetros y condiciones	Criterios de evaluación	Implementación	Recursos
Establecer programas continuos de formación técnica y cultural para la integración de tecnologías 4.0, ofreciendo incentivos salariales o bonificaciones al personal que complete satisfactoriamente las capacitaciones vinculadas a la implementación de la guía.	a. Coordinador de Capacitación y Desarrollo: Implementa programas de aprendizaje por fases, dependiendo de la modalidad seleccionada. Establece indicadores de éxito en las capacitaciones. b. Analista de Ciberseguridad y Representante de Mantenimiento: Capacitan al equipo en aspectos específicos como protección de datos y mantenimiento técnico.	Formación técnica obligatoria para áreas de TI, producción y mantenimiento.	i. Desarrollo propio: Programas intensivos de capacitación que incluyan aspectos técnicos y metodológicos. Programas intensivos de capacitación que incluyan aspectos técnicos y metodológicos. Condición: colaboración con universidades o instituciones de formación técnica. ii. Proveedores: Incluir cláusulas de capacitación práctica con escenarios reales. iii. A medida: Transferencia de conocimientos técnicos al personal interno. Condición: contar con desarrolladores proporcionen documentación detallada y soporte.	Realizar evaluaciones prácticas posteriores a cada formación para medir aprendizaje.	• Plataforma de aprendizaje en línea. • Cursos certificados de tecnologías 4.0 proporcionados por proveedores reconocidos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44.*Políticas de Relación con Proveedores*

Objetivos	Responsables	Parámetros y condiciones	Criterios de evaluación	Implementación	Recursos
Establecer acuerdos estratégicos con proveedores experimentados en tecnologías 4.0, priorizando aquellos que ofrezcan soporte técnico confiable, garantías, mantenimiento preventivo, escalabilidad de soluciones prácticas que promuevan la sostenibilidad e innovación.	a. director de Infraestructura y Producción: Supervisa la selección de proveedores y negocia términos clave. Garantiza que las tecnologías sean compatibles con las necesidades de producción. b. Ingeniero de Procesos: Evalúa la capacidad técnica de las soluciones propuestas por proveedores o desarrolladores a medida.	Contratos que incluyan mantenimiento preventivo trimestral. Selección de proveedores con soluciones tecnológicas escalables y con certificaciones en sostenibilidad.	i. Desarrollo propio: Utilización de personal interno para garantizar compatibilidad con procesos existentes. Condición: recursos limitados pueden afectar los tiempos de desarrollo. ii. Proveedores: Evaluación de proveedores basándose en criterios como escalabilidad, tiempos de respuesta y soporte técnico. Condición: cláusulas que obliguen a actualizaciones periódicas y soporte. iii. A medida: Supervisión de entregables parciales para garantizar alineación con objetivos. Condición: aprobación de prototipos antes de avanzar a etapas finales.	Auditorías semestrales para evaluar el desempeño de los proveedores.	• Sistema de gestión de proveedores (SRM). • Redes de contactos y asociaciones industriales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45.*Políticas de Monitoreo y Evaluación*

Objetivos	Responsables	Parámetros y condiciones	Criterios de evaluación	Implementación	Recursos
Establecer indicadores clave de desempeño para evaluar la efectividad de la implementación en términos de productividad, retorno de inversión y satisfacción del personal, complementados con revisiones periódicas para ajustar procesos según las necesidades y la documentación de lecciones aprendidas para replicar en futuras implementaciones.	a. Líder del Proyecto: Define los indicadores de evaluación específicos para cada modalidad tecnológica. Supervisa revisiones periódicas con equipos internos y proveedores. b. Representante de Operaciones y Analista de Presupuesto: Implementan herramientas de seguimiento para controlar el avance de las fases de implementación.	<i>KPI</i> sugeridos: aumento de productividad (+15 %), <i>ROI</i> (+10 % anual), satisfacción del personal (+20 %). Revisión bimensual para ajustes necesarios.	i. Desarrollo propio: Requiere una inversión inicial alta, pero los costos operativos pueden ser menores a largo plazo si se aprovechan recursos internos existentes. Se contar con personal técnico calificado en el equipo interno. ii. Proveedores: Implica pagos recurrentes (licencias, soporte técnico) y menor personal interno dedicado. Se debe evaluar contratos de soporte extendido y cláusulas de actualización tecnológica. iii. A medida: Costos generalmente más altos debido al diseño personalizado, pero con mayor flexibilidad y alineación con las necesidades. Definir los requisitos para evitar ajustes posteriores costosos.	Generación de reportes detallados con análisis comparativo de resultados.	• Tableros de monitoreo con sistemas <i>ERP</i>. • Herramientas de gestión de proyectos. • Tableros de control para monitoreo en tiempo real de <i>KPI's</i>. • Encuestas internas de satisfacción laboral.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46.*Políticas de Gestión del Cambio*

Objetivos	Responsables	Parámetros y condiciones	Criterios de evaluación	Implementación	Recursos
Desarrollar estrategias de comunicación interna que informen sobre los avances y beneficios de la implementación, complementadas con reuniones periódicas para fomentar la retroalimentación y atender inquietudes del personal, asegurando la alineación de los cambios organizacionales con el plan estratégico de la empresa.	a. Líder del Proyecto: Comunica los beneficios de cada opción y alinea al equipo con los objetivos estratégicos. b. Representante de Operaciones y Coordinador de Soporte Técnico: • Implementan cambios en flujos de trabajo según la modalidad seleccionada.	Comunicados internos semanales sobre avances y beneficios. Reuniones periódicas quincenales con los equipos para resolver inquietudes.	i. Desarrollo propio: Progresividad en la implementación para facilitar la adaptación del personal. Condición: formación previa del equipo en metodologías ágiles. ii. Proveedores: Integración de nuevas tecnologías mediante sesiones piloto. Condición: asignación de roles específicos para supervisar el cambio. iii. A medida: Gestión de expectativas mediante reuniones periódicas. Condición: inclusión del personal en la co-creación de soluciones para mejorar la adopción.	Registro de todas las retroalimentaciones para incorporarlas en próximas fases de implementación.	<i>Software</i> de comunicación interna (como <i>Slack</i> o <i>Microsoft Teams</i>). Encuestas de aceptación para evaluar la percepción del personal. • Materiales audiovisuales para explicar los cambios.

Fuente: Elaboración propia.

1. Política de Redirección y Adaptación de Actividades del Personal

La implementación tecnológica requiere una transformación profunda en los roles y actividades del personal. Esta política asegura una transición estructurada, justa y enfocada en el desarrollo de las capacidades del equipo, respetando a aquellos que enfrentan desafíos o que, lamentablemente, no puedan ser integrados en los nuevos procesos.

1. Objetivo

Garantizar una transición efectiva hacia nuevos procesos y procedimientos derivados de la implementación tecnológica, abordando la reubicación, capacitación, adaptación y posibles recortes del personal de manera justa, estratégica y eficiente.

2. Alcance

Aplica a todo el personal de la organización, abarcando las áreas administrativas, operativas, técnicas y de soporte, considerando los impactos de la automatización y modernización tecnológica.

3. Responsable(s):

a. Director de Administración Corporativa:

Coordinar el análisis de costos y beneficios relacionados con la redirección y recortes de personal. Aprobar incentivos y planes de retiro o reubicación.

b. Coordinador de Capacitación y Desarrollo:

Diseñar y ejecutar programas de capacitación para adaptar a los empleados a las nuevas tecnologías. Identificar las brechas de habilidades que puedan generar resistencia o dificultad de adaptación.

c. Director de Infraestructura y Producción:

Determinar las actividades y procedimientos obsoletos tras la implementación tecnológica.

Diseñar nuevos flujos de trabajo y roles asociados a los procesos modernizados.

d. Representante de Recursos Humanos:

Gestionar la reasignación o terminación de empleados afectados por la automatización.

Garantizar que los recortes de personal se realicen de manera ética, respetando la legislación laboral y ofreciendo beneficios de salida adecuados.

4. Parámetros y Condiciones

i. Redirección de Actividades del Personal:

- Rediseño de flujos de trabajo para asignar al personal a actividades estratégicas y tecnológicas.
- Implementación de programas de reciclaje profesional (reskilling) y adquisición de nuevas habilidades (*upskilling*).
- Condición: todos los empleados deben participar en la capacitación relacionada con su nueva función.

ii. Gestión del Personal que Se Niega o Encuentra Dificultades para Adaptarse:

- Evaluación individual de casos para identificar barreras emocionales, técnicas o culturales.
- Implementación de mentorías internas para apoyar a empleados con dificultades.
- Condición: para quienes no logren adaptarse, explorar alternativas como reubicación en roles menos demandantes o planes de retiro anticipado.

iii. Recortes de Personal por Reducción de Actividades Manuales:

- Análisis de impacto social y financiero para determinar la viabilidad de los recortes.

- Ofrecimiento de planes de indemnización justos y transparentes, incluyendo servicios de recolocación laboral y asesoría profesional.

Condición: proceder con recortes cuando no exista posibilidad de reubicación.

5. Recursos

Financieros:

- Fondos para programas de capacitación y certificaciones.
- Presupuesto para indemnizaciones y beneficios de salida.

Tecnológicos:

- Herramientas de simulación y aprendizaje para entrenar al personal en los nuevos sistemas.

Humanos:

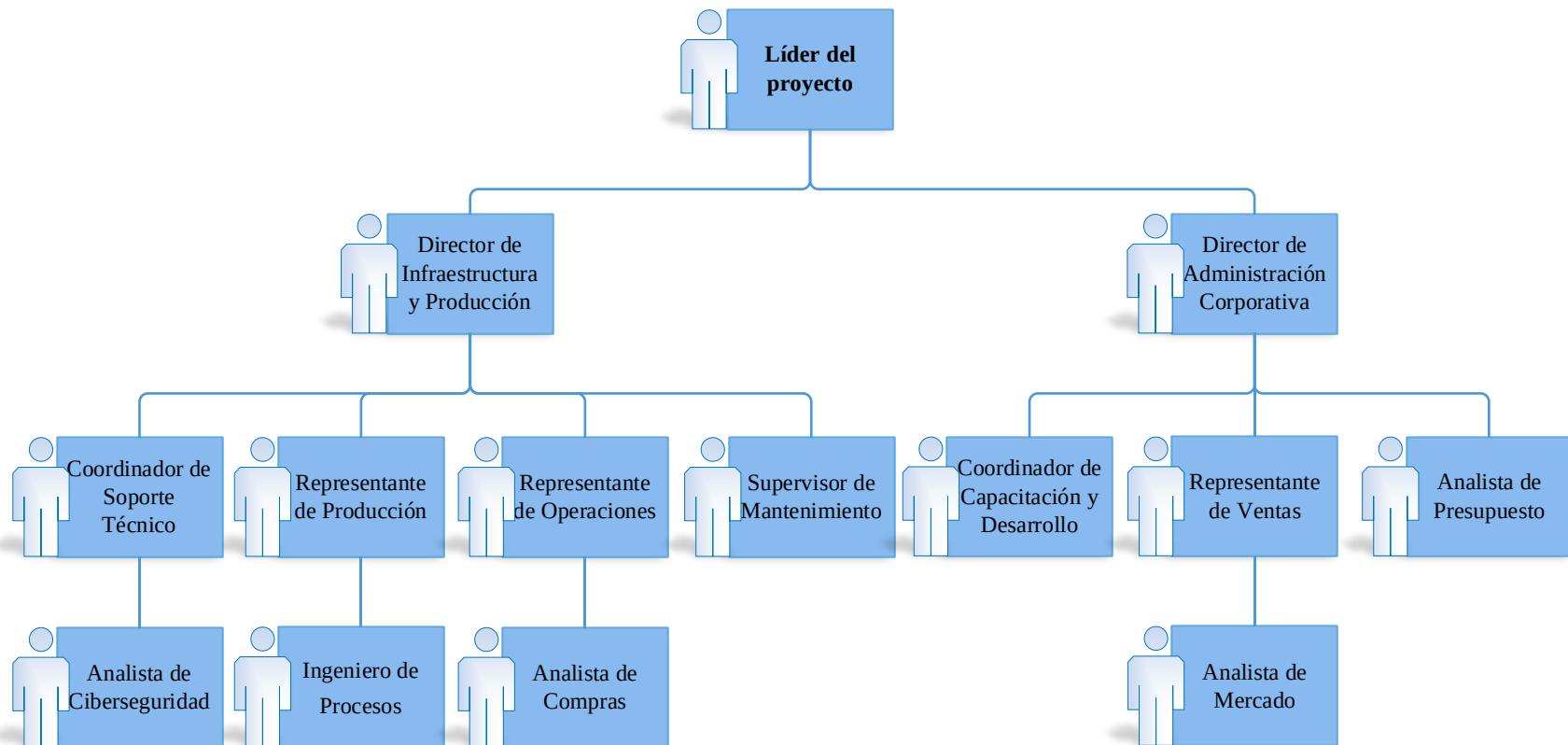
- Consultores especializados en gestión del cambio y recolocación laboral.
- Equipos internos de soporte técnico y recursos humanos capacitados en gestión de la transición.

Equipo de Trabajo de Tecnologías 4.0

Este enfoque permite integrar diversas áreas funcionales, como TI, administración, producción, ventas, RR.HH., finanzas y mantenimiento. A continuación, se presenta dicha estructura jerárquica:

Figura 52.

Equipo de Trabajo de Tecnologías 4.0



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los descriptores de puestos para el equipo de trabajo:

Tabla 47.

Líder del Proyecto

Líder del proyecto		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS		Manual #:	1		
				Fecha:	08/10/2024		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Administrativo		Área:	Mejora Continua			
Reporta a:	Gerente General		Supervisa a:	Directores, coordinadores, representantes, analistas e ingenieros de todas las áreas.			
Finalidad del puesto:	Dirigir y coordinar todas las áreas de la empresa involucradas en el proyecto, asegurando la integración de las tecnologías de Industria 4.0 y el cumplimiento de los objetivos operativos, comerciales, financieros y de desarrollo humano.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Definir y desarrollar la estrategia del proyecto de Industria 4.0, asegurando la implementación eficiente y coordinada de tecnologías avanzadas en cada área funcional.						X
2	Supervisar el progreso y el cumplimiento de los objetivos en cada área (Producción, Operaciones, TI, Ventas, Finanzas, RR.HH. y Mantenimiento), garantizando la alineación con el plan estratégico.			X			
3	Coordinar la asignación de recursos y el presupuesto del proyecto, asegurando que cada área tenga lo necesario para cumplir sus objetivos sin exceder los tiempos y costos establecidos.				X		
4	Implementar sistemas de monitoreo y evaluación de desempeño para medir la efectividad de cada área y detectar oportunidades de mejora.			X			
5	Fomentar la integración y la colaboración interdepartamental, facilitando la comunicación y el trabajo conjunto entre todas las áreas para lograr los objetivos del proyecto.		X				
6	Identificar y mitigar riesgos operativos y estratégicos, desarrollando planes de contingencia que aseguren la continuidad y sostenibilidad del proyecto.						X
7	Liderar la implementación de políticas de cambio organizacional, promoviendo una cultura de innovación y adaptación a las tecnologías de Industria 4.0.						X
8	Evaluar el impacto del proyecto en los procesos de negocio y en la satisfacción del cliente, proponiendo mejoras y optimizaciones para maximizar el valor agregado de cada área.				X		
9	Desarrollar y presentar informes de resultados y avances del proyecto al Consejo de Dirección, destacando logros, desafíos y proyecciones.				X		
10	Asesorar y apoyar a los directores y coordinadores en la toma de decisiones estratégicas, garantizando que cada área cuente con el liderazgo y recursos necesarios para alcanzar sus metas.	X					

Líder del proyecto	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	1
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Cinco años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Maestría en Administración de Empresas, Ingeniería Industrial, Gestión de Proyectos o afines, preferiblemente con certificaciones adicionales en Industria 4.0, Transformación Digital o PMI (Project Management Institute).
Habilidades especiales:	Liderazgo estratégico y gestión de cambio. Excelentes habilidades de comunicación y negociación. Habilidad para resolver problemas complejos y tomar decisiones bajo presión.
Conocimientos especiales:	Conocimiento profundo de tecnologías de Industria 4.0 y transformación digital. Estrategia de integración de sistemas y análisis de procesos. Familiaridad con técnicas avanzadas de gestión de proyectos y control de riesgos.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a resultados y enfoque en la innovación.	Dominio en gestión de proyectos y planificación estratégica.
Capacidad para gestionar y motivar equipos multidisciplinarios.	Conocimientos avanzados en tecnologías emergentes y digitalización industrial.
Visión estratégica y pensamiento analítico.	Habilidad en la interpretación de indicadores clave de rendimiento (KPI) y evaluación de desempeño.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Supervisar a todos los directores, coordinadores y analistas de áreas bajo su mando, proporcionando guía y apoyo para alcanzar los objetivos del proyecto.
Ambiente:	50 % en oficina y 50 % en planta o reuniones de campo, asegurando la integración del proyecto y la alineación operativa en todos los niveles de la organización.
Áreas de relación por motivos de funciones:	Todas las áreas de la empresa: para coordinar la ejecución y alineación del proyecto de Industria 4.0. Consejo de Dirección y Alta Gerencia: para reportar avances y resultados estratégicos.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de tecnología y servicios de transformación digital. Asociaciones industriales y cámaras empresariales. Consultorías especializadas en Industria 4.0 y gestión del cambio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48.*Director de Infraestructura y Producción*

Director de Infraestructura y Producción		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS		Manual #:	2		
				Fecha:	08/10/2024		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Tecnologías de la Información (TI)		Área:	TI			
Reporta a:	Líder del Proyecto		Supervisa a:	Soporte Técnico, Producción y Mantenimiento y Operaciones			
Finalidad del puesto:	Dirigir y supervisar la infraestructura tecnológica y las operaciones de producción de la empresa, asegurando el funcionamiento eficiente y seguro de los sistemas de TI, la producción, y el mantenimiento industrial, garantizando la integración de tecnologías de Industria 4.0 en las operaciones, optimizando procesos y gestionando la seguridad de la información.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Desarrollar e implementar estrategias de infraestructura tecnológica para asegurar la estabilidad y escalabilidad de los sistemas que soportan las operaciones de producción.			X			
2	Coordinar la integración de tecnologías de Industria 4.0 en los procesos de producción y mantenimiento para mejorar la eficiencia y reducir costos.				X		
3	Supervisar las actividades de soporte técnico, asegurando que el equipo de TI esté capacitado para responder a incidentes y que se mantenga la ciberseguridad en todos los sistemas.		X				
4	Dirigir las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo, asegurando la continuidad y seguridad de la maquinaria y el equipo de producción.			X			
5	Implementar políticas de seguridad de la información y coordinar con el analista de ciberseguridad para mitigar riesgos en los sistemas industriales y de producción.		X				
6	Monitorear el rendimiento de producción, identificando oportunidades de mejora en eficiencia y calidad, en coordinación con el representante de producción.	X					
7	Liderar proyectos de expansión de infraestructura y actualización de equipos, asegurando que se cumplan los estándares de calidad y sostenibilidad.						X
8	Evaluar e integrar nuevas tecnologías y herramientas en las áreas de producción y mantenimiento para mantener la competitividad en el sector plástico.				X		
9	Supervisar el cumplimiento de normativas y estándares de calidad en todos los procesos bajo su mando, garantizando la conformidad con las regulaciones del sector.			X			
10	Coordinar con otras áreas para garantizar que la infraestructura tecnológica y de producción soporte adecuadamente los objetivos comerciales de la empresa.			X			

Director de Infraestructura y Producción	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	2
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Licenciatura o Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Industrial, Mecánica o afines. Maestría en Ingeniería de Producción, Tecnología de la Información o Gestión Industrial.
Habilidades especiales:	Liderazgo y capacidad de toma de decisiones. Habilidad para planificar y ejecutar proyectos complejos. Excelente capacidad de comunicación y trabajo en equipo.
Conocimientos especiales:	Conocimiento avanzado en tecnologías de Industria 4.0 y automatización industrial. Manejo de sistemas de gestión de mantenimiento (CMMS) y ciberseguridad industrial. Familiaridad con normativa y estándares de calidad en la producción industrial.

Competencias cardinales		Competencias Técnicas	
Liderazgo	Liderazgo	Gestión de Proyectos	Gestión de Proyectos
Innovación	Innovación	Integración de Tecnologías	Gestión de Infraestructura Industrial
Orientación a Resultados		Seguridad de la Información	

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Supervisar la eficiencia y seguridad de las operaciones de TI, mantenimiento, producción y operaciones, asegurando el cumplimiento de estándares de calidad y optimización de recursos, mientras coordina la colaboración entre estos equipos para alcanzar objetivos estratégicos.
Ambiente:	50 % en oficina, 50 % en planta de producción
Áreas de relación por motivos de funciones:	TI, Mantenimiento, Producción, Operaciones y Dirección General
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de tecnología e infraestructura Consultores de ciberseguridad Organismos de regulación de calidad y seguridad industrial

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49.*Coordinador de Soporte Técnico*

Coordinador de Soporte Técnico		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS			Manual #:	3	
					Fecha:	08/10/2024	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:		Tecnologías de la Información (TI)		Área:		TI	
Reporta a:		Director de Infraestructura y Producción		Supervisa a:		Analista de Ciberseguridad	
Finalidad del puesto:		Coordinar y optimizar el soporte técnico, asegurando la estabilidad, seguridad y eficiencia de la infraestructura tecnológica para respaldar las operaciones industriales de la empresa.					
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Desarrollar y ejecutar estrategias para el monitoreo de redes y servidores, optimizando la capacidad y disponibilidad de la infraestructura para soportar las operaciones críticas.	X					
2	Coordinar la implementación de parches y actualizaciones de seguridad, asegurando que todos los sistemas operativos y aplicaciones cumplan con los estándares de seguridad y rendimiento.			X			
3	Supervisar el manejo de incidentes técnicos complejos, liderando el diagnóstico, resolución y documentación de problemas críticos en sistemas y redes.	X					
4	Planificar y coordinar la implementación de nuevas tecnologías y sistemas de infraestructura, alineando los recursos de TI con los objetivos de producción y crecimiento.				X		
5	Optimizar y gestionar los sistemas de respaldo y recuperación de datos, asegurando la disponibilidad y confiabilidad de la información para protegerla de posibles pérdidas.			X			
6	Dirigir la administración de la infraestructura de virtualización y almacenamiento, garantizando la eficiencia y capacidad de respuesta de los recursos tecnológicos.	X					
7	Capacitar al equipo de soporte técnico y personal interno en el uso y mantenimiento de sistemas y protocolos de TI, para mejorar la autogestión y el soporte en primera línea.					X	
8	Liderar la evaluación y selección de proveedores de tecnología y servicios, asegurando que las soluciones ofrecidas cumplan con los estándares de calidad y requisitos operativos de la empresa.						X
9	Desarrollar y mantener la documentación técnica y operativa, asegurando que los procedimientos y configuraciones estén disponibles y actualizados para el personal de soporte.			X			
10	Asegurar el cumplimiento de normas y estándares de ciberseguridad en todos los sistemas y operaciones de soporte técnico, en coordinación con el Analista de Ciberseguridad.			X			

Coordinador de Soporte Técnico	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	3
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	21 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Ingeniería en Sistemas, Tecnologías de la Información o afines, con certificaciones preferidas en redes y administración de sistemas.
Habilidades especiales:	Gestión de infraestructura de TI, redes y virtualización. Capacidad para diagnosticar y resolver incidentes técnicos críticos. Conocimientos avanzados en respaldo y recuperación de datos.
Conocimientos especiales:	Administración de redes y sistemas de almacenamiento. Implementación de políticas y prácticas de ciberseguridad. Familiaridad con tecnologías de monitoreo y virtualización.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a resultados y habilidades de organización.	Gestión de infraestructura y redes.
Liderazgo en el trabajo en equipo.	Optimización de sistemas de respaldo y recuperación de datos.
Proactividad y capacidad de respuesta.	Supervisión de sistemas de seguridad informática.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Supervisar al Analista de Ciberseguridad.
Ambiente:	80 % en oficina y 20 % en campo, interactuando con servidores, equipos de red y áreas controladas de TI.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Todas las áreas.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de tecnología y servicios de soporte.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50.

Analista de Ciberseguridad

Analista de Ciberseguridad		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS		Manual #:	4		
				Fecha:	08/10/2024		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Tecnologías de la Información (TI)		Área:	TI			
Reporta a:	Coordinador de Soporte Técnico		Supervisa a:	N/A			
Finalidad del puesto:	Implementar y mantener medidas de ciberseguridad que protejan la infraestructura y los datos, reduciendo riesgos y asegurando la continuidad de operaciones críticas.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Supervisar el tráfico de red y los sistemas de detección de intrusos para identificar y responder a amenazas cibernéticas en tiempo real.	X					
2	Realizar evaluaciones de riesgo y auditorías de seguridad, identificando vulnerabilidades y proponiendo planes de mitigación para proteger la infraestructura.				X		
3	Implementar políticas de control de acceso y autenticación, asegurando que solo usuarios autorizados puedan acceder a sistemas críticos.			X			
4	Desarrollar e implementar protocolos de respuesta a incidentes de seguridad, asegurando una recuperación rápida y minimizando el impacto de ataques.					X	
5	Configurar y gestionar herramientas de seguridad avanzadas, como <i>firewalls</i> de próxima generación, sistemas de cifrado y <i>software</i> antimalware.	X					
6	Llevar a cabo pruebas de penetración y simulaciones de ataque, evaluando la fortaleza de las defensas y ajustando las estrategias de protección.				X		
7	Capacitar al personal en ciberseguridad y concientización sobre amenazas, promoviendo buenas prácticas de seguridad.						X
8	Monitorear y actualizar los sistemas de cifrado de datos, asegurando la confidencialidad y la integridad de la información en tránsito y almacenada.			X			
9	Gestionar las políticas de seguridad en dispositivos móviles y de acceso remoto, protegiendo la infraestructura contra amenazas externas.			X			
10	Mantener un registro detallado de incidentes de seguridad y actualizar continuamente los procedimientos de respuesta.			X			

Analista de Ciberseguridad	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	4
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	21 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Ingeniería en Sistemas, Tecnologías de la Información o afines, con certificaciones preferibles en ciberseguridad (CEH, CISSP, CISM).
Habilidades especiales:	Identificación y respuesta a amenazas cibernéticas. Implementación de políticas de control de acceso y protección de datos. Conocimientos avanzados de herramientas de seguridad y cifrado.
Conocimientos especiales:	Monitoreo y detección de intrusos. Técnicas de evaluación de vulnerabilidades y pruebas de penetración. Familiaridad con normativas de seguridad y privacidad de datos.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a la precisión y capacidad de análisis crítico.	Gestión de sistemas de seguridad y monitoreo de red.
Capacidad para trabajar bajo presión y adaptarse a cambios rápidos.	Implementación de políticas de cifrado y control de acceso.
Proactividad y habilidades de resolución de problemas.	Pruebas de penetración y simulaciones de ataque.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Colaborar con el equipo de soporte y usuarios para asegurar la implementación de políticas de ciberseguridad.
Ambiente:	60 % en la oficina y un 40 % en el centro de datos y planta.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Soporte Técnico: para implementar y monitorear medidas de seguridad. Usuarios internos: para capacitación y cumplimiento de políticas de ciberseguridad.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de soluciones de ciberseguridad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51.

Representante de Producción

Representante de Producción		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS			Manual #:	1	
					Fecha:	08/10/2024	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:		Producción		Área:		Producción	
Reporta a:		Director de Infraestructura y Producción		Supervisa a:		Ingeniero de Procesos	
Finalidad del puesto:		Supervisar y optimizar los procesos de producción, para asegurar que la producción se alinee con los objetivos estratégicos y que se optimicen las áreas de manufactura según las mejores prácticas de Industria 4.0. garantizando la implementación efectiva de tecnologías y la mejora continua de la eficiencia y la calidad de los productos					
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Planificar y coordinar la producción en todas las áreas de manufactura, asegurando el cumplimiento de los objetivos de calidad, costo y tiempo, para monitorear la eficiencia operativa y hacer ajustes según sea necesario.	X					
2	Supervisar la implementación de tecnologías de Industria 4.0, tales como <i>IoT</i> , robótica y automatización, para evaluar el progreso y resolver problemas de implementación.			X			
3	Analizar datos de producción recopilados mediante sistemas <i>MES</i> y <i>Big Data</i> , tomando decisiones estratégicas para optimizar el rendimiento en cada área.		X				
4	Desarrollar y ejecutar estrategias de mejora continua, enfocadas en reducir desperdicios y optimizar tiempos de ciclo, para medir el impacto de las mejoras implementadas.			X			
5	Coordinar con el equipo de mantenimiento para asegurar que se realicen mantenimientos preventivos y correctivos, evitando paradas no planificadas, con ajustes diarios según el estado de los equipos y el plan de producción.		X				
6	Revisar y optimizar la gestión de inventarios y logística interna, asegurando la disponibilidad de insumos y la correcta distribución de productos terminados, con revisiones diarias para ajustes según las necesidades de producción.			X			
7	Elaborar informes de producción detallados, proporcionando datos clave y análisis para la alta dirección, sobre el rendimiento de cada área de producción, con informes trimestrales para revisión de rendimiento y propuestas de ajuste.			X			
8	Asegurar el cumplimiento de normativas de seguridad y medio ambiente, implementando prácticas sostenibles y garantizando un ambiente seguro en cada área de manufactura, con auditorías trimestrales para evaluar el cumplimiento y hacer mejoras.			X			
9	Establecer parámetros de simulación y análisis de datos, maximizando la eficiencia operativa, para asegurar la alineación de objetivos en todas las áreas de producción.		X				

Representante de Producción	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	1
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Cinco años en puestos similares

Grado Académico:	Ingeniería Industrial, Ingeniería en Producción, Administración de Operaciones o carreras afines, con preferencia por certificaciones en gestión de producción, Lean Manufacturing o Six Sigma.
Habilidades especiales:	Liderazgo y habilidades de supervisión, para gestionar y motivar a un equipo de producción diverso. Habilidades analíticas y de resolución de problemas. Adaptabilidad y orientación a la mejora continua, para implementar cambios y optimizar procesos.
Conocimientos especiales:	Experiencia en sistemas <i>MES</i> , <i>IoT</i> , y <i>Big Data</i> , para el monitoreo y optimización de la producción. Conocimientos avanzados en tecnologías de automatización y robótica. Familiaridad con normativas de seguridad y sostenibilidad.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a resultados: capacidad para alcanzar y superar las metas de producción.	Gestión de procesos de producción: competencia en la supervisión de operaciones industriales.
Trabajo en equipo y colaboración: para coordinarse con otros departamentos y asegurar el cumplimiento de los objetivos de producción.	Análisis de datos y optimización de procesos: habilidad para interpretar y mejorar el rendimiento de producción.
Integridad y ética profesional: compromiso con la transparencia y la ética en la supervisión y toma de decisiones.	Manejo de herramientas tecnológicas de Industria 4.0: experiencia en el uso de tecnologías avanzadas para la mejora operativa.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Supervisa directamente al Coordinador de Simulación de Procesos y al Ingeniero de Procesos, asegurando que ambos se alineen con los objetivos de producción y tecnología de la empresa.
Ambiente:	70 % en planta y 30 % en oficina, asegurando una presencia constante en el área de producción y coordinando actividades administrativas y de supervisión.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Mantenimiento, Operaciones y TI.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de tecnología, Entidades de certificación de calidad y seguridad, Asociaciones industriales y del plástico

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52.

Coordinador de Simulación de Procesos

Coordinador de Simulación de Procesos		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS			Manual #:	1	
					Fecha:	08/10/2024	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Producción			Área:	Producción		
Reporta a:	Representante de Producción			Supervisa a:	Técnicos y Operadores de Producción		
Finalidad del puesto:	Coordinar y optimizar las simulaciones de procesos en las áreas productivas, asegurando que las simulaciones reflejen fielmente los procesos reales y apoyen la toma de decisiones para mejorar la eficiencia y reducir costos.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Desarrollar y ejecutar simulaciones de procesos utilizando herramientas de Gemelos Digitales y Realidad Virtual, representando cada área de producción con precisión.				X		
2	Analizar los resultados de las simulaciones para identificar áreas de mejora en la eficiencia y en la optimización de recursos.			X			
3	Validar los parámetros de simulación y garantizar que las simulaciones estén alineadas con los objetivos de producción.		X				
4	Implementar y mantener las herramientas de simulación de procesos, asegurando que los sistemas y software utilizados sean actualizados y compatibles con los equipos de producción.				X		
5	Evaluar la implementación de los ajustes recomendados en cada área de producción, midiendo los resultados y proponiendo ajustes basados en los datos de las simulaciones.				X		
6	Supervisar la integración de la simulación de procesos con otros sistemas tecnológicos como MES y ERP, asegurando un flujo continuo de datos para análisis en tiempo real.			X			
7	Identificar y resolver problemas técnicos relacionados con las herramientas de simulación, para asegurar que los sistemas funcionen correctamente y se minimicen interrupciones.	X					
8	Desarrollar y presentar informes detallados sobre el rendimiento de las simulaciones y el impacto en la producción, proporcionando datos clave para la toma de decisiones estratégicas.			X			
9	Garantizar que todas las simulaciones cumplan con los estándares de seguridad y normativas industriales, evitando riesgos asociados a los cambios de proceso.			X			

Coordinador de Simulación de Procesos	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	1
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadorenña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería en Producción o afines, preferiblemente con certificaciones en simulación de procesos o gemelos digitales.
Habilidades especiales:	Simulación de procesos, con capacidad para interpretar datos y ajustar modelos de simulación. Coordinación y gestión de proyectos, para asegurar la implementación de sistemas de simulación. Orientación al detalle y habilidades analíticas, para asegurar la precisión y calidad de las simulaciones realizadas.
Conocimientos especiales:	Dominio de herramientas de simulación como Gemelos Digitales y VR, para representar fielmente los procesos de manufactura. Conocimientos avanzados en sistemas MES y ERP, para integrar y utilizar datos de simulación en la toma de decisiones operativas. Familiaridad con normativas de seguridad industrial y estándares de calidad, para asegurar que los cambios basados en simulaciones cumplan con las regulaciones.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a la innovación: capacidad para proponer y aplicar nuevas soluciones tecnológicas para mejorar los procesos.	Simulación de procesos y análisis de datos: experiencia en el desarrollo y ejecución de simulaciones para optimizar operaciones.
Trabajo en equipo y habilidades interpersonales: para coordinarse eficazmente con el Representante de Producción, el Ingeniero de Procesos y otros miembros del equipo.	Gestión y mantenimiento de herramientas de simulación: competencia en la instalación, actualización y resolución de problemas técnicos.
Iniciativa y proactividad: para identificar oportunidades de mejora y optimización antes de que se conviertan en problemas.	Capacitación y formación en herramientas de simulación: habilidad para transmitir conocimientos técnicos a otros miembros del equipo.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Trabaja estrechamente con el Ingeniero de Procesos y otros técnicos, coordinando la simulación y análisis de procesos, asegurando una alineación con los objetivos del Representante de Producción.
Ambiente:	50 % en planta y 50 % en oficina, para estar presente en las áreas de producción cuando se requiera la validación de simulaciones y mantener la documentación y coordinación en oficina.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Producción, Mantenimiento y TI.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de herramientas y softwares de simulación Entidades de certificación de procesos y calidad Asociaciones de manufactura e industria

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53.

Ingeniero de Procesos

Ingeniero de Procesos		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS		Manual #:	2		
				Fecha:	08/10/2024		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Producción		Área:	Producción			
Reporta a:	Representante de Producción		Supervisa a:	Técnicos y Operadores de Producción			
Finalidad del puesto:	Mejorar y optimizar los procesos de manufactura en las áreas productivas, aplicando conocimientos avanzados de Industria 4.0 y buscando la eficiencia en el uso de recursos y la reducción de costos operativos.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Analizar y evaluar los procesos de manufactura existentes, identificando áreas de mejora y proponiendo cambios para optimizar la eficiencia y reducir el desperdicio			X			
2	Implementar tecnologías de Industria 4.0, como sensores avanzados y sistemas de monitoreo, para mejorar el control de calidad y optimizar el rendimiento en cada área de producción, con revisiones mensuales para asegurar que las tecnologías se integren adecuadamente en el proceso.				X		
3	Colaborar con el Coordinador de Simulación de Procesos para validar datos y resultados de simulaciones, asegurando que las optimizaciones propuestas sean viables y efectivas, evaluando y ajustando parámetros según las simulaciones y las necesidades de producción.		X				
4	Diseñar y ejecutar pruebas de eficiencia en cada área de producción, midiendo el impacto de las nuevas tecnologías y procesos en la calidad y rendimiento.			X			
5	Desarrollar y documentar estándares operativos, asegurando que el personal de producción comprenda y cumpla con los nuevos procedimientos y protocolos de calidad.					X	
6	Supervisar la configuración y ajuste de maquinaria en Inyección, Extrusión, Termoformado y Moldeo, asegurando que operen de manera óptima y segura.	X					
7	Monitorear el rendimiento de las áreas de producción mediante sistemas MES y ERP, asegurando que se cumplan con los objetivos de calidad, productividad y eficiencia.		X				
8	Coordinar con el equipo de mantenimiento preventivo para asegurar que las máquinas y equipos estén en óptimas condiciones, minimizando las paradas no programadas, con revisiones diarias en casos de incidencias.		X				
9	Desarrollar informes técnicos detallados sobre el rendimiento de los procesos, proporcionando datos clave y recomendaciones para la alta dirección, con informes trimestrales para el Representante de Producción y el Coordinador de Simulación de Procesos.			X			

Ingeniero de Procesos	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	2
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Ingeniería Industrial, Ingeniería en Producción, Ingeniería Mecánica o afines, con preferencia por certificaciones en Lean Manufacturing, Six Sigma o Industria 4.0.
Habilidades especiales:	Capacidad analítica avanzada para interpretar datos y realizar mejoras continuas en los procesos. Capacidad de resolución de problemas y pensamiento crítico. Comunicación y liderazgo, para coordinar con el equipo de producción.
Conocimientos especiales:	Experiencia en sistemas MES, ERP y análisis de datos, para monitorear y optimizar los procesos. Conocimiento en automatización industrial y robótica, para implementar y supervisar tecnologías 4.0. Familiaridad con normativas de seguridad y medio ambiente.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a resultados y mejora continua: para asegurar que los procesos se optimicen constantemente y se cumplan los objetivos de producción.	Optimización de procesos y análisis de datos: competencia en la evaluación y mejora de procesos productivos.
Trabajo en equipo y colaboración: para trabajar eficazmente con el Coordinador de Simulación de Procesos y otros miembros del equipo.	Implementación y mantenimiento de tecnologías de Industria 4.0: experiencia en la configuración y ajuste de maquinaria avanzada.
Adaptabilidad y proactividad: para anticipar problemas y responder de manera ágil ante cambios en los procesos.	Documentación y estandarización de procesos: habilidad para desarrollar y actualizar procedimientos operativos.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Colabora estrechamente con el Coordinador de Simulación de Procesos y supervisa a Técnicos de Procesos para asegurar que las mejoras y ajustes implementados se mantengan alineados con los objetivos de producción.
Ambiente:	70 % en planta y 30 % en oficina, para realizar ajustes y supervisiones directas en el área de producción, y desarrollar análisis y documentación de los procesos.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Producción, Mantenimiento y Operaciones.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de equipos y tecnologías. Entidades de certificación de calidad y normativas ambientales. Asociaciones de manufactura y capacitación industrial.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54.

Representante de Ventas

Representante de Ventas		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS			Manual #:	3	
					Fecha:	08/10/2024	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Comercial			Área:	Ventas		
Reporta a:	Director de Administración Corporativa			Supervisa a:	Analista de Mercado		
Finalidad del puesto:	Desarrollar y ejecutar estrategias de ventas efectivas, maximizando la cartera de clientes, aumentando la participación de mercado y asegurando la satisfacción del cliente, en función de los productos y servicios de la empresa.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Desarrollar y coordinar estrategias de ventas y <i>marketing</i> , estableciendo metas y objetivos específicos para aumentar la participación en el mercado.			X			
2	Supervisar y analizar los datos del mercado y la competencia, en colaboración con el Analista de Mercado, para identificar oportunidades y riesgos para la empresa.		X				
3	Establecer y mantener relaciones con clientes clave, asegurando un alto nivel de satisfacción y buscando oportunidades para expandir la cartera de clientes.	X					
4	Coordinar el desarrollo de propuestas comerciales y presentaciones, asegurando que los mensajes sean claros y estén alineados con los objetivos de la empresa y las necesidades de los clientes.		X				
5	Supervisar y optimizar el proceso de ventas, garantizando que todas las etapas, desde la prospección hasta el cierre, se ejecuten de manera eficiente y productiva.	X					
6	Evaluar y ajustar precios y márgenes de productos, en coordinación con el equipo financiero y el Analista de Mercado, para asegurar la competitividad y maximizar la rentabilidad.				X		
7	Liderar el desarrollo de campañas de <i>marketing</i> digital y promociones, en colaboración con el equipo de <i>marketing</i> , para aumentar la visibilidad de la marca y los productos.				X		
8	Desarrollar y presentar informes de ventas y previsiones, proporcionando datos y análisis detallados sobre el rendimiento de ventas y las proyecciones futuras.			X			
9	Supervisar la capacitación y desarrollo del Analista de Mercado, asegurando que tenga las habilidades y conocimientos necesarios para realizar análisis precisos y apoyar las estrategias de ventas.					X	
10	Participar en ferias, exposiciones y eventos de la industria, representando a la empresa y buscando nuevas oportunidades de negocio y redes de contactos.						X

Representante de Ventas	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	3
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Licenciatura en Administración de Empresas, <i>Marketing</i> , Ingeniería Comercial o afines, preferiblemente con certificaciones en ventas, <i>marketing</i> digital o gestión comercial.
Habilidades especiales:	Habilidades de negociación y comunicación efectiva. Habilidades analíticas y de interpretación de datos de mercado. Capacidad de liderazgo y gestión de equipos.
Conocimientos especiales:	Conocimiento en estrategias de <i>marketing</i> digital y análisis de mercado. Familiaridad con <i>CRM</i> y herramientas de ventas. Experiencia en análisis de precios y rentabilidad.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a resultados y satisfacción del cliente: para asegurar que se alcancen los objetivos de ventas y que los clientes estén satisfechos con los productos y servicios.	Gestión de ventas y desarrollo de mercado: experiencia en la planificación y ejecución de estrategias de ventas.
Trabajo en equipo y colaboración: para coordinarse eficazmente con el Analista de Mercado, el equipo de <i>marketing</i> y otros departamentos clave.	Análisis de mercado y desarrollo de precios: habilidad para evaluar el mercado y ajustar precios y márgenes de manera competitiva.
Proactividad y adaptabilidad: para anticipar y responder a los cambios del mercado y proponer soluciones rápidas y efectivas.	<i>Marketing</i> digital y desarrollo de campañas: conocimiento práctico en el diseño e implementación de estrategias digitales para maximizar la visibilidad y el posicionamiento.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Supervisa al Analista de Mercado, asegurando que el análisis de mercado y los datos recolectados contribuyan al desarrollo de estrategias de ventas y la toma de decisiones comerciales.
Ambiente:	70 % en oficina y 30 % en campo, para coordinar estrategias de ventas, supervisar actividades comerciales y realizar visitas a clientes y eventos de la industria.
Áreas de relación por motivos de funciones:	<i>Marketing</i> , Finanzas y Administración.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Clientes y distribuidores. Proveedores de servicios de <i>marketing</i> y publicidad. Eventos de networking y promoción.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55.

Analista de Mercado

Analista de Mercado		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS		Manual #:	4		
				Fecha:	08/10/2024		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Comercial	Área:	Ventas				
Reporta a:	Representante de Ventas	Supervisa a:	N/A				
Finalidad del puesto:	Realizar estudios de mercado y análisis de datos comerciales, identificando tendencias, oportunidades de crecimiento y áreas de mejora para apoyar la planificación estratégica y el logro de los objetivos de ventas de la empresa.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Investigar y analizar tendencias de mercado, incluyendo cambios en la demanda de productos, preferencias de los consumidores y evolución del sector plástico.	X					
2	Monitorear a la competencia y evaluar su desempeño, identificando sus estrategias y las mejores prácticas para mejorar la posición competitiva de la empresa.		X				
3	Recopilar y analizar datos de ventas y rendimiento del mercado, proporcionando estadísticas y reportes que apoyen la toma de decisiones del Representante de Ventas.		X				
4	Realizar encuestas y estudios de satisfacción del cliente, recopilando información que permita ajustar y mejorar los productos y servicios ofrecidos por la empresa.				X		
5	Identificar oportunidades de crecimiento en el mercado, desarrollando propuestas para expandir la cartera de productos o ingresar a nuevos segmentos de mercado.			X			
6	Apoyar en la definición de estrategias de precios y márgenes, proporcionando datos y análisis que ayuden a establecer precios competitivos y maximizar la rentabilidad.				X		
7	Desarrollar reportes de desempeño de ventas, que incluyan análisis de tendencias, patrones de compra y oportunidades de mejora en la estrategia comercial.			X			
8	Colaborar con el equipo de <i>marketing</i> para desarrollar campañas y promociones basadas en las necesidades del mercado y las tendencias identificadas.			X			
9	Realizar análisis de datos de <i>marketing</i> digital, como tráfico <i>web</i> , conversiones y retorno de inversión (<i>ROI</i>), para evaluar la efectividad de las campañas y ajustar las estrategias digitales.			X			
10	Elaborar presentaciones y reportes ejecutivos para la alta dirección y el Representante de Ventas, resumiendo los hallazgos de mercado y proporcionando recomendaciones basadas en datos.			X			

Analista de Mercado	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	4
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	21 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Licenciatura en Administración de Empresas, <i>Marketing</i> , Economía o afines, preferiblemente con certificaciones en análisis de mercado, <i>marketing</i> digital o investigación de mercados.
Habilidades especiales:	Capacidad de análisis y de investigación, para interpretar datos de mercado y proporcionar insights que apoyen la toma de decisiones comerciales. Capacidad para manejar grandes volúmenes de datos y análisis estadísticos con el apoyo de <i>Big Data</i> , asegurando la precisión y relevancia de la información generada. Capacidad de comunicación y presentación.
Conocimientos especiales:	Dominio de herramientas de análisis de datos y <i>software</i> de <i>CRM</i> . Familiaridad con estrategias de <i>marketing</i> digital y análisis de campañas. Experiencia en investigación de mercados y segmentación.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a resultados y precisión: para asegurar que los análisis y recomendaciones se basen en datos precisos y contribuyan al logro de los objetivos comerciales.	Análisis de mercado y segmentación: experiencia en la investigación y evaluación de mercados para apoyar el desarrollo de estrategias comerciales.
Trabajo en equipo y colaboración: para coordinarse eficazmente con el Representante de Ventas, el equipo de <i>marketing</i> y otros departamentos.	Manejo de herramientas de análisis y visualización de datos: competencia en el uso de <i>software</i> de análisis para interpretar datos de mercado y comportamiento del cliente.
Iniciativa y proactividad: para identificar oportunidades de mejora en el mercado y proponer soluciones basadas en datos.	Desarrollo de estrategias de <i>marketing</i> digital: conocimiento práctico en el análisis y optimización de campañas digitales para maximizar el impacto comercial.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	N/A
Ambiente:	90 % en oficina y 10 % en campo, para realizar análisis y reportes de mercado, colaborar con otros departamentos y, ocasionalmente, asistir a eventos de la industria o realizar encuestas en el mercado.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Ventas, <i>Marketing</i> , Finanzas y Producción.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Agencias de investigación de mercado y consultorías. Proveedores de servicios de <i>marketing</i> digital.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56.

Director de Administración Corporativa

Director de Administración Corporativa		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS		Manual #:	5				
				Fecha:	08/10/2024				
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO									
Ubicación del puesto:		Administrativo		Área:		Administración			
Reporta a:		Líder del Proyecto		Supervisa a:		Capacitación, Ventas y Presupuesto			
Finalidad del puesto:		Dirigir y supervisar las áreas de ventas, finanzas y recursos humanos, garantizando la efectividad en la gestión financiera, el desarrollo del talento humano y el crecimiento comercial de la empresa.							
II. FUNCIONES DEL PUESTO									
#	Descripción de funciones			Frecuencia					
				Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Desarrollar y ejecutar estrategias financieras y de control de presupuesto, asegurando que los recursos se utilicen de manera óptima y alineada con los objetivos corporativos.					X			
2	Supervisar el área de ventas y definir metas comerciales, coordinando con el Representante de Ventas para maximizar la participación de mercado y la satisfacción del cliente.					X			
3	Liderar la planificación y el desarrollo de programas de capacitación y recursos humanos, en colaboración con el Coordinador de Capacitaciones y Desarrollo, para garantizar la retención y desarrollo del talento.							X	
4	Analizar y aprobar informes financieros y de presupuesto, asegurando la precisión y cumplimiento de los estándares financieros y normativos.						X		
5	Optimizar las políticas de ventas, desarrollo de mercado y relaciones con clientes, asegurando una gestión integral del ciclo de ventas y fortaleciendo la cartera de clientes.					X			
6	Coordinar la gestión de riesgos financieros y operacionales, evaluando posibles impactos y asegurando la mitigación de riesgos en las operaciones comerciales y administrativas.								X
7	Desarrollar y mantener indicadores clave de rendimiento en ventas, finanzas y recursos humanos, para medir el desempeño y proponer mejoras en cada área.						X		
8	Supervisar la gestión del talento humano y el desarrollo organizacional, garantizando un ambiente de trabajo positivo y alineado con la cultura y objetivos de la empresa.								X
9	Mantener la relación con instituciones financieras y proveedores de servicios, negociando condiciones favorables para la empresa y asegurando un apoyo continuo a las operaciones.						X		
10	Evaluar el cumplimiento de normativas legales y regulaciones corporativas en cada área supervisada, para asegurar que las actividades se realicen dentro del marco normativo y ético.								X

Director de Administración Corporativa	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	5
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Cinco años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Licenciatura en Administración de Empresas, Finanzas, Recursos Humanos o afines, con preferencia por estudios de posgrado en administración o gestión corporativa.
Habilidades especiales:	Estrategia financiera y control de presupuesto. Liderazgo y gestión de equipos interdisciplinarios. Habilidad para la toma de decisiones estratégicas y solución de problemas complejos.
Conocimientos especiales:	Conocimientos avanzados en finanzas corporativas y análisis de riesgos. Estrategias de desarrollo organizacional y gestión del talento. Familiaridad con técnicas de desarrollo de mercado y ventas.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a resultados y capacidad de análisis.	Gestión financiera y presupuestaria.
Trabajo en equipo y habilidades interpersonales.	Desarrollo de estrategias comerciales y de recursos humanos.
Pensamiento estratégico y habilidades de comunicación.	Análisis de indicadores clave de rendimiento (KPI).

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Supervisar el área de Ventas, Presupuesto y de Recursos Humanos.
Ambiente:	70 % en oficina y 30 % en reuniones externas o visitas a clientes, interactuando con equipos internos y externos para alinear las estrategias corporativas.
Áreas de relación por motivos de funciones:	Ventas, Finanzas y Recursos Humanos.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Instituciones financieras y bancos. Proveedores de servicios de recursos humanos y capacitación. Asociaciones comerciales y de negocios.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57.*Analista de Presupuesto*

Analista de Presupuesto		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS			Manual #:	6	
					Fecha:	08/10/2024	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:		Administrativo		Área:		Administración	
Reporta a:		Director de Administración Corporativa		Supervisa a:		N/A	
Finalidad del puesto:		Gestionar el presupuesto y optimizar los recursos financieros de la empresa, asegurando la sostenibilidad económica y el cumplimiento de las metas financieras.					
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Desarrollar y administrar el presupuesto anual, asegurando la correcta asignación de recursos y la alineación con los objetivos estratégicos de la empresa.						X
2	Analizar y monitorear el flujo de caja y estado de resultados, evaluando la liquidez y la rentabilidad para tomar decisiones informadas.			X			
3	Realizar análisis de costos y proponer optimizaciones, identificando oportunidades para reducir gastos y mejorar la eficiencia operativa.			X			
4	Elaborar informes financieros detallados y proyecciones económicas, facilitando la toma de decisiones estratégicas por parte del director de Administración Corporativa.				X		
5	Gestionar las relaciones con bancos y entidades financieras, negociando términos favorables para financiamientos, líneas de crédito y servicios bancarios.				X		
6	Supervisar el cumplimiento de las normativas fiscales y legales, asegurando la conformidad en todas las operaciones financieras y reportes fiscales.						X
7	Implementar y supervisar controles financieros internos, minimizando riesgos y asegurando la integridad de la información financiera.			X			
8	Colaborar en la definición de políticas de inversión y financiamiento, analizando las opciones disponibles y su impacto en el capital de la empresa.					X	
9	Evaluar y gestionar el riesgo financiero mediante análisis de sensibilidad y modelado financiero, proponiendo estrategias de mitigación.				X		
10	Desarrollar y coordinar el proceso de presupuestación participativa, involucrando a las diferentes áreas de la empresa para asegurar un presupuesto ajustado a las necesidades operativas.						X

Analista de Presupuesto	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	6
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Cinco años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Licenciatura en Finanzas, Contaduría, Economía o afines, con certificaciones adicionales en análisis financiero, gestión presupuestaria o CPA (Contador Público Autorizado).
Habilidades especiales:	Análisis financiero y control presupuestario. Capacidad de interpretación de datos y toma de decisiones. Poder de negociación con entidades financieras.
Conocimientos especiales:	Conocimientos avanzados en análisis de costos y gestión de flujo de caja. Familiaridad con regulaciones fiscales y cumplimiento legal. Experiencia en herramientas de modelado financiero y <i>ERP</i> .

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a resultados y precisión.	Gestión de presupuestos y análisis financiero avanzado.
Pensamiento analítico y estratégico.	Dominio de sistemas <i>ERP</i> y <i>software</i> de contabilidad.
Capacidad de organización y manejo de múltiples proyectos.	Conocimiento en control de riesgos financieros y auditoría interna.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Colabora con el director de Administración Corporativa y otros departamentos para el control y gestión presupuestaria.
Ambiente:	90 % en oficina y 10 % en reuniones externas o visitas a bancos, enfocándose en análisis financiero, control presupuestario y cumplimiento de normativas fiscales.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Ventas, Recursos Humanos y Operaciones.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Bancos y entidades financieras. Entidades regulatorias y fiscales. Proveedores de <i>softwares</i> .

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58.*Coordinador de Capacitación y Desarrollo*

Responsable de Capacitación y Desarrollo		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS		Manual #:	7		
				Fecha:	08/10/2024		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Administrativo		Área:	Recursos Humanos			
Reporta a:	Director de Administración Corporativa		Supervisa a:	N/A			
Finalidad del puesto:	Gestionar programas de capacitación, desarrollo profesional y bienestar laboral, impulsando el crecimiento y la efectividad del talento humano dentro de la empresa.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Desarrollar programas de capacitación personalizados para cada puesto, alineados con las competencias y responsabilidades específicas de cada rol, desde puestos técnicos hasta directivos.						X
2	Brindar capacitaciones presenciales y virtuales en función de las necesidades de cada puesto, asegurando que todos los empleados reciban formación adecuada y continua.				X		
3	Evaluar las competencias y necesidades formativas de cada puesto, utilizando análisis de desempeño y feedback de supervisores.					X	
4	Facilitar capacitaciones técnicas para puestos especializados, asegurando la actualización constante en competencias clave.					X	
5	Dirigir programas de desarrollo en habilidades de liderazgo y gestión, enfocados en roles directivos como el director de Infraestructura y Producción y el director de Administración Corporativa.						X
6	Coordinar capacitaciones en habilidades blandas y competencias cardinales, como trabajo en equipo, comunicación efectiva y resolución de problemas, aplicables a todos los puestos.						X
7	Monitorear y evaluar la efectividad de las capacitaciones mediante indicadores clave, realizando ajustes basados en resultados y retroalimentación de los participantes.				X		
8	Mantener actualizados los contenidos y materiales de capacitación, asegurando que sean relevantes y alineados con las mejores prácticas y normativas del sector.						X
9	Liderar sesiones de inducción específicas para cada área, asegurando que los nuevos empleados comprendan sus funciones y se adapten a la cultura organizacional desde el inicio.			X			
10	Colaborar con instituciones educativas y proveedores de formación externos para integrar cursos y certificaciones que complementen las capacitaciones internas.				X		

Responsable de Capacitación y Desarrollo	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	7
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	21 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Licenciatura en Psicología, Administración de Empresas, Recursos Humanos o afines, con formación en capacitación y desarrollo.
Habilidades especiales:	Diseño y entrega de capacitaciones adaptadas a roles específicos. Capacidad de análisis de necesidades formativas y desarrollo de competencias. Excelente habilidad para comunicación y facilitación de aprendizaje.
Conocimientos especiales:	Técnicas de evaluación de competencias y formación de adultos. Familiaridad con metodologías de aprendizaje mixto y <i>e-learning</i> . Conocimientos en gestión del talento y desarrollo de habilidades blandas y técnicas.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación al desarrollo profesional y educación continua.	Diseño de programas formativos para diversas áreas funcionales.
Capacidad de planificación y organización de programas de formación.	Conocimiento de metodologías de capacitación y gestión de aprendizaje.
Habilidades interpersonales para interactuar con empleados de todos los niveles.	Habilidad en el uso de herramientas de aprendizaje virtual y plataformas de <i>e-learning</i> .

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Trabaja en colaboración con todos los líderes de área para asegurar que en cada área se reciban las capacitaciones adecuadas.
Ambiente:	80 % en oficina y 20 % en campo, participando en sesiones de formación, reuniones de equipo y visitas a centros de capacitación.
Áreas de relación por motivos de funciones:	Todos los departamentos: para coordinar necesidades de capacitación y programas de desarrollo. Finanzas y Presupuesto: para la planificación de recursos destinados a programas de capacitación y desarrollo.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de formación y desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59.

Representante de Mantenimiento

Representante de Mantenimiento		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS		Manual #:	1		
				Fecha:	08/10/2024		
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Mantenimiento			Área:	Mantenimiento		
Reporta a:	Director de Infraestructura y Producción			Supervisa a:	Supervisores, Técnicos de Mantenimiento y Mecánicos		
Finalidad del puesto:	Coordinar y optimizar el mantenimiento de la maquinaria y equipos en las áreas de producción, asegurando un mínimo tiempo de inactividad y el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Desarrollar y gestionar el plan de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las áreas de producción, asegurando que los equipos operen de manera eficiente y sin interrupciones.			X			
2	Supervisar la implementación de tecnologías de monitoreo predictivo, como <i>IoT</i> y sensores avanzados, para anticipar fallos y reducir el tiempo de inactividad en la maquinaria.				X		
3	Coordinar con el Supervisor de Mantenimiento para asegurar que las tareas de mantenimiento se ejecuten de manera segura y eficiente, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad.	X					
4	Analizar los reportes de fallas y reparaciones, identificando patrones y proponiendo mejoras para optimizar los procesos de mantenimiento y prolongar la vida útil de los equipos.			X			
5	Gestionar el presupuesto de mantenimiento, asegurando que los recursos se utilicen de manera eficiente y que se mantengan los costos dentro de los límites presupuestados.			X			
6	Desarrollar y actualizar los procedimientos de mantenimiento, asegurando que el equipo de mantenimiento esté capacitado en las mejores prácticas y técnicas para el cuidado de los equipos.					X	
7	Asegurar el cumplimiento de normativas de seguridad y medio ambiente en todas las actividades de mantenimiento, minimizando los riesgos asociados a la operación y manipulación de equipos.			X			
8	Supervisar la gestión de repuestos y consumibles necesarios para el mantenimiento, asegurando su disponibilidad y el control del inventario.		X				
9	Desarrollar y presentar informes de mantenimiento detallados, proporcionando datos sobre el tiempo de inactividad, costos de mantenimiento, y el estado general de los equipos para la toma de decisiones estratégicas.			X			
10	Planificar y coordinar actividades de capacitación técnica para el equipo de mantenimiento, asegurando que estén actualizados en nuevas tecnologías y procedimientos.						X

Representante de Mantenimiento	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	1
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial o afines, preferiblemente con certificaciones en mantenimiento industrial, TPM (Mantenimiento Productivo Total) o mantenimiento predictivo.
Habilidades especiales:	Identificar y solucionar problemas técnicos complejos de mantenimiento predictivo y preventivo. Liderazgo y gestión de equipos. Planificación y gestión de recursos, para asegurar la disponibilidad y control de repuestos.
Conocimientos especiales:	Dominio de tecnologías de monitoreo predictivo, como <i>IoT</i> y sensores avanzados. Conocimientos en normativas de seguridad industrial y medio ambiente. Familiaridad con sistemas de gestión de mantenimiento asistido por computadora (<i>CMMS</i>), para planificar, registrar y analizar las actividades de mantenimiento.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a la eficiencia y a la mejora continua: para optimizar los procesos de mantenimiento y asegurar la disponibilidad de los equipos.	Mantenimiento preventivo y predictivo: experiencia en la implementación y supervisión de programas de mantenimiento.
Trabajo en equipo y habilidades de colaboración: para coordinarse eficazmente con el Supervisor de Mantenimiento y otros departamentos clave.	Gestión de presupuestos y recursos: habilidad para manejar recursos y controlar costos en el área de mantenimiento.
Iniciativa y proactividad: para anticipar problemas y proponer soluciones efectivas antes de que afecten la producción.	Implementación de tecnologías de monitoreo y análisis de datos: conocimiento práctico de sistemas avanzados para mejorar la eficiencia y precisión en el mantenimiento.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Asegurar la ejecución de las actividades diarias de mantenimiento en todas las áreas de producción.
Ambiente:	80 % en planta y 20 % en oficina, para realizar inspecciones, supervisar actividades de mantenimiento y coordinar la planificación y análisis en el entorno administrativo.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Producción, Operaciones, Compras y TI.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de equipos y servicios de mantenimiento. Entidades de certificación y normativas de seguridad. Asociaciones de mantenimiento industrial y capacitación técnica.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60.

Representante de Operaciones

Representante de Operaciones		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS			Manual #:	1	
					Fecha:	08/10/2024	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Operaciones			Área:	Operaciones		
Reporta a:	Director de Infraestructura y Producción			Supervisa a:	Compras y Planificación		
Finalidad del puesto:	Supervisar y coordinar las operaciones de producción y logística, asegurando que todos los procesos se ejecuten de manera eficiente, cumpliendo con los estándares de calidad, costos y tiempos, y que se integren tecnologías avanzadas de Industria 4.0.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Planificar y coordinar las actividades operativas, incluyendo producción, logística y abastecimiento, para garantizar el cumplimiento de los objetivos de costos, calidad y tiempos de entrega.	X					
2	Supervisar la gestión de inventarios y el control de stock, asegurando la disponibilidad de insumos y materiales necesarios para la producción en cada área.			X			
3	Colaborar con el Analista de Compras para evaluar y seleccionar proveedores estratégicos, negociando precios y condiciones de entrega que optimicen el costo y la calidad de los insumos según las necesidades de producción y la variabilidad del mercado.			X			
4	Implementar y supervisar el uso de tecnologías de Industria 4.0 en las operaciones, tales como <i>IoT</i> , <i>Big Data</i> y sistemas de gestión de inventarios <i>ERP</i> , para mejorar la eficiencia y la trazabilidad en cada proceso.				X		
5	Monitorear los <i>KPI's</i> operativos, como la eficiencia de la producción, tiempos de ciclo, costos operativos y niveles de inventario, proponiendo mejoras cuando sea necesario.		X				
6	Coordinar con el área de Logística y Transporte para garantizar que la distribución y entrega de productos se realice de manera eficiente, cumpliendo con los requisitos de tiempo y costo.	X					
7	Asegurar el cumplimiento de las normativas de seguridad y calidad en todas las operaciones, para implementar prácticas seguras y sostenibles.			X			
8	Elaborar y presentar informes operativos detallados, proporcionando datos clave sobre el rendimiento de las operaciones, problemas detectados y recomendaciones para optimizar los procesos.			X			
9	Coordinar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo con el equipo de mantenimiento, asegurando que todos los equipos y maquinarias operen de manera óptima y minimizando las interrupciones.		X				

Representante de Operaciones	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	1
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	25 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Ingeniería Industrial, Administración de Empresas, Logística o afines, preferiblemente con certificaciones en gestión de operaciones, Lean Manufacturing o Supply Chain Management.
Habilidades especiales:	Planificación y organización. Liderazgo y motivación de equipos. Análisis y de resolución de problemas.
Conocimientos especiales:	Conocimientos en sistemas <i>ERP</i> , <i>MES</i> y tecnologías de Industria 4.0. Experiencia en gestión de inventarios y control de stock. Familiaridad con normativas de seguridad y calidad.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a resultados y eficiencia operativa: capacidad para cumplir con los objetivos de costos, calidad y tiempos en las operaciones.	Gestión de operaciones y optimización de procesos: experiencia en la planificación, supervisión y mejora de las operaciones productivas.
Trabajo en equipo y colaboración: para coordinarse con otros departamentos y garantizar el alineamiento de las actividades operativas.	Control de inventarios y gestión logística: competencia en la administración de inventarios y coordinación de la cadena de suministro.
Adaptabilidad y proactividad: para anticipar y responder a problemas operativos de manera ágil y efectiva.	Implementación de tecnologías de Industria 4.0: conocimiento práctico de sistemas avanzados para mejorar la eficiencia operativa.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	Supervisa al Analista de Compras, coordinando las actividades de abastecimiento y asegurando que todos los materiales y recursos necesarios estén disponibles para las operaciones.
Ambiente:	60 % en planta y 40 % en oficina, para asegurar la supervisión continua de las operaciones de producción y logística, así como la planificación y análisis en el entorno administrativo.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Logística, Compras, Producción y Mantenimiento.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de insumos y servicios logísticos. Asociaciones de logística y manufactura. Entidades de certificación de calidad y seguridad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61.*Analista de Compras*

Analista de Compras		MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS			Manual #:	2	
					Fecha:	08/10/2024	
I. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO							
Ubicación del puesto:	Operaciones			Área:	Compras		
Reporta a:	Representante de Operaciones			Supervisa a:	N/A		
Finalidad del puesto:	Gestionar el proceso de compras y optimizar la cadena de suministro, asegurando la adquisición de materiales de calidad, en el tiempo adecuado y a costos competitivos, para garantizar la continuidad de la producción.						
II. FUNCIONES DEL PUESTO							
#	Descripción de funciones	Frecuencia					
		Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1	Identificar y evaluar proveedores estratégicos, asegurando que cumplan con los estándares de calidad, costo y tiempos de entrega requeridos por la empresa.				X		
2	Negociar precios y condiciones de compra con proveedores, para asegurar términos favorables que optimicen el costo y la calidad de los materiales.			X			
3	Realizar y gestionar órdenes de compra, asegurando que todos los materiales necesarios para la producción se adquieran de acuerdo con las especificaciones y requerimientos.	X					
4	Controlar y monitorear el inventario de materiales y productos, asegurando que los niveles de stock sean óptimos para evitar desabastecimientos o sobre inventarios.		X				
5	Analizar y optimizar costos de adquisición, utilizando datos históricos y tendencias del mercado para identificar oportunidades de reducción de costos.				X		
6	Coordinar con el equipo de logística para asegurar que los materiales adquiridos sean recibidos y almacenados adecuadamente, evitando pérdidas o daños.	X					
7	Desarrollar y mantener relaciones con proveedores, asegurando una comunicación constante y positiva que permita un suministro continuo y fiable.			X			
8	Monitorear el cumplimiento de contratos de compra y asegurar que los proveedores cumplan con los términos acordados en cuanto a calidad, cantidad y tiempo de entrega.			X			
9	Elaborar informes de compras y análisis de desempeño de proveedores, proporcionando datos clave para la toma de decisiones estratégicas en el área de operaciones.			X			
10	Asegurar el cumplimiento de normativas de calidad y sostenibilidad en el proceso de compras, seleccionando proveedores que cumplan con los estándares de responsabilidad ambiental y social.						X

Analista de Compras	MANUAL DE DESCRIPTOR DE PUESTOS	Manual #:	2
		Fecha:	08/10/2024

III. REQUISITOS DEL PUESTO

Nacionalidad	Edad	Sexo	Estado Civil	Experiencia Laboral Requerida
Salvadoreña	21 años en adelante	Indiferente	Indiferente	Tres años mínimos en puestos similares

Grado Académico:	Licenciatura en Administración de Empresas, Ingeniería Industrial, Logística o afines, preferiblemente con certificaciones en gestión de compras o cadena de suministro.
Habilidades especiales:	Negociación avanzada, para asegurar términos favorables y construcción de relaciones estratégicas. Análisis y gestión de datos, para evaluar el rendimiento de proveedores y optimización de costos. Capacidad de organización y gestión del tiempo.
Conocimientos especiales:	Gestión de inventarios y <i>ERP</i> . Familiaridad con normativas de sostenibilidad y responsabilidad social. Experiencia en análisis de costos y tendencias de mercado.

Competencias cardinales	Competencias Técnicas
Orientación a la eficiencia y reducción de costos: para optimizar los procesos de compras y asegurar la rentabilidad de las adquisiciones.	Gestión de compras y abastecimiento: competencia en el manejo de órdenes de compra, contratos y relación con proveedores.
Trabajo en equipo y habilidades de colaboración: para coordinarse eficazmente con el Representante de Operaciones y otros departamentos clave.	Control de inventarios: experiencia en el monitoreo de stock y optimización de niveles de inventario.
Ética e integridad profesional: para asegurar la transparencia y equidad en los procesos de compras y selección de proveedores.	Manejo de sistemas <i>ERP</i> y herramientas de gestión de compras: habilidad para utilizar tecnología avanzada en la optimización de procesos de adquisición.

IV. ESPECIFICACIONES Y RELACIONES DE TRABAJO

Responsabilidades:	N/A
Ambiente:	80 % en oficina y 20 % en planta, para coordinar directamente las actividades de compras y logística, y supervisar la recepción de insumos cuando sea necesario.

Áreas de relación por motivos de funciones:	Logística, Producción, Mantenimiento y Finanzas.
Instituciones o Entidades en relación por motivo de funciones:	Proveedores de materias primas y servicios. Entidades de certificación de calidad y sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

9.4.3.2. Selección de Tecnologías

Es importante elegir tecnologías accesibles, de bajo costo y fácil integración para generar una mejora con un enfoque en soluciones simples que puedan escalar gradualmente hacia una mayor automatización e integración tecnológica en el futuro.

La selección de tecnologías está configurada según cada área de las empresas del sector plástico, con acciones que facilitan su adopción, una de las ocho áreas de estudio (TI, producción, ventas, administración, finanzas, operaciones, recursos humanos y mantenimiento). Estos pasos están diseñados para asegurar una transición ordenada y efectiva, basados en el contenido y las prioridades de tu plan de acción.

Análisis de necesidades y planificación inicial

Comprender las necesidades específicas de cada área y establecer un plan detallado.

-  Realizar un análisis de necesidades en cada área, identificando los problemas actuales y las oportunidades de mejora que las tecnologías pueden cubrir.
-  Definir objetivos específicos para cada área en términos de digitalización, automatización y eficiencia.
-  Establecer un cronograma que detalle la secuencia de implementación de las tecnologías según el área, priorizando aquellas de mayor impacto y fácil adopción.
-  Asignar roles y responsabilidades en el equipo de trabajo, designando un responsable para cada área que liderará la implementación en su departamento.

Priorización de tecnologías

Determinar cuáles tecnologías implementar primero por área para maximizar el impacto.

- ✚ Evaluar cada tecnología en función de su potencial impacto y facilidad de implementación, priorizando las de ganancias rápidas (Quick Wins).
- ✚ Clasificar tecnologías utilizando una matriz de impacto-esfuerzo, donde se categoricen en acciones de prioridad alta, media y baja.
- ✚ Realizar un análisis de retorno de inversión (*ROI*) para cada tecnología, enfocándose en las que generen un *ROI* alto en el corto plazo.

Selección, orden y adquisición de tecnologías

Adquirir y preparar las tecnologías de acuerdo con las necesidades y prioridades establecidas.

- ✚ Investigar proveedores locales para adquirir tecnologías compatibles con la infraestructura existente y que ofrezcan soporte técnico cercano.
- ✚ Priorizar proveedores que promuevan prácticas sostenibles.
- ✚ Seleccionar tecnologías accesibles y escalables que puedan integrarse fácilmente en el entorno actual de la empresa.
- ✚ Negociar con proveedores para asegurar contratos que incluyan instalación, capacitación y soporte, garantizando el éxito en la implementación.

Criterios de Adquisición Tecnológica

En el contexto actual de la Industria 4.0, el mercado ofrece soluciones tecnológicas diseñadas para optimizar los procesos empresariales; estas herramientas incluyen funcionalidades para abordar diversas necesidades en múltiples sectores. Sin embargo, en muchos casos, estas

funcionalidades resultan innecesarias o poco relevantes para las particularidades de una empresa específica, lo que puede generar complejidad y costos adicionales sin un beneficio proporcional.

Ante esta situación, desarrollar a medida se convierte en una alternativa más eficiente y rentable, especialmente cuando la organización cuenta con programadores internos capacitados; este enfoque permite diseñar una solución completamente adaptada a los requerimientos particulares del negocio, eliminando funciones superfluas y enfocándose en aquellos aspectos que realmente mejoran la productividad y competitividad de la empresa. Además, el desarrollo a medida ofrece mayor flexibilidad y control sobre la evolución de la tecnología, garantizando su alineación con los objetivos estratégicos a largo plazo.

A continuación, se presentan los criterios principales en forma de matriz comparativa, que ayudan a evaluar las ventajas y desventajas de comprar frente a desarrollar a medida, destacando cuándo es recomendable optar por una solución personalizada frente a las opciones amplias pero genéricas disponibles en el mercado.

Tabla 62.

Criterios de adquisición de Tecnologías

Criterio	Comprar	Desarrollar a Medida (con programadores internos)
Costo Inicial	Bajo, ya que la solución ya está disponible.	Medio-Alto, dependiendo de la complejidad del proyecto y la disponibilidad de recursos internos.
Tiempo de Implementación	Rápido, la solución está lista para ser implementada de inmediato.	Medio, ya que el tiempo de desarrollo dependerá de la complejidad y los recursos disponibles, pero es más largo que comprar.
Personalización	Limitada, las soluciones preexistentes tienen personalización restringida a lo que ofrece el proveedor.	Alta, ya que se puede desarrollar una solución completamente adaptada a las necesidades específicas de la empresa.

Criterio	Comprar	Desarrollar a Medida (con programadores internos)
Costo a Largo Plazo	Medio, hay costos recurrentes por licencias, mantenimiento y actualizaciones.	Bajo a largo plazo, ya que los programadores internos se encargan del mantenimiento y las mejoras, eliminando los costos recurrentes de licencias externas.
Flexibilidad	Baja, las soluciones compradas no siempre se ajustan completamente a las necesidades cambiantes de la empresa.	Alta, se desarrolla una solución completamente flexible que puede adaptarse rápidamente a cambios y nuevas necesidades.
Escalabilidad	Media, puede haber limitaciones en cuanto a la capacidad de escalar o personalizar la solución.	Alta, ya que la solución puede ser diseñada para crecer junto con la empresa y escalar según las necesidades futuras.
Soporte y Actualizaciones	Depende del proveedor, y las actualizaciones pueden generar costos adicionales o limitaciones.	Interno, el equipo de programadores internos puede gestionar el soporte, las actualizaciones y personalizar la solución según sea necesario.
Riesgo y Control	Bajo riesgo, pero el control sobre la solución es limitado y depende del proveedor.	Bajo riesgo, ya que la empresa tiene control total sobre el desarrollo, la evolución y el mantenimiento de la solución.
Requerimientos Técnicos	Bajo, no se necesitan recursos técnicos internos para implementar la solución.	Alto, se requiere un equipo interno con conocimientos técnicos suficientes para desarrollar y mantener la solución.
Compatibilidad con Infraestructura Existente	Media, la integración con sistemas existentes puede no ser completamente fluida.	Alta, ya que los programadores internos pueden garantizar que la solución esté perfectamente alineada con la infraestructura y los sistemas existentes.

Fuente: Elaboración propia.

9.4.3.2.1. Selección de Tecnologías por Procesos

A partir de un diagnóstico previo, se identifican tecnologías que optimizan la operación y facilitan una integración efectiva en los sistemas productivos, comerciales y administrativos. A continuación, se presentan los 21 procesos productivos abordados:

1. Moldeo por Inyección	11. Mantenimiento Preventivo y Correctivo
2. Extrusión	12. Planeación Administrativa
3. Extrusión-Soplado	13. Contabilidad y Cierres
4. Inyección-Soplado	14. Cuentas por Pagar
5. Termoformado	15. Facturación
6. Planificación	16. Créditos y Cobros
7. Compras	17. Soporte Técnico e Integración en Sistema
8. Gestión de Inventario de Producto Terminado	18. Análisis de Mercado y Gestión de Ventas
9. Gestión de Inventario de Despacho	19. Análisis de Reclutamiento, Formación y Desarrollo
10. Gestión de Inventario de Servicio al Cliente	20. Gestión de Nóminas
	21. Ciberseguridad

Tabla 63.

Herramientas 4.0 en Proceso de Moldeo por Inyección

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Descargar materia prima del camión	Transportadores automáticos: Transporte del producto al área de almacén. IoT: Sensores para monitoreo en tiempo real. WMS: Gestión automatizada del inventario al descargar. ERP: Registro automático en el sistema de inventarios. Tecnología de RFID: Rastrear la materia prima durante y después de la descarga, asegurando una gestión precisa del inventario.	Asegurar flujo eficiente del material y sincronización con la planificación de producción.
2	Revisar la calidad de la materia prima	Visión artificial: Identificación automática de impurezas. Big Data: Análisis predictivo para asegurar calidad consistente. IoT: Sensores de temperatura y humedad.	Detectar irregularidades y asegurar que el material cumpla con las especificaciones.
3	Pesar materia prima	Básculas inteligentes (IoT): Registro automatizado del peso. ERP/MES: Sincronización del peso con la planificación. Blockchain: Trazabilidad segura de la materia prima.	Garantizar precisión y trazabilidad en la gestión de inventarios.
4	Preparación de mezcla	MES: Control del proceso en tiempo real. Robots colaborativos: Automatización de la mezcla. PLC: Control preciso de proporciones en la mezcla. MES: Monitorización en tiempo real del proceso. IoT: Sensores que aseguran precisión en cada lote.	Asegurar consistencia en las mezclas y reducir el desperdicio de material.
5	Inspeccionar mezcla	Visión artificial: Verificación automática de la uniformidad. IA: Detección de mezclas fuera de parámetros. Big Data: Análisis para optimización continua del proceso.	Asegurar la calidad de la mezcla antes de la inyección.
6	Armar molde	AR: Instrucciones visuales para operarios durante el armado. Robots colaborativos: Asistencia en tareas de ensamblaje. IoT: Monitorización del estado del molde.	Reducir errores y asegurar un armado eficiente.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
7	Montar molde en la máquina	Robots colaborativos: Automatización del montaje del molde. AR: Guía visual para asegurar un montaje correcto. MES: Registro y validación del montaje.	Acortar el montaje y reducir tiempos improductivos.
8	Calibrar y configurar máquina de inyección	PLC: Automatización del ajuste de parámetros. Gemelos digitales: Simulación previa de la configuración. MES: Registro de parámetros óptimos.	Optimizar la configuración para evitar ciclos defectuosos.
9	Poner en funcionamiento la máquina inyectora	MES: Sincronización con órdenes de producción. IoT: Monitoreo de temperatura y presión en tiempo real. Big Data: Análisis para detectar anomalías. Indicadores luminosos y de voz: Alertas del estado de la máquina.	Garantizar que la producción comience de forma eficiente y sin errores.
10	Revisar continuamente el funcionamiento	IoT: Monitoreo remoto del equipo. IA: Predicción de fallos. MES: Reportes automáticos del estado del proceso.	Minimizar tiempos de inactividad mediante mantenimiento predictivo.
11	Cargar materia prima en la máquina inyectora	Transportadores automáticos: Abastecimiento continuo del material. Robots móviles: Transporte autónomo. IoT: Sensores para monitoreo de niveles de material.	Asegurar suministro constante sin interrupciones.
12	Inyectar material plástico fundido en el molde	PLC: Control preciso del ciclo de inyección. IoT: Monitoreo en tiempo real de presión y temperatura. MES: Sincronización con órdenes de producción. Simulación de Procesos (Gemelos Digitales): Simular el proceso de inyección para optimizar los parámetros antes de la producción real	Mantener la precisión y calidad en cada inyección.
13	Enfriar el material dentro del molde	IoT: Sensores para controlar temperatura y tiempo. Big Data: Optimización del proceso de enfriamiento. PLC: Control automatizado del flujo de refrigerante.	Asegurar ciclos de enfriamiento óptimos para evitar deformaciones.
14	Expulsar el producto	Robots colaborativos: Expulsión automatizada. PLC: Control sincronizado de expulsión. MES: Registro del producto expulsado.	Asegurar una expulsión eficiente y sin dañar el molde.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
15	Post-enfriamiento del producto	IoT: Sensores para medir temperatura del producto. PLC: Control del flujo de agua o aire. MES: Registro del proceso de post-enfriamiento.	Garantizar la estabilidad dimensional del producto.
16	Retirar producto expulsado	Transportadores automáticos: Transporte del producto al área de inspección. IoT: Monitoreo de ubicación del producto.	Acelerar el flujo del producto hacia la inspección.
17	Verificar características del producto	Visión artificial: Inspección automática de calidad. IA: Identificación predictiva de defectos. Big Data: Análisis de tendencias para asegurar consistencia.	Garantizar que cada pieza cumpla con las especificaciones.
18	Realizar acabado del producto	Robots colaborativos: Automatización del proceso de acabado. IoT: Monitoreo de herramientas. MES: Registro del estado del producto tras el acabado.	Asegurar uniformidad y reducir tiempos de acabado.
19	Inspeccionar acabado	Visión artificial: Detección automática de defectos. AR: Apoyo visual para operarios en inspecciones complejas. IA: Análisis predictivo de defectos futuros.	Mejorar la precisión y eficiencia en la inspección final.
20	Empacar producto	Robots colaborativos: Automatización del empaque. WMS: Control en tiempo real del inventario empackado. IoT: Monitoreo del proceso de empaque. Máquinas automáticas: Empaque automatizado. RFID: Trazabilidad del inventario empackado.	Asegurar empaque eficiente y trazabilidad del producto.

Fuentes: Tamarit, P., & Laspalas, M. (2022). *Digitalización de procesos de inyección de plásticos con mezclas variables de materiales reciclados*.

Tabla 64.

Herramientas 4.0 en Proceso de Extrusión

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Descargar materia prima del camión	Transportadores automáticos: Transporte del producto al área de almacén. IoT: Sensores para monitoreo en tiempo real. WMS: Gestión automatizada del inventario al descargar. ERP: Registro automático en el sistema de inventarios. Tecnología de RFID: Rastrear la materia prima durante y después de la descarga, asegurando una gestión precisa del inventario.	Asegurar flujo eficiente del material y sincronización con el inventario.
2	Revisar la calidad de la materia prima	Visión artificial: Identificación automática de impurezas. Big Data: Análisis predictivo para asegurar calidad consistente. IoT: Sensores de temperatura y humedad.	Garantizar que la materia prima cumpla con los estándares requeridos para la producción.
3	Pesar materia prima	Básculas inteligentes (IoT): Registro automatizado del peso. ERP/MES: Sincronización del peso con la planificación. Blockchain: Trazabilidad segura de la materia prima.	Asegurar precisión en la dosificación para la mezcla.
4	Preparación de la mezcla	MES: Control del proceso en tiempo real. Robots colaborativos: Automatización de la mezcla. PLC: Control preciso de proporciones en la mezcla. MES: Monitorización en tiempo real del proceso. IoT: Sensores que aseguran precisión en cada lote.	Aumentar la precisión y consistencia en la preparación de las materias primas.
5	Inspeccionar mezcla	Visión artificial: Verificación automática de la uniformidad. IA: Detección de mezclas fuera de parámetros. Big Data: Análisis para optimización continua del proceso.	Asegurar calidad homogénea en las mezclas antes de la extrusión.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
6	Montar el husillo adecuado	Realidad Aumentada (AR): Asistencia visual para el montaje. MES: Monitorear y gestionar el proceso de montaje, asegurando que se registren los datos relevantes y que se cumplan los estándares de calidad. Robots Colaborativos (Co-bots): Realizar el montaje del husillo de manera eficiente y precisa, trabajando junto a los operarios para reducir la carga física y minimizar errores.	Reduzca errores en el montaje del equipo.
7	Montar el troquel (molde) en el cabezal	IoT: Monitoreo en tiempo real del proceso. Simulación de procesos: Pruebas virtuales del montaje. Robots Colaborativos (Co-bots): Realizar el montaje del husillo de manera eficiente y precisa, trabajando junto a los operarios para reducir la carga física y minimizar errores.	Asegurar alineación precisa y evitar fallos durante la producción.
8	Calibrar y configurar máquina de extrusión	PLC: Automatización del ajuste de parámetros. Gemelos digitales: Simulación previa de la configuración. MES: Registro de parámetros óptimos.	Mejorar precisión y eficiencia en la configuración del proceso.
8	Monitorear el funcionamiento de la máquina	IoT: Monitoreo remoto del equipo. IA: Predicción de fallos. MES: Reportes automáticos del estado del proceso.	Detectar fallos a tiempo y optimizar el rendimiento.
9	Poner en funcionamiento la máquina	MES: Sincronización con órdenes de producción. IoT: Monitoreo de temperatura y presión en tiempo real. Big Data: Análisis para detectar anomalías. Indicadores luminosos y de voz: Alertas del estado de la máquina.	Sincronizar órdenes de producción, monitoreo de variables, análisis de datos y alertas inmediatas para prevenir fallos y optimizar el rendimiento.
10	Revisar continuamente el funcionamiento de la máquina	IoT: Monitoreo remoto del equipo. IA: Predicción de fallos. MES: Reportes automáticos del estado del proceso.	Detectar fallos o mejoras posibles durante la operación.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
11	Cargar materia prima en la máquina extrusora	Transportadores automáticos: Abastecimiento continuo del material. Robots móviles: Transporte autónomo. IoT: Sensores para monitoreo de niveles de material.	Asegurar un suministro constante de materia prima.
12	Enfriar el producto extruido mediante baños de agua, aire o rodillos de enfriamiento a temperatura ambiente	IoT: Sensores para controlar temperatura y tiempo. Big Data: Optimización del proceso de enfriamiento. PLC: Control automatizado del flujo de refrigerante.	Asegurar la calidad estructural del producto.
13	Monitorear el enfriamiento	IoT: Sensores conectados para supervisión constante. MES: Reportes automáticos del estado del proceso.	Minimizar tiempos de inactividad mediante mantenimiento predictivo.
14	Corte del producto extrudido en las longitudes deseadas	IoT (Internet de las Cosas): Sensores para monitorear en tiempo real la longitud del producto durante el corte, asegurando que se cumplan las especificaciones. PLC (Programmable Logic Controller): Control automatizado de la máquina de corte, optimizando la precisión y sincronización con el proceso de extrusión. Visión Artificial: Detección automática de errores en el corte y verificación de que las longitudes sean las correctas, garantizando la calidad del producto. Robots Colaborativos: Automatización del proceso de corte, trabajando junto a los operarios para mejorar la velocidad y precisión del corte, así como para reducir el riesgo de lesiones. AR (Realidad Aumentada): Proporcionar instrucciones visuales a los operarios para la calibración y ajuste de la máquina de corte, mejorando la capacitación y reduciendo errores.	Optimizar el proceso de corte para mejorar la eficiencia, precisión y calidad del producto final

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
15	Retirar producto	Transportadores automáticos: Transporte del producto al área de inspección. IoT: Monitoreo de ubicación del producto.	Acelerar el flujo del producto hacia la inspección.
16	Verificar características del producto	Visión artificial: Inspección automática de calidad. IA: Identificación predictiva de defectos. Big Data: Análisis de tendencias para asegurar consistencia.	Asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad.
17	Realizar acabado del producto	Robots colaborativos: Automatización del proceso de acabado. IoT: Monitoreo de herramientas. MES: Registro del estado del producto tras el acabado.	Asegurar uniformidad y reducir tiempos de acabado.
18	Inspeccionar acabado	Visión artificial: Detección automática de defectos. AR: Apoyo visual para operarios en inspecciones complejas. IA: Análisis predictivo de defectos futuros.	Mejorar la precisión y eficiencia en la inspección final.
19	Empacar producto	Robots colaborativos: Automatización del empaque. WMS: Control en tiempo real del inventario empaçado. IoT: Monitoreo del proceso de empaque. Visión artificial: Inspeccionar el empaque para detectar defectos o errores en el etiquetado y garantizar la calidad del producto final. Máquinas automáticas: Empaque automatizado. RFID: Trazabilidad del inventario empaçado.	Asegurar empaque eficiente y trazabilidad del producto.

Fuentes: Grieves, M. (2014). Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication.

Tabla 65.

Herramientas 4.0 en Proceso de Extrusión - Soplado

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Descargar materia prima del camión	Transportadores automáticos: Transporte del producto al área de almacén. IoT: Sensores para monitoreo en tiempo real. WMS: Gestión automatizada del inventario al descargar. ERP: Registro automático en el sistema de inventarios. Tecnología de RFID: Rastrear la materia prima durante y después de la descarga, asegurando una gestión precisa del inventario.	Asegurar un flujo eficiente y sincronización del inventario con el proceso de producción.
2	Revisar la calidad de la materia prima	Visión artificial: Identificación automática de impurezas. Big Data: Análisis predictivo para asegurar calidad consistente. IoT: Sensores de temperatura y humedad.	Garantizar que la materia prima cumpla con los estándares requeridos.
3	Pesar materia prima	Básculas inteligentes (IoT): Registro automatizado del peso. ERP/MES: Sincronización del peso con la planificación. Blockchain: Trazabilidad segura de la materia prima.	Asegurar precisión en la cantidad de materia prima para la mezcla.
4	Preparación de mezcla	MES: Control del proceso en tiempo real. Robots colaborativos: Automatización de la mezcla. PLC: Control preciso de proporciones en la mezcla. MES: Monitorización en tiempo real del proceso. IoT: Sensores que aseguran precisión en cada lote.	Mejorar precisión y consistencia en la preparación de la mezcla.
5	Inspeccionar mezcla	Visión artificial: Verificación automática de la uniformidad. IA: Detección de mezclas fuera de parámetros. Big Data: Análisis para optimización continua del proceso.	Asegurar una mezcla homogénea y evitar defectos.
6	Montar el husillo adecuado para el material y el producto	AR: Instrucciones visuales para operarios durante el armado. Robots colaborativos: Asistencia en tareas de ensamblaje. IoT: Monitorización del estado del molde.	Reduzca errores y asegure un montaje eficiente.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
7	Montar el troquel en el cabezal	AR: Instrucciones guiadas para el montaje del husillo. Robots Colaborativos (Co-bots): Realizar el montaje del husillo de manera eficiente y precisa, trabajando junto a los operarios para reducir la carga física y minimizar errores. Simulación de procesos: Pruebas virtuales del montaje.	Asegurar alineación precisa y evitar fallos durante la producción.
8	Calibrar y configurar máquina de extrusión	PLC: Automatización del ajuste de parámetros. Gemelos digitales: Simulación previa de la configuración. MES: Registro de parámetros óptimos.	Optimizar el desempeño de la máquina para garantizar la eficiencia.
9	Montar dos mitades del molde en la máquina de soplado	AR: Guía visual para el montaje del molde. MES: Registro de procesos para asegurar la precisión.	Facilitar el montaje del molde y evitar errores.
10	Calibrar y configurar máquina de soplado	PLC's: Configuración automática de parámetros. IoT: Monitoreo continuo durante la calibración.	Asegurar la calidad del producto soplado.
11	Poner en funcionamiento la máquina extrusora	MES: Sincronización con órdenes de producción. IoT: Monitoreo de temperatura y presión en tiempo real . Big Data: Análisis para detectar anomalías. Indicadores luminosos y de voz: Alertas del estado de la máquina.	Informar al operador sobre el estado y alertar sobre anomalías.
12	Inspeccionar el funcionamiento	IoT: Monitoreo remoto del equipo. IA: Predicción de fallos. MES: Reportes automáticos del estado del proceso.	Detectar fallos o mejoras posibles durante la operación.
13	Cargar materia prima en la máquina extrusora	Transportadores automáticos: Abastecimiento continuo del material. Robots móviles: Transporte autónomo. IoT: Sensores para monitoreo de niveles de material.	Asegurar un suministro constante de materia prima.
14	Realizar el proceso de extrusión para formar el Parison	PLC: Control preciso del ciclo de extrusión. IoT: Monitoreo en tiempo real de presión y temperatura. MES: Sincronización con órdenes de producción.	Garantizar la precisión en la producción del Parison.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
		Simulación de Procesos (Gemelos Digitales): Simular el proceso de inyección para optimizar los parámetros antes de la producción real	
15	Colocar Parison en el molde de soplado	Robots industriales: Automatización del posicionamiento del Parison.	Aumentar la precisión y reducir errores.
16	Inyectar aire comprimido	IoT: Sensores de presión para asegurar la inyección correcta.	Asegurar la calidad y forma del producto soplado.
17	Enfriar producto en molde	IoT: Sensores para controlar temperatura y tiempo. Big Data: Optimización del proceso de enfriamiento. PLC: Control automatizado del flujo de refrigerante.	Asegúrese de que el enfriamiento se realice de forma adecuada.
18	Expulsar el producto	Robots colaborativos: Expulsión automatizada. PLC: Control sincronizado de expulsión. MES: Registro del producto expulsado.	Asegurar un flujo continuo sin interrupciones.
19	Verificar calidad del producto	Visión artificial: Inspección automática de calidad. IA: Identificación predictiva de defectos. Big Data: Análisis de tendencias para asegurar consistencia.	Garantizar que el producto cumpla con los estándares de calidad.
20	Eliminar exceso de material	Visión artificial: Inspección automática de calidad. IA: Identificación predictiva de defectos. Big Data: Análisis de tendencias para asegurar consistencia.	Optimizar el proceso de postproducción y reducir desperdicios.
21	Empacar producto	Robots colaborativos: Automatización del empaque. WMS: Control en tiempo real del inventario empaçado. IoT: Monitoreo del proceso de empaque. Visión artificial: Inspeccionar el empaque para detectar defectos o errores en el etiquetado y garantizar la calidad del producto final. Máquinas automáticas: Empaque automatizado. RFID: Trazabilidad del inventario empaçado.	Optimizar el proceso de empaque y asegurar la trazabilidad del producto.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 66.

Herramientas 4.0 en Proceso de Inyección - Soplado

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Descargar materia prima del camión	Transportadores automáticos: Transporte del producto al área de almacén. IoT: Sensores para monitoreo en tiempo real. WMS: Gestión automatizada del inventario al descargar. ERP: Registro automático en el sistema de inventarios. Tecnología de RFID: Rastrear la materia prima durante y después de la descarga, asegurando una gestión precisa del inventario.	Asegurar un flujo eficiente y continuo hacia la línea de producción.
2	Revisar la calidad de la materia prima	Visión artificial: Identificación automática de impurezas. Big Data: Análisis predictivo para asegurar calidad consistente. IoT: Sensores de temperatura y humedad.	Asegúrese de que la materia prima cumpla con los estándares establecidos.
3	Pesar materia prima	Básculas inteligentes (IoT): Registro automatizado del peso. ERP/MES: Sincronización del peso con la planificación. Blockchain: Trazabilidad segura de la materia prima.	Asegurar una mezcla precisa y controlada.
4	Preparación de la mezcla	MES: Control del proceso en tiempo real. Robots colaborativos: Automatización de la mezcla. PLC: Control preciso de proporciones en la mezcla. MES: Monitorización en tiempo real del proceso. IoT: Sensores que aseguran precisión en cada lote.	Asegurar precisión y consistencia en la preparación de la mezcla.
5	Inspeccionar mezcla	Visión artificial: Verificación automática de la uniformidad. IA: Detección de mezclas fuera de parámetros. Big Data: Análisis para optimización continua del proceso.	Evitar defectos en las mezclas y garantizar la homogeneidad.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
6	Armar molde	AR: Instrucciones visuales para operarios durante el armado. Robots colaborativos: Asistencia en tareas de ensamblaje. IoT: Monitorización del estado del molde.	Asegurar precisión en el montaje del molde.
7	Montar molde en la máquina	AR: Instrucciones visuales para operarios durante el armado. Robots colaborativos: Asistencia en tareas de ensamblaje. IoT: Monitorización del estado del molde.	Optimizar el tiempo y precisión del montaje.
8	Calibrar y configurar máquina de inyección	PLC: Automatización del ajuste de parámetros. Gemelos digitales: Simulación previa de la configuración. MES: Registro de parámetros óptimos.	Asegurar eficiencia en el proceso de inyección.
9	Montar dos mitades de molde en máquina de soplado	AR: Guías visuales para el montaje preciso. MES: Registro de la configuración del molde. Robots Colaborativos (Co-bots): Asistir en el proceso de montaje, reduciendo el esfuerzo físico de los operarios y mejorando la precisión en el posicionamiento de las mitades del molde.	Asegurar alineación adecuada para la producción sin errores.
10	Calibrar y configurar máquina de soplado	PLC's: Control automatizado de parámetros de soplado. IoT: Monitoreo en tiempo real.	Asegurar una calidad constante del producto soplado.
11	Poner en funcionamiento la máquina inyectora	MES: Sincronización con órdenes de producción. IoT: Monitoreo de temperatura y presión en tiempo real. Big Data: Análisis para detectar anomalías. Indicadores luminosos y de voz: Alertas del estado de la máquina.	Detectar posibles anomalías en el funcionamiento.
12	Revisar continuamente el funcionamiento de la máquina	IoT: Monitoreo remoto del equipo. IA: Predicción de fallos. MES: Reportes automáticos del estado del proceso.	Optimizar el desempeño y prevenir fallos.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
13	Cargar materia prima en la máquina inyectora	Transportadores automáticos: Abastecimiento continuo del material. Robots móviles: Transporte autónomo. IoT: Sensores para monitoreo de niveles de material.	Asegurar un suministro constante de material.
14	Realizar un proceso de inyección para formar la preforma.	PLC: Control preciso del ciclo de inyección. IoT: Monitoreo en tiempo real de presión y temperatura. MES: Sincronización con órdenes de producción. Simulación de Procesos (Gemelos Digitales): Simular el proceso de inyección para optimizar los parámetros antes de la producción real	Garantizar precisión y homogeneidad en la preforma.
15	Colocar preforma en el molde de soplado	Robots industriales: Automatización del proceso de posicionamiento.	Aumentar la precisión y velocidad del proceso.
16	Calentar preforma	IoT: Sensores de temperatura en tiempo real.	Asegúrese de que la temperatura sea uniforme antes del soplado.
17	Inyectar aire comprimido	IoT: Sensores de presión para asegurar la inyección correcta.	Dar forma precisa al producto soplado.
18	Enfriar producto en molde de soplado	IoT: Sensores para controlar temperatura y tiempo. Big Data: Optimización del proceso de enfriamiento. PLC: Control automatizado del flujo de refrigerante. Sensores: Control del flujo de aire o agua.	Asegurar la calidad estructural del producto.
19	Expulsar el producto	Robots colaborativos: Expulsión automatizada. PLC: Control sincronizado de expulsión. MES: Registro del producto expulsado.	Asegurar eficiencia y evitar interrupciones.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
20	Verificar la calidad del producto	Visión artificial: Inspección automática de calidad. IA: Identificación predictiva de defectos. Big Data: Análisis de tendencias para asegurar consistencia.	Garantizar que el producto cumpla con los estándares requeridos.
21	Empacar el producto	Robots colaborativos: Automatización del empaque. WMS: Control en tiempo real del inventario empaçado. IoT: Monitoreo del proceso de empaque. Visión artificial: Inspeccionar el empaque para detectar defectos o errores en el etiquetado y garantizar la calidad del producto final. Máquinas automáticas: Empaque automatizado. RFID: Trazabilidad del inventario empaçado.	Optimizar el proceso de empaque y asegurar trazabilidad.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 67.

Herramientas 4.0 en Proceso de Termoformado

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Revisar la calidad de hojas de plástico	Big Data: Análisis de calidad basado en datos históricos. IA: Detección de defectos mediante visión artificial.	Garantizar que las hojas de plástico cumplan con los estándares de calidad antes del procesamiento.
2	Montar hoja de plástico en máquina termoformadora	Robots colaborativos: Automatización del montaje de las hojas.	Reducir errores humanos y optimizar tiempos de operación.
3	Montar molde específico	AR: Guías visuales para el montaje preciso del molde. MES: Registro de cada operación de montaje.	Asegurar precisión y evitar errores durante el proceso.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
4	Configurar parámetros de termoformadora	PLC's: Automatización de la configuración de parámetros. MES: Registro de parámetros para futuras referencias.	Optimizar la eficiencia del proceso mediante configuraciones precisas.
5	Verificar calibración de máquina termoformadora	IoT: Sensores para monitoreo continuo de la calibración. Big Data: Análisis para detectar anomalías.	Garantizar que la calibración sea precisa para evitar fallos.
6	Poner en funcionamiento máquina termoformadora	MES: Sincronización con órdenes de producción. IoT: Monitoreo de temperatura y presión en tiempo real. Indicadores luminosos: Alertas visuales y de voz sobre el estado de calibración. Indicadores luminosos y de voz: Alertas del estado de la máquina.	Controlar el rendimiento y asegurar la continuidad operativa.
7	Calentamiento de la hoja de plástico	IoT: Sensores de temperatura para monitoreo en tiempo real.	Asegurar un calentamiento uniforme para un mejor termoformado.
8	Colocar hoja sobre el molde y ejercer presión para dar forma	Robots industriales: Automatización del posicionamiento de las hojas sobre el molde.	Aumentar precisión y consistencia en el proceso de moldeo.
9	Enfriar y retirar producto del molde	IoT: Sensores para controlar temperatura y tiempo. Big Data: Optimización del proceso de enfriamiento. PLC: Control automatizado del flujo de refrigerante.	Garantizar la calidad estructural del producto y reducir tiempos de enfriamiento.
10	Cortar los excesos del material	Robots colaborativos: Corte automatizado de los excesos. PLC's: Control de precisión en el corte.	Optimizar el acabado del producto y reducir desperdicios.
11	Verificar la calidad del producto	Visión artificial: Inspección automática de calidad. IA: Identificación predictiva de defectos. Big Data: Análisis de tendencias para asegurar consistencia.	Garantizar que el producto final cumpla con los estándares requeridos.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
12	Empacar producto de termoformado	Robots colaborativos: Automatización del empaque. WMS: Control en tiempo real del inventario empacado. IoT: Monitoreo del proceso de empaque. Visión artificial: Inspeccionar el empaque para detectar defectos o errores en el etiquetado y garantizar la calidad del producto final. Máquinas automáticas: Empaque automatizado. RFID: Trazabilidad del inventario empacado.	Aumentar la eficiencia del empaque y asegurar trazabilidad.
13	Etiquetar producto	Código de barras RFID: Automatización del etiquetado. MES: Registro del etiquetado en el inventario.	Asegurar una trazabilidad adecuada y facilitar la gestión del inventario.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 68.

Herramientas 4.0 en Proceso de Planificación

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Ventas envía pedidos mediante correo electrónico y/o ajustes necesarios.	CRM: Centralización y automatización de la gestión de pedidos de clientes. Chatbots: Atención automática para gestionar consultas de clientes.	Mejorar la comunicación y asegurar una gestión rápida de los pedidos.
2	El jefe de Planificación programa los pedidos en el archivo (Excel) de Programa de Producción, indica tiempos y equipos.	ERP: Integración de la programación con los sistemas de gestión empresarial. BI: Análisis de datos históricos para optimizar la programación.	Aumentar la eficiencia en la planificación y asegurar precisión en la asignación de recursos.
3		ERP: Automatización de la generación de órdenes de producción.	

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
	El jefe de Planificación genera órdenes de producción en sistema, las imprime y envía a Producción, asegurando que vaya adjunta las especificaciones del producto.	Document Management System (DMS): Gestión electrónica de documentos para especificaciones.	Reducir errores y garantizar la disponibilidad de la información para los equipos de producción.
4	El jefe o el auxiliar de planificación recibe las órdenes de trabajo y revisa mano de obra, insumos, producción, tiempos.	MES: Monitoreo de disponibilidad de mano de obra e insumos en tiempo real. BI: Reportes de producción para detectar cuellos de botella.	Garantizar que los recursos estén disponibles y optimizados para la producción.
5	Aprobación: si no se aprueba, el jefe o auxiliar de planificación envía nuevamente a Producción y Bodega para rectificación.	Workflows automatizados (ERP): Alertas y aprobaciones automáticas. Chatbots: Comunicación automática para correcciones y rectificaciones.	Agilizar la toma de decisiones y evitar retrasos en la producción.
6	El jefe de contabilidad revisa y pre cierra la orden de trabajo en Sistema.	ERP: Registro automático de transacciones y costos. BI: Análisis financiero en tiempo real del proceso de producción.	Asegurar la precisión financiera y optimizar la toma de decisiones en contabilidad.
7	Se almacenan los datos.	Big Data: Gestión masiva y análisis de datos para optimización futura. Computación en la nube: Almacenamiento seguro y escalable de datos.	Garantizar la trazabilidad y disponibilidad de la información para futuros análisis.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 69.

Herramientas 4.0 en Proceso de Compras

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	El área solicitante envía requerimiento de compra.	ERP: Automatización del flujo de requisiciones y aprobaciones. Chatbots: Registro de requerimientos mediante interfaces automatizadas.	Agilizar las solicitudes y asegurar trazabilidad en el proceso.
2	El área de compras selecciona los proveedores tomando base de precio, condiciones de pago y satisfacción de los requerimientos establecidos.	Big Data: Análisis de datos para comparar precios y condiciones de proveedores. IA: Selección óptima de proveedores basada en criterios definidos.	Asegurar la selección eficiente de proveedores basándose en datos.
3	Solicita oferta y revisa las condiciones y requerimientos de compra.	ERP: Envío automático de solicitudes de oferta. BI: Análisis de propuestas recibidas.	Reducir el tiempo de gestión de ofertas y mejorar la toma de decisiones.
4	Coloca la orden de compra.	ERP: Generación automática de órdenes de compra. Blockchain: Asegurar transparencia en las transacciones.	Facilitar la creación y gestión de órdenes de manera segura.
5	El proveedor recibe la orden de compra y gestiona la entrega.	IoT: Monitoreo del estado de entrega en tiempo real. ERP: Seguimiento automatizado de órdenes enviadas.	Asegurar la sincronización entre proveedores y el área de compras.
6	El área solicitante recibe y verifica los artículos de acuerdo con la solicitud.	Sistema WMS: Registro automatizado de entradas al almacén. IA: Verificación automática de los artículos recibidos mediante reconocimiento visual.	Mejorar la precisión y eficiencia del proceso de recepción.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
7	El área solicitante decide si acepta o no los artículos.	BI: Análisis de calidad y eficiencia del proveedor. Chatbots: Comunicación inmediata de aceptación o rechazo.	Asegurar decisiones rápidas y basadas en datos.
8	El área solicitante envía reporte de rechazo a compras para la gestión con el proveedor.	ERP: Generación automática de reportes de rechazo. BI: Registro y análisis de rechazos recurrentes.	Facilitar la trazabilidad y gestionar eficazmente los rechazos.
9	Área de Compras identifica los motivos del rechazo y gestiona con el proveedor la solución.	CRM: Gestión de relaciones con proveedores. Chatbots: Comunicación automatizada con proveedores para gestionar rechazos.	Agilizar la resolución de problemas y mantener la relación con proveedores.
10	Ingreso a bodega y traslado la factura a tesorería para su ingreso en la cuenta por pagar.	WMS: Registro automatizado del inventario. ERP: Gestión automatizada de cuentas por pagar.	Asegurar la sincronización entre inventarios y tesorería.
11	Se almacenan los datos.	Big Data: Almacenamiento y análisis masivo de datos. Computación en la nube: Almacenamiento seguro y accesible.	Asegurar la trazabilidad y disponibilidad de la información para análisis futuros.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 70.*Herramientas 4.0 en Proceso de Producto Terminado*

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Gerente de ventas comparte al administrador de venta al exterior el análisis de demanda a través de formato de proyección.	BI: Análisis predictivo de demanda. ERP: Integración automática del análisis en el sistema de planificación.	Garantizar que las decisiones de inventario estén alineadas con las proyecciones de demanda.
2	El administrador de venta al exterior monitorea (revisar los niveles de inventario) los niveles de cobertura por código.	WMS: Monitoreo en tiempo real del inventario por producto. IoT: Sensores para la actualización automática de niveles de stock.	Garantizar la disponibilidad de productos y optimizar los niveles de inventario.
3	Proceso de planificación y proceso de producción.	ERP: Planificación integrada con los sistemas de producción. Simulación de procesos: Escenarios para optimizar el inventario y la producción.	Mejorar la precisión en la planificación de inventario y asegurar el flujo constante de productos.
4	El administrador de venta al exterior recibe en detalle los ingresos de producto terminado.	WMS: Registro automático de ingresos. Big Data: Almacenamiento y análisis de patrones de inventario.	Asegurar una gestión eficiente de los productos recibidos y su registro adecuado.
5	El auxiliar de bodega de producto terminado valida las cantidades del lote a recibir según orden de pedido y si existe	ERP: Comparación automatizada entre órdenes y productos recibidos.	Reducir errores en la recepción de productos

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
6	alguna inconsistencia lo rechaza y solicita al jefe de producción la entrega completa.	IoT: Escaneo de códigos para verificar la consistencia del lote.	y agilizar la gestión de rechazos.
	El auxiliar de planificación entrega lotes a la bodega de producto terminado.	WMS: Asignación automática de ubicación en bodega.	Mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios y reducir los tiempos de operación.
		Robots industriales colaborativos: Transporte autónomo de productos dentro de la bodega.	

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 71.

Herramientas 4.0 en Proceso de Despacho de Productos

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	El cliente realiza una orden de compra (ODC) a través de correo electrónico o llamada telefónica.	Chatbots: Automatización de la toma de pedidos y confirmación en tiempo real. CRM: Registro automático de órdenes de compra y gestión del cliente.	Agilizar la toma de pedidos y mejorar la experiencia del cliente.
2	El departamento de ventas verifica la disponibilidad del producto en el inventario.	WMS: Consulta automatizada de niveles de inventario. BI: Análisis de disponibilidad y rotación de inventario.	Optimizar la gestión de inventario para evitar faltantes.
3	Se genera la documentación necesaria, como la nota de pedido, factura y guía de despacho.	ERP: Generación automática de documentos de venta y despacho. Blockchain: Registro seguro de transacciones.	Asegurar precisión y transparencia en los documentos.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
4	El personal de almacén recibe la orden de recogida y localiza los productos en el inventario.	WMS: Localización automática de productos. Robots industriales colaborativos: Recogida y transporte dentro del almacén.	Agilizar el proceso de localización y recogida de productos.
5	Antes de despachar, se realiza una inspección para asegurar que los productos estén en perfecto estado y que la cantidad y calidad coincidan con la orden de compra.	Visión por IA: Inspección automática de productos. IoT: Sensores para verificar la calidad y condiciones del producto.	Reducir errores y asegurar la calidad antes del despacho.
6	Los productos son cargados en el vehículo de transporte siguiendo procedimientos que aseguren su estabilidad y seguridad.	PLC: Control automatizado de equipos de carga. IoT: Monitoreo en tiempo real de la estabilidad durante la carga.	Asegurar procedimientos seguros de carga.
7	Se selecciona el medio de transporte adecuado y se asigna un transportista.	BI: Optimización de rutas y transporte. TMS (Transportation Management System): Gestión automatizada del transporte.	Seleccionar el transporte más eficiente.
8	El vehículo con los productos despachados sale de las instalaciones de la industria.	GPS: Rastreo en tiempo real del vehículo. Conectividad 5G: Comunicación rápida y continua del estado del despacho.	Mejorar la trazabilidad del despacho en tiempo real.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
9	Se mantiene al cliente informado sobre el estado de su entrega.	Chatbots: Notificaciones automáticas al cliente sobre el estado del pedido. CRM: Gestión centralizada de la relación con el cliente.	Asegurar la satisfacción del cliente con información actualizada.
10	Al llegar al destino, el transportista entrega los productos al cliente y obtiene una firma de confirmación de recepción.	Blockchain: Registro seguro de la entrega y firma digital. ERP: Actualización automática del estado del pedido.	Asegurar trazabilidad y confirmación de entrega.
11	Se solicita al cliente que complete una encuesta de satisfacción para evaluar la calidad del servicio.	BI: Análisis de las encuestas de satisfacción. Chatbots: Recopilación automatizada de comentarios.	Mejorar el servicio basado en la retroalimentación del cliente.
12	Si hay algún problema con la entrega, como productos dañados o incompletos, se resuelve a través del servicio al cliente, proporcionando soluciones como reemplazos o reembolsos.	CRM: Gestión automatizada de reclamaciones. AI: Propuesta automática de soluciones al cliente.	Asegurar una rápida resolución de problemas y mantener la satisfacción del cliente.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 72.

Herramientas 4.0 en Proceso de Servicio al Cliente

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	El cliente se comunica con la organización mediante encuestas, reuniones, llamadas, correos electrónicos y visitas presenciales.	Chatbots: Atención automatizada para consultas básicas. CRM: Registro y gestión centralizada de la interacción con el cliente. Plataformas de comunicación multicanal: Integración de canales digitales y presenciales.	Facilitar y agilizar la atención al cliente en múltiples canales.
2	Se recibe la comunicación del cliente y se clasifica según su categoría para darle respuesta.	AI: Clasificación automática de solicitudes por tipo y prioridad. CRM: Enrutamiento de solicitudes al área correspondiente.	Optimizar la asignación de solicitudes y priorizar respuestas críticas.
3	Se convoca al personal pertinente para dar trámite a la comunicación del cliente y establecer las acciones necesarias.	Software de gestión de tareas (BPM): Asignación y seguimiento de actividades. Plataformas colaborativas: Facilitación de reuniones virtuales y trabajo en equipo.	Asegurar una gestión eficiente y colaborativa de las solicitudes del cliente.
4	El personal involucrado lleva a cabo las acciones necesarias para gestionar la comunicación del cliente y su respuesta, las cuales se documentan y planifican en su ejecución.	ERP: Registro y documentación de las acciones realizadas. BI: Análisis del tiempo de resolución y cumplimiento del servicio.	Estandarizar la gestión del servicio y monitorear su efectividad.
5	Se comunica con el cliente para dar retroalimentación sobre su solicitud.	CRM: Envío automatizado de actualizaciones al cliente. Chatbots: Retroalimentación inmediata para seguimientos rutinarios.	Mantener informado al cliente sobre el estado de su solicitud.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
6	Se realiza el seguimiento a las comunicaciones de sus clientes.	BI: Monitoreo del desempeño de los indicadores de atención al cliente. IA: Identificación de patrones de insatisfacción y sugerencias proactivas. CRM: Registro continuo de interacciones para identificar clientes recurrentes o problemas no resueltos.	Mejorar la calidad del servicio y fomentar la satisfacción del cliente a largo plazo.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 73.

Herramientas 4.0 en Proceso de Mantenimiento

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Mensualmente el encargado del área de mantenimiento programa los mantenimientos preventivos a realizar.	Software de gestión de mantenimiento (CMMS, ERP): Planificación y programación automatizada de mantenimiento preventivo.	Asegurar la programación eficiente y minimizar el riesgo de omitir tareas críticas.
2	Los técnicos de mantenimiento realizan inspecciones regulares al equipo y maquinaria.	Tablets o dispositivos móviles con CMMS (ERP): Registro en tiempo real de inspecciones. Realidad Aumentada (AR): Asistencia visual para las inspecciones.	Facilitar el registro inmediato y asegurar la calidad de las inspecciones.
3	Si no se detectan fallos, se documenta la inspección y el proceso termina.	CMMS con almacenamiento en la nube (ERP): Documentación automatizada.	Garantizar que todos los registros estén disponibles para auditorías futuras.
4		Uso de sensores IoT: Monitoreo del desgaste y necesidad de mantenimiento preventivo.	Optimizar la respuesta inmediata a fallos menores y evitar daños mayores.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
	Si se detectan fallos, se procede a realizar tareas de lubricación, ajuste de piezas, limpieza.	CMMS (ERP): Registro y asignación automática de tareas correctivas.	
5	Si el equipo está funcional, se documenta la inspección y el proceso termina.	CMMS: Actualización automática del estado del equipo.	Garantizar que se mantenga un historial completo del mantenimiento realizado.
6	Si el equipo no está funcional, se procede a reportar el problema para realizar mantenimiento correctivo.	Aplicaciones móviles conectadas a CMMS (ERP): Reporte inmediato de fallos desde cualquier ubicación. IA: Diagnóstico preliminar basado en datos históricos del equipo.	Agilizar el reporte de fallos y mejorar la precisión del diagnóstico inicial.
7	Los técnicos ejecutan acciones de diagnóstico y mantenimiento correctivo para reparar el equipo.	Gemelos digitales: Simulación de posibles soluciones antes de aplicar cambios. CMMS: Registro de acciones correctivas en tiempo real.	Reducir el tiempo de inactividad mediante diagnósticos precisos y simulaciones.
8	El técnico verifica si el equipo está funcionando correctamente tras el mantenimiento.	IoT: Monitoreo en tiempo real del rendimiento del equipo. CMMS: Confirmación automática de la operación del equipo.	Garantizar que el equipo esté operativo antes de completar el proceso.
9	Si el equipo está funcional, se documenta el mantenimiento y el proceso termina.	CMMS: Generación automática de reportes. Almacenamiento en la nube: Acceso remoto a los registros.	Facilitar la trazabilidad y el análisis de datos para futuros mantenimientos.
10	Si el equipo no está funcional, se procede a gestionar la compra de maquinaria o equipo.	ERP: Gestión de órdenes de compra. BI: Evaluación del costo-beneficio de la compra.	Asegurar la gestión eficiente de compras críticas para minimizar interrupciones.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
11	El técnico documenta todas las acciones realizadas en el mantenimiento.	CMMS (ERP): Registro centralizado y automatizado de todas las acciones realizadas. BI: Análisis de patrones de mantenimiento.	Mejorar la gestión del mantenimiento mediante datos accesibles y analíticos.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 74.

Herramientas 4.0 en Proceso de Planeación Administrativa

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	El Gerente Administrativo recibe de la organización y/o partes interesadas la información de los resultados de la organización.	BI: Consolida y visualiza resultados clave. ERP: Integra los datos recibidos de diversas áreas operativas.	Asegurar una gestión integrada de la información para facilitar la toma de decisiones.
2	Los analistas administrativos analizan la información recibida.	Big Data: Análisis avanzado de grandes volúmenes de datos. IA: Identificación automática de patrones y tendencias.	Optimizar el análisis de datos y detectar áreas de mejora con mayor precisión.
3	El Gerente Administrativo convoca a reunión para evaluar las mejoras identificadas.	Plataformas colaborativas (Microsoft Teams): Facilita reuniones virtuales. CRM: Almacena y gestiona decisiones relacionadas con partes interesadas.	Asegurar una colaboración eficiente y seguimiento transparente de las reuniones.
4	Se definen los lineamientos con la información obtenida,	Software de gestión de proyectos (BPM): Asigna y monitorea tareas en tiempo real.	

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
	así como las actividades a realizar y asignan responsabilidades.	BI: Visualización de indicadores estratégicos clave para cada área.	Mejorar la asignación de responsabilidades y optimizar la ejecución de actividades.
5	Los líderes de proceso y responsables ejecutan las actividades asignadas.	ERP: Registra el progreso de las actividades y facilita la coordinación entre áreas. IA: Automatización de tareas administrativas rutinarias.	Aumentar la eficiencia operativa y asegurar la ejecución puntual de actividades.
6	Los líderes de proceso y responsables presentan en reunión los informes estratégicos.	BI: Generación automática de informes y <i>KPI's</i> . Dashboards interactivos: Facilita la presentación dinámica de resultados.	Asegurar la transparencia y claridad en los informes estratégicos presentados.
7	La Gerencia Administrativa da seguimiento a las actividades ejecutadas.	ERP: Monitoreo continuo del estado de cada actividad. BI: Alertas automatizadas para desviaciones en la ejecución.	Asegurar el cumplimiento oportuno de las actividades planificadas.
8	El Gerente Administrativo actualiza los reportes con la retroalimentación para la toma de decisiones.	BI: Actualización dinámica de informes con la retroalimentación recibida. Computación en la nube: Almacenamiento accesible y seguro de reportes.	Facilitar la toma de decisiones informadas y mejorar la agilidad en la gestión estratégica.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 75.

Herramientas 4.0 en Proceso de Contabilidad y Cierres

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	El jefe de Contabilidad o el auxiliar contable verifican la información financiera en el sistema contable.	ERP: Integración y validación automática de datos financieros. BI: Dashboards para monitoreo en tiempo real de la información financiera.	Asegurar precisión en la verificación de los datos financieros y facilitar su análisis.
2	El auxiliar contable realiza el registro de transacciones en Excel y el sistema contable.	Automatización de procesos (RPA): Automatización del registro de transacciones repetitivas. ERP: Registro centralizado y sincronizado con el sistema financiero.	Reducir errores humanos y optimizar el tiempo de registro.
3	El auxiliar contable o jefe de Contabilidad realizan ajustes y correcciones.	ERP: Ajustes automáticos y conciliaciones en tiempo real. AI: Identificación de discrepancias financieras y sugerencias para ajustes.	Agilizar la corrección de errores y asegurar exactitud en los registros.
4	El auxiliar contable elabora estados financieros preliminares.	ERP: Generación automática de estados financieros preliminares. BI: Análisis y validación de datos para detectar inconsistencias.	Facilitar la generación rápida y precisa de informes preliminares.
5	El jefe de contabilidad revisa y verifica los estados financieros preliminares. Si encuentra diferencias, los regresa al auxiliar para corrección.	BI: Visualización detallada de los informes para detectar errores. ERP: Flujo automatizado de revisión y aprobación de estados financieros.	Asegurar la precisión y el control durante la revisión de informes.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
6	El auxiliar de contabilidad elabora asientos de cierre.	ERP: Automatización de asientos de cierre contable. RPA: Reducción de tareas manuales en el proceso de cierre.	Agilizar el proceso de cierre y asegurar la coherencia de los registros.
7	El auxiliar o jefe contable elaboran estados financieros finales y reportes de informes.	BI: Generación de reportes dinámicos para la toma de decisiones. ERP: Consolidación de datos para la creación de informes finales.	Optimizar la preparación de estados financieros finales con datos precisos.
8	Remiten la información a las áreas interesadas de la empresa por correo.	ERP: Envío automatizado de informes financieros a las áreas correspondientes. CRM: Gestión del flujo de información con las partes interesadas.	Asegurar la distribución eficiente de la información financiera.
9	El auxiliar contable archiva los estados financieros y reportes en físico y digital.	Computación en la nube: Almacenamiento seguro y accesible. Blockchain: Asegurar la integridad de los registros financieros.	Facilitar el acceso a los informes y garantizar su integridad.
10	El jefe contable entrega estados financieros el día 15 de cada mes.	ERP: Automatización de entregas recurrentes de estados financieros. BI: Monitoreo de fechas de entrega para evitar retrasos.	Asegurar la entrega puntual de informes financieros cada mes.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 76.*Herramientas 4.0 en Proceso de Cuentas por Pagar*

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Se entregan las facturas de proveedores al jefe de tesorería y créditos y cobros.	ERP: Recepción y registro automatizado de facturas. Blockchain: Asegura la integridad de las facturas recibidas.	Optimizar la gestión y trazabilidad de facturas.
2	Verifican que la factura cuente con el visto bueno del área que recibió el producto/servicio. Si no lo tiene, se devuelve al área.	RPA: Automatización de verificación de aprobación de facturas. ERP: Flujo automatizado de devolución y seguimiento de aprobaciones.	Agilizar la verificación y evitar retrasos en pagos.
3	El jefe de tesorería y créditos y cobros calendariza pagos según vencimiento.	ERP: Programación automática de pagos con alertas de vencimiento. BI: Análisis de vencimientos y optimización del flujo de pagos.	Garantizar que los pagos se realicen de manera oportuna.
4	Se revisan los pagos a realizar y se coordina según flujo de efectivo y necesidades inmediatas.	BI: Análisis predictivo del flujo de caja. ERP: Priorización automatizada de pagos.	Optimizar la gestión del efectivo para cubrir necesidades inmediatas.
5	El jefe de tesorería revisa documentos a pagar registrados y provisionados en sistema.	ERP: Validación automática de documentos provisionados. RPA: Verificación de documentos pendientes de pago.	Agilizar la revisión y asegurar la precisión de los documentos.
6	Para pagos no provisionados, se solicita autorización por correo o liberación de fondos a Finanzas.	CRM: Seguimiento y gestión de autorizaciones. ERP: Integración automática con Finanzas para liberación de fondos.	Asegurar un flujo eficiente de autorizaciones y fondos.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
7	El jefe de tesorería emite cheque o procesa la transferencia bancaria.	RPA: Automatización de emisión de cheques y transferencias. Blockchain: Seguridad en transacciones bancarias.	Optimizar la emisión de pagos y asegurar su seguridad.
8	Recepción de contabilidad realiza reporte semanal de pagos y lo entrega a jefe de créditos y cobros.	BI: Generación automatizada de reportes. ERP: Seguimiento del estado de pagos y reportes consolidados.	Asegurar transparencia y trazabilidad de los pagos realizados.
9	Se realiza un reporte para transferencias entre bancos para control.	ERP: Registro centralizado de transferencias interbancarias. BI: Análisis de transferencias y control.	Asegurar el control adecuado de transferencias y minimizar errores.
10	El jefe de tesorería traslada comprobantes de pago al auxiliar contable para registro y verificación.	CMMS (ERP): Almacenamiento digital de comprobantes. ERP: Verificación y registro automatizado de pagos.	Facilitar el registro y asegurar la trazabilidad financiera.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 77.

Herramientas 4.0 en Proceso de Facturación

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	El área de contabilidad recibe la hoja de pedido con las especificaciones del área de ventas.	ERP: Registro automático del pedido y su integración con contabilidad. CRM: Gestión centralizada de los detalles del cliente y del pedido.	Garantizar que las órdenes de ventas estén correctamente integradas con el área contable.
2		ERP: Consulta automatizada del estado de la cuenta del cliente.	

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
	El administrador de venta local verifica con el jefe de tesorería y créditos y cobros el estatus de cuenta del cliente.	BI: Alertas automáticas en caso de cuentas en mora.	Agilizar la verificación de cuentas y evitar errores en la gestión de crédito.
3	Si el cliente no está al día, se envía correo notificando que el despacho no procede y se inicia la gestión de cobro.	RPA: Automatización del envío de notificaciones por correo. CRM: Seguimiento de cuentas en mora y alertas al equipo de ventas.	Optimizar la gestión de cuentas pendientes y coordinar acciones correctivas.
4	Se emite comprobante de compra al área de ventas para su traslado al cliente.	ERP: Generación automática de comprobantes de compra. Blockchain: Asegurar la integridad y trazabilidad de los comprobantes emitidos.	Garantizar la transparencia y seguridad de las transacciones.
5	Mensualmente, el administrador de venta local concilia mediante reporte a contabilidad la facturación al cierre del mes.	ERP: Conciliación automatizada de facturación y reportes mensuales. BI: Visualización de discrepancias en los datos para su rápida resolución.	Facilitar el cierre de mes y asegurar que los datos estén alineados entre ventas y contabilidad.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 78.*Herramientas 4.0 en Proceso de Créditos y Cobros*

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Se entregan las facturas de proveedores al jefe de tesorería y créditos y cobros.	ERP: Recepción y registro automatizado de facturas. Blockchain: Asegura la integridad de las facturas recibidas.	Optimizar la gestión y trazabilidad de facturas.
2	Verifican que la factura cuente con el visto bueno del área que recibió el producto/servicio. Si no lo tiene, se devuelve al área.	RPA: Automatización de verificación de aprobación de facturas. ERP: Flujo automatizado de devolución y seguimiento de aprobaciones.	Agilizar la verificación y evitar retrasos en pagos.
3	El jefe de tesorería y créditos y cobros calendariza pagos según vencimiento.	ERP: Programación automática de pagos con alertas de vencimiento. BI: Análisis de vencimientos y optimización del flujo de pagos.	Garantizar que los pagos se realicen de manera oportuna.
4	Se revisan los pagos a realizar y se coordina según flujo de efectivo y necesidades inmediatas.	BI: Análisis predictivo del flujo de caja. ERP: Priorización automatizada de pagos.	Optimizar la gestión del efectivo para cubrir necesidades inmediatas.
5	El jefe de tesorería revisa documentos a pagar registrados y provisionados en sistema.	ERP: Validación automática de documentos provisionados. RPA: Verificación de documentos pendientes de pago.	Agilizar la revisión y asegurar la precisión de los documentos.
6	Para pagos no provisionados, se solicita autorización por correo o liberación de fondos a Finanzas.	CRM: Seguimiento y gestión de autorizaciones. ERP: Integración automática con Finanzas para liberación de fondos.	Asegurar un flujo eficiente de autorizaciones y fondos.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
7	El jefe de tesorería emite cheque o procesa la transferencia bancaria.	RPA: Automatización de emisión de cheques y transferencias. Blockchain: Seguridad en transacciones bancarias.	Optimizar la emisión de pagos y asegurar su seguridad.
8	Recepción de contabilidad realiza reporte semanal de pagos y lo entrega a jefe de créditos y cobros.	BI: Generación automatizada de reportes. ERP: Seguimiento del estado de pagos y reportes consolidados.	Asegurar transparencia y trazabilidad de los pagos realizados.
9	Se realiza un reporte para transferencias entre bancos para control.	ERP: Registro centralizado de transferencias interbancarias. BI: Análisis de transferencias y control.	Asegurar el control adecuado de transferencias y minimizar errores.
10	El jefe de tesorería traslada comprobantes de pago al auxiliar contable para registro y verificación.	CMMS (ERP): Almacenamiento digital de comprobantes. ERP: Verificación y registro automatizado de pagos.	Facilitar el registro y asegurar la trazabilidad financiera.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 79.

Herramientas 4.0 en Proceso de Soporte Técnico

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Gestión de la tecnología de la información, administración de sistemas y servicios tecnológicos.	ERP: Gestión centralizada de sistemas y servicios. BI: Monitoreo del desempeño de TI.	Asegurar una administración eficiente y supervisión del rendimiento.
2		Software de Help Desk: Registro y gestión de solicitudes de soporte.	

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
3	Dirigir el área de soporte técnico y <i>Help Desk</i> para brindar asistencia a los usuarios.	Chatbots: Resolución automática de consultas básicas.	Mejorar la eficiencia del soporte y reducir tiempos de respuesta.
	Registro de cada incidencia en un sistema de <i>tiques</i> .	Sistema de gestión de tiques (ITSM): Seguimiento del estado y resolución de incidencias.	Asegurar la trazabilidad de las solicitudes de soporte.
4	Proveer asistencia remota a los usuarios.	Software de asistencia remota: Solución de problemas a distancia. RPA: Automatización de tareas repetitivas de soporte.	Reducir tiempos de inactividad y evitar desplazamientos.
5	Resolver problemas reportados por los usuarios.	AI: Diagnóstico automático de problemas comunes. CMMS: Seguimiento de mantenimiento de sistemas.	Optimizar la resolución de problemas técnicos.
6	Determinar si el problema ha sido resuelto y, si no, tomar medidas adicionales.	BI: Monitoreo de la resolución de incidencias. Chatbots: Seguimiento automatizado de problemas no resueltos.	Garantizar que se tomen acciones correctivas adecuadas.
7	Cierre del <i>tique</i> en el sistema una vez resuelto.	Sistema de gestión de tiques (ITSM): Registro automático de cierre de <i>tiques</i> .	Facilitar la gestión eficiente del ciclo de soporte.
8	Almacenar información y detalles del <i>tique</i> para futuras referencias.	Almacenamiento en la nube: Archivado seguro y accesible de registros.	Garantizar la trazabilidad y auditoría de las incidencias.
9	Evaluar si es necesario hacer ajustes adicionales.	BI: Análisis de los resultados de las incidencias resueltas. AI: Sugerencias proactivas de mejora.	Identificar áreas de oportunidad para evitar futuros problemas.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
10	Análisis de requisitos necesarios para sistemas o herramientas en desarrollo.	AI: Identificación de necesidades a partir de datos históricos. ERP: Gestión de requerimientos en proyectos de TI.	Optimizar el desarrollo de sistemas con análisis precisos.
11	Desarrollo y mejora de herramientas y sistemas.	RPA: Automatización de tareas de desarrollo. BI: Seguimiento del progreso del desarrollo.	Garantizar que el desarrollo se mantenga alineado con los objetivos.
12	Pruebas de herramientas para asegurar integración y funcionamiento.	Simulación (gemelos digitales): Verificación de la integración. IoT: Monitoreo en tiempo real durante las pruebas.	Validar la funcionalidad e integración antes del lanzamiento.
13	Decidir si las pruebas fueron exitosas y, si no, realizar ajustes.	BI: Reportes de resultados de pruebas. AI: Sugerencias de ajustes necesarios.	Garantizar que el sistema esté listo para su implementación.
14	Implementación y puesta en funcionamiento de sistemas.	ERP: Gestión del proceso de implementación. IoT: Monitoreo de desempeño post-implementación.	Asegurar una implementación eficiente y sin interrupciones.
15	Evaluación de seguridad de los sistemas implementados.	Ciberseguridad: Detección de amenazas y vulnerabilidades. Firewall: Protección contra accesos no autorizados.	Garantizar la seguridad de los sistemas implementados.
16	Monitoreo para detectar amenazas cibernéticas.	SIEM: Monitoreo continuo de amenazas. BI: Análisis de patrones de seguridad.	Prevenir incidentes cibernéticos antes de que ocurran.
17		IAM: Gestión de identidades y accesos.	

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
	Identificación de accesos no autorizados al sistema.	Ciberseguridad: Detección y bloqueo de accesos sospechosos.	Proteger los sistemas contra intrusiones.
18	Análisis de vulnerabilidades en el sistema.	SIEM: Detección automática de vulnerabilidades.	Anticipar y mitigar riesgos potenciales.
		IA: Análisis predictivo de riesgos.	
19	Implementación de medidas correctivas si se detectan vulnerabilidades.	RPA: Automatización de parches de seguridad.	Asegurar la integridad de los sistemas mediante acciones correctivas.
		Firewall: Actualización de reglas de seguridad.	
20	Monitoreo continuo y evaluación de medidas implementadas.	BI: Seguimiento de la efectividad de las medidas.	Garantizar que los sistemas se mantengan seguros y operativos.
		SIEM: Monitoreo de seguridad en tiempo real.	

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 80.

Herramientas 4.0 en Proceso de Análisis de Mercado y Ventas

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Recopilación y almacenamiento de datos necesarios para el proceso.	Big Data: Recolección y almacenamiento masivo de datos.	Facilitar la recopilación eficiente de datos relevantes para el mercado.
		IoT: Captura automática de datos en tiempo real desde dispositivos conectados.	

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
2	Almacenamiento de los datos recopilados.	Computación en la nube: Almacenamiento seguro y accesible de grandes volúmenes de datos. ERP: Integración de los datos de ventas y <i>marketing</i> .	Asegurar acceso rápido y seguro a la información para su análisis.
3	Análisis e interpretación de datos almacenados.	BI: Generación de reportes y <i>dashboards</i> . Machine Learning: Identificación de patrones y predicciones de comportamiento de mercado.	Obtener información útil para la toma de decisiones estratégicas.
4	Toma de decisión sobre si la cantidad de datos es suficiente; de no ser así, repetir la recopilación.	BI: Alertas automáticas sobre datos insuficientes. IA: Sugerencias de fuentes adicionales de datos.	Optimizar la recolección continua de datos para el análisis.
5	Elaboración de reporte e implementación de acciones necesarias basadas en el análisis.	BI: Reportes automáticos con indicadores clave de mercado. ERP: Monitoreo del progreso en la implementación de acciones.	Facilitar la ejecución eficiente de estrategias basadas en datos.
6	Gestión del proceso de ventas basado en la información obtenida.	CRM: Seguimiento de las relaciones con los clientes. BI: Priorización de oportunidades de venta.	Mejorar la eficiencia en la administración del proceso de ventas.
7	Prospección y calificación de posibles clientes u oportunidades de venta.	AI: Identificación de clientes potenciales con alto valor. CRM: Gestión automatizada de leads.	Aumentar la precisión en la prospección y calificación de clientes.
8		CRM: Almacenamiento de propuestas personalizadas.	

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
	Presentación y propuesta a clientes potenciales.	Plataformas colaborativas: Presentaciones virtuales efectivas.	Facilitar el contacto y presentación con clientes a distancia.
9	Decisión sobre la aceptación de la propuesta; si no es aceptada, se procede a revisión.	IA: Sugerencias de ajustes en las propuestas.	Aumentar las probabilidades de aceptación de propuestas.
10	Revisión y ajuste de propuestas.	CRM: Seguimiento de propuestas rechazadas.	Optimizar el proceso de ajuste de propuestas.
		BI: Análisis de propuestas anteriores para identificar mejoras.	
		RPA: Automatización de modificaciones rutinarias.	
11	Negociación y cierre de la venta.	CRM: Registro de acuerdos y términos de negociación.	Asegurar la gestión eficiente del cierre de ventas.
		Chatbots: Soporte automatizado durante la negociación.	
12	Postventa: seguimiento y soporte tras la venta.	CRM: Gestión de actividades de postventa.	Mejorar la satisfacción y fidelización del cliente.
		Chatbots: Resolución automatizada de consultas postventa.	
13	Análisis del proceso postventa para identificar mejoras.	BI: Reportes de desempeño del proceso postventa.	Optimizar el proceso postventa y asegurar la satisfacción del cliente.
		IA: Sugerencias de mejoras basadas en análisis de datos.	
14	Almacenamiento de datos y resultados del análisis postventa.	Computación en la nube: Almacenamiento seguro de datos postventa.	Facilitar el acceso a los datos para futuras auditorías y análisis.
		ERP: Integración de resultados en el sistema general de gestión.	

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
15	Conclusión del proceso con el almacenamiento final de datos.	ERP: Registro automatizado de cierre de procesos. BI: Monitoreo de datos históricos para análisis continuo.	Asegurar la trazabilidad y disponibilidad de datos para futuros análisis.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 81.

Herramientas 4.0 en Recursos Humanos

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Publicación de vacantes para atraer a posibles candidatos.	ATS (Applicant Tracking System): Publicación automática en múltiples plataformas. Marketing digital: Promoción de vacantes en redes sociales y sitios web.	Aumentar el alcance de las vacantes y atraer más candidatos cualificados.
2	Recolección de solicitudes de candidatos interesados.	ATS: Centralización y gestión automatizada de aplicaciones recibidas. CRM: Seguimiento de las solicitudes de los candidatos.	Optimizar la gestión de solicitudes y asegurar una evaluación eficiente.
3	Evaluación de candidatos según los requisitos del puesto.	IA: Evaluación automática de competencias y filtrado de currículums. RPA: Automatización de procesos de evaluación inicial.	Acelerar el proceso de selección y reducir errores humanos.
4	Decisión sobre la calificación de los candidatos; si no califican, se vuelven a evaluar.	BI: Reportes sobre la calidad de los candidatos en cada fase del proceso. CRM: Gestión del pipeline de talento.	Asegurar un proceso eficiente de selección y seguimiento de candidatos.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
5	Realización de la selección final de los candidatos cualificados.	ATS: Soporte para entrevistas estructuradas y evaluación comparativa. IA: Sugerencias basadas en datos históricos para la selección final.	Facilitar la toma de decisiones basadas en datos.
6	Contratación de candidatos seleccionados.	ERP: Integración automática de los nuevos empleados en el sistema. Firma digital: Formalización de contratos sin necesidad de documentos físicos.	Acelerar el proceso de contratación y asegurar la trazabilidad documental.
7	<i>Onboarding</i> : integración de los nuevos empleados en la empresa.	Plataformas de gestión de RR.HH.: Asignación de tareas de integración. Realidad aumentada (AR): <i>Onboarding</i> virtual interactivo.	Mejorar la experiencia del empleado desde el inicio.
8	Seguimiento y evaluación del desempeño de los nuevos empleados.	BI: Análisis del desempeño en tiempo real. CRM: Seguimiento personalizado del progreso del empleado.	Facilitar una gestión efectiva del desempeño.
9	Formación y desarrollo continuo de los empleados.	LMS (Learning Management System): Gestión de programas de formación. IA: Personalización de rutas de aprendizaje según necesidades individuales.	Asegurar un aprendizaje efectivo y alineado con los objetivos.
10	Análisis de necesidades de formación y desarrollo.	BI: Identificación de brechas de competencias. IA: Recomendación de programas de formación relevantes.	Optimizar los programas de desarrollo en función de necesidades específicas.
11	Diseño de programas basados en el análisis de necesidades.	IA: Automatización en la creación de programas personalizados. LMS: Gestión estructurada de los programas diseñados.	Asegurar la alineación de los programas con los objetivos empresariales.

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
12	Implementación de los programas de formación y desarrollo.	LMS: Monitoreo de la participación y progreso. RPA: Automatización de inscripciones y notificaciones.	Facilitar la implementación eficiente de los programas.
13	Evaluación de resultados de los programas implementados.	BI: Análisis de impacto del aprendizaje en el desempeño. IA: Predicción de mejoras a partir del análisis de datos.	Evaluar la efectividad de los programas formativos.
14	Toma de decisión sobre el cumplimiento de los objetivos del programa; si no se cumple, ajustar los programas.	BI: Reportes de desempeño y análisis de cumplimiento. RPA: Automatización de ajustes menores en programas.	Asegurar la mejora continua de los programas de desarrollo.
15	Aprobación del proceso de formación y desarrollo.	ERP: Registro automático de programas aprobados. BI: Monitoreo del impacto a largo plazo.	Facilitar la formalización y seguimiento de los programas aprobados.
16	Identificación de nuevas necesidades de formación y desarrollo.	BI: Análisis predictivo de brechas futuras. IA: Recomendaciones automáticas para necesidades emergentes.	Garantizar que la formación siga siendo relevante y actualizada.
17	Almacenamiento de datos y resultados para futuras referencias.	Almacenamiento en la nube: Gestión segura de información histórica. ERP: Integración de resultados en la gestión general de RR.HH.	Facilitar el acceso a la información para auditorías y análisis futuros.

Fuentes: IBM (2024).

Tabla 82.

Herramientas 4.0 en Proceso de Gestión de Nóminas

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
1	Recopilación de datos de empleados.	ERP: Recolección automatizada de datos de empleados. RPA: Automatización de la recopilación de datos desde diferentes fuentes.	Asegurar la precisión y eficiencia en la recolección de datos para la nómina.
2	Ingreso de datos en el sistema <i>ERP</i> y hojas de cálculo.	ERP: Almacenamiento y gestión centralizada de datos. RPA: Carga automatizada de datos en hojas de cálculo.	Optimizar el manejo de información para cálculos posteriores.
3	Cálculo de pagos para cada empleado.	ERP: Automatización de los cálculos de nómina. IA: Validación predictiva para evitar errores comunes.	Asegurar precisión y reducir tiempos de procesamiento.
4	Verificación de errores en los cálculos realizados.	BI: Reportes de validación con indicadores clave. RPA: Automatización de revisiones y auditorías preliminares.	Detectar y minimizar errores antes del procesamiento final.
5	Corrección de errores antes del procesamiento final.	RPA: Automatización de correcciones menores. ERP: Actualización automática de registros corregidos.	Reducir tiempos de corrección y asegurar integridad de datos.
6	Procesamiento final de los pagos.	ERP: Ejecución automatizada del proceso final de nómina. Blockchain: Registro seguro y trazable de transacciones.	Garantizar la transparencia y seguridad de los pagos.
7		BI: Monitoreo de transacciones y validación de pagos.	

N.º	Actividades	Herramienta de Industria 4.0	Propósito de las herramientas
8	Revisión y confirmación de pagos.	IA: Alertas en tiempo real sobre posibles anomalías.	Garantizar que los pagos sean correctos antes de la distribución.
	Distribución de pagos mediante diferentes métodos.	ERP: Gestión integrada de pagos bancarios y cheques.	Facilitar la distribución eficiente y oportuna de los pagos.
		RPA: Automatización del envío de transferencias.	
9	Generación de informes detallados de pagos realizados.	BI: Creación automática de reportes personalizados.	Facilitar el análisis y toma de decisiones basadas en datos.
		ERP: Integración de informes en el sistema general de gestión.	
10	Almacenamiento de datos para referencias futuras o auditorías.	Computación en la nube: Almacenamiento seguro de datos históricos.	Garantizar la trazabilidad y accesibilidad de la información.
		ERP: Registro centralizado de información accesible para auditorías.	

Fuentes: IBM (2024).

Dado que la digitalización y automatización de los procesos implica un manejo masivo de información sensible, será imprescindible implementar tecnologías avanzadas de ciberseguridad como las siguientes:

Tabla 83.

Aplicación de Herramientas de la Industria 4.0 para Ciberseguridad

Tecnología	Descripción
1. Encriptación de extremo a extremo	Cifra los datos durante su transmisión para evitar accesos no autorizados.
2. Inteligencia Artificial (IA) aplicada a la ciberseguridad	Detecta amenazas y patrones anómalos en tiempo real.
3. Autenticación multifactorial (MFA)	Añade capas de verificación para asegurar que solo usuarios legítimos accedan al sistema.
4. Sistemas de gestión de identidades (IAM)	Controla y administra los accesos de usuarios en la red de manera segura.
5. <i>Firewalls</i> de nueva generación (NGFW)	Inspeccionan el tráfico en múltiples capas para detectar amenazas complejas.
6. Sistemas de detección y prevención de intrusiones (IDS/IPS)	Monitorizan el tráfico y bloquean intentos de intrusión.
7. <i>Zero Trust Architecture</i> (ZTA)	Modelo que valida continuamente la identidad y el contexto antes de otorgar acceso.
8. <i>Backup's</i> cifrado en la nube	Realiza copias seguras de datos críticos con cifrado para garantizar su recuperación.

Fuente: Elaboración propia.

La implementación de tecnologías 4.0 en los procesos de las empresas del sector plástico pretende abordar los problemas comunes de El Salvador, como la baja productividad, la falta de flexibilidad, altos márgenes de error y deficiencias en ciberseguridad. Esta propuesta se enfoca en la adopción de tecnologías 4.0, que abarcan la digitalización, la automatización de procesos y el fortalecimiento de la seguridad digital.

- 1. Mejora de la productividad y eficiencia:** La digitalización y automatización de los procesos, mediante la implementación de sistemas de gestión digital y maquinaria automatizada, optimizarán los flujos de trabajo y facilitarán una toma de decisiones informadas.
- 2. Aumento de la flexibilidad:** La introducción de tecnologías 4.0, como la fabricación aditiva (impresión 3D), el Internet de las Cosas (*IoT*) y la inteligencia artificial (IA), permitiría a las empresas adaptarse rápidamente a las demandas del mercado, mejorando así su capacidad de personalización de productos. Estas tecnologías facilitan la producción de piezas y productos personalizados de manera eficiente, lo que permite a las empresas responder con agilidad a las necesidades específicas de sus clientes.
- 3. Reducción de errores y aumento de calidad:** La implementación de sistemas de control de calidad automatizados, utilizando sensores *IoT*, visión artificial, y tecnologías como el aprendizaje automático (*Machine Learning*) y análisis de *Big Data*, ayudaría a mantener altos estándares de calidad. Estas herramientas permiten monitorear en tiempo real los procesos de producción, detectar desviaciones y prever fallas, lo que a su vez reduce la tasa de productos defectuosos y minimiza el desperdicio.
- 4. Fortalecimiento de la ciberseguridad:** Se propone fortalecer las medidas de ciberseguridad mediante la adopción de protocolos avanzados, como el uso de *firewalls* de próxima generación, sistemas de detección y prevención de intrusiones (*IDPS*), y soluciones de encriptación de datos. Además, la implementación de autenticación multifactorial (*MFA*) y la capacitación del personal en prácticas de seguridad digital, como la gestión de contraseñas y la identificación de ataques de *phishing*, ayudarán a reducir las vulnerabilidades y proteger datos críticos.

5. **Evaluaciones tecnológicas:** Establecer evaluaciones tecnológicas regulares facilitaría la identificación de áreas de mejora y fomentaría una cultura de innovación dentro de las empresas, preparándolas para enfrentar los desafíos del mercado.

En conjunto, la implementación de tecnologías 4.0 propone un enfoque integral para transformar las operaciones de las empresas del sector plástico en El Salvador, permitiéndoles pasar de procesos tradicionales a procesos avanzados. Este cambio no solo mejorará su competitividad, sino que también garantizará un crecimiento sostenible en un entorno industrial en constante evolución.

9.4.3.2.2. Selección de Tecnologías por Área

A continuación, se presenta una tabla con una nomenclatura de colores por cada área y siete niveles de prioridad según la importancia que tiene cada tecnología en conformidad al área en la cual se aplicará:

Tabla 84.

Nomenclatura de Selección de Tecnologías por Áreas

Color	Área	Color	Área
Amarillo	Administración y Finanzas	Aqua	Recursos Humanos
Oro	Mantenimiento	Verde claro	TI
Azul	Operaciones	Lavanda	Ventas
Gris	Producción		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 85.

Importancia de Tecnologías por Área

Tecnología	Prioridad por Área						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Sistema ERP	Administración	Finanzas	Operaciones	Producción/ Mantenimiento	Ventas	Recursos Humanos	TI
2. Sistema de Business Intelligence	Administración	Finanzas	Ventas	Operaciones			
3. Uso de Big Data para tareas de mantenimiento	Mantenimiento	Operaciones					
4. Código de Barras (RFID)	Operaciones	Mantenimiento	Producción				
5. Sistema de administración de muelles	Operaciones						
6. Sistema de gestión de almacenes (WMS)	Operaciones	Mantenimiento					
7. Uso de IoT para la gestión de la cadena de suministro	Operaciones						

Tecnología	Prioridad por Área						
	1	2	3	4	5	6	7
8. Uso de máquinas automáticas para acabados y empaque de productos	Producción						
9. Uso de máquinas automáticas de fabricación	Producción						
10. Impresión 3D	Producción						
11. Uso de <i>robots</i> industriales colaborativos	Producción	Mantenimiento					
12. Uso de <i>PLC's (Programmable Logic Controllers)</i>	Producción	Mantenimiento					
13. Uso de <i>IoT</i> para monitoreo en tiempo real de maquinaria	Producción	Mantenimiento					
14. Sistema de sensores	Producción	Mantenimiento					
15. Sistema <i>MES</i>	Producción	Operaciones					
16. Simulación de procesos (gemelos digitales)	Producción	Mantenimiento					
17. Indicadores luminosos y de voz	Producción	Operaciones	Mantenimiento				
18. Sistema <i>ATS</i>	Recursos Humanos						
19. Plataformas de gestión de RR.HH. y de aprendizaje	Recursos Humanos						
20. Uso de tecnología Realidad Aumentada y Virtual para entrenamiento	Recursos Humanos	Mantenimiento	Producción				
21. Almacenamiento local	TI	Administración					
22. <i>Help Desk</i>	TI	Administración					
23. Gestión de identidades y accesos (<i>IAM</i>)	TI	Recursos Humanos					
24. Recuperación de datos	TI						
25. Seguridad de la red	TI						
26. Ciberseguridad	TI						
27. Protección de datos	TI						
28. Computación en la nube	TI						
29. <i>Software</i> de asistencia remota	TI						
30. Sistema de gestión de <i>tiques</i>	TI	Operaciones	Mantenimiento				

Tecnología	Prioridad por Área						
	1	2	3	4	5	6	7
31. Implementación de soluciones de <i>Big Data</i> para optimizar operaciones	TI	Operaciones	Producción				
32. <i>Machine Learning</i>	TI	Producción	Operaciones				
33. Uso de Inteligencia Artificial	TI	Producción/ Mantenimiento	Operaciones	Administración/ Recursos Humanos	Ventas	Finanzas	
34. Nivel de interoperabilidad entre sistemas y maquinaria	TI	Producción	Operaciones				
35. Conectividad 5G	TI	Producción/ Mantenimiento	Operaciones	Administración/ Recursos Humanos	Ventas	Finanzas	
36. <i>Chatbots</i>	Ventas	TI	Recursos Humanos				
37. <i>Marketing</i> digital	Ventas						

Fuente: Elaboración propia.

Tecnologías y Herramientas para el Área de Producción

Enfocada en optimizar los procesos de manufactura, esta sección orienta la aplicación de tecnologías como *IoT*, sensores avanzados y sistemas *MES* para aumentar la eficiencia, reducir costos y asegurar la calidad en cada etapa de producción.

Tabla 86.

Selección Tecnológica en Producción

Tecnologías/ Herramientas	Criterios de Selección	Factores de priorización	Área de Aplicación
1. Internet de las Cosas (<i>IoT</i>)	• Compatibilidad con las máquinas de inyección y equipos de extrusión para monitoreo de presión, velocidad y temperatura. • Capacidad para recolectar datos en tiempo real de los equipos de termoformado y asegurar la correcta distribución de calor. • Interoperabilidad con sistemas de control y monitoreo en la maquinaria de soplado y en el área de reciclaje para seguimiento continuo.	• Para controlar automáticamente procesos básicos en la producción, como el arranque, la parada y la gestión de ciclos repetitivos. • Proporciona el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real. Conectado a 5G, <i>IoT</i> permite la supervisión continua de equipos y procesos, que es esencial para habilitar el uso de <i>Big Data</i>, Mantenimiento Predictivo y análisis de producción.	• Extrusión. • Moldeo por Inyección. • Termoformado.
2. Sensores Avanzados	• Precisión y especificidad de sensores según los parámetros críticos de cada área. • Compatibilidad con el equipo y el sistema de control en cada proceso. • Interoperabilidad con sistemas <i>IoT</i> y <i>MES</i> para transmisión de datos en tiempo real.	• Monitoreo de presión y temperatura en las áreas Extrusión e Inyección. • Probar sensores de grosor y presión en Moldeo. • Evaluar la precisión de sensores para la clasificación y monitoreo de materiales en Reciclaje.	• Extrusión. • Moldeo por Inyección. • Termoformado.

Tecnologías/ Herramientas	Criterios de Selección	Factores de priorización	Área de Aplicación
3. <i>Big Data</i>	• Capacidad de procesamiento de grandes volúmenes de datos para identificar patrones de producción y calidad. • Herramientas analíticas que puedan adaptarse a los datos específicos de cada proceso. • Compatibilidad y escalabilidad para soportar el volumen de datos.	• Facilita el análisis masivo de datos, proporcionando insights que optimizan los procesos de producción y permiten una toma de decisiones informada por medio de datos históricos y en tiempo real para cada área.	• Todas las áreas productivas.
4. Inteligencia Artificial (IA)	• Capacidad de optimización y ajuste de parámetros en cada proceso específico, como control de calidad en Termoformado. • Compatibilidad con sensores y sistemas de visión artificial en cada área. • Facilidad de integración con los datos de producción de cada proceso.	• Procesa y analiza los datos recopilados para optimizar los procesos en tiempo real, mejorar la eficiencia y predecir problemas potenciales. Es fundamental en la toma de decisiones para el ajuste de parámetros en producción.	• Termoformado • Moldeo por Inyección. • Moldeo por Soplado.
5. <i>Machine Learning</i>	• Capacidad de análisis de datos históricos y en tiempo real para la optimización en cada área. • Interoperabilidad con <i>IoT</i>, <i>Big Data</i> y sistemas de control en cada proceso. • Facilidad de ajuste y escalabilidad.	• Alimentado por IA y <i>Big Data</i>, el <i>Machine Learning</i> mejora la precisión en el análisis de datos históricos y permite anticipar patrones, lo cual es crucial para la optimización de procesos y el ajuste proactivo de parámetros.	• Extrusión • Moldeo por Inyección. • Moldeo por Soplado. • Calandrado.
6. Sistemas de Ejecución de Manufactura (<i>MES</i>)	• Capacidad de monitoreo y control en tiempo real para cada área de producción. • Integración con <i>ERP</i> y sistemas de control de cada proceso. • Escalabilidad para ajustarse al crecimiento de la producción. • Monitorizar procesos productivos en tiempo real para reducir pérdidas y contribuir a la sostenibilidad.	• Permite monitorizar todas las operaciones, asegurando que se ejecuten de acuerdo con los estándares establecidos. Se prioriza sobre el <i>ERP</i>, ya que proporciona un control detallado de las operaciones productivas, mientras que el <i>ERP</i> se centra en la gestión integral y administrativa de la empresa.	• Todas las áreas productivas.

Tecnologías/ Herramientas	Criterios de Selección	Factores de priorización	Área de Aplicación
7. Sistemas de Gestión de Inventarios (ERP)	• Capacidad de gestión de inventarios de materias primas y productos terminados para cada área. • Compatibilidad con sistemas <i>MES</i> y <i>CRM</i> para integración de datos. • Facilidad de personalización según los requerimientos de cada área.	• Asegura la disponibilidad de materiales y optimiza el inventario, apoyando la planificación de producción y la coordinación con otras áreas, como compras y finanzas. Sin embargo, dado que su enfoque es más administrativo y el <i>MES</i> se concentra en la producción, se considera que el <i>MES</i> es más inmediato para la operatividad en planta.	• Extrusión. • Moldeo por Inyección.
8. Automatización Robótica	• Capacidad de carga y precisión necesaria en cada proceso, como el manejo de piezas en Moldeo por Soplado. • Compatibilidad con el espacio de trabajo en cada área y requisitos de seguridad. • Facilidad de programación y mantenimiento.	• La automatización robótica permite realizar tareas repetitivas de manera eficiente y precisa, reduciendo errores y aumentando la productividad en áreas como manejo de materiales y ensamblaje.	• Moldeo por Soplado. • Inyección.
9. Robótica Colaborativa	• Capacidad de carga y versatilidad para tareas de cada proceso. • Compatibilidad con las operaciones y espacios de trabajo en cada área. • Seguridad y ergonomía para la interacción con el personal.	• Permite a los <i>robots</i> interactuar de manera segura con los operarios, optimizando tareas que requieren precisión manual y colaborativa. Es esencial en procesos donde la flexibilidad humana es complementada por la precisión robótica.	• Moldeo por Soplado. • Inyección.
10. Inteligencia de Negocios (BI)	• Capacidad de integración con bases de datos de producción. • Herramientas analíticas y de visualización que permitan comprender el rendimiento en cada proceso. • Escalabilidad y personalización según las necesidades de cada área.	• Permite el análisis de indicadores clave de rendimiento, lo cual es vital para evaluar y optimizar el desempeño general de producción, incluyendo costos, eficiencia y calidad.	• Todas las áreas productivas.

Tecnologías/ Herramientas	Criterios de Selección	Factores de priorización	Área de Aplicación
11. Realidad Aumentada (AR)	• Capacidades de visualización y soporte en tiempo real para mantenimiento y capacitación. • Compatibilidad con sistemas de control y documentación técnica de cada área. • Facilidad de uso para el equipo de operaciones en cada área.	• Facilita la capacitación y la asistencia técnica, mejorando la eficiencia del personal y reduciendo el tiempo necesario para la resolución de problemas en planta y para guiar mantenimiento y reparación de equipos.	• En todas las áreas productivas.
12. Realidad Virtual (VR)	• Capacidad para simulaciones y entrenamiento en entorno virtual, especialmente en áreas de riesgo. • Compatibilidad con equipos y procesos de cada área de producción. • Facilidad de implementación y uso para el personal operativo.	• Facilita la capacitación y simulación sin interrumpir el flujo de trabajo, preparando al personal para escenarios específicos en producción sin afectar la operatividad.	• En todas las áreas productivas.
13. Gemelos Digitales	• Capacidad de representar digitalmente el proceso de producción en cada área. • Interoperabilidad con los sistemas de control de cada proceso. • Flexibilidad y precisión para simular y optimizar diferentes áreas de producción.	• Permiten simular y probar cambios en procesos productivos sin afectar la producción real, facilitando la planificación y la implementación de mejoras de forma segura.	• Extrusión. • Moldeo por Inyección. • Moldeo por Soplado.
14. Ciberseguridad	• Capacidad para proteger datos sensibles y sistemas de control en cada área. • Compatibilidad con los sistemas de producción y gestión de datos. • Facilidad de monitoreo y escalabilidad para cubrir todas las necesidades de la planta.	• Proteger los sistemas y la información de la planta es crítico para mantener la operatividad. La ciberseguridad asegura que la infraestructura digital funcione sin interrupciones.	• En todas las áreas productivas.

Tecnologías/ Herramientas	Criterios de Selección	Factores de priorización	Área de Aplicación
15. <i>Blockchain</i>	• Capacidad para asegurar trazabilidad y transparencia en la cadena de suministro. • Compatibilidad con los sistemas de gestión de materiales de cada área. • Seguridad de datos y autenticidad de los registros.	• Proporciona una trazabilidad confiable y seguridad en la cadena de suministro, asegurando la transparencia y la integridad de los datos en producción y logística.	• Extrusión. • Moldeo por Inyección. • Polimerización. • Revestimiento o recubrimiento.
16. Impresión 3D	• Capacidad para crear prototipos y piezas con materiales específicos para cada área. • Compatibilidad con las especificaciones de proceso y equipos. • Facilidad de uso y mantenimiento.	• Crea prototipos personalizados en Inyección y Moldeo por Soplado, pero su aplicabilidad directa a la producción en masa es más limitada prototipos personalizados en Inyección, Moldeo por Soplado y plantillas en Termoformado, pero su aplicabilidad directa a la producción en masa es más limitada. Se prioriza al final, dado que otras tecnologías cubren necesidades operativas más críticas, pero con respecto a nuevos diseños resulta ser una gran herramienta.	• Moldeo por Inyección. • Moldeo por Soplado.
17. Conectividad 5G	• Capacidad para soportar transmisión de datos en tiempo real para todos los procesos. • Cobertura de red en las áreas de producción. • Interoperabilidad con los sistemas de cada proceso, permitiendo un flujo de datos continuo.	• Como tecnología base, 5G es esencial para habilitar la conectividad entre dispositivos y sistemas en tiempo real. Es la columna vertebral que soporta tecnologías como <i>IoT</i>, <i>IA</i>, y la automatización robótica, facilitando un intercambio de datos ágil y estable.	• Todas las áreas productivas.

Fuente: IBM (2024).

Tecnologías y Herramientas para el Área de Ventas

La selección de tecnologías es muy importante en esta área para transformar la interacción con el cliente y la gestión de datos a través de herramientas como IA y *chatbots*, que ofrecen una experiencia de usuario optimizada y una mayor precisión en la previsión de ventas y análisis de mercado.

Tabla 87.

Selección Tecnológica en Ventas

Tecnologías/ Herramientas	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. <i>Help Desk</i>	• Mejora la resolución y seguimiento de problemas del cliente. • Facilita el registro y manejo de solicitudes de ventas. • Permite generar reportes sobre incidentes y tiempos de resolución.	• Esta tecnología debe implementarse primero porque asegura un servicio de atención eficiente, lo cual es esencial para construir una base sólida de clientes satisfechos. Además, garantiza que el equipo de ventas tenga herramientas de apoyo para gestionar problemas desde el inicio, mejorando la reputación del servicio.
2. <i>Chatbots</i>	• Brinda atención 24/7 a los clientes. • Reduce el tiempo de respuesta en preguntas frecuentes. • Aumenta la capacidad de respuesta sin necesidad de recursos humanos adicionales.	• El <i>chatbot</i> se debe implementar después del <i>Help Desk</i>, ya que complementa el servicio al cliente permitiendo respuestas automáticas inmediatas. Esto ayuda a filtrar las solicitudes que pueden ser resueltas automáticamente, dejando los casos complejos para el equipo de <i>Help Desk</i>, mejorando la eficiencia
3. <i>Marketing Digital</i>	• Aumenta la visibilidad de la marca en el entorno digital. • Facilita la captación de leads a través de estrategias específicas. • Permite el análisis de datos para ajustar campañas en tiempo real.	Se prioriza después de establecer soporte al cliente eficiente porque el <i>marketing</i> digital permite atraer nuevos clientes de forma masiva. Cuando el servicio al cliente gestiona el aumento de solicitudes y nuevos clientes, el <i>marketing</i> digital puede intensificarse para expandir la base de clientes.

Fuente: IBM (2024).

Tecnologías y Herramientas para el Área de TI

Esta área guía la incorporación de tecnologías digitales para optimizar el almacenamiento de datos, mejorar la seguridad y facilitar la gestión de la infraestructura informática. A través de herramientas como ciberseguridad y conectividad 5G, el área de TI garantiza que la transición digital sea robusta, segura y escalable.

Tabla 88.

Selección Tecnológica en TI

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Almacenamiento Local	• Seguridad y control de datos internos: Permite almacenar información crítica en un entorno controlado localmente. • Capacidad de respaldo y redundancia: Asegura la disponibilidad y recuperación de datos importantes. • Compatibilidad con sistemas locales de TI: Facilita una gestión segura y accesible de datos esenciales.	• Establecer almacenamiento local es fundamental para la gestión inicial de datos, proporcionando una base sólida y segura antes de migrar a soluciones en la nube o interconectadas.
2. Protección de Datos	• Cifrado de datos sensibles: Asegura la confidencialidad de información crítica. • Prevención de pérdida de datos (<i>DLP</i>): Protege contra el acceso no autorizado y fuga de información. • Cumplimiento con normativas de seguridad: Garantiza que los datos están protegidos de acuerdo con regulaciones relevantes.	• Implementar protección de datos es esencial para asegurar la integridad y confidencialidad de la información, minimizando riesgos de acceso no autorizado y pérdida de datos.
3. Seguridad de la Red	• Control de accesos a la red y filtrado de contenido: Mejora la protección contra amenazas externas. • Implementación de <i>firewalls</i> y sistemas de detección de intrusos: Refuerza la seguridad perimetral de la red. • Conectividad segura para empleados remotos: Asegura el acceso seguro a la red desde ubicaciones externas.	• La seguridad de red protege la infraestructura y previene accesos no autorizados, siendo crítica para la protección de todos los sistemas y datos de la organización.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
4. Gestión de Identidades y Accesos (<i>IAM</i>)	• Autenticación y permisos basados en roles: Controla el acceso a sistemas y datos críticos. • Autenticación multifactorial (<i>MFA</i>): Refuerza la seguridad de acceso a través de múltiples niveles de verificación. • Centralización del control de identidades: Simplifica la gestión y supervisión de acceso en la organización.	• Implementar <i>IAM</i> asegura que solo personal autorizado tenga acceso a recursos críticos, minimizando riesgos de accesos no autorizados y aumentando la seguridad general.
5. Recuperación de Datos	• Capacidad de <i>backup's</i> y restauración de datos críticos: Asegura la continuidad del negocio en caso de fallos. • Compatibilidad con sistemas locales y en la nube: Facilita la recuperación de datos de diversas fuentes. • Pruebas regulares de recuperación: Asegura que el sistema funcione eficazmente en situaciones de emergencia.	• La recuperación de datos es fundamental para proteger la operación ante posibles pérdidas de datos o fallos del sistema, garantizando que la información crítica siempre pueda ser restaurada.
6. <i>Help Desk</i>	• Registro y gestión de consultas de soporte: Organiza las solicitudes de soporte de manera eficiente. • Seguimiento de incidentes y resolución de problemas: Facilita la atención rápida y efectiva a los usuarios internos. • Escalabilidad para atender múltiples solicitudes: Mejora la capacidad de respuesta ante problemas técnicos.	• Un sistema de <i>Help Desk</i> asegura que los problemas técnicos se resuelvan con rapidez, proporcionando un soporte efectivo al personal de la organización.
7. Sistema de Gestión de <i>Tiques</i>	• Priorización y categorización de <i>tiques</i> de soporte: Facilita la gestión organizada de problemas. • Generación de reportes sobre incidentes: Ayuda a identificar y prevenir problemas recurrentes. • Compatibilidad con el sistema de <i>Help Desk</i>: Permite una integración sinérgica para mejorar el servicio de soporte.	• La gestión de <i>tiques</i> organiza y agiliza el soporte técnico, mejorando la eficiencia del equipo de TI en la resolución de incidentes.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
8. <i>Software</i> de Asistencia Remota	• Capacidad de resolver problemas técnicos a distancia: Reduce tiempos de respuesta al permitir la asistencia remota. • Conexiones seguras y confiables: Asegura la protección de datos durante la asistencia remota. • Compatibilidad con dispositivos y sistemas de la empresa: Asegura un acceso efectivo a los sistemas de soporte.	• La asistencia remota facilita la resolución de problemas sin necesidad de intervención física, permitiendo un soporte técnico rápido y accesible.
9. Computación en la Nube	• Escalabilidad para almacenamiento y procesamiento de datos: Permite ajustar recursos según las necesidades de la organización. • Acceso remoto y colaboración en tiempo real: Mejora la accesibilidad y el trabajo en equipo desde cualquier ubicación. • Capacidad de integración con aplicaciones existentes: Facilita la migración de datos y aplicaciones a la nube.	• La nube permite escalar recursos de manera flexible y segura, facilitando el almacenamiento y procesamiento de datos accesibles en cualquier momento y lugar.
10. Sistema <i>ERP</i>	• Centralización de procesos empresariales: Unifica la gestión de recursos, finanzas y operaciones en un solo sistema. • Optimización de la visibilidad y gestión de datos: Facilita la toma de decisiones informadas. • Compatibilidad con otros sistemas de TI y plataformas: Asegura una interoperabilidad eficaz en toda la organización.	• El <i>ERP</i> consolida la gestión de la empresa, proporcionando una base integrada y centralizada que optimiza la eficiencia y facilita el control operativo.
11. Interoperabilidad entre Sistemas y Maquinaria	• Capacidad de integración entre diferentes plataformas: Asegura que los sistemas de TI y maquinaria se comuniquen eficientemente. • Reducción de duplicidades y errores operativos: Mejora la coherencia y consistencia de los datos. • Soporte para intercambio de datos en tiempo real: Facilita la colaboración y la toma de decisiones basada en datos integrados.	• La interoperabilidad garantiza que todos los sistemas trabajen juntos de manera coherente, optimizando la comunicación y la eficiencia operativa.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
12. Big Data - Operaciones	• Capacidad de analizar datos en grandes volúmenes: Mejora la toma de decisiones a través de insights basados en datos. • Identificación de patrones y tendencias: Optimiza la eficiencia operativa y reduce costos.	• Razón de Priorización: <i>Big Data</i> es fundamental para analizar y optimizar las operaciones, proporcionando una visión detallada que ayuda en la planificación estratégica.
13. Machine Learning	• Capacidad de aprendizaje autónomo y predicción: Permite identificar tendencias y anticipar necesidades operativas. • Optimización de la planificación y asignación de recursos. • Interacción con herramientas de <i>Big Data</i> y análisis predictivo.	• <i>Machine Learning</i> ofrece capacidades predictivas que mejoran la precisión operativa, optimizando la asignación de recursos y la planificación.
14. Uso de Inteligencia Artificial (IA)	• Automatización de procesos y optimización operativa: Mejora la eficiencia y reduce el error humano. • Capacidad de análisis y generación de recomendaciones: Aporta insights valiosos para la toma de decisiones estratégicas. • Compatibilidad con sistemas de gestión y análisis de datos.	• La IA permite la optimización de procesos a través de análisis avanzados, aportando valor estratégico mediante la automatización y la toma de decisiones informadas.
15. Chatbots	• Capacidad de automatizar interacciones y soporte interno: Responde de manera rápida y autónoma a consultas comunes de usuarios. • Disponibilidad continua y accesibilidad: Mejora la experiencia del usuario al ofrecer soporte 24/7. • Integración con sistemas de soporte y gestión de TI.	• Los <i>chatbots</i> mejoran el soporte técnico al automatizar respuestas a consultas frecuentes, proporcionando una asistencia rápida y eficiente a los usuarios.
16. Conectividad 5G	• Reducción de latencia en la transmisión de datos: Mejora la capacidad de respuesta en aplicaciones críticas. • Compatibilidad con <i>IoT</i> y dispositivos móviles. • Soporte para transmisión de datos en tiempo real.	• La conectividad 5G mejora la eficiencia en la transmisión de datos, soportando un entorno de TI robusto y adaptable con alta capacidad de conectividad.

Fuente: Elaboración propia.

Tecnologías y Herramientas para el Área de Operaciones

Enfocado en la cadena de suministro y la logística, el área de operaciones aprovecha la tecnología *IoT* y sistemas de gestión de inventarios para mejorar la visibilidad, reducir los tiempos de respuesta y optimizar los recursos en cada eslabón de la cadena.

Tabla 89.

Selección Tecnológica en Operaciones

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Sistema de Administración de Muelles	• Capacidad de reducir tiempos de espera y mejorar el flujo de productos: Importancia de minimizar cuellos de botella en la entrada y salida de mercancías. • Capacidad de programación y control de citas: Asegura un uso óptimo de los muelles de carga y descarga. • Integración con sistemas logísticos: Mejora la visibilidad del movimiento de mercancías en tiempo real.	• Un sistema de administración de muelles mejora la eficiencia logística, asegurando que la carga y descarga de productos se realice rápida y ordenadamente.
2. Código de Barras y <i>RFID</i>	• Capacidad de mejorar la trazabilidad en la cadena de suministro: Ofrece visibilidad detallada del inventario en todo momento. • Precisión y rapidez en el control de productos: Minimiza errores y facilita la gestión del almacén. • Facilidad de integración con el <i>WMS</i>: Asegura una operación sinérgica con otros sistemas de gestión de inventario. • Optimizar rutas de distribución para reducir la huella de carbono en el transporte de materiales y productos.	• <i>RFID</i> y códigos de barras complementan el <i>WMS</i>, proporcionando una trazabilidad detallada de los inventarios y mejorando la precisión del control de inventarios.
3. Sistema de Gestión de <i>Tiques</i>	• Capacidad de mejorar la eficiencia en la resolución de problemas: Asegura que las solicitudes de incidentes se gestionen de manera ordenada. • Capacidad de priorización de <i>tiques</i>: Facilita la resolución de incidentes críticos con prontitud. • Generación de reportes sobre problemas recurrentes: Ayuda a identificar y solucionar problemas operativos frecuentes.	• Un sistema de gestión de <i>tiques</i> organiza y prioriza las solicitudes de soporte, mejorando la capacidad de respuesta del equipo de operaciones ante incidentes.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
4. Sistema <i>MES</i> (<i>Manufacturing Execution System</i>)	• Supervisión en tiempo real de operaciones productivas. • Control de calidad y trazabilidad de productos. • Interoperabilidad con sistemas de inventario y producción.	• El <i>MES</i> proporciona datos cruciales para optimizar la producción.
5. Uso de <i>IoT</i> para la Gestión de la Cadena de Suministro	• Monitoreo continuo de inventarios y transporte: Proporciona visibilidad sobre el estado de los envíos y el inventario. • Automatización de reabastecimiento y mantenimiento predictivo. • Generación de alertas automáticas. • Optimización de rutas de distribución para reducir la huella de carbono en el transporte de materiales y productos.	• El <i>IoT</i> proporciona una visibilidad completa de la cadena de suministro, mejorando la capacidad de respuesta y optimizando el flujo de materiales.
6. Plataformas de Recolección de Datos	• Centralización de datos operativos: Facilita la consolidación de información de diferentes etapas de la cadena de suministro. • Compatibilidad con <i>IoT</i> y <i>WMS</i>. • Capacidad de generar informes y métricas.	• La recolección de datos permite una visión completa de la operación.
7. Indicadores Luminosos y de Voz	• Capacidad de notificar rápidamente eventos críticos: Mejora la velocidad de respuesta del personal operativo. • Visibilidad y audibilidad en entornos industriales: Facilita una comunicación clara y eficiente en ambientes de trabajo. • Integración con sistemas de monitoreo existentes.	• Mejoran la seguridad y la capacidad de respuesta al notificar de manera rápida y efectiva sobre problemas críticos.
8. Sistema de <i>Business Intelligence</i> (<i>BI</i>)	• Capacidad de analizar grandes volúmenes de datos: Proporciona análisis detallados de <i>KPI's</i> y tendencias. • Visualización y generación de cuadros de mando: Facilita la evaluación de métricas operativas y estratégicas. • Integración con sistemas de recolección de datos y <i>Big Data</i>.	• <i>BI</i> permite analizar datos históricos y actuales, facilitando una toma de decisiones estratégicas y mejorando el rendimiento.
9. <i>Big Data</i> para Optimización de Operaciones	• Criterio de Selección: • Capacidad de identificar patrones en procesos operativos: Aporta insights para optimizar el rendimiento. • Análisis predictivo de eficiencia operativa: Mejora la planificación y la eficiencia general. • Interoperabilidad con <i>BI</i>: Asegura una visión completa de los datos.	• <i>Big Data</i> permite identificar patrones y optimizar operaciones en base a datos masivos, aumentando la precisión y eficiencia de las decisiones.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
10. <i>Big Data</i> para Mantenimiento	• Detección de patrones en el comportamiento de equipos: Mejora la predicción de fallos. • Optimización de la programación de mantenimiento: Reduce el tiempo de inactividad. • Interacción con el sistema de gestión de mantenimiento: Asegura la operatividad y reduce costos de reparación.	• Permite la planificación y optimización del mantenimiento, evitando fallos inesperados y asegurando la confiabilidad de la operación.
11. <i>Machine Learning</i>	• Identificación de tendencias y patrones en la demanda: Aumenta la precisión en el ajuste de la producción. • Compatibilidad con sistemas de análisis de datos.	• <i>Machine Learning</i> mejora la capacidad de predicción y planificación de operaciones.
12. Inteligencia Artificial (IA)	• Criterio de Selección: • Optimización de procesos operativos y logísticos: Mejora la toma de decisiones y la eficiencia operativa. • Análisis predictivo de la cadena de suministro. • Generación de recomendaciones para optimizar inventarios.	• La IA mejora la toma de decisiones a través de análisis avanzados, optimizando la gestión de inventarios y la planificación operativa.
13. Interoperabilidad entre Sistemas y Maquinaria	• Criterio de Selección: • Capacidad de comunicar de forma fluida entre sistemas y equipos: Mejora la eficiencia de la producción al reducir los conflictos entre sistemas. • Reducción de duplicidades y mejora de integración de datos: Asegura que la información esté disponible para todas las áreas. • Capacidad para soportar datos en tiempo real.	• La interoperabilidad es esencial para asegurar que los sistemas y la maquinaria trabajen juntos eficientemente, optimizando el flujo de información y las operaciones.
14. Conectividad 5G	• Optimización de la transmisión de datos en tiempo real: Aumenta la capacidad de respuesta y la conectividad. • Capacidad de conectar dispositivos <i>IoT</i> y plataformas de gestión: Mejora el control y monitoreo remoto de operaciones. • Baja latencia para aplicaciones críticas: Permite un control y monitoreo más preciso y sin demoras.	• La conectividad 5G mejora la transmisión de datos, apoyando la integración de tecnologías avanzadas como <i>IoT</i> y análisis en tiempo real.

Fuente: Elaboración propia.

Tecnologías y Herramientas para el Área de Mantenimiento

Esta sección propone la adopción de tecnologías predictivas, como el análisis de *Big Data* y sensores avanzados, para prever y gestionar el mantenimiento de equipos, mejorando la continuidad operativa y reduciendo los costos de reparaciones inesperadas.

Tabla 90.

Selección Tecnológica en Mantenimiento

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Uso de PLC's (Programmable Logic Controllers)	• Compatibilidad con sistemas actuales: Selección de PLC's que se integren fácilmente con la infraestructura existente. • Capacidad de automatización de procesos repetitivos: Nivel de eficiencia que aporta en la automatización de tareas de mantenimiento estándar. • Escalabilidad para futuras expansiones: Posibilidad de agregar módulos adicionales para gestionar nuevos equipos en el futuro.	• Los PLC son cruciales para establecer automatización básica y reducir la intervención manual, preparando el entorno para tecnologías avanzadas de monitoreo.
2. Sistema de Sensores	• Precisión en la medición de variables críticas: Importancia de la precisión en variables como vibración y temperatura para detectar problemas tempranos. • Resistencia a condiciones ambientales adversas: Adecuación de los sensores para entornos industriales donde hay polvo, humedad o calor. • Facilidad de integración con IoT y PLC: Compatibilidad con sistemas ya existentes y futuras tecnologías de monitoreo en tiempo real.	• Los sensores son la base para el monitoreo de condiciones y ayudan a detectar fallos, siendo fundamentales para el mantenimiento preventivo.
3. Uso de IoT para Monitoreo en Tiempo Real	• Capacidad de conectividad para monitoreo remoto: Evaluación de su efectividad para realizar un monitoreo continuo y ubicuo. • Compatibilidad con plataformas de análisis de datos: Asegura que los datos capturados sean aprovechables para la toma de decisiones en tiempo real. • Escalabilidad para nuevos dispositivos: Flexibilidad para agregar nuevos equipos y sensores en el futuro sin requerir rediseños significativos.	• IoT amplía la capacidad de monitoreo al permitir la conexión y seguimiento en tiempo real de las máquinas, clave para un mantenimiento predictivo y proactivo.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
4. Sistema de Gestión de Almacenes (WMS)	• Optimización del tiempo de reposición de repuestos: Capacidad de gestionar eficientemente el stock de piezas y reducir tiempos de espera. • Compatibilidad con sistemas de identificación <i>RFID</i>: Habilidad de trabajar con etiquetas para automatizar la gestión del inventario. • Capacidad para realizar informes detallados de consumo: Importancia de poder generar reportes sobre uso y frecuencia de repuestos para mejorar la planificación.	• Un <i>WMS</i> especializado asegura la disponibilidad de repuestos, reduce la búsqueda de componentes y mejora la eficiencia del mantenimiento.
5. Uso de <i>Big Data</i> para Tareas de Mantenimiento	• Capacidad de análisis predictivo: Eficiencia en la identificación de patrones y tendencias en el uso y desgaste de equipos. • Compatibilidad con fuentes de datos variadas: Flexibilidad para analizar datos de sensores, <i>PLC</i>, <i>IoT</i>, entre otros. • Capacidad de generar recomendaciones basadas en datos: Nivel de precisión y utilidad de los insights generados para mejorar las estrategias de mantenimiento.	• <i>Big Data</i> permite la planificación avanzada al identificar patrones ocultos en el funcionamiento de los equipos, optimizando el mantenimiento predictivo.
6. Simulación de Procesos (Gemelos Digitales)	• Capacidad de replicar procesos críticos: Eficiencia en la simulación de procesos de mantenimiento y funcionamiento del equipo. • Nivel de detalle en la simulación de fallos: Capacidad de predecir fallos en diferentes escenarios y simular respuestas. • Interoperabilidad con sistemas existentes de monitoreo: Facilita el uso de datos reales para generar simulaciones precisas y útiles.	• Los gemelos digitales permiten prever fallos y optimizar el mantenimiento mediante simulaciones avanzadas, sin necesidad de interferir en la operación real.
7. Uso de Realidad Aumentada (AR) y Virtual (VR) para entrenamiento	• Capacidad de crear simulaciones interactivas para capacitación: Nivel de realismo y aplicabilidad de los entrenamientos para situaciones críticas. • Compatibilidad con dispositivos de entrenamiento existentes: Facilidad de implementación con las herramientas de capacitación actuales. • Adaptabilidad para diferentes roles de mantenimiento: Flexibilidad para entrenar a técnicos de diferentes especialidades con el mismo sistema.	• <i>AR</i> y <i>VR</i> optimizan la capacitación, permitiendo al personal practicar procedimientos complejos en un entorno seguro, aumentando la efectividad y reduciendo el tiempo de aprendizaje.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
8. Uso de <i>Robots</i> Industriales Colaborativos	• Capacidad para realizar tareas de alto riesgo o repetitivas: Evaluación de su utilidad en tareas que requieren precisión o que son peligrosas para humanos. • Compatibilidad con espacios de trabajo compartidos: Habilidad para interactuar en entornos donde están presentes técnicos de mantenimiento. • Flexibilidad y reconfigurabilidad: Facilidad de adaptación a diferentes tareas y procesos de mantenimiento según las necesidades. • Minimizar errores que contribuyan a la generación de productos defectuosos.	• Los <i>robots</i> colaborativos pueden asistir en tareas peligrosas o repetitivas, mejorando la seguridad y eficiencia del equipo humano.
9. Código de Barras y <i>RFID</i>	• Capacidad para rastrear activos y repuestos con precisión: Nivel de detalle y eficiencia en la gestión de inventario de mantenimiento. • Compatibilidad con el <i>WMS</i>: Integración fluida con el sistema de gestión de almacenes para facilitar el control de <i>stock</i>. • Facilidad de implementación y escalabilidad: Costos y complejidad de instalar y expandir el sistema según las necesidades de crecimiento.	• Estas tecnologías facilitan el seguimiento y la gestión de activos y repuestos, optimizando la eficiencia de inventario y asegurando la disponibilidad de piezas.
10. Indicadores Luminosos y de Voz	• Capacidad para alertar sobre problemas de forma visible y auditiva: Efectividad para notificar al personal sobre condiciones anormales en el entorno de trabajo. • Compatibilidad con los sistemas de monitoreo existentes: Habilidad para integrarse con otras alertas y generar notificaciones coordinadas. • Alcance de los indicadores en el entorno de trabajo: Cobertura y visibilidad de los indicadores para asegurar que los técnicos reciban las alertas necesarias.	• Los indicadores mejoran la comunicación, alertando rápidamente sobre problemas que requieren intervención, y mejoran la respuesta a situaciones críticas en tiempo real.
11. Conectividad 5G	• Velocidad y capacidad de conexión para soporte de <i>IoT</i> y dispositivos móviles: Evaluación de su impacto en la transmisión de datos en tiempo real. • Cobertura y alcance en áreas de mantenimiento: Posibilidad de ofrecer conectividad estable en toda la planta. • Capacidad para integrar nuevas tecnologías de mantenimiento: Habilitación de aplicaciones avanzadas, como realidad aumentada y análisis de datos, que dependen de conectividad de alta velocidad.	• La conectividad 5G permite una transmisión de datos en tiempo real sin latencia, mejorando la eficiencia del <i>IoT</i> y de otras tecnologías, y potenciando el monitoreo y análisis inmediato.

Fuente: Elaboración propia.

Tecnologías y Herramientas para el Área de Finanzas

La implementación de herramientas como sistemas de BI y *ERP* permite una mejor gestión financiera, aumentando la precisión en el análisis de costos y facilitando la planificación estratégica para una asignación eficiente de recursos.

Tabla 91.

Selección Tecnológica en Finanzas

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Sistema <i>ERP</i>	• Capacidad de centralizar los procesos financieros: Unifica contabilidad, gestión de presupuestos y facturación en un solo sistema. • Optimización de la visibilidad financiera en tiempo real: Facilita el seguimiento y control de los recursos financieros. • Capacidad de integración con otros sistemas empresariales: Asegura la interoperabilidad con sistemas de inventario, ventas y otros departamentos.	• El <i>ERP</i> es fundamental para establecer una base sólida de gestión financiera, proporcionando visibilidad y eficiencia en la administración de recursos. Implementarlo primero permite una integración óptima de todos los procesos financieros, sirviendo como núcleo para otras tecnologías.
2. Sistema de <i>Business Intelligence (BI)</i>	• Capacidad de análisis de datos financieros en tiempo real: Facilita el monitoreo de <i>KPI's</i> financieros como flujo de caja y costos. • Generación de reportes y cuadros de mando avanzados: Mejora la capacidad de toma de decisiones estratégicas. • Compatibilidad con el <i>ERP</i>: Permite extraer y analizar datos del <i>ERP</i> para obtener insights detallados sobre el rendimiento financiero.	• BI sigue al <i>ERP</i>, ya que se apoya en los datos financieros consolidados para proporcionar un análisis más profundo, permitiendo una toma de decisiones informada basada en tendencias y métricas clave.
3. Uso de Inteligencia Artificial (IA)	• Optimización de análisis predictivos y detección de patrones financieros: Aporta valor mediante el análisis de patrones de gasto y flujo de caja. • Automatización de procesos financieros repetitivos: Mejora la eficiencia en la contabilidad, facturación y detección de fraudes. • Capacidad de generar recomendaciones basadas en datos: Ofrece sugerencias para mejorar la gestión del presupuesto y la asignación de recursos.	• La IA potencia el <i>ERP</i> y el <i>BI</i>, mejorando la capacidad de análisis predictivo y la automatización de procesos financieros. Aporta valor al generar recomendaciones basadas en datos históricos y proyectados, optimizando la toma de decisiones.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
4. Conectividad 5G	• Capacidad de transmitir datos financieros en tiempo real con baja latencia: Mejora la conectividad entre sistemas financieros y aplicaciones móviles. • Facilidad de acceso remoto a datos financieros críticos: Permite a los equipos financieros trabajar de manera flexible y segura. • Optimización de la integración de <i>IoT</i> y análisis de datos en tiempo real: Apoya el funcionamiento continuo de <i>ERP</i>, <i>BI</i> e <i>IA</i> sin interrupciones.	• La conectividad 5G mejora la transmisión de datos y la conectividad entre sistemas, especialmente útil cuando se necesita acceder a información financiera de forma remota y en tiempo real, apoyando la infraestructura tecnológica general de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

Tecnologías y Herramientas para el Área de Administración

A continuación, se presenta un listado de herramientas para la gestión eficiente de recursos y procesos, mejorando la trazabilidad y la transparencia en la toma de decisiones. Tecnologías como *ERP* y sistemas de Business Intelligence (BI) permiten una visión integral del rendimiento organizativo.

Tabla 92.

Selección Tecnológica en Administración

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Gestión de Identidades y Accesos (<i>IAM</i>)	• Protección de datos administrativos sensibles: Asegura que solo personal autorizado tenga acceso a información crítica. • Cumplimiento con normativas de seguridad: Facilita la gestión de acceso conforme a normativas de protección de datos. • Control de acceso centralizado y seguro: Ofrece un único punto de control para gestionar los permisos de acceso.	IAM es crucial para reforzar la seguridad y controlar el acceso a información y sistemas críticos, reduciendo riesgos de accesos no autorizados y fortaleciendo la infraestructura de seguridad.
2. <i>Help Desk</i>	• Capacidad de soporte para resolver problemas técnicos del personal administrativo: Mejora la eficiencia al proporcionar asistencia rápida y estructurada.	• El <i>Help Desk</i> proporciona soporte esencial al personal administrativo, resolviendo problemas técnicos y

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
	• Registro y seguimiento de solicitudes de soporte: Facilita la gestión de incidentes y mejora el servicio interno. • Escalabilidad para gestionar múltiples solicitudes de forma efectiva: Permite atender de manera adecuada las necesidades de asistencia técnica en toda la organización.	garantizando que los empleados puedan usar las herramientas tecnológicas de manera efectiva.
3. Sistema <i>ERP</i>	• Capacidad de integrar procesos administrativos clave en un solo sistema: Facilita la gestión de operaciones de finanzas, compras, recursos humanos y más. • Visibilidad en tiempo real de la información administrativa: Mejora la eficiencia al consolidar datos y procesos en un único punto de acceso. • Compatibilidad con herramientas de análisis y toma de decisiones: Asegura una gestión centralizada y facilita la integración con sistemas de <i>BI</i>.	• El <i>ERP</i> es fundamental para la gestión centralizada y eficiente de las operaciones administrativas, proporcionando una base integrada para otros análisis avanzados.
4. Sistema de <i>Business Intelligence (BI)</i>	• Capacidad de analizar y visualizar datos administrativos y financieros: Facilita la toma de decisiones informada mediante cuadros de mando y reportes. • Generación de métricas y <i>KPI's</i> administrativos clave: Ayuda en el seguimiento del desempeño y la optimización de recursos. • Integración con el <i>ERP</i>: Permite el análisis de datos consolidados del <i>ERP</i> para generar insights sobre la eficiencia administrativa.	• <i>BI</i> permite el análisis detallado de datos administrativos, mejorando la planificación y la toma de decisiones estratégicas basadas en datos sólidos.
5. Conectividad 5G	• Mejora de la conectividad y velocidad de acceso a datos en tiempo real: Facilita la transmisión de datos administrativos sin interrupciones. • Soporte para dispositivos <i>IoT</i> y aplicaciones de oficina móviles: Aumenta la flexibilidad y la eficiencia en entornos de trabajo híbridos o remotos. • Reducción de latencia en aplicaciones críticas: Permite un rendimiento óptimo para herramientas administrativas que dependen de la conectividad en tiempo real.	• La conectividad 5G optimiza la transmisión de datos y soporta el trabajo remoto y en tiempo real, mejorando la accesibilidad y eficiencia de los procesos administrativos.
6. Uso de Inteligencia Artificial (<i>IA</i>)	• Automatización de procesos repetitivos y análisis predictivo: Optimiza tareas administrativas y permite anticipar tendencias. • Capacidad para mejorar la eficiencia operativa. • Compatibilidad con sistemas de gestión de recursos y datos.	• La <i>IA</i> proporciona capacidades avanzadas de análisis y automatización, optimizando procesos administrativos.

Fuente: Elaboración propia.

Tecnologías y Herramientas para el Área de RR.HH.

A continuación, se presenta un listado de herramientas para la gestión eficiente de recursos y procesos, mejorando la trazabilidad y la transparencia en la toma de decisiones. Tecnologías como *ERP* y sistemas de Business Intelligence (BI) permiten una visión integral del rendimiento organizativo.

Tabla 93.

Selección Tecnológica en RR.HH.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Sistema ATS (Sistema de Seguimiento de Candidatos)	• Optimización del proceso de reclutamiento: Facilita la recopilación, clasificación y seguimiento de currículums. • Automatización de la selección de candidatos: Aumenta la eficiencia y reduce el tiempo de contratación. • Capacidad de integración con plataformas de gestión de RR.HH.: Asegura una transición fluida de la información de los candidatos hacia otras plataformas de gestión de personal.	• El <i>ATS</i> es crucial para mejorar la eficiencia en el reclutamiento desde el principio, optimizando la búsqueda y selección de candidatos, lo cual es esencial para construir un equipo fuerte y reducir los tiempos de contratación.
2. Plataformas de Gestión de RR.HH. y de Aprendizaje	• Organización de datos y gestión de personal: Facilita el manejo centralizado de información de empleados. • Capacitación y desarrollo en línea: Proporciona herramientas para la formación continua y mejora el desarrollo del talento interno. • Compatibilidad con procesos de nómina y evaluaciones de desempeño: Asegura una gestión integral del ciclo de vida de los empleados.	• Estas plataformas optimizan la administración de personal y el desarrollo de habilidades, proporcionando una base sólida para la gestión de RR.HH. y el aprendizaje continuo tras la contratación.
3. Sistema ERP	• Centralización de datos de nómina, contratación y rendimiento: Permite la gestión unificada de información clave de los empleados. • Integración con otros sistemas de RR.HH.: Facilita una visión completa y cohesiva de la gestión de recursos humanos. • Visibilidad en tiempo real de los datos de personal: Mejora la toma de decisiones basadas en información actualizada.	• El <i>ERP</i> centraliza todos los aspectos de la gestión de RR.HH., proporcionando una base de datos integral y consolidada que mejora la eficiencia y el control administrativo.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
4. <i>Chatbots</i>	• Automatización de consultas internas frecuentes: Permite responder a preguntas comunes de manera rápida y sin intervención humana. • Reducción de carga de trabajo para el equipo de RR.HH.: Libera tiempo para que el equipo de RR.HH. se enfoque en tareas estratégicas. • Disponibilidad 24/7 para consultas de empleados: Mejora la experiencia de los empleados al ofrecer respuestas rápidas y accesibles.	• Los <i>chatbots</i> ayudan a reducir la carga administrativa del equipo de RR.HH., automatizando respuestas a consultas comunes y mejorando la satisfacción de los empleados.
5. Uso de Tecnología de Realidad Aumentada y Virtual (AR/VR) para Entrenamiento	• Provisión de entrenamientos prácticos y simulaciones: Facilita la capacitación inmersiva sin necesidad de interrumpir las operaciones. • Aumento de la retención de conocimientos mediante experiencias inmersivas: Mejora el aprendizaje práctico y la retención de información. • Flexibilidad para entrenamientos en diversos escenarios: Permite crear entornos simulados para capacitaciones en múltiples áreas.	• La AR y VR proporcionan una experiencia de capacitación avanzada que mejora la formación de empleados y permite practicar habilidades en entornos simulados de manera segura y efectiva.
6. Conectividad 5G	• Soporte para herramientas de capacitación y aprendizaje en tiempo real: Facilita la transmisión de datos y el acceso a contenidos de formación. • Conectividad estable para dispositivos móviles y aplicaciones de RR.HH.: Mejora la accesibilidad y flexibilidad en entornos de trabajo híbridos. • Reducción de latencia para aplicaciones inmersivas y <i>chatbots</i>: Asegura un rendimiento óptimo para herramientas que dependen de la conectividad en tiempo real.	• La conectividad 5G mejora el acceso a herramientas de RR.HH. y soporte en tiempo real, facilitando la adopción de tecnologías inmersivas y aumentando la eficiencia de las operaciones.
7. Uso de Inteligencia Artificial (IA)	• Automatización de procesos y análisis predictivo: Optimiza tareas como la evaluación de candidatos y la planificación de la plantilla. • Análisis de patrones de rendimiento y rotación: Mejora la retención de talento mediante la identificación de tendencias y recomendaciones. • Capacidad de generar insights basados en datos de desempeño: Aporta valor a la toma de decisiones estratégicas sobre el personal.	• La IA permite el análisis avanzado de datos de empleados y procesos de RR.HH., mejorando la eficiencia en la selección de candidatos, planificación de la plantilla y toma de decisiones basadas en datos.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados esperados

-  Optimización operativa en cada área, logrando mejoras tangibles en términos de eficiencia, reducción de costos y aumento de la productividad.
-  Adaptación progresiva del personal a las nuevas tecnologías, fomentando una cultura de innovación y mejora continua.
-  Mayor capacidad de respuesta y flexibilidad de la empresa para adaptarse a nuevas tecnologías y necesidades del mercado en el futuro.

Este conjunto de pasos proporciona un marco estructurado que permite a cada área de la empresa implementar las tecnologías de manera eficiente y ordenada, asegurando que el impacto sea positivo y que el equipo de trabajo esté completamente preparado para adoptar la transformación digital.

9.4.3.3. Planificación de Implementación

La planificación de implementación se enfocará en tres aspectos clave: la planificación estratégica, la capacitación y la prueba piloto. La planificación estratégica define todas las actividades claves para asegurar una ejecución eficiente del proyecto. La capacitación comienza con actividades de sensibilización para todos los niveles de la organización, orientadas a fomentar la aceptación del cambio, así como a alinear al personal con los objetivos tecnológicos, la gestión, el monitoreo y la mejora continua de las nuevas herramientas. Posteriormente, se brinda formación especializada al equipo encargado de la implementación, enfocada en asegurar una instalación adecuada y en resolver posibles contingencias. A su vez, se capacita al resto del personal en el uso práctico de las tecnologías para garantizar su correcta aplicación en las operaciones diarias.

Para asegurar una integración efectiva de las tecnologías 4.0 en la empresa, se debe seleccionar una tecnología específica para llevar a cabo pruebas piloto en cada área. Este proceso permitirá evaluar el rendimiento de la tecnología en un entorno controlado, identificar posibles ajustes y garantizar que la tecnología elegida no solo cumpla con los requisitos del área, sino que también actúe como un componente esencial para el funcionamiento de otras tecnologías en la organización.

9.4.3.3.1. Planificación Estratégica

La planificación estratégica establece la hoja de ruta para la implementación, proporcionando las actividades clave a seguir para alcanzar los objetivos del proyecto de manera eficiente.

A continuación, se describen las actividades clave de esta planificación, junto con recomendaciones específicas para su implementación exitosa.

Tabla 94.*Planificación Estratégica*

Actividades	Recomendaciones
1. Desarrollar un cronograma detallado que incluya fechas específicas para cada fase de implementación, considerando las estaciones o periodos de baja producción para minimizar impactos negativos en la operación diaria.	✓ Utilizar herramientas de gestión de proyectos, como diagramas de Gantt, para crear un cronograma visual que detalle cada fase de implementación, junto con las fechas específicas y los recursos necesarios.
2. Desarrollar una matriz de riesgo para identificar posibles obstáculos y riesgos en el proceso de implementación de las tecnologías 4.0.	✓ Crear una matriz de riesgo que evalúe tanto la probabilidad como el impacto de posibles obstáculos durante la implementación de tecnologías 4.0. Esta matriz debe incluir categorías como riesgos técnicos, financieros, operativos y de recursos humanos, asignando responsables para cada riesgo identificado y definiendo estrategias de mitigación específicas.
3. Planificar las primeras inversiones en herramientas que rápidamente devuelvan la inversión, como sensores básicos o automatización de tareas repetitivas.	✓ Llevar a cabo análisis de costos y retorno de inversión para identificar las tecnologías con mayor potencial de rentabilidad a corto y mediano plazo.
4. Elaborar una matriz de priorización para la implementación de tecnología.	✓ Garantizar que las intervenciones iniciales generen resultados rápidos y beneficios. Una vez alcanzados estos resultados inmediatos, se podrá avanzar hacia la adopción de tecnologías que requieren un mayor esfuerzo y compromiso, garantizando así una transición fluida y sostenible en la transformación tecnológica. ✓ Impacto alto, esfuerzo bajo: Prioridad 1 (acciones inmediatas). ✓ Impacto medio, esfuerzo medio: Prioridad 2 (acciones a mediano plazo). ✓ Impacto bajo, esfuerzo alto: Prioridad 3 (acciones a largo plazo).

Actividades	Recomendaciones
5. Planificar programas de capacitación en sensibilización, liderazgo, mejora continua y capacitación técnica para el personal proporcionando folletos, videos y recursos digitales que expliquen de manera clara y visual las tecnologías 4.0 y su proceso de instalación y uso	✓ Estos materiales deben estar diseñados para facilitar la comprensión de conceptos complejos, ilustrando tanto los beneficios de las tecnologías 4.0 como los pasos necesarios para su implementación y operación efectiva.
6. Planificar revisiones de rendimiento de las tecnologías implementadas, ajustando procesos según sea necesario.	✓ Establecer un sistema continuo de revisión y evaluación basado en indicadores clave de rendimiento (<i>KPI</i>) específicos para cada tecnología implementada.

Nota. Para el proceso de implementación, es esencial definir los objetivos y las diferentes fases que vayan desde la planificación inicial hasta la evaluación post-implementación, abarcando las acciones específicas necesarias para garantizar el éxito del proyecto. Es crucial llevar a cabo una gestión cuidadosa de cada fase para asegurar que se cumplan los plazos establecidos, y en la evaluación post-implementación, se deben analizar los resultados e identificar áreas de mejora. Por esta razón, se propone un formato que detalle cada fase, ofreciendo una estructura coherente que facilite la comprensión y ejecución de cada etapa, lo que permitirá a los equipos de trabajo adoptar un enfoque sistemático y organizado a lo largo de todo el proceso de implementación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95.*Matriz de las Fases del Proyecto de Implementación*

Fase	Objetivo	Acciones clave	Responsable
Fase 1: Preparación	Definir las necesidades y recursos de implementación para cada tecnología.	• Verificar si los sistemas actuales son compatibles con las nuevas tecnologías seleccionadas para implementar o si es necesario actualizarlos o reemplazarlos. • Gestionar la adquisición los recursos de implementación (recursos tecnológicos, financieros, humanos y proveedores). • Capacitar al equipo encargado de implementar las tecnologías y a todo el personal para su adecuado uso. • Realizar un plan de gestión de riesgos de implementación.	Equipo de TI, responsable de Compras y Capacitadores
Fase 2: Implementación	Implementación de tecnologías 4.0	• Implementar una prueba piloto de una tecnología 4.0 específica en cada área, utilizando la tecnología que mejor sirva de base para la implementación de las demás • Conectar las nuevas tecnologías con los sistemas existentes para asegurar la interoperabilidad. • Implementar tecnologías 4.0 en las diferentes áreas de la empresa de forma gradual.	Equipo de TI, Experto en cada tecnología, responsable de capacitaciones
Fase 3: Evaluación y ajustes	Evaluar la efectividad y realizar ajustes para optimizar el uso de tecnologías	• Análisis de resultados obtenidos tras la implementación de tecnologías 4.0. • Realizar los ajustes necesarios en las tecnologías.	TI

Fuente: Elaboración propia.

9.4.3.3.2. Capacitaciones

La transición hacia un nivel avanzado de madurez tecnológica en el sector del plástico requiere un enfoque sistemático y gradual. Las empresas deben capacitar a su personal tanto para la implementación como para el uso adecuado de las tecnologías 4.0, permitiendo así mejorar su competitividad y facilitar su avance hacia niveles superiores de adaptación y desempeño.

A continuación, se presenta una matriz estructurada que detalla las actividades a realizar para una empresa del sector plástico. Las actividades se agrupan en tres fases clave: Evaluación de conocimientos y habilidades en tecnologías 4.0 (fase 1), desarrollo organizacional y transformación cultural (fase 2) y capacitación técnica (fase 3).

Fase 1: Evaluación de conocimientos y habilidades en tecnologías 4.0

La fase 1 se centra en identificar el nivel actual de conocimiento y habilidades del personal en relación con las tecnologías 4.0. Esto servirá de base para diseñar un programa de capacitación adecuado, que prepare al equipo y que permita a la empresa avanzar en su madurez tecnológica.

Tabla 96.

Primera Fase: Capacitación y Evaluación de Conocimientos

Actividades	Propósito
✓ Aplicar encuestas internas para medir el nivel de conocimiento y habilidades del personal en tecnologías 4.0.	✓ Determinar el nivel de conocimiento y habilidades relacionadas con tecnologías 4.0.
✓ Crear un mapa de competencias que relacione las habilidades actuales del personal con las tecnologías 4.0 y las necesidades futuras.	✓ Facilitar la identificación de áreas específicas que requieren capacitación y desarrollo, asegurando que la formación se ajuste a las necesidades reales del personal.

Fuente: Elaboración propia.

Fase 2: Desarrollo organizacional y transformación cultural

En esta fase, se gestionan adecuadamente los procesos de cambio para minimizar la resistencia del personal, se fomenta el liderazgo orientado hacia la innovación, y se promueve la colaboración efectiva entre equipos y departamentos. Además, se establece una cultura de mejora continua y se promueve la búsqueda activa de tecnologías emergentes, asegurando que la organización se mantenga competitiva y preparada para adaptarse y optimizar constantemente sus procesos en un entorno en constante evolución.

A continuación, se presenta una matriz que detalla las actividades de capacitación, el temario correspondiente, los grupos destinatarios y el propósito de cada una de ellas. Esta estructura facilita la comprensión y planificación de los programas de capacitación, asegurando que se alineen con los objetivos organizacionales y las necesidades de desarrollo del personal

Recomendaciones por tomar en cuenta:

1. Garantizar que los capacitadores tengan las habilidades y la experiencia necesarias para entrenar eficazmente.
2. Considerar un formato modular que permita una formación continua a través de varias sesiones o jornadas, facilitando así un aprendizaje progresivo y acumulativo.
3. Definir la duración y frecuencia de las sesiones de capacitación de manera que no interrumpa la productividad diaria.
4. Proporcionar materiales de apoyo, como manuales, guías y recursos en línea, que los participantes puedan consultar después de las capacitaciones.
5. Implementar mecanismos para evaluar el aprendizaje y la efectividad de la capacitación, como cuestionarios, pruebas prácticas o encuestas.

Tabla 97.*Segunda Fase: Capacitación y Desarrollo Organizacional*

Etapas	Actividades	Contenido	Destinatario	Propósito
2.1. Sensibilización del personal	✓ Organizar talleres que expliquen qué son las tecnologías 4.0, sus beneficios y su impacto en la industria plástica. ✓ Invitar a expertos o líderes de en tecnología y cambio organizacional para dar charlas que inspiren al personal a adoptar nuevas tecnologías. ✓ Formar al personal en habilidades blandas como la comunicación, el trabajo en equipo y la adaptabilidad, que son fundamentales durante el proceso de cambio.	✓ Conceptos clave de la Industria 4.0 (automatización, digitalización, <i>IoT</i>, <i>Big Data</i>, inteligencia artificial, robótica etc.). ✓ Beneficios esperados para la empresa. ✓ Impacto de las tecnologías 4.0 a los procesos y tareas. ✓ Beneficios de las tecnologías 4.0 para el personal como oportunidades de desarrollo profesional, adquisición de nuevas habilidades y mejoras en las condiciones de trabajo (seguridad, precisión y eficiencia). ✓ La importancia de trabajo en equipo y la colaboración interdepartamental para el éxito del proyecto. El papel de cada empleado en el éxito del proyecto.	✓ La capacitación de sensibilización del personal en la implementación de tecnologías 4.0 estará destinada a todos los niveles de la empresa, abarcando desde el personal operativo hasta la alta gerencia.	✓ Esta formación busca asegurar que cada miembro de la empresa, independientemente de su rol, comprenda la importancia de los cambios tecnológicos, el impacto en sus funciones y cómo contribuir de manera efectiva al éxito del proyecto.

Etapa	Actividades	Contenido	Destinatario	Propósito
2.2. Capacitación en liderazgo	✓ Ofrecer talleres enfocados en habilidades de liderazgo, incluyendo la toma de decisiones, la gestión de equipos y la comunicación efectiva en un entorno tecnológico. Incluir formación sobre inteligencia emocional y gestión del estrés, ayudando a los líderes a manejar mejor sus propias emociones y las de su equipo durante el proceso de cambio. ✓ Impartir sesiones sobre técnicas de resolución de problemas para que los empleados puedan identificar y solucionar problemas de manera proactiva.	✓ Características del líder: agilidad, adaptabilidad, visión estratégica, innovación. ✓ El papel del líder en la gestión del cambio tecnológico. ✓ Cómo inspirar y motivar a los equipos en tiempos de cambio. ✓ Estrategias para guiar a los equipos durante el proceso de transición. ✓ Cómo fomentar una comunicación abierta y receptiva durante los cambios tecnológicos. ✓ Cómo utilizar la inteligencia emocional para mediar y resolver conflictos interpersonales dentro del equipo. ✓ Cómo un líder puede fomentar un entorno que promueva la innovación constante.	✓ Ata dirección. ✓ Gerentes y supervisores. ✓ Líder del proyecto de implementación de tecnologías 4.0.	✓ Esta capacitación busca fortalecer la capacidad de toma de decisiones, la comunicación efectiva, la gestión de equipos multidisciplinarios y la resolución de conflictos en entornos de alta incertidumbre. Además, se pretende que los líderes sean capaces de inspirar y motivar a sus colaboradores, promoviendo una cultura de innovación, adaptación y mejora continua, asegurando el éxito en la implementación de tecnologías en la organización.

Etapa	Actividades	Contenido	Destinatario	Propósito
2.3. Mejora continua	✓ Organizar talleres o seminarios donde se compartan ideas sobre innovación, nuevos enfoques y mejores prácticas, facilitando así el aprendizaje colaborativo y la ✓ exploración de soluciones innovadoras que optimicen los procesos dentro de la empresa. ✓ Entrenar al personal en el análisis de indicadores clave de rendimiento (<i>KPI's</i>), que permitan medir la eficiencia y detectar áreas que necesiten ajustes o mejoras.	✓ Definición y principios de la optimización continua. ✓ Importancia de la optimización continua en la era de la transformación digital. ✓ Métricas de rendimiento clave (<i>KPI's</i>) para monitorear y medir la mejora. ✓ Cómo identificar oportunidades de mejora (análisis de datos, auditorías internas, retroalimentación del personal). ✓ Tecnologías emergentes que puedan optimizar los procesos actuales. ✓ Estrategias para evaluar nuevas tecnologías antes de su implementación en la empresa.	✓ Alta dirección ✓ Líder del proyecto de implementación de tecnologías 4.0 ✓ Jefe de TI ✓ Gerentes y supervisores	✓ Fomentar una cultura de innovación constante, alentando a los empleados a contribuir con ideas que mejoren la eficiencia y calidad de los procesos. ✓ Fomentar una cultura de innovación constante, alentando a los empleados a contribuir con ideas que mejoren la eficiencia y calidad de los procesos.

Fuente: Elaboración propia.

Fase 3: Capacitación técnica

Esta capacitación se enfocará en proporcionar a los colaboradores el conocimiento y las habilidades específicas necesarias para implementar, operar y optimizar las tecnologías 4.0. Esto será fundamental para asegurar una transición fluida y exitosa de adopción.

A medida que las organizaciones adoptan nuevas tecnologías, es fundamental que el personal esté preparado para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que estas herramientas ofrecen. La capacitación técnica no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fomenta una cultura de innovación y mejora continua, empoderando a los empleados para que contribuyan activamente al crecimiento y la competitividad de la empresa.

Más adelante se presenta una matriz que detalla las actividades y el contenido formativo de capacitación; sin embargo, antes de revisarla, es importante considerar las siguientes recomendaciones

Recomendaciones por tomar en cuenta:

1. Garantizar que los capacitadores tengan las habilidades y la experiencia necesarias en la implementación de las tecnologías seleccionadas.
2. Capacitar al equipo de trabajo, específicamente a los miembros del área de TI y Mantenimiento, en la instalación y uso de tecnologías seleccionadas mediante un consultor externo, quien ofrecerá conocimientos prácticos y actualizados para asegurar la correcta implementación y operación de estas tecnologías en la organización.
3. El área de TI y mantenimiento deberán proporcionar materiales de apoyo, como manuales de usuario y recursos en línea para el proceso de operación de las tecnologías instaladas.

4. Es fundamental incluir en todas las capacitaciones lo relativo a las leyes que regulan la protección de datos, así como las normativas de seguridad y salud ocupacional.
5. Las capacitaciones relacionadas con la implementación están destinadas al equipo responsable de ejecutar el proceso, mientras que las capacitaciones en el uso de las tecnologías están dirigidas a todos los usuarios y operadores de dichas herramientas.
6. Considerar un formato modular que permita una formación continua a través de varias sesiones o jornadas, facilitando así un aprendizaje progresivo y acumulativo.
7. Definir la duración y frecuencia de las sesiones de capacitación de manera que no interrumpa la productividad diaria.
8. Implementar mecanismos para evaluar el aprendizaje y la efectividad de la capacitación, como cuestionarios, pruebas prácticas o encuestas.

Una vez seleccionadas las tecnologías a implementar, la empresa debe ofrecer las capacitaciones necesarias para asegurar su correcta adopción y uso. A continuación, se presenta una matriz con dos columnas que detallan las actividades y el contenido formativo correspondiente a cada tecnología; las empresas pueden consultar esta matriz para informarse sobre el tipo de capacitación requerida para cada tecnología.

Tabla 98.*Capacitación Técnica de Implementación y Uso de Tecnologías*

1. Almacenamiento local	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Realizar sesiones teóricas y prácticas sobre la arquitectura de sistemas de almacenamiento local, tipos de almacenamiento, y configuración de <i>hardware</i> y <i>software</i>. ✓ Talleres prácticos sobre la instalación, configuración y administración de servidores locales y la integración de sistemas de almacenamiento. ✓ Capacitar al personal para gestionar y prever las necesidades de capacidad de almacenamiento en el futuro.	✓ Tipos de dispositivos de almacenamiento: discos duros (<i>HDD</i>), discos de estado sólido (<i>SSD</i>), y unidades de almacenamiento en red (<i>NAS</i>). ✓ Configuración y mantenimiento de servidores y dispositivos de almacenamiento locales. ✓ Instalación física y lógica de servidores de almacenamiento. ✓ Creación y gestión de particiones y volúmenes. ✓ Estrategias de expansión y escalabilidad del almacenamiento.
Uso de tecnología en área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Talleres prácticos sobre cómo crear, modificar y eliminar volúmenes de almacenamiento, así como la gestión de particiones y control de acceso. ✓ Talleres donde se diagnostiquen y resuelvan problemas comunes del almacenamiento, como pérdida de rendimiento o conflictos de acceso. ✓ Preparar al equipo de para ejecutar políticas de respaldo y recuperación de datos de manera efectiva. ✓ Sesiones prácticas sobre mantenimiento preventivo (como actualizaciones de <i>firmware</i>) y diagnóstico de fallos en <i>hardware</i> y <i>software</i>. ✓ Gestionar el crecimiento del almacenamiento y asegurar que el sistema continúe funcionando eficientemente a medida que se incremente la demanda de capacidad.	✓ Normativas legales de gestión de datos, como leyes de protección de datos, auditoría y cumplimiento. ✓ Creación y gestión de volúmenes y particiones. ✓ Administración de usuarios y permisos de acceso a nivel de almacenamiento. ✓ Configuración de políticas de almacenamiento y control de versiones. ✓ Optimización del rendimiento mediante ajustes de configuración. ✓ Implementación de medidas de seguridad en sistemas de almacenamiento. ✓ Planificación y ejecución de respaldos automáticos y manuales. ✓ Diagnóstico y corrección de fallos comunes en sistemas de almacenamiento.

Uso de tecnología en área de administración	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar al personal administrativo en el uso correcto de sistemas de almacenamiento local para la clasificación, y archivo eficiente de documentos administrativos, facilitando un acceso rápido y organizado a la información relevante. ✓ Formar a los administrativos en la correcta gestión de accesos dentro del sistema de almacenamiento local, garantizando que solo el personal autorizado acceda a información crítica, protegiendo la confidencialidad y seguridad de los datos. ✓ Garantizar que los colaboradores administrativos comprendan cómo respaldar de manera eficiente documentos importantes y puedan actuar rápidamente en caso de incidentes que afecten la integridad de la información. ✓ Talleres específicos sobre la organización y administración de documentos digitales relacionados con tareas administrativas, como contratos, reportes financieros, y registros de personal.	✓ Normativas legales de gestión de datos, como leyes de protección de datos, auditoría y cumplimiento. ✓ Uso de sistemas de almacenamiento local, cómo funciona y sus beneficios para la gestión de documentos y datos administrativos. ✓ Cómo gestionar de forma eficiente grandes volúmenes de documentos digitales, permitiendo un acceso rápido y ordenado. ✓ Uso del almacenamiento local para la automatización de tareas rutinarias, como la facturación, el registro de proveedores o el archivo de contratos. ✓ Formatos de archivo comunes y su manejo. ✓ Correcta creación de respaldos para que la información administrativa esté siempre protegida.

2. Protección de datos	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Organizar talleres para sensibilizar al personal sobre la importancia de la protección de datos en el contexto de la implementación de nuevas tecnologías. ✓ Capacitar al personal en la implementación de soluciones de encriptación para proteger datos sensibles durante la instalación de nuevas tecnologías. ✓ Proporcionar formación sobre la implementación de controles de acceso y gestión de permisos adecuados para cada sistema durante la instalación de nuevas tecnologías. ✓ Entrenar al equipo en la implementación de sistemas de respaldo automático y procedimientos de recuperación de datos como parte de la nueva infraestructura tecnológica. ✓ Capacitar al equipo sobre la implementación de sistemas de monitoreo de seguridad que detecten amenazas durante la instalación de tecnologías.	✓ Conceptos básicos de protección de datos. ✓ Tipos de datos a proteger: - Datos personales. - Datos sensibles (financiero). - Información corporativa confidencial. ✓ Importancia de la seguridad en la implementación de nuevas tecnologías. ✓ Riesgos asociados a la falta de medidas de protección de datos. ✓ Tipos de encriptación y su implementación. ✓ Herramientas de cifrado de datos y su configuración en el entorno tecnológico. ✓ Implementación de permisos y restricciones de acceso a datos. ✓ Evaluación de necesidades de protección de datos. ✓ Selección de herramientas adecuadas. ✓ Guía paso a paso para instalar <i>software</i> de cifrado. ✓ Configuración inicial y ajustes recomendados. ✓ Cumplimiento Normativo. ✓ Evaluación de vulnerabilidades durante la implementación.

Uso de tecnología para área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Realizar talleres prácticos donde los colaboradores aprendan a usar herramientas de protección de datos como cifrado, control de acceso, y sistemas de respaldo. ✓ Entrenar a los colaboradores en el uso de plataformas de control de acceso que limiten quién puede visualizar o modificar información sensible. ✓ Organizar seminarios regulares donde se presenten las mejores prácticas de seguridad digital, como la creación de contraseñas fuertes, identificación de correos electrónicos sospechosos y protección del acceso a dispositivos. ✓ Entrenar al personal en el uso de herramientas que monitorean el acceso y uso de los datos, enseñándoles cómo identificar actividades sospechosas o anómalas. ✓ Reforzar la cultura de seguridad en el entorno laboral y promover la responsabilidad compartida en el uso de datos.	✓ Importancia de la seguridad en el manejo de la información. ✓ Consecuencias de no aplicar buenas prácticas en seguridad. ✓ Conocimiento de las políticas internas de protección de datos. ✓ Normativas locales e internacionales. ✓ Clasificación de información y tratamiento adecuado. ✓ Creación de contraseñas seguras y administración de credenciales. ✓ Reconocimiento de amenazas comunes, como <i>phishing</i> y programas malignos. ✓ Identificación de actividades sospechosas en el manejo de datos. ✓ Respuesta rápida ante eventos de seguridad. ✓ Responsabilidad individual y colectiva en el uso de la información. ✓ Implementación de autenticación multifactorial para mayor seguridad.

3. Respaldo y recuperación de datos	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Realizar talleres prácticos donde los colaboradores configuren sistemas de respaldo y recuperación automáticos en equipos o servidores. ✓ Proporcionar formación técnica para integrar soluciones de respaldo y recuperación con la infraestructura tecnológica existente (servidores, bases de datos, <i>ERP</i>, etc.). ✓ Entrenar a los colaboradores para implementar políticas de retención de datos, configurando sistemas para que almacenen y eliminen respaldos según sea necesario. ✓ Proporcionar formación para configurar y gestionar plataformas de respaldo basadas en la nube, asegurando la integración con sistemas locales.	✓ Importancia del respaldo y recuperación de datos en la seguridad y continuidad del negocio. ✓ Tipos de respaldo (completo, incremental, diferencial). ✓ Planificación de respaldos: Frecuencia, horarios y políticas. ✓ Selección de sistemas de respaldo: Local vs. Nube. ✓ Integración del respaldo y recuperación con la infraestructura existente. ✓ Configuración de <i>software</i> y <i>hardware</i> para respaldos y recuperaciones de datos locales. ✓ Implementación de soluciones de respaldo y recuperación. ✓ Mejora y ajuste de las estrategias de respaldo y ajuste.
Uso de tecnología para el área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar al equipo en la gestión del almacenamiento en la nube, enseñando cómo acceder, supervisar y recuperar respaldos almacenados en entornos remotos. ✓ Incluir guías paso a paso sobre cómo realizar un respaldo y cómo recuperar datos a partir de esos respaldos. ✓ Proporcionar documentación detallada sobre los procedimientos y herramientas de recuperación de datos para que los empleados tengan recursos a los que puedan consultar cuando sea necesario.	✓ Programación y ejecución de respaldos. ✓ Verificación y monitoreo de respaldos exitosos. ✓ Procedimientos de recuperación ante incidentes. ✓ Programación de tareas automáticas para respaldos periódicos. ✓ Sincronización de respaldos locales y en la nube. ✓ Creación de reportes detallados sobre las actividades de respaldo. ✓ Registro de errores y soluciones aplicadas.

4. Seguridad de la red	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Ofrecer sesiones introductorias sobre los conceptos básicos de seguridad en la red, incluyendo amenazas comunes, tipos de ataques cibernéticos (como <i>programas malignos</i>, <i>phishing</i> y <i>ransomware</i>) y la importancia de la ciberseguridad. ✓ Capacitar al personal sobre la configuración y gestión de <i>firewalls</i>, así como la implementación de sistemas de detección y prevención de intrusos (<i>IDS/IPS</i>). ✓ Instruir a los empleados sobre la creación de contraseñas seguras y la importancia de cambiarlas regularmente. ✓ Fomentar la comunicación abierta sobre temas de seguridad, animando a los empleados a reportar incidentes o sospechas sin miedo a represalias.	✓ Tipos de tecnologías a considerar: <i>Firewalls</i>: funciones y tipos (<i>hardware/software</i>). Sistemas de detección y prevención de intrusos (<i>IDS/IPS</i>). Antivirus y soluciones <i>antimalware</i>. Cifrado de datos: métodos y herramientas. Sistemas de gestión de eventos de seguridad (<i>SIEM</i>). ✓ Configuración de tecnologías de seguridad. ✓ Instalación de tecnología ✓ Estrategias para el mantenimiento de tecnologías de seguridad.
Uso de tecnología para el área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar al personal en el manejo efectivo de herramientas como <i>firewalls</i>, antivirus y sistemas de detección y prevención de intrusos (<i>IDS/IPS</i>). ✓ Instruir sobre cómo gestionar accesos y permisos en sistemas, asegurando que solo el personal autorizado tenga acceso a datos sensibles.	✓ Importancia de la seguridad en el entorno digital. ✓ Uso de herramientas de seguridad. ✓ Técnicas y herramientas para el monitoreo de la red. ✓ Gestión de accesos y permisos. ✓ Técnicas de mitigación y respuesta ante amenazas. ✓ Conocimiento y aplicación de las políticas de seguridad de la organización.

5. Gestión de identidades y accesos (IAM)	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller para identificar y documentar los requisitos específicos de la organización para la implementación de <i>IAM</i> y análisis de las necesidades de control de acceso y gestión de identidades en diferentes departamentos. ✓ Actividades prácticas para instalar y configurar la herramienta de <i>IAM</i> elegida. ✓ Formación en integración con sistemas existentes.	✓ Fundamentos de <i>IAM</i>. ✓ Evaluación y selección de herramientas <i>IAM</i>. ✓ Planificación de la Implementación de <i>IAM</i> ✓ Proceso de instalación de la herramienta <i>IAM</i>. ✓ Métodos para integrar <i>IAM</i> con otras plataformas de <i>software</i>. ✓ Configuración de integraciones con sistemas existentes.
Uso de tecnología para área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Ejercicio práctico en el que los participantes exploran la herramienta, identifican las secciones clave y familiarizan con el menú. ✓ Practicar la creación, modificación y eliminación de identidades de usuario. ✓ Taller práctico en el que los participantes configuran la autenticación multifactorial y simulan escenarios de autorización. ✓ Taller en el que los participantes configuran flujos de trabajo automatizados para tareas comunes como la creación de usuarios. ✓ Ejercicio práctico donde los participantes revisan registros de acceso y generan informes para detectar actividades inusuales.	✓ Componentes clave del sistema <i>IAM</i>: identidades, autenticación, autorización, y auditoría. ✓ Creación, modificación y eliminación de identidades de usuario. ✓ Uso de autenticación multifactorial (<i>MFA</i>) y su configuración. ✓ Interpretación de informes de acceso y eventos inusuales. ✓ Configuración de accesos a sistemas y aplicaciones a través de <i>IAM</i>. ✓ Procedimientos para mantener y actualizar la herramienta <i>IAM</i>. ✓ Cómo realizar copias de seguridad de la configuración y datos de <i>IAM</i>.

Uso de tecnología para área de Recursos Humanos	
Actividades	Contenido formativo
✓ Proporcionar formación práctica sobre el uso de herramientas de <i>IAM</i> específicas que utiliza la empresa. ✓ Capacitar a los profesionales de RR.HH. en la identificación de roles de usuario y permisos necesarios dentro de la organización. ✓ Educar sobre las mejores prácticas en la gestión de contraseñas y métodos de autenticación.	✓ Conceptos básicos de <i>IAM</i> en el contexto del área de Recursos Humanos. ✓ Cómo se relaciona <i>IAM</i> con la seguridad de los datos de empleados. ✓ Beneficios del uso de <i>IAM</i> para mejorar la gestión de personal. ✓ Procedimientos para la creación de nuevos perfiles de empleados en los sistemas de <i>IAM</i>. ✓ Cómo asignar los permisos de acceso adecuados según los roles de los empleados. ✓ Proceso de creación de perfiles de empleados en el sistema <i>IAM</i>. ✓ Métodos de autenticación disponibles (contraseñas, autenticación multifactorial). ✓ Cómo realizar auditorías de protección de datos. ✓ Reporte y gestión de incidentes de seguridad. ✓ Normativas relevantes sobre protección de datos aplicables a RR.HH.

6. <i>Help Desk</i> y Sistema de gestión de <i>tiques</i>	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Realizar una sesión teórica donde se explique el propósito y las funciones del sistema de <i>Help Desk</i>, incluyendo la gestión de <i>tiques</i>, la asignación de prioridades, y la comunicación con los usuarios. ✓ Sesión técnica donde se enseñe cómo conectar el sistema de <i>Help Desk</i> con otras plataformas clave que la empresa ya utiliza, permitiendo un flujo de trabajo más eficiente. ✓ Taller para definir y configurar las rutas que deben seguir los <i>tiques</i> desde su creación hasta su resolución, incluyendo la asignación automática de tareas y el escalamiento. ✓ Simulación de escenarios reales donde el sistema de <i>Help Desk</i> sea usado para diferentes tipos de problemas, verificando su correcto funcionamiento, escalamiento, y notificaciones. ✓ Sesión dedicada a documentar todo el proceso de configuración e implementación del sistema, incluyendo instrucciones de uso, resolución de problemas comunes, y manuales de soporte. ✓ Establecer los tiempos de respuesta y resolución que deben cumplirse para cada tipo de <i>tique</i>.	✓ Selección del <i>software</i> de <i>Help Desk</i> adecuado. ✓ Instalación y configuración del <i>software</i>. ✓ Personalización del sistema según las necesidades de la empresa. ✓ Configuración de <i>SLA</i> (Acuerdos de Nivel de Servicio) ✓ Definición de los <i>SLA</i> específicos para el soporte técnico: Tiempos de respuesta y resolución por tipo de <i>tique</i>. ✓ Creación del flujo de trabajo para la gestión de <i>tiques</i>. ✓ Estrategias para realizar ajustes en el sistema y procesos según los resultados obtenidos.

Uso de tecnología para el área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Ejercicios prácticos en los que los participantes creen y gestionen <i>tiques</i>. ✓ Equipar al personal con las habilidades necesarias para resolver problemas comunes de usuarios de <i>Help Desk</i>. ✓ Garantizar que el personal sepa cómo documentar adecuadamente los procesos de soporte.	✓ Principales funcionalidades del <i>software Help Desk</i>. ✓ Familiarizarse con las herramientas de comunicación integradas en el <i>software</i> de <i>Help Desk</i>. ✓ Configurar el <i>chat</i> en vivo y su integración en el sistema. ✓ Manejo de correos electrónicos y notificaciones. ✓ Registro de interacciones con los usuarios finales. ✓ Proceso de creación de <i>tiques</i>: Registro, clasificación y priorización. ✓ Monitoreo y seguimiento del estado de los <i>tiques</i>. ✓ Identificación de problemas comunes y sus soluciones. ✓ Analizar reportes de <i>tiques</i>, enfocándose en métricas clave como tiempos de respuesta y resolución.
Uso para el área de administración, operaciones y mantenimiento	
Actividades	Contenido formativo
✓ Charlas Informativas: Presentar la importancia del <i>Help Desk</i> y su impacto en la organización. ✓ Demostración en vivo: Mostrar la interfaz del sistema y las funcionalidades principales. ✓ Creación de <i>tiques</i>: Actividad en la que los participantes crean <i>tiques</i> de prueba basándose en escenarios reales.	✓ Definición y propósito del <i>Help Desk</i>. ✓ Descripción de la interfaz de usuario. ✓ Creación de <i>tiques</i>: pasos y buenas prácticas. ✓ Criterios para clasificar <i>tiques</i> (tipo de incidencia, urgencia). ✓ Cómo registrar una incidencia en el sistema. ✓ Clasificación y priorización de <i>tiques</i>. ✓ Asignación de responsabilidades y seguimiento. ✓ Funcionalidades clave (reportes, análisis, gestión de <i>tiques</i>). ✓ Personalización del sistema según las necesidades del área.

7. Software de asistencia remota	
Implementación de la tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Explicar el propósito del <i>software</i> de asistencia remota, sus características clave y cómo se utilizará en la empresa. ✓ Proporcionar una guía paso a paso para instalar el <i>software</i> en diferentes dispositivos (<i>PC, tablets, móviles</i>). ✓ Instruir sobre la configuración del acceso remoto, creando políticas de acceso y asignando permisos de usuario de acuerdo con los roles de la organización. ✓ Instruir sobre la creación de scripts automatizados para tareas frecuentes, como mantenimiento remoto o actualizaciones de <i>software</i>.	✓ Requisitos técnicos (<i>hardware y software</i>). ✓ Configuración de red y accesos remotos. ✓ Procedimiento paso a paso para instalar el <i>software</i> de asistencia remota. ✓ Configuración de las cuentas de usuarios y privilegios. ✓ Manejo de problemas comunes durante la implementación. ✓ Pruebas de conexión y rendimiento en escenarios reales.
Uso de tecnología para área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Formación específica para el equipo de TI en el mantenimiento y resolución de problemas del <i>software</i>. ✓ Capacitación en cómo iniciar, gestionar y finalizar sesiones de asistencia remota. ✓ Capacitación para diagnosticar y resolver problemas de conexión remota. ✓ Capacitación en la instalación de actualizaciones del <i>software</i> de asistencia remota. ✓ Configuración de permisos y roles dentro del <i>software</i>.	✓ Principales características y funcionalidades del <i>software</i>. ✓ Tipos de acceso remoto. ✓ Gestión de usuarios y control de accesos. ✓ Cómo iniciar y finalizar sesiones de soporte remoto. ✓ Monitoreo y control de equipos de usuarios. ✓ Transferencia de archivos entre el técnico y el usuario. ✓ Resolución de problemas de red y conectividad. ✓ Soporte técnico en tiempo real para problemas de <i>software y hardware</i>. ✓ Mantenimiento preventivo para asegurar la disponibilidad del servicio.

8. Computación en la nube	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Talleres sobre evaluación de infraestructura existente, análisis de requisitos, y diseño de soluciones en la nube. ✓ Capacitación en migración de sistemas y datos a la nube ✓ Capacitación en configuración de entornos en la nube ✓ Formar al personal en cómo conectar e integrar los sistemas locales con los entornos de nube para una migración o coexistencia eficaz.	✓ Conceptos básicos: <i>IaaS</i>, <i>PaaS</i>, <i>SaaS</i>. ✓ Diseño de soluciones en la nube para aplicaciones empresariales. ✓ Estrategias de migración: <i>rehosting</i>, <i>replatforming</i>, <i>refactoring</i>. ✓ Evaluación de la infraestructura existente. ✓ Planificación de la migración de datos y aplicaciones. ✓ Configuración de servidores virtuales. ✓ Gestión de almacenamiento y redes en la nube. ✓ Sincronización y <i>backup</i>'s entre servidores locales y la nube.
Uso de tecnología para el área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Realizar sesiones donde los participantes puedan crear y configurar máquinas virtuales en una plataforma. ✓ Ejercicios de configuración de políticas de seguridad en la nube. ✓ Sesiones sobre cómo integrar aplicaciones <i>SaaS</i> con herramientas y sistemas existentes en la organización. ✓ Crear un espacio donde los participantes puedan compartir sus experiencias y desafíos en el uso de <i>IaaS</i>, <i>PaaS</i> y <i>SaaS</i>. ✓ Capacitación práctica sobre cómo gestionar y mantener servidores virtuales y recursos de almacenamiento en plataformas de <i>IaaS</i>.	✓ Modelos de servicio: <i>IaaS</i>, <i>PaaS</i>, <i>SaaS</i>. ✓ Actualizaciones y parches de <i>software</i>. ✓ Gestión de bases de datos en la nube. ✓ Herramientas de desarrollo y su mantenimiento. ✓ Configuración de usuarios y permisos. ✓ Integración con otros sistemas. ✓ Copias de seguridad y recuperación de datos. NOTA: El área de TI se encargará de capacitar a los demás usuarios en el uso adecuado del <i>software</i> de computación en la nube, asegurando que todos puedan aprovechar al máximo sus funcionalidades y optimizar su desempeño en las tareas diarias.

9. Conectividad 5G	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Seminario Introductorio sobre 5G ✓ Realizar un taller donde los participantes aprendan a instalar y configurar equipos de red 5G, como antenas y rúters. ✓ Enseñar a diseñar una red 5G efectiva, incluyendo la planificación de la ubicación de las celdas pequeñas y la cobertura. ✓ Capacitar a los participantes sobre cómo instalar soluciones de <i>backhaul</i> necesarias para conectar las celdas pequeñas a la red principal. ✓ Proporcionar formación específica sobre cómo calibrar y ajustar las antenas para optimizar la señal 5G. ✓ Instruir sobre las mejores prácticas de seguridad durante la instalación de equipos 5G. ✓ Capacitar sobre la importancia de documentar el proceso de instalación, incluyendo configuraciones, ubicaciones de equipos y resultados de pruebas.	✓ Definición y características del 5G. ✓ Componentes clave de la red 5G. ✓ Estructura de la red: Núcleo, <i>RAN (Radio Access Network)</i>, y <i>Backhaul</i>. ✓ Tipos de celdas: macroceldas, micro celdas y celdas pequeñas. ✓ Evaluación de ubicación para la instalación de antenas y celdas. ✓ Consideraciones sobre la cobertura y capacidad. ✓ Descripción de los equipos necesarios (antenas, rúters, <i>switches</i>, etc.). ✓ Herramientas de instalación y su uso. ✓ Pasos para la instalación física de equipos (montaje, cableado, conexión). ✓ Configuración inicial de los dispositivos. ✓ Integración con la red existente. ✓ Mejores prácticas de seguridad durante la instalación. ✓ Protección de equipos y datos durante el proceso de instalación.

Uso de tecnología para área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Realizar seminarios sobre los conceptos básicos de la tecnología 5G. ✓ Organizar talleres donde los participantes puedan manipular equipos de conectividad 5G. ✓ Permitir que los participantes practiquen la configuración y resolución de problemas en un entorno virtual. ✓ Realizar sesiones prácticas de configuración de dispositivos para 5G. ✓ Capacitar a los participantes en métodos para verificar el correcto funcionamiento	✓ Características y ventajas del 5G (velocidad, latencia, capacidad de conexión). ✓ Proceso de configuración de dispositivos para 5G. ✓ Protocolos de comunicación y configuración. ✓ Asignación de direcciones <i>IP</i> y gestión de redes. ✓ Monitoreo y gestión del rendimiento de la red 5G. ✓ Proceso de gestión de incidentes relacionados con la conectividad 5G. ✓ Formación a empleados sobre el uso de dispositivos y servicios 5G. ✓ Riesgos de seguridad específicos de las redes 5G. ✓ Estrategias de mitigación de riesgos y mejora de la seguridad. NOTA: El área de TI se encargará de capacitar a los demás usuarios en el uso adecuado del <i>software</i> (conectividad 5G), asegurando que todos puedan aprovechar al máximo sus funcionalidades y optimizar su desempeño en las tareas diarias.

10. Sistema <i>ERP</i>	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Sesión inicial sobre la planificación del proyecto de implementación. ✓ Revisión de los requerimientos técnicos del sistema (servidores, bases de datos, conectividad). ✓ Taller de configuración de los módulos clave: Finanzas, Compras, Inventario, Ventas, otros. ✓ Ajustes de reglas de negocio y flujos de trabajo específicos para cada área. ✓ Taller de preparación de datos para la migración (limpieza de datos, estructura). ✓ Sesión práctica sobre cómo migrar datos a la base de datos del <i>ERP</i>. ✓ Taller de personalización de la interfaz de usuario y menús. ✓ Taller de pruebas de integración para verificar la conectividad con otros sistemas (por ejemplo, <i>CRM</i>, sistemas contables). ✓ Taller sobre la implementación de seguridad de datos (encriptación, <i>backup's</i>).	✓ Comprender las fases del proceso de implementación. ✓ Fases de la implementación de <i>ERP</i>: preparación, configuración, pruebas, lanzamiento. ✓ Asignación de recursos y definición de equipos. ✓ Configuración de servidores y bases de datos. ✓ Instalación del <i>ERP</i> y configuración inicial. ✓ Gestión de usuarios y accesos en el sistema. ✓ Limpieza de datos y preparación para la migración. ✓ Herramientas y técnicas para la migración de datos. ✓ Validación y pruebas de los datos migrados. ✓ Gestión de inconsistencias y corrección de errores. ✓ Configuración de módulos principales: Finanzas, Inventario, Compras, Ventas. ✓ Personalización de flujos de trabajo y reglas de negocio. ✓ Adaptación de la interfaz y menús. ✓ Configuración de reportes y paneles de control. ✓ Integración con otros sistemas y la funcionalidad de los módulos.

Uso de tecnología para todas las áreas	
Actividades	Contenido formativo
✓ Sesiones Introductorias por Módulos ✓ Talleres prácticos para roles específicos dentro del <i>ERP</i>. ✓ Talleres sobre cómo ingresar y actualizar datos (productos, clientes, proveedores, etc.). ✓ Talleres de cómo asignar y gestionar tareas dentro del <i>ERP</i>. ✓ Talleres sobre cómo generar reportes financieros, de ventas, y de inventario. ✓ Talleres sobre resolución de errores comunes (como duplicación de datos o bloqueos). ✓ Proporcionar un manual o guía de referencia rápida del <i>ERP</i> para cada rol.	✓ ¿Qué es un <i>ERP</i>? ✓ Impacto del <i>ERP</i> en la eficiencia organizacional. ✓ Creación y gestión de datos (productos, clientes, proveedores). ✓ Importación y exportación de datos. ✓ Seguridad y manejo de permisos para los datos. ✓ Uso de módulos específicos. ✓ Flujo de trabajo de órdenes de venta a facturación. ✓ Gestión de inventarios desde la compra hasta la salida de productos. ✓ Herramientas de análisis y reportes disponibles en el <i>ERP</i>. ✓ Aprobación de pedidos y gestión de pagos. ✓ Automatización de procesos dentro del <i>ERP</i>. ✓ Gestión de recursos humanos: registro de empleados, nómina y gestión del talento. ✓ Registro de mantenimiento programado y seguimiento de órdenes de trabajo. ✓ Ingreso y gestión de datos en el módulo de finanzas: presupuestos, facturación y contabilidad. ✓ Creación de un plan de producción utilizando el <i>ERP</i> para un producto específico. ✓ Identificación de problemas comunes en el uso del <i>ERP</i>. ✓ Herramientas de diagnóstico y resolución de problemas. ✓ Procedimientos para contactar el soporte técnico.

11. Interoperabilidad entre sistemas y maquinaria	
Implementación	
Actividades	Contenido formativo
✓ Familiarizar a los participantes con los diferentes protocolos de comunicación utilizados para la interoperabilidad. ✓ Capacitar a los participantes en cómo integrar diferentes sistemas (por ejemplo, <i>ERP</i>, <i>MES</i>, sistemas de control). ✓ Capacitar en la configuración de dispositivos <i>IoT</i> para la recolección de datos. ✓ Capacitar a los participantes en la instalación y configuración de <i>software SCADA</i> o <i>HMI</i> para la supervisión de procesos. ✓ Capacitación en herramientas de análisis de datos	✓ Paso a paso de la integración de un sistema <i>ERP</i> con maquinaria de producción. ✓ Instalación y configuración de sensores y dispositivos <i>IoT</i>. ✓ Instalación del <i>software</i> y conexión a los dispositivos. ✓ Configuración de pantallas de control y monitoreo. ✓ Instalación y configuración de herramientas de análisis de datos. ✓ Proceso de documentación y gestión de cambios.
Uso en área de producción	
Actividades	Contenido formativo
✓ Enseñar a los colaboradores a configurar interfaces entre sistemas para facilitar la interoperabilidad. ✓ Capacitación en configuración de interfaces. ✓ Capacitar al personal en el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas interconectados. ✓ Capacitar a los colaboradores en el análisis de datos obtenidos de sistemas interconectados para mejorar la eficiencia operativa. ✓ Enseñar a los técnicos de TI a monitorear y diagnosticar el rendimiento de sistemas y maquinaria interconectados.	✓ Métodos de configuración de interfaces de usuario. ✓ Tipos de dispositivos utilizados en la recolección de datos. ✓ Cómo interactuar con las interfaces que permiten la interoperabilidad. ✓ Cómo recoger, interpretar y utilizar datos provenientes de diferentes sistemas. ✓ Importancia de actualizar y mantener sistemas interoperables. ✓ Diagnóstico y resolución de problemas comunes. NOTA: El área de TI se encargará de capacitar a los demás usuarios en el uso adecuado, asegurando que todos puedan aprovechar al máximo sus funcionalidades y optimizar su desempeño en las tareas diarias.

12. Big Data	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Familiarizar a los participantes con la arquitectura básica de un sistema de <i>Big Data</i>. ✓ Configuración del Entorno de <i>Big Data</i>. ✓ Capacitar a los participantes en la integración de fuentes de datos. ✓ Capacitar en el diseño e implementación de modelos de datos para el análisis. ✓ Crear un modelo de datos adecuado para el proyecto de <i>Big Data</i>. ✓ Explorar los componentes de la arquitectura (almacenamiento, procesamiento, análisis).	✓ Establecimiento de un plan claro para la implementación de <i>Big Data</i>. ✓ Componentes básicos de una arquitectura de <i>Big Data</i>. ✓ Almacenamiento (<i>HDFS</i>, <i>NoSQL</i>) y procesamiento (<i>MapReduce</i>, <i>Spark</i>). ✓ Cómo establecer un plan claro para la implementación de <i>Big Data</i>.
Uso de Big Data para área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller de introducción a <i>Big Data</i>. ✓ Capacitación en manejo de herramientas de <i>Big Data</i> ✓ Taller de monitoreo: Configuración de herramientas de monitoreo y análisis de datos de rendimiento. ✓ Taller de integración de sistemas: Los participantes integran <i>Big Data</i> con un sistema <i>ERP</i> o <i>CRM</i> existente.	✓ Las 5 V de <i>Big Data</i>: Volumen, Velocidad, Variedad, Veracidad y Valor. ✓ Componentes clave de la arquitectura de <i>Big Data</i>. ✓ Manejo y análisis de datos. ✓ Resolución de Problemas en <i>Big Data</i>. ✓ Flujo de datos en sistemas de <i>Big Data</i>. ✓ Cumplimiento normativo y gestión de datos sensibles. NOTA: El área de TI se encargará de capacitar a los demás usuarios en el uso adecuado del <i>software</i>, asegurando que todos puedan aprovechar al máximo sus funcionalidades y optimizar su desempeño en las tareas diarias.

Uso de <i>Big Data</i> para área de mantenimiento	
Actividades	Contenido formativo
✓ Sesiones teóricas que explican los conceptos fundamentales de <i>Big Data</i>, incluyendo sus aplicaciones en mantenimiento. ✓ Formación en herramientas de análisis de datos. ✓ Sesiones prácticas sobre el uso de algoritmos y modelos predictivos.	✓ ¿Qué es <i>Big Data</i>? ✓ Beneficios y oportunidades en la optimización de procesos de mantenimiento. ✓ Tipos de datos en Mantenimiento. ✓ Uso de plataformas de <i>Big Data</i>. ✓ Cómo utilizar datos para predecir fallos y planificar mantenimientos. ✓ Técnicas de análisis de tendencias y patrones en datos de mantenimiento. ✓ Configuración de alertas y notificaciones para condiciones críticas. ✓ Evaluación del rendimiento de los equipos y maquinaria mediante datos históricos. ✓ Interpretación de resultados y toma de decisiones.

13. Machine Learning	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Seminarios Introductorios: Introducir conceptos básicos de <i>Machine Learning</i>, incluyendo tipos de algoritmos, aplicaciones y beneficios. ✓ Taller donde se discuten diferentes configuraciones de <i>hardware</i> y <i>software</i>, y se elaboran listas de requisitos para su implementación. ✓ Capacitar en la instalación de las herramientas necesarias para el desarrollo de <i>Machine Learning</i>.	✓ Requerimientos de <i>hardware</i> y <i>software</i> para implementar <i>ML</i>. ✓ Selección de Herramientas y Plataformas de <i>Machine Learning</i>. ✓ Instalación de los entornos de desarrollo y configurarlos correctamente para el trabajo con <i>ML</i>. ✓ Herramientas y bibliotecas estén instaladas y configuradas correctamente.
Uso de tecnología para área de TI	
Actividades	Contenido formativo
✓ Seminario o charla introductoria con ejemplos prácticos de uso de <i>ML</i> en la gestión de infraestructura TI. ✓ Taller práctico donde se realizan tareas de carga de datos, preparación y transformación de data sets para adaptarlos a las necesidades del modelo. ✓ Taller donde los participantes interactúan con <i>API's</i> (Interfaz de Programación de Aplicaciones) de <i>Machine Learning</i>, haciendo solicitudes para generar predicciones basadas en datos reales, y aprendiendo cómo integrar estas predicciones en aplicaciones o procesos.	✓ Conceptos básicos de <i>Machine Learning</i>. ✓ Diferencias entre <i>ML</i>, Inteligencia Artificial (IA), y <i>Deep Learning</i>. ✓ Aprendizaje supervisado vs. no supervisado. ✓ Cómo crear y entrenar modelos de <i>Machine Learning</i>. ✓ Despliegue de modelos en entornos de producción y operaciones. ✓ Monitorización y mantenimiento de modelos en producción y operaciones. ✓ Uso de <i>ML</i> para optimización de recursos TI. NOTA: El área de TI se encargará de capacitar a los demás usuarios en el uso adecuado del <i>software</i>, asegurando que todos puedan aprovechar al máximo sus funcionalidades y optimizar su desempeño en las tareas diarias.

14. Inteligencia artificial	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Talleres de diagnóstico sobre los procesos que serán optimizados con IA. ✓ Capacitación sobre el uso de <i>API's</i> de IA y su integración con sistemas existentes. ✓ Capacitación en instalación y configuración del entorno de IA.	✓ Fundamentos de IA y preparación del proyecto. ✓ Instalación y configuración del entorno técnico. ✓ Gestión y preparación de datos. ✓ Entrenamiento de modelos y evaluación. ✓ Integración con sistemas existentes.
Uso de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller introductorio: Explicación de las aplicaciones prácticas de IA en diferentes áreas (TI, operaciones, mantenimiento). ✓ Capacitación práctica con <i>software</i> IA. ✓ Entrenamiento en el uso de <i>dashboards</i> con datos procesados por IA. ✓ Uso de sistemas IA para detectar posibles problemas antes de que ocurran. ✓ Capacitación en gestión segura de datos y protección de la privacidad.	✓ Introducción a la Inteligencia Artificial en el entorno empresarial. ✓ Tipos de IA y herramientas disponibles. ✓ Implementación práctica de IA ✓ Integración con sistemas existentes (<i>ERP</i>, <i>CRM</i>, etc.). ✓ Uso de IA para soporte técnico y TI ✓ IA para mantenimiento predictivo y operaciones ✓ Ética, seguridad y normativas para el uso de IA NOTA: El área de TI se encargará de capacitar a los demás usuarios en el uso adecuado del <i>software</i>, asegurando que todos puedan aprovechar al máximo sus funcionalidades y optimizar su desempeño en las tareas diarias.

15. Chatbots	
Instalación y uso de tecnología para área TI, ventas y RRHH	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitación en integración del <i>chatbot</i> con sistemas empresariales. ✓ Reunión de alineación con líderes de las áreas involucradas (TI, atención al cliente, RR.HH.). ✓ Capacitación en gestión y mantenimiento del <i>chatbot</i>. ✓ Capacitación para operadores y personal no técnico. ✓ Desarrollo de manuales de usuario y guías rápidas para operadores. Nota: El área de TI será responsable de desarrollar y distribuir un manual de usuario sobre el uso del <i>chatbot</i>, asegurando que todos los usuarios correspondientes tengan acceso a la información necesaria para utilizar esta herramienta de manera efectiva.	TI ✓ Monitoreo y Gestión del Desempeño. ✓ Mantenimiento Preventivo y Correctivo. ✓ Seguridad y Privacidad de Datos ✓ Integración con Sistemas Internos ✓ Manual de usuario Ventas ✓ Uso del <i>chatbot</i> para responder preguntas frecuentes y consultas de productos. ✓ Programación de recordatorios y confirmaciones automáticas. ✓ Captura automática de datos relevantes del cliente. ✓ Análisis de estadísticas de interacción y generación de reportes para ventas. ✓ Interacción a través de <i>WhatsApp</i>, <i>web</i>, y redes sociales. RR.HH. ✓ Respuesta a preguntas frecuentes sobre políticas, vacaciones y beneficios. ✓ Solicitud de permisos y ausencias a través del <i>chatbot</i>. ✓ Uso del <i>chatbot</i> para pre-filtrar candidatos y agendar entrevistas. ✓ Uso del <i>chatbot</i> como asistente para la gestión de competencias del personal. ✓ Aplicación de encuestas automatizadas sobre bienestar y clima laboral.

16. Marketing digital y CRM (Gestión de Relaciones con Clientes)	
Implementación tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Presentación interactiva sobre las herramientas seleccionadas (Hootsuite, MailChimp, Google Ad's, Salesforce, etc.), destacando su propósito y beneficios. ✓ Instrucciones paso a paso para la creación de cuentas en las plataformas seleccionadas. ✓ Guía práctica para instalar y configurar herramientas específicas. ✓ Taller sobre la configuración y lanzamiento de campañas en Google Ad's y Facebook Ad's.	✓ Instalar y configurar herramientas de <i>marketing</i> digital y CRM. ✓ Configuración de CRM. ✓ Creación de objetos personalizados. ✓ Integración de CRM con herramientas de <i>marketing</i> digital. ✓ Configuración de paneles de control.
Uso de marketing digital y CRM para el área de ventas	
Actividades	Contenido formativo
✓ Sesión práctica donde los participantes aprenderán a navegar por la interfaz del CRM. ✓ Capacitación sobre cómo diseñar y lanzar campañas de ventas utilizando herramientas de <i>marketing</i> digital. ✓ Capacitación sobre cómo gestionar contactos y oportunidades en el CRM. ✓ Capacitación en técnicas de ventas digitales.	✓ Qué son y cómo funcionan las herramientas de <i>marketing</i> digital. ✓ Cómo crear campañas de <i>e-mail marketing</i>. ✓ Segmentación de audiencia y personalización de mensajes. ✓ Qué es un CRM y su propósito en ventas. ✓ Beneficios del uso de CRM para la gestión de clientes. ✓ Principales Funciones del CRM ✓ Gestión de contactos y oportunidades. ✓ Seguimiento de interacciones con clientes. ✓ Análisis de rendimiento de ventas.

17. PLC's (Programmable Logic Controllers)	
Implementación y uso de tecnología en área de producción y mantenimiento	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller práctico donde los participantes analizan las especificaciones técnicas de los modelos seleccionados. ✓ Aprender a realizar la instalación del <i>hardware</i> del PLC. ✓ Ejercicio grupal para desarrollar un diagrama de flujo y un esquema eléctrico para un proceso específico. ✓ Taller para crear manuales de usuario y documentación técnica del sistema implementado. ✓ Taller práctico donde los operadores aprenden a iniciar, detener y monitorear procesos controlados por PLC. ✓ Taller donde los participantes practican la navegación y el uso de HMI para supervisar el funcionamiento del PLC.	✓ Componentes y funcionamiento de un PLC. ✓ Programación de PLC. ✓ Instalación y configuración de PLC. ✓ Operación y mantenimiento de PLC. ✓ Integración con otros sistemas. ✓ Actualización y formación continua.
18. Sistema de sensores	
Implementación y uso de tecnología en área de producción y mantenimiento	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar a los participantes en la instalación física de diversos tipos de sensores. ✓ Proporcionar un paso a paso sobre la configuración de los sensores, incluyendo parámetros y ajustes necesarios. ✓ Familiarizar a los participantes con las herramientas de <i>software</i> para el monitoreo y la recolección de datos. ✓ Capacitar sobre el mantenimiento preventivo y la resolución de problemas en los sistemas de sensores. ✓ Capacitación práctica en la calibración de sensores para optimizar su precisión.	✓ Qué son los sensores y cómo funcionan. ✓ Componentes de un Sistema de Sensores Sensores, transductores, y actuadores. Unidades de procesamiento y visualización de datos. ✓ Cómo los sensores interactúan con otros dispositivos y sistemas (por ejemplo, PLC, HMI). ✓ Instalación y configuración de sensores ✓ Configuración de sensores ✓ Métodos para la recolección y almacenamiento de datos de sensores. ✓ Actividades de mantenimiento preventivo para asegurar un rendimiento óptimo de los sensores.

19. Internet de las cosas (IoT)	
Capacitación para implementación de tecnología (incluir a área de mantenimiento)	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller práctico para seleccionar los sensores y dispositivos adecuados según el entorno de trabajo. ✓ Capacitación en instalación física de sensores y dispositivos IoT en un entorno de trabajo. ✓ Capacitación en la creación de redes inalámbricas (Wi-Fi, Bluetooth, o LPWAN) para IoT. ✓ Taller práctico sobre cómo conectar dispositivos IoT con plataformas empresariales (como ERP o MES). ✓ Capacitación en la transmisión de datos IoT a plataformas en la nube. ✓ Pruebas funcionales del sistema IoT tras la instalación.	✓ Componentes del sistema: Sensores, actuadores, <i>gateways</i> y plataformas en la nube. ✓ Tipos de sensores y actuadores. ✓ Selección de <i>gateways</i> y rúters para IoT. ✓ Criterios para la compatibilidad y conectividad. ✓ Protocolos de comunicación: MQTT, HTTP, CoAP. ✓ Redes inalámbricas para IoT: Wi-Fi, Bluetooth, LPWAN. ✓ Configuración de red y resolución de problemas de conectividad. ✓ Instalación de sensores y actuadores en campo. ✓ Pruebas de conectividad y funcionamiento.
Uso de tecnología para área de producción y operaciones	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller introductorio sobre IoT en producción y operaciones. ✓ Capacitación en la creación y personalización de tableros de control con datos IoT. ✓ Capacitación en la sincronización de datos IoT con sistemas de gestión. ✓ Enseñar al personal a monitorear procesos de producción en tiempo real. ✓ Entrenamiento en la gestión de inventarios con IoT.	✓ Visualización de datos en <i>dashboards</i> para control de producción. ✓ Alertas automáticas y notificaciones de eventos críticos. ✓ Tipos de sensores usados en producción (temperatura, presión, vibración, entre otros). ✓ Interpretación de los datos recolectados por sensores. ✓ Integración del IoT con sistemas de gestión de inventarios (ERP, MES). ✓ Monitoreo del nivel de existencias en tiempo real. ✓ Automatización de pedidos según niveles mínimos de inventario. ✓ Creación de informes automáticos para análisis de rendimiento.

20. Indicadores luminosos y de voz	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller de instalación de indicadores luminosos y de voz. ✓ Formación en la sincronización de los indicadores con sistemas como <i>PLC</i> o <i>MES</i> para la automatización de alertas y notificaciones.	✓ Definición y tipos de indicadores (luminosos y de voz). ✓ Aplicaciones en entornos industriales y productivos. ✓ Ventajas operativas (reducción de tiempos, mejor comunicación). ✓ Preparación del espacio de instalación. ✓ Instalación de torretas luminosas y altavoces de voz. ✓ Pruebas básicas de conexión eléctrica y funcionamiento inicial. ✓ Conexión e integración con <i>PLC</i> y sistemas <i>MES</i>. ✓ Sincronización con sensores y sistemas <i>IoT</i> para notificaciones en tiempo real. ✓ Configuración de alertas automatizadas y protocolos de respuesta. ✓ Asignación de colores a eventos críticos y no críticos. ✓ Programación de mensajes de voz según procedimientos específicos. ✓ Ajustes de intensidad y frecuencia según las necesidades operativas. ✓ Validación de la funcionalidad según el plan operativo. ✓ Registro de fallos y ajustes necesarios.

21. Indicadores luminosos y de voz	
Usos de tecnología para área de mantenimiento, producción y operaciones	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller Introductorio a Indicadores Luminosos y de Voz. ✓ Taller donde los participantes aprenderán a interpretar y reaccionar ante las señales luminosas en diferentes contextos operativos. ✓ Capacitación en el uso de sistemas de monitoreo que integran indicadores luminosos y de voz. ✓ Sesión que aborda las mejores prácticas para el uso eficaz de indicadores en el trabajo diario.	✓ ¿Qué son los indicadores luminosos y de voz? ✓ Tipos de indicadores luminosos: torres, <i>LED's</i>, señales de estado. ✓ Configuración de mensajes según escenarios operativos. ✓ Luces de advertencia en equipos críticos. ✓ Programación de indicadores para alertar sobre mantenimientos programados y emergentes. ✓ Señalización del estado de producción (verde: operativo, amarillo: advertencia, rojo: parada). ✓ Alertas visuales para cambios de turno o paradas de línea. ✓ Uso de voz para dar instrucciones en procesos complejos. ✓ Estrategias para interpretar luces de estado y tomar acciones inmediatas. ✓ Uso de luces de emergencia y sistemas de voz para evacuaciones. ✓ Señalización de zonas peligrosas. ✓ Recopilación de datos sobre el uso de indicadores y voz.

22. Máquinas automáticas de fabricación, empaque y acabados de productos.	
Instalación y uso de máquinas	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller donde los participantes conozcan el proceso de instalación de una máquina automática guiados por un experto en la materia. ✓ Capacitación en la identificación y resolución de problemas comunes que pueden surgir durante la operación de las máquinas. ✓ Sesión teórica para comprender el funcionamiento básico de las máquinas automáticas utilizadas en la fabricación de plásticos. ✓ Sesión práctica para aprender a operar las máquinas automáticas de manera eficiente y segura. ✓ Sesión sobre las prácticas de seguridad y normativas aplicables al uso de máquinas automáticas. ✓ Para área de mantenimiento: Taller sobre las prácticas de mantenimiento preventivo necesarias para asegurar el buen funcionamiento de las máquinas automáticas. Nota: Proporcionar al personal operativo un manual de operación para las máquinas automáticas. Este manual debe incluir instrucciones detalladas sobre el funcionamiento de la máquina, procedimientos de seguridad y guías para la resolución de problemas.	✓ Tipos de máquinas automáticas por instalar. ✓ Componentes principales: - Estructura de la máquina - Sistemas de control - Mecanismos de accionamiento - Herramientas y accesorios ✓ Seguridad y Normativas ✓ Preparativos para la Instalación ✓ Revisión del espacio y condiciones ambientales ✓ Verificación de herramientas y materiales necesarios ✓ Proceso de Instalación - Pasos para la instalación de diferentes tipos de máquinas - Conexiones eléctricas y de control - Calibración y ajustes iniciales ✓ Controles y Configuraciones ✓ Panel de control y funciones ✓ Configuración de parámetros de operación ✓ Procedimiento de Operación ✓ Inicio y parada de la máquina ✓ Monitorización de procesos en tiempo real ✓ Procedimientos de emergencia.

23. Código de Barras y <i>RFID</i>	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Sesión teórica que presenta los componentes de los sistemas de códigos de barras y <i>RFID</i>, incluyendo <i>hardware</i> y <i>software</i> necesarios para la instalación. ✓ Taller donde los participantes aprenderán a instalar y configurar lectores de códigos de barras en el entorno de trabajo. ✓ Taller donde se enseña a instalar y configurar el <i>software</i> necesario para la gestión de datos obtenidos de los códigos de barras y <i>RFID</i>.	✓ Componentes necesarios para la instalación. ✓ Tipos de lectores de códigos de barras (láser, imagen, etc.). ✓ Dispositivos <i>RFID</i> (etiquetas, lectores, antenas). ✓ <i>Software</i> de gestión de datos. ✓ Requisitos de infraestructura (cables, redes, etc.). ✓ Evaluación del espacio físico. ✓ Planificación de la ubicación de los lectores y antenas. ✓ Requisitos eléctricos y de red. ✓ Instalación física de lectores y dispositivos <i>RFID</i>. ✓ Configuración de la red y conexión de dispositivos. ✓ Instalación de <i>software</i> y controladores. ✓ Procedimientos de calibración y pruebas iniciales. ✓ Instalación de <i>software</i> de gestión. ✓ Configuración de bases de datos y perfiles de usuario. ✓ Integración con sistemas existentes (<i>ERP</i>, gestión de inventarios). ✓ Procedimientos de prueba para códigos de barras y <i>RFID</i>. ✓ Diagnóstico de problemas comunes. ✓ Resolución de problemas y ajustes necesarios.

Uso de tecnología para de operaciones y producción	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller de Introducción al Uso de Código de Barras y <i>RFID</i>. ✓ Practicar la gestión de inventarios utilizando sistemas de código de barras y <i>RFID</i>. ✓ Aprender a integrar datos de escaneo en sistemas de gestión existentes. ✓ Capacitar a los participantes en el uso diario de sistemas de código de barras y <i>RFID</i>. ✓ Enseñar a los usuarios cómo mantener y cuidar el equipo.	✓ Definición de código de barras y <i>RFID</i>. ✓ Comparación entre código de barras y <i>RFID</i>. ✓ Ventajas y desventajas de cada sistema. ✓ Proceso de escaneo de productos durante la recepción y almacenamiento. ✓ Aplicaciones en la gestión de inventarios y auditorías de stock. ✓ Integración de etiquetas <i>RFID</i> en productos durante el empaque. ✓ Cómo asegurar una correcta lectura en diferentes condiciones de operación. ✓ Técnicas para escanear eficientemente durante la recepción y distribución. ✓ Proceso de etiquetado y escaneo en la línea de empaque.

24. Sistema <i>MES</i> (Manufacturing Execution System)	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Preparar a los equipos técnicos para la correcta instalación del <i>software</i> y <i>hardware</i> requerido. ✓ Taller de instalación del sistema en servidores locales o en la nube e integración con sistemas <i>ERP</i>.	✓ Instalación y configuración básica del sistema. ✓ Ajuste de módulos según procesos (producción, calidad, mantenimiento, operaciones). ✓ Conexión con <i>ERP</i>, maquinaria, y sistemas <i>IoT</i>. ✓ Prueba de órdenes de producción y seguimiento en tiempo real. ✓ Validación de alarmas y notificaciones automatizadas. ✓ Ajuste y optimización tras la revisión de pruebas.
Uso de tecnología para área de producción y operaciones	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar a los operadores en la gestión diaria de procesos mediante <i>MES</i>. ✓ Taller: Navegación y Operación Básica del <i>MES</i>. ✓ Enseñar a los equipos cómo gestionar y monitorear procesos productivos desde el <i>MES</i>. ✓ Capacitar en la captura y trazabilidad de información relevante para control de calidad y auditorías. ✓ Instruir en la programación de mantenimientos preventivos para evitar paradas inesperadas. ✓ Enseñar a los usuarios a interpretar métricas clave para la mejora continua de la producción.	✓ Introducción a los módulos principales del sistema. ✓ Monitoreo de líneas de producción en tiempo real. ✓ Uso de reportes automáticos para identificar cuellos de botella. ✓ Modificación de órdenes y programación de tareas urgentes en la plataforma. ✓ Registro de materiales y productos en cada etapa del proceso ✓ Configuración de alertas y recordatorios de mantenimiento. ✓ Registro de actividades de mantenimiento en la plataforma. ✓ Análisis de datos históricos para predicción de fallas y optimización de tiempos. ✓ Uso de <i>KPI's</i> operativos como <i>OEE</i> (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>). ✓ Comparación de desempeño entre turnos y líneas de producción.

25. Sistema de gestión de almacenes (WMS)	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar al equipo de TI en la instalación y configuración básica del <i>software WMS</i>. ✓ Guiar a los responsables en la digitalización del layout del almacén dentro del <i>WMS</i>. ✓ Enseñar la conexión e integración de <i>hardware</i> con el sistema <i>WMS</i>. ✓ Capacitación en seguridad y respaldo del sistema.	✓ Instalación del sistema en servidores locales o configuración en la nube. ✓ Creación de perfiles de usuario con diferentes niveles de acceso. ✓ Integración del <i>WMS</i> con otros sistemas, como <i>ERP</i> y sistemas de facturación. ✓ Configuración de reglas de almacenamiento y reabastecimiento (<i>FIFO</i>, <i>LIFO</i>). ✓ Establecer ubicaciones para productos críticos o de alta rotación. ✓ Instalación y sincronización de escáneres de código de barras y <i>RFID</i>. ✓ Configuración de impresoras de etiquetas para automatizar los procesos. ✓ Pruebas de comunicación con carretillas o <i>robots</i> de transporte, si aplica. ✓ Realización de un ciclo completo de inventario y registro en el sistema. ✓ Simulación de recepción y salida de productos para verificar flujos. ✓ Resolución de errores encontrados durante las pruebas. ✓ Implementación de políticas de seguridad y control de accesos. ✓ Configuración de respaldos automáticos y planes de recuperación ante fallos.

Uso de tecnología en área de operaciones	
✓ Taller: Recepción y registro de inventario. ✓ Taller: Gestión de ubicaciones y reabastecimiento. ✓ Taller: Procesamiento de pedidos y preparación de envíos. ✓ Capacitar en la utilización del WMS para mantener un inventario exacto y realizar auditorías. ✓ Capacitar en análisis de datos y optimización del almacén.	✓ ¿Qué es y cómo funciona el sistema WMS? ✓ Asignación automática de ubicaciones dentro del almacén según las reglas del WMS. ✓ Uso del WMS para definir ubicaciones dinámicas y permanentes. ✓ Monitoreo del nivel de inventario y activación de alertas de reabastecimiento. ✓ Estrategias de “<i>picking</i>” (<i>FIFO</i>, <i>LIFO</i>, o <i>FEFO</i>) configuradas en el sistema. ✓ Creación de listas de “<i>picking</i>” y asignación de tareas a los operadores. ✓ Escaneo de productos para confirmar los artículos seleccionados. ✓ Gestión del empaque y generación automática de etiquetas y documentación de envío. ✓ Realización de inventarios cíclicos y reconciliación de diferencias. ✓ Generación de reportes automáticos de estado de inventario. ✓ Preparación para auditorías con registros históricos del WMS. ✓ Evaluación del desempeño del almacén utilizando reportes del sistema (rotación de inventario, tiempos de <i>picking</i>, etc.). ✓ Identificación de áreas de mejora en el flujo de trabajo y gestión del espacio. ✓ Implementación de ajustes estratégicos basados en datos históricos del WMS.

26. Sistema de administración de muelles (YMS)	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Discusión sobre <i>hardware</i>, <i>software</i> y configuraciones de red necesarias para el YMS. ✓ Capacitar al equipo en la preparación del entorno donde se instalará el YMS. ✓ Taller donde los técnicos instalan el YMS bajo la supervisión de un experto. ✓ Capacitar a los participantes en la configuración básica post-instalación.	✓ <i>Software</i>, <i>hardware</i> y conexiones necesarias. ✓ Requisitos para la Instalación. ✓ Especificaciones de servidores, dispositivos de red y estaciones de trabajo. ✓ Sistemas operativos y aplicaciones necesarias para el funcionamiento del YMS. ✓ Conexiones y protocolos necesarios para la integración del YMS. ✓ Preparativos previos a la instalación. ✓ Instalación del <i>software</i>: guías y procedimientos. ✓ Ajustes necesarios después de la instalación. ✓ Cómo conectar el YMS con sistemas existentes.
Uso de tecnología para área de operaciones	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller de Introducción al YMS. ✓ Un experto del sistema realiza una demostración en vivo de las funcionalidades clave, como la programación de muelles, gestión de citas y seguimiento de carga. ✓ Enseñar a los usuarios cómo navegar por la interfaz del YMS. ✓ Capacitación en Reportes y Análisis de Datos.	✓ Qué es un YMS y su importancia en la logística. ✓ Programación de citas y gestión de horarios de muelles. ✓ Control de acceso y seguridad en los muelles. ✓ Monitoreo del estado de las cargas y seguimiento de envíos. ✓ Proceso para programar citas de carga y descarga. ✓ Cómo gestionar cambios en las citas programadas. ✓ Cómo ingresar y actualizar información sobre las cargas entrantes y salientes. ✓ Generación de Informes

27. Simulación de procesos (gemelos digitales)	
Instalación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller de Configuración de la Infraestructura. ✓ Capacitación en Integración de Sistemas. ✓ Documentación y manual de instalación.	✓ Instalación de <i>hardware</i> y dispositivos <i>IoT</i> necesarios. ✓ Configuración de servidores y plataformas en la nube o locales. ✓ Conexión del gemelo digital con <i>ERP</i>, <i>MES</i> y otros sistemas operativos existentes. ✓ Instalación y configuración del <i>software</i> de gemelos digitales. ✓ Personalización de modelos digitales según los procesos de la empresa. ✓ Creación de guías y documentación técnica para el proceso de instalación.
Uso de tecnología en área de producción y mantenimiento	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller de introducción al gemelo digital. ✓ Práctica guiada de configuración del <i>software</i> y simulación de escenarios operativos reales. ✓ Ejercicio de mantenimiento predictivo	✓ Explicación del concepto de gemelos digitales y su utilidad en operaciones. ✓ Navegación en la Plataforma. ✓ Creación de escenarios: tiempos de producción, cambios en la demanda, fallos simulados. ✓ Análisis de cuellos de botella y puntos críticos en procesos. ✓ Prueba de ajustes operativos sin afectar la producción real. ✓ Detección anticipada de fallos a través del gemelo digital. ✓ Configuración de alertas automáticas para mantenimiento preventivo. ✓ Simulación de escenarios de desgaste de maquinaria. ✓ Creación e interpretación de reportes basados en datos del gemelo digital.

28. Robots industriales colaborativos	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar en el montaje y conexión del <i>robot</i> en el entorno productivo. ✓ Práctica en la configuración de interfaces y sincronización con datos del sistema <i>MES</i>. ✓ Capacitar en la configuración de herramientas y sensores para tareas específicas. ✓ Taller práctico de ensamblaje, instalación eléctrica y conexión a sistemas periféricos.	✓ Evaluación del espacio de trabajo y condiciones ambientales. ✓ Verificación de la infraestructura eléctrica y de red necesaria. ✓ Revisión de manuales de instalación y especificaciones del fabricante. ✓ Normativas y estándares de seguridad aplicables. ✓ Componentes eléctricos (cables, conectores, etc.). ✓ Elementos de fijación (tornillos, anclajes, etc.). ✓ Pasos para el ensamblaje del <i>robot</i> y sus componentes. ✓ Métodos para asegurar el <i>robot</i> al suelo o a la estructura existente. ✓ Instrucciones para la conexión a la red eléctrica. ✓ Configuración de sistemas de energía y protección. Conexión del <i>robot</i> a los sistemas de control existentes (<i>PLC</i>, <i>SCADA</i>). ✓ Verificación de la comunicación entre el <i>robot</i> y el <i>software</i> de gestión. ✓ Ajustes básicos necesarios para el funcionamiento del <i>robot</i>. ✓ Calibración de sensores y herramientas. ✓ identificación de riesgos potenciales durante la instalación. ✓ Implementación de medidas de seguridad (zonas de exclusión, paradas de emergencia). ✓ Cumplimiento de las normativas locales y del fabricante.

Uso de tecnología en área de producción y mantenimiento	
Actividades	Contenido formativo
✓ Taller Introductorio sobre <i>Robots</i> Colaborativos ✓ Demostración en vivo de un <i>robot</i> colaborativo realizando tareas específicas, como ensamblaje o manipulación de materiales. ✓ Capacitación en programación básica utilizando la interfaz gráfica del <i>robot</i>. ✓ Taller sobre las técnicas de mantenimiento preventivo y las rutinas de cuidado del <i>robot</i>. ✓ Equipar a los participantes con las habilidades necesarias para manejar fallos o malfuncionamientos.	Producción ✓ Introducción a los <i>Robots</i> Industriales Colaborativos ✓ Tareas Comunes Realizadas por <i>robots</i> ✓ Ensamblaje y manipulación de materiales. ✓ Soldadura y pintura. ✓ Pruebas y control de calidad. ✓ Navegación por la interfaz gráfica. ✓ Programación de tareas simples. ✓ Programación de un <i>robot</i> para tareas específicas. Mantenimiento ✓ Procedimientos de mantenimiento básico. ✓ Reglas y regulaciones aplicables a la operación de <i>robots</i>. ✓ Identificación y solución de problemas típicos. ✓ Respuestas adecuadas ante fallos o accidentes.

29. Impresión 3D	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Un taller donde se presenta la tecnología a instalar, sus componentes y su funcionalidad. ✓ Taller donde se muestre cada paso de la instalación para que los participantes puedan visualizar el proceso. ✓ Taller donde se presentan problemas comunes que pueden surgir durante la instalación.	✓ Especificaciones técnicas. ✓ Requisitos del sistema. ✓ Preparación previa a la instalación (evaluación del sitio, herramientas necesarias). ✓ Procedimiento de instalación (conexiones, configuraciones, pruebas). ✓ Configuración de parámetros básicos. ✓ Personalización de la interfaz y funcionalidades.
Uso de tecnología en área de producción	
Actividades	Contenido formativo
✓ Realizar talleres donde los participantes puedan interactuar directamente con la tecnología. ✓ Sesión en la que se presentará un <i>software</i> de diseño 3D utilizado para crear modelos para impresión. ✓ Capacitación sobre cómo preparar archivos para la impresión 3D, incluyendo el uso de <i>software</i>. ✓ Actividad donde los participantes observarán una impresión 3D en proceso, aprendiendo sobre el funcionamiento y los ajustes en tiempo real.	✓ Componentes de una Impresora 3D ✓ <i>Software</i> de Diseño 3D ✓ Proceso de convertir el modelo 3D en un archivo <i>G-Code</i> para la impresora. ✓ Pasos para preparar la impresora antes de la impresión (nivelación de la cama, carga de filamento). ✓ Cómo iniciar una impresión y supervisar el proceso.

30. Realidad Aumentada y virtual para entrenamiento	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Instruir al personal en la instalación física de los dispositivos, montaje de dispositivos de RA/RV, configuración del <i>software</i> de RA/RV, calibración e integración con sistemas existentes ✓ Elaboración de un manual interno que describa cada paso de la instalación.	✓ Ensamblaje y posicionamiento de gafas, sensores, y cámaras. ✓ Instalación de estaciones base y configuraciones de red inalámbricas, Instalación de controladores, aplicaciones y plataformas de simulación. ✓ Configuración inicial del <i>software</i> y conexión con los dispositivos. ✓ Creación de perfiles de usuario y personalización de las interfaces para cada área, si aplica. ✓ Calibración de sensores y cámaras para asegurar la precisión. ✓ Pruebas de conectividad y latencia del sistema. ✓ Validación del funcionamiento de gafas, mandos y otros periféricos. ✓ Configuración de integración con <i>ERP</i>, <i>MES</i>, o plataformas de gestión de datos.

Uso de tecnología para área de Recursos Humanos, Mantenimiento y Producción	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar al equipo de RR.HH. en la creación y uso de entornos virtuales para selección y formación de personal. ✓ Entrenar al equipo de mantenimiento en la aplicación de RA para tareas complejas. ✓ Taller práctico: Visualización de datos operativos en tiempo real mediante RA.	Introducción a Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV). Recursos Humanos ✓ Uso de simulaciones para el proceso de inducción y <i>Onboarding</i>. ✓ Entrenamiento inmersivo en competencias clave. ✓ Evaluación del desempeño a través de escenarios virtuales Mantenimiento ✓ Guías interactivas para procedimientos técnicos mediante RA. ✓ Diagnóstico y resolución de problemas en entornos simulados. ✓ Asistencia remota en tiempo real utilizando RA para soporte Producción ✓ Visualización de datos en tiempo real para toma de decisiones. ✓ Simulaciones para optimización de procesos y flujo de trabajo. ✓ Monitoreo remoto de operaciones mediante interfaces aumentadas.

31. Sistema de Business Intelligence	
Instalación y uso de tecnología para áreas de administración, finanzas, ventas y operaciones	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar a los participantes en la instalación del <i>software</i> de BI. ✓ Sesiones de Navegación y Configuración. ✓ Enseñar cómo conectar y preparar datos para análisis. ✓ Guiar a los participantes en la importación y limpieza de datos para su uso en el sistema. ✓ Capacitar en la creación de informes y <i>dashboards</i> efectivos. ✓ Enseñar técnicas de análisis de datos utilizando la herramienta.	✓ Introducción a Business Intelligence ✓ <i>Hardware</i> y <i>software</i> necesarios para la instalación. ✓ Pasos detallados para la instalación del <i>software</i>. ✓ Configuración inicial y conexión a fuentes de datos. ✓ Interfaz del Sistema. ✓ Métodos para conectar a diversas fuentes de datos. ✓ Limpieza y transformación de datos para el análisis. ✓ Creación de Informes y Dashboards. ✓ Políticas de seguridad y buenas prácticas. ✓ Métodos de análisis y su interpretación. ✓ Uso de <i>KPI's</i> y métricas.
32. Ciberseguridad	
Implementación de tecnología	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar a los participantes en la instalación de herramientas y <i>software</i> de ciberseguridad. ✓ Enseñar cómo detectar y responder a diferentes amenazas cibernéticas. ✓ Familiarizar a los participantes con la seguridad en redes. ✓ Fomentar una cultura de seguridad en la organización.	✓ Definición de ciberseguridad y su importancia. ✓ Principales tipos de amenazas cibernéticas. ✓ <i>Hardware</i> y <i>software</i> necesarios para implementar soluciones de ciberseguridad. ✓ Pasos detallados para la instalación de herramientas de ciberseguridad. ✓ Configuración de <i>firewalls</i> y segmentación de redes. ✓ Métodos para detectar y responder a amenazas. ✓ Creación de un plan de respuesta a incidentes. ✓ Concientización y capacitación del personal. ✓ Cumplimiento Normativo.

33. Sistema ATS	
Instalación y uso de tecnología en área de Recursos Humanos	
Actividades	Contenido formativo
✓ Familiarizar al equipo de implementación con el proceso de instalación, configuraciones y requisitos técnicos. ✓ Enseñar a los participantes las funciones básicas y avanzadas del <i>software</i>, incluyendo consejos y trucos para maximizar su uso. ✓ Programar sesiones de capacitación regulares para mantener a los empleados actualizados sobre nuevas características y mejoras.	✓ Comprender el impacto de la tecnología en la gestión de recursos humanos. ✓ proceso de instalación y configuración de la herramienta. ✓ Gestión de nómina. ✓ Administración de datos de empleados. ✓ Registro y seguimiento de asistencia. ✓ Creación y publicación de ofertas de empleo. ✓ Proceso de selección: filtros y evaluación de candidatos. ✓ Manejo de bases de datos de candidatos. ✓ Análisis de resultados y generación de informes.

34. Plataformas de gestión de RR.HH. y de aprendizaje	
Configuración y uso de tecnología en área de Recursos Humanos	
Actividades	Contenido formativo
✓ Capacitar a los participantes con la interfaz y las funcionalidades de la plataforma. ✓ Guiar a los participantes instalación y configuración de parámetros, usuarios, roles y permisos. ✓ Instrucciones sobre cómo exportar datos desde el sistema anterior e importarlos a la nueva plataforma. ✓ Ejercicios prácticos sobre cómo añadir, editar y gestionar registros de empleados. ✓ Capacitación en la creación de cursos y seguimiento del progreso del aprendizaje. ✓ Capacitar en la identificación y resolución de problemas.	✓ ¿Qué es una plataforma de gestión de RR.HH. y de aprendizaje? ✓ Proceso de instalación. ✓ Configuración inicial de la plataforma. ✓ Migración de datos: pasos y consideraciones. ✓ Asignación de roles y permisos de usuario. ✓ Personalización de la interfaz y de los flujos de trabajo. ✓ Gestión de datos de empleados: ✓ Cómo añadir, editar y eliminar registros. ✓ Importación y exportación de datos. ✓ Herramientas para evaluaciones de desempeño. ✓ Publicación de ofertas de trabajo. ✓ Gestión de candidatos y entrevistas. ✓ Diseño y creación de cursos. ✓ Integración de evaluaciones y pruebas. ✓ Cómo inscribir a empleados en cursos. ✓ Seguimiento del progreso y desempeño de los participantes. ✓ Herramientas para la retroalimentación y evaluación de cursos. ✓ Identificación de problemas comunes y soluciones. ✓ Cómo acceder al soporte técnico. ✓ Actualizaciones de la plataforma: importancia y procedimientos.

Fuente: Elaboración propia.

9.4.3.3.3. Prueba Piloto

La prueba piloto es un paso crucial en el proceso de implementación. En esta fase, se seleccionará una tecnología 4.0 específica para cada área, ejecutando una prueba piloto por separado en cada una. Esta etapa será clave para asegurar la integración exitosa de las demás tecnologías, ya que estas dependerán de ese componente inicial.

Acciones por seguir:

1. Seleccionar la tecnología adecuada para la prueba piloto en cada área, asegurando que se cuente con los recursos y requisitos necesarios para instalarla, compatible con los sistemas actuales y que sirva de base para integrarlas las demás tecnologías.

A continuación, se presenta una tabla con las tecnologías sugeridas por área para la prueba piloto.

Tabla 99.

Tabla de Tecnologías Sugeridas para Prueba Piloto

Área	Tecnología sugerida para prueba piloto
Producción	Internet de las Cosas (<i>IoT</i>)
Ventas	<i>Help Desk</i>
TI	Almacenamiento Local
Operaciones	Sistema de Administración de Muelles
Mantenimiento	Uso de <i>PLC's (Programmable Logic Controllers)</i>
Finanzas	Sistema <i>ERP</i>
Administración	Gestión de Identidades y Accesos (<i>IAM</i>)
RR.HH.	Sistema <i>ATS</i> (Sistema de Seguimiento de Candidatos)

Nota. Para la selección de la tecnología que se utilizará en la prueba piloto por área, se deberá revisar el apartado “Selección de Tecnologías” del plan de acción y verificar el orden de implementación sugerido. Si la tecnología indicada en la tabla anterior (*Tabla 76*) ya está instalada, se avanzará con la siguiente en el orden establecido.

Fuente: Elaboración propia.

2. Desarrollar un plan de acción específico para la prueba piloto, incluyendo cronograma, asignación de recursos y responsables.
3. Asegurarse de que el área seleccionada tenga la capacidad técnica y operativa para la prueba.
4. Instalar y configurar las tecnologías 4.0 en el área seleccionada.
5. Con base en el éxito de la prueba piloto, decidir si las tecnologías están listas para expandirse a otros procesos o áreas de la empresa.

A continuación, se presenta las fases de la prueba piloto en una matriz. Estas fases están diseñadas para asegurar un proceso controlado y efectivo en la implementación de tecnologías 4.0 en empresas del sector plástico:

Tabla 100.

Fases de la Prueba Piloto de Implementación

Fase	Actividad	Responsable	Recursos
1. Planificación	Seleccionar tecnología y área para la prueba piloto	Ingeniero de procesos	Análisis de procesos
	Asignar presupuesto y recursos	Analista de presupuesto	Presupuesto aprobado
2. Preparación	Configurar equipos y sistemas	Coordinador de soporte técnico	Equipos tecnológicos
3. Ejecución	Poner en marcha la prueba piloto	Responsable de innovación y desarrollo	Personal, equipos, software
	Monitorear el desempeño de la tecnología	Coordinador de soporte técnico	Personal, equipos, software
	Detectar y registrar problemas	Ingeniero de Procesos	Software de gestión de incidencias

Fase	Actividad	Responsable	Recursos
4. Evaluación	Analizar los resultados obtenidos	Líder del proyecto	Base de datos, <i>KPI's</i>
	Recopilar retroalimentación del personal	Representante de TI	Encuestas
5. Ajuste y Optimización	Implementar ajustes según los resultados obtenidos	Ingeniero de Procesos	Equipos y sistemas
6. Escalamiento	Generar informe final con resultados y recomendaciones	Responsable de innovación y desarrollo	Informes y datos de evaluación
	Decidir si seguir con la implementación de las demás tecnologías.	Líder del proyecto	Resultados del piloto
7. Documentación y Transferencia	Documentar todo el proceso y los aprendizajes	Responsable de Proyecto	Informes, documentación
	Transferir conocimientos al equipo para seguir implementando	Responsable de innovación y desarrollo	Planes de formación

Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones por tomar en cuenta:

- Involucrar a todos los niveles de la empresa, desde la alta dirección hasta los operadores.
- Solicitar retroalimentación constante del personal que opera las tecnologías 4.0 es clave para ajustar procesos y optimizar el uso de las herramientas, así como para garantizar que la tecnología sea aceptada y bien comprendida.
- Contar con el soporte técnico necesario es crucial para resolver problemas técnicos de manera rápida. Asegurarse de que tanto el equipo interno como los proveedores de tecnología estén disponibles para brindar asistencia.

- Evaluar los resultados obtenidos durante y después de la prueba piloto de manera continua. Esto permitirá identificar las áreas de éxito y aquellas que requieren ajustes antes de escalar la tecnología a otras áreas.
- No solo es importante evaluar los resultados inmediatos, sino también prever el impacto a largo plazo de la implementación de tecnologías 4.0.

9.4.3.4. Monitoreo y Mejora Continua

El monitoreo y la mejora continua asegurarán que las tecnologías implementadas funcionen de manera óptima, identificando áreas de mejora y adaptando las tecnologías a las necesidades cambiantes de la organización.

Acciones por seguir:

A. Establecimiento de indicadores clave de desempeño (*KPI's*)

En el contexto de la implementación de tecnologías 4.0, los *KPI's* ayudarán a monitorizar el éxito de la adopción de nuevas tecnologías, la eficiencia operativa, la reducción de costos, y el impacto en la productividad.

A continuación, se presentan 14 indicadores clave de desempeño (KPI's) recomendados para el proyecto de implementación de tecnologías 4.0 en las empresas del plástico de El Salvador. Estos indicadores ayudarán a medir el progreso, identificar áreas de mejora y asegurar que se están alcanzando los objetivos planteados que garantiza que sean efectivos y orientados a resultados.

Tabla 101.

KPI's recomendados para Monitoreo y Mejora Continua

Nombre del KPI	Fórmula	Objetivo
Grado de Automatización	$\text{Grado de Automatización} = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de procesos automatizados}}{\text{N}^\circ \text{ total de procesos}} \right) \times 100$	Aumentar este valor a medida que se avanza por los niveles.
Uso de capacidad de IoT (Internet de las Cosas)	$\text{Uso de IoT} = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de dispositivos IoT operando}}{\text{N}^\circ \text{ total de dispositivos conectables}} \right) \times 100$	Incrementar este valor conforme avanza el proyecto hacia niveles avanzados.
Tiempo de inactividad reducido (Down time)	$\text{Reducción de Downtime} = \left(\frac{\text{T. de inactiv. original} - \text{T. de inactiv. actual}}{\text{Tiempo de inactividad original}} \right) \times 100$	Reducir el tiempo de inactividad hasta un 50 % en los niveles más altos.
Productividad del personal	$\text{Productividad del Personal} = \frac{\text{Producción total}}{\text{N}^\circ \text{ de empleados}}$	Aumentar este KPI conforme se introduce automatización y capacitación.
Costo de producción por unidad	$\text{Costo por Unidad} = \frac{\text{Costos totales de producción}}{\text{Unidades producidas}}$	Reducir este valor a medida que la tecnología mejora la eficiencia.

Nombre del KPI	Fórmula	Objetivo
Tasa de implementación tecnológica	$Tasa\ de\ implementación = \left(\frac{N^{\circ}\ de\ tecnologías\ implementadas}{N^{\circ}\ de\ tecnologías\ planificadas} \right) \times 100$	Alcanzar el 100 % en cada nivel de avance.
Tiempo de capacitación por empleado	$Horas\ de\ Capacitación\ por\ Empleado = \frac{Total\ de\ horas\ de\ capacitación}{N^{\circ}\ de\ empleados\ capacitados}$	Asegurar un nivel adecuado de capacitación que incremente las habilidades tecnológicas del personal.
Tasa de ahorro en consumo energético	$Tasa\ de\ Ahorro\ Energético = \left(\frac{consumo\ energético\ original - consumo\ energético\ actual}{Consumo\ energético\ original} \right) \times 100$	Incrementar la eficiencia energética en un 30 % o más en niveles avanzados.
Tasa de Retorno de la Inversión (ROI)	$ROI = \frac{Ganancias\ obtenidas - Inversión\ total}{Inversión\ total} \times 100$	Aumentar el ROI conforme se avanza en la implementación de tecnologías avanzadas.
Capacidad de recolección de datos	$Cantidad\ de\ datos\ recolectados\ por\ hora\ o\ por\ máquina = Volumen\ de\ datos\ recolectados \left(\frac{GB}{hora} \right)$	Mejorar la capacidad de captura y procesamiento de datos para generar insights de valor.

Nombre del KPI	Fórmula	Objetivo
Conectividad de sistemas	$\text{Porcentaje de sistemas interoperables} = \left(\frac{\text{Sistemas integrados}}{\text{Total de sistemas}} \right) \times 100$	Garantizar que los sistemas críticos estén conectados para mejorar la gestión integral y fluida de la cadena de valor.
Eficiencia energética	$\text{Consumo energético por unidad producida} = \frac{\text{Consumo energético total}}{\text{Total de unidades producidas}}$	Reducir el consumo de energía mediante la optimización de maquinaria y el uso de sensores inteligentes.
Tiempo de implementación de nuevas tecnologías	$\begin{aligned} &\text{Tiempo promedio para implementar nuevas tecnologías (días)} \\ &= \frac{\text{Tiempo total de implementación}}{\text{Cantidad de nuevas tecnologías implementadas}} \end{aligned}$	Minimizar el tiempo de integración de tecnologías nuevas para adaptarse rápidamente a los cambios.
Nivel de ciberseguridad	$\text{Nivel de ciberseguridad} = \frac{\text{Cantidad de incidentes en el mes}}{\text{Total de incidentes en el año}}$	Reducir al mínimo los incidentes de seguridad con la implementación de medidas de ciberseguridad robustas.

Fuente: Elaboración propia.

B. Mejora continua

Se establecer un proceso inicial de mejora continua para evaluar y optimizar las tecnologías básicas implementadas, con un enfoque en identificar problemas y oportunidades de mejora. Los elementos de la mejora continua son los siguientes:

Figura 53.

Factores a considerar para la Mejora Continua



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen los elementos que conforman la mejora continua:

1. Recopilación de datos y medición de KPI's

Se sugiere utilizar herramientas y sistemas tecnológicos que permitan recopilar datos en tiempo real y realizar un seguimiento constante de los KPI's previamente definidos. Las herramientas que se pueden utilizar son:

- **Sistemas de Monitoreo IoT:** Para capturar datos de máquinas y procesos.
- **Plataformas de análisis de datos:** Para visualizar el rendimiento en tiempo real (*dashboards*, gráficos y reportes).
- **Gemelos digitales** (para niveles avanzados): Para simular y analizar el comportamiento de los procesos antes de implementar cambios.

2. Revisión regular de *KPI's*

Se deben realizar revisiones periódicas (mensuales, trimestrales o semestrales) con el equipo de trabajo para evaluar los resultados de los *KPI's*, detectar desviaciones y proponer ajustes. Se sugiere realizar las siguientes actividades:

- **Análisis de resultados actuales:** Evaluar los resultados alcanzados en relación con las metas establecidas.
- **Análisis de causas:** Identificar las razones detrás de los resultados obtenidos (positivos o negativos).
- **Propuesta de ajustes:** Definir acciones correctivas o preventivas basadas en el análisis de resultados.

3. Implementación del ciclo de mejora continua (PHVA)

Planificar: Identificar áreas de mejora basadas en los resultados de monitoreo. Crear un plan de acción para optimizar las áreas críticas. Además, se sugiere definir objetivos de reducción de emisiones y consumo energético.

Hacer: Implementar los cambios propuestos y nuevas prácticas en el proceso productivo o administrativo.

Verificar: Medir los resultados de las mejoras implementadas a través de los *KPI's* y compararlos con las metas iniciales. Incluir auditorías ambientales y análisis para identificar desperdicios de recursos.

Actuar: Ajustar el plan de acción según los resultados obtenidos, documentar las lecciones aprendidas y definir nuevas áreas de optimización.

4. Integración de resultados con la estrategia de la empresa

Garantizar que los resultados del monitoreo y la mejora continua estén alineados con la estrategia empresarial y que los resultados sean utilizados para tomar decisiones estratégicas.

Las actividades por realizar son:

- Programar reuniones con la alta dirección para presentar los resultados de monitoreo y su impacto en la competitividad y sostenibilidad de la empresa.
- Ajustar las metas estratégicas basadas en las tendencias observadas y el análisis de desempeño.

5. Escalabilidad tecnológica

Implementar la escalabilidad tecnológica en empresas del sector plástico de El Salvador, implica crear un entorno flexible y alineado con la estrategia de negocio. Esto garantizará que las empresas puedan adaptar y expandir sus capacidades tecnológicas conforme crecen sus operaciones y evolucionan las demandas del mercado, manteniendo un enfoque sostenible y competitivo a largo plazo. Las actividades por seguir para fomentar la escalabilidad tecnológica son:

Figura 54.*Actividades para fomentar la Escalabilidad Tecnológica***Fuente:** Elaboración propia

- **Diagnóstico inicial de capacidad de escalabilidad**

Realizar una autoevaluación detallada de las capacidades tecnológicas actuales de la empresa para determinar qué tecnologías están listas para escalar y cuáles necesitan ser reemplazadas o actualizadas. Este diagnóstico se realizará utilizando los *Checklist* de autoevaluación y permitirá identificar el nivel de madurez tecnológica en áreas clave.

- **Selección de tecnologías escalables**

Elegir tecnologías que ofrezcan flexibilidad y adaptación conforme la empresa crece. Priorizar plataformas con opciones de escalabilidad horizontal (añadir más recursos) y vertical (aumentar la capacidad de los recursos existentes). El objetivo es que las tecnologías implementadas puedan evolucionar y adaptarse a las necesidades de la empresa a largo plazo sin generar costos innecesarios. Se sugiere utilizar las tecnologías descritas en el apartado “Selección de tecnologías” del plan de acción.

- **Gestión del cambio y capacitación continua**

Capacitar según sea requerido al personal y garantizar que la empresa esté preparada para el crecimiento tecnológico. Con el objetivo de minimizar la resistencia al cambio y asegurar una adopción eficiente de las tecnologías, con personal capacitado que pueda gestionar la expansión sin afectar la operación diaria. Se sugiere seguir el plan de capacitaciones descrito en esta guía.

10. Validación Técnica de la Guía de Aplicación

La validación técnica de “la guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en el salvador” es crucial para asegurar que las metodologías propuestas sean viables y efectivas en la práctica dentro del sector plástico.

Este proceso permite verificar que las tecnologías 4.0 y el enfoque de implementación planteado sea técnicamente factible y adecuado para las condiciones operativas de las empresas.

Para realizar la validación de la guía se contó el con apoyo de una empresa productora y comercializadora de productos plásticos de El Salvador, la empresa tiene las siguientes características:

Tabla 102.

Selección de Empresa para el Caso de Estudio

Tamaño de empresa	Grande
Ubicación	La Libertad
Principales productos	Escobas y cepillos de plástico
Procesos	1. Planeación estratégica 2. Diseño y desarrollo de productos 3. Ventas locales y al exterior 4. Calidad 5. Almacenamiento 6. Planificación de producción 7. Insertado 8. Extrusión 9. Inyección 10. Bolillos 11. Compras 12. Mantenimiento 13. Recursos Humanos 14. Tecnología e información 15. Administración y Finanzas

Fuente: Elaboración propia.

10.1. Autoevaluación mediante *Checklist* y Determinación de Nivel Tecnológico

A continuación, se presentan los datos obtenidos de la aplicación de la autoevaluación realizada por la empresa:

Tabla 103.

Autoevaluación de Capacidad de Inversión y Dirección Estratégica

No.	Checklist de capacidad de inversión y dirección estratégica	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué medida los Directivos de la Empresa comprenden los conceptos y beneficios de la Cuarta Revolución Industrial?			X
2	¿En qué medida se encuentra alineada la estrategia empresarial y los objetivos de la empresa con la Cuarta Revolución Industrial?		X	
3	¿Qué tan importante es la Cuarta Revolución Industrial para los directivos de la empresa?			X
4	¿La alta dirección está comprometida en promover una cultura organizacional orientada a la innovación y adaptabilidad?			X
5	¿En qué grado existe un plan estratégico claro para la incorporación de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial en la empresa?		X	
6	¿Con qué regularidad los directivos se interesan en la realización de sesiones de capacitación sobre la Cuarta Revolución Industrial para el personal?		X	
7	¿Con qué regularidad la dirección realiza análisis del entorno empresarial considerando las tendencias y avances tecnológicos relevantes?		X	
8	¿Existe un presupuesto básico para proyectos de mejora tecnológica, aunque sea limitado? Si es así, ¿Cómo lo clasificaría en cuanto a su alcance?		X	
9	¿La empresa está al tanto de las regulaciones y políticas gubernamentales que podrían influir en la inversión en tecnología? ¿En qué grado?			X
10	¿La empresa ha comenzado a explorar posibles fuentes de financiamiento para proyectos tecnológicos? ¿Hasta qué punto?			X
11	¿Los riesgos financieros comienzan a ser identificados, aunque no se gestionan plenamente? ¿Cuál es el nivel de identificación de estos riesgos?			X
12	¿Existen procedimientos establecidos para el control y seguimiento del presupuesto durante la implementación de proyectos? ¿Qué tan formalizados están estos procedimientos?		X	
13	¿La empresa tiene acceso a fuentes de financiamiento externo (bancos, inversionistas, etc.)? ¿Cómo lo clasificaría?			X
14	¿Se ha solicitado o recibido apoyo financiero del gobierno o de asociaciones industriales? ¿En qué nivel?			X
15	¿La empresa realiza análisis de retorno de inversión (<i>ROI</i>) para evaluar la viabilidad de los proyectos tecnológicos? ¿Con qué regularidad y profundidad?		X	

No.	Checklist de capacidad de inversión y dirección estratégica	Niveles		
		1	2	3
16	¿La empresa tiene un plan de inversión a mediano y largo plazo que incluya la adopción de tecnologías de Cuarta Revolución Industrial? ¿Cuál es su nivel de desarrollo?			X
17	¿La empresa recibe regularmente apoyo financiero externo y se alinea con políticas gubernamentales? ¿Hasta qué nivel ocurre ese apoyo?		X	
18	¿La empresa designa un presupuesto prioritario y adecuado para la adopción de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial? ¿Qué tan significativo es ese presupuesto?		X	
19	¿La empresa mantiene un enfoque proactivo en la identificación de nuevas oportunidades de inversión tecnológica? ¿En qué medida?	X		
20	¿La empresa utiliza herramientas como Sistema de Business Intelligence? ¿Cuál es su nivel de uso?			X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 104.

Autoevaluación de Digitalización y Automatización de Procesos

No.	Checklist de digitalización y automatización de procesos	Niveles		
		1	2	3
1	¿Cuál es el nivel de implementación de sistemas de gestión (<i>ERP</i>) en las diferentes áreas de la empresa?			X
2	¿Qué nivel de dependencia tiene la empresa en hojas de cálculo o <i>software</i> básico para gestionar operaciones?		X	
3	¿En qué medida los procesos clave aún se realizan de manera manual o semiautomatizada en la empresa?		X	
4	¿Existen sistemas de control digital en la producción o administración, y en qué medida están implementados?		X	
5	¿Qué nivel de uso tienen los sistemas <i>ERP</i> (<i>Enterprise Resource Planning</i>) para la gestión de recursos y operaciones en la empresa?			X
6	¿Ha comenzado la empresa a recopilar datos y hasta qué punto se analizan de forma estructurada?			X
7	¿Existen métricas claras para medir la efectividad de la automatización en términos de reducción de errores y tiempos de ciclo, y en qué medida se utilizan?			X
8	¿En qué medida la empresa utiliza la tecnología de impresión 3D? <i>R/No implementado</i>	X		
9	¿En qué medida la empresa utiliza <i>robots</i> industriales o sistemas automatizados en sus líneas de producción? <i>R/No implementado</i>	X		
10	¿Qué tan implementados están los sistemas para el análisis de datos que optimizan los procesos de producción?			X

No.	Checklist de digitalización y automatización de procesos	Niveles		
		1	2	3
11	¿Hasta qué punto los procesos administrativos, como la gestión de inventarios y facturación, están automatizados en la empresa?		X	
12	¿Qué nivel de uso tiene la empresa en herramientas de mantenimiento predictivo?	X		
13	¿En qué medida los sistemas digitales actuales están integrados entre sí para facilitar la fluidez de la información en la empresa?		X	
14	¿Qué nivel de uso tiene la empresa de <i>PLC's (Programmable Logic Controllers)</i> ?			X
15	¿En qué grado la empresa utiliza sensores y dispositivos <i>IoT</i> para monitorear maquinaria y optimizar procesos en tiempo real? <i>R/No implementado</i>	X		
16	¿Qué nivel de implementación tiene la automatización en el mantenimiento predictivo de los equipos de la empresa?	X		
17	¿Existen y en qué medida sistemas avanzados de análisis predictivo para anticipar fallos y mejorar la eficiencia en la empresa?	X		
18	¿Hasta qué punto la automatización está integrada en todas las áreas clave de la producción y administración de la empresa?		X	
19	¿Cuál es el nivel de implementación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo para los sistemas automatizados en la empresa?		X	
20	¿Qué nivel de soporte continuo y actualizaciones ofrecen los proveedores de tecnología para los sistemas de automatización implementados en la empresa?		X	
21	¿Hasta qué punto la empresa ha alcanzado una automatización integral en todos los procesos críticos, incluyendo producción, logística y administración?		X	
22	¿En qué grado se han implementado sistemas de gestión de la producción (<i>MES</i>) en la empresa?			X
23	¿Hasta qué punto la empresa hace uso de simulación de procesos (gemelos digitales)? <i>R/No implementado</i>	X		
24	¿Qué nivel de implementación tienen los indicadores luminosos y de voz en la empresa?			X
25	¿En qué medida la empresa utiliza plataformas para la recolección de datos?		X	
26	¿En qué grado la empresa hace uso de <i>Big Data</i> para tareas de mantenimiento? <i>R/No implementado</i>	X		
27	¿Qué nivel de implementación tiene la empresa en el uso de <i>Machine Learning</i> ? <i>R/No implementado</i>	X		
28	¿Qué tan fluida es la interoperabilidad entre los sistemas digitales y automatizados para optimizar el flujo de información y la toma de decisiones en tiempo real?			X

No.	Checklist de digitalización y automatización de procesos	Niveles		
		1	2	3
29	¿Qué nivel de implementación tiene la empresa en el uso de códigos de barra <i>RFID</i> ? <i>R/No implementado</i>	X		
30	¿Hasta qué punto la empresa posee un sistema de gestión de muelles automatizado? <i>R/No implementado</i>	X		
31	¿Qué nivel de automatización tiene el sistema de gestión de almacenes en la empresa?			X
32	¿Qué nivel de automatización existe en los procesos logísticos, como el uso de <i>IoT</i> para la gestión de la cadena de suministro?			X
33	¿En qué grado el acabado y empaque de productos se realiza de forma automatizada por medio de máquinas en la empresa?			X
34	¿Qué nivel de uso tiene la empresa de máquinas automáticas para la fabricación de productos?			X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 105.

Autoevaluación de Habilidades y Competencias del Personal

No.	Checklist de habilidades y competencias del personal	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué grado la empresa utiliza plataformas <i>ATS</i> (<i>Applicant Tracking System</i>)? <i>R/No implementado</i>	X		
2	¿Qué nivel de uso tiene la empresa de plataformas de aprendizaje y gestión de RR.HH.? <i>R/No implementado</i>			X
3	¿En qué medida la empresa utiliza tecnologías de realidad aumentada y virtual para entrenamiento?	X		
4	¿En qué nivel están los empleados familiarizados con el uso de <i>software</i> de gestión como <i>ERP</i> o <i>MES</i> ?	X		
5	¿Cuál es el grado de conocimientos del personal sobre tecnologías digitales, como <i>IoT</i> , automatización y análisis de datos?	X		
6	¿En qué nivel está capacitado el personal clave en ciberseguridad y protección de datos?		X	
7	¿Qué grado de experiencia tiene el equipo técnico en la operación y mantenimiento de maquinaria automatizada?		X	
8	¿Hasta qué punto el personal clave ha recibido formación básica en tecnologías digitales y automatización?		X	
9	¿Qué nivel de habilidades existen para operar y mantener tecnologías básicas de automatización?		X	
10	¿En qué grado los empleados tienen conocimientos sobre el uso de herramientas y <i>software</i> específicos para el mantenimiento predictivo?		X	

No.	Checklist de habilidades y competencias del personal	Niveles		
		1	2	3
11	¿Qué nivel de experiencia tiene el equipo técnico en programación y mantenimiento de sistemas automatizados?		X	
12	¿Hasta qué punto el personal ha sido capacitado para utilizar los datos en la toma de decisiones operativas y estratégicas?		X	
13	¿Cuál es el nivel de habilidades para interpretar datos de sensores y sistemas IoT para anticipar fallos en los equipos?		X	
14	¿En qué medida está entrenado el equipo técnico en la planificación y ejecución de mantenimiento preventivo basado en datos?		X	
15	¿Qué nivel de conocimiento y aplicación tienen los empleados sobre las mejores prácticas de ciberseguridad en su trabajo diario?		X	
16	¿Hasta qué punto está capacitado el equipo de TI para gestionar y responder a incidentes de seguridad cibernética?		X	
17	¿En qué medida los líderes de equipo están capacitados para guiar y gestionar la transformación digital dentro de la empresa?		X	
18	¿Cuál es el nivel de implementación de programas de actualización constante en habilidades técnicas y tecnológicas?		X	
19	¿Hasta qué punto los líderes promueven una cultura de innovación y están preparados para liderar cambios tecnológicos?		X	
20	¿Qué nivel de programas de formación continua existen para fomentar la innovación tecnológica entre los empleados?		X	
21	¿En qué medida los empleados participan regularmente en cursos de formación y certificaciones relevantes para la Cuarta Revolución Industrial?	X		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 106.

Autoevaluación de Cultura de Innovación

No.	Checklist de cultura de innovación	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué medida los líderes promueven la colaboración entre equipos para la resolución de problemas?		X	
2	¿Hasta qué punto la alta dirección fomenta activamente la innovación dentro de la empresa?		X	
3	¿Qué nivel de desarrollo tienen los canales creados para que los empleados propongan ideas de mejora?		X	
4	¿En qué grado la empresa cuenta con un proceso formal para gestionar y evaluar ideas innovadoras?		X	
5	¿Qué tan activamente los líderes de equipo apoyan y promueven la innovación en sus respectivas áreas?		X	

No.	Checklist de cultura de innovación	Niveles		
		1	2	3
6	¿En qué medida se promueve el intercambio de conocimientos y mejores prácticas entre empleados para fomentar la innovación?		X	
7	¿Qué nivel de integración tiene la innovación como parte de la estrategia empresarial, con objetivos y métricas claros?	X		
8	¿En qué grado existen equipos multidisciplinarios que trabajan regularmente en proyectos de innovación?		X	
9	¿Hasta qué punto la empresa utiliza indicadores clave para medir el éxito de sus proyectos de innovación?		X	
10	¿Con qué frecuencia la empresa revisa y actualiza sus prácticas y procesos de innovación?		X	
11	¿Qué nivel de integración tiene la innovación en todos los niveles y procesos de la empresa?	X		
12	¿En qué medida existen procesos de mejora continua que impulsan la innovación a lo largo del tiempo?	X		
13	¿Hasta qué punto la empresa evalúa regularmente las tendencias tecnológicas y cómo pueden aplicarse a su negocio?		X	
14	¿Con qué frecuencia la empresa revisa y actualiza sus prácticas y procesos de innovación?		X	
15	¿En qué grado la empresa tiene un historial probado de implementación exitosa de innovaciones tecnológicas y de procesos?	X		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 107.

Autoevaluación de Infraestructura Tecnológica

No.	Checklist de infraestructura tecnológica	Niveles		
		1	2	3
1	¿Hasta qué punto los sensores actuales proporcionan datos en tiempo real y están integrados en un sistema centralizado?			X
2	¿Hasta qué punto la empresa ha implementado soluciones de almacenamiento local?			X
3	¿En qué medida la empresa utiliza herramientas de <i>Help Desk</i> para la asistencia técnica interna?			X
4	¿Cuál es el nivel de uso de herramientas de gestión de identidades y accesos en la empresa?			X
5	¿Qué tan preparada está la empresa para gestionar la recuperación de datos en caso de incidentes o fallas?			X
6	¿Cuál es el nivel de implementación de sistemas de seguridad de la red de la empresa?		X	
7	¿Qué tan avanzados son los sistemas de ciberseguridad implementados? <i>R/ No implementado</i>	X		

No.	Checklist de infraestructura tecnológica	Niveles		
		1	2	3
8	¿En qué nivel la empresa ha implementado medidas para la protección de datos? <i>R/ No implementado</i>		X	
9	¿Hasta qué punto la empresa cuenta con servidores dedicados o almacenamiento en la nube?			X
10	¿En qué medida los equipos de cómputo (PC's, servidores, etc.) utilizados en la empresa están actualizados y en buen estado?			X
11	¿En qué grado la empresa posee herramientas de <i>software</i> de asistencia remota para la resolución de problemas técnicos?			X
12	¿Qué nivel de desarrollo tiene la infraestructura de red en la empresa?			X
13	¿En qué grado los sistemas operativos utilizados en la empresa están actualizados?			X
14	¿Cuál es el nivel de implementación de un sistema de gestión de <i>tiques</i> en la empresa para el seguimiento de problemas y solicitudes?			X
15	¿En qué nivel existe un plan para la renovación o actualización de <i>hardware</i> en la empresa?			X
16	¿En qué medida el almacenamiento disponible es adecuado para las operaciones diarias y proyectos futuros de la empresa?			X
17	¿Qué nivel de calidad tienen las conexiones a Internet en términos de alta velocidad y baja latencia en la empresa?			X
18	¿Qué nivel de implementación tienen las soluciones de <i>Big Data</i> para optimizar operaciones? <i>R/No lo implementa</i>	X		
19	¿En qué medida la capacidad de procesamiento actual satisface las necesidades operativas y de análisis de datos de la empresa?			X
20	¿Existen procedimientos adecuados para la gestión de vulnerabilidades y parches de seguridad en el <i>software</i> utilizado por la empresa? Si existen, ¿En qué nivel están implementados?			X
21	¿Qué nivel de redundancia y respaldo tienen los sistemas para prevenir la pérdida de datos en la empresa?			X
22	¿Hasta qué punto el <i>software</i> de gestión y otros sistemas críticos están protegidos contra accesos no autorizados y ciberataques?			X
23	¿En qué nivel se utiliza la inteligencia artificial en la empresa? <i>R/ No implementado</i>	X		
24	¿En qué medida la infraestructura de red soporta múltiples dispositivos y procesos automatizados?			X
25	¿Qué tan avanzados son los planes establecidos para la actualización continua de la infraestructura tecnológica en la empresa?			X
26	¿Qué nivel de capacidad tiene el <i>software</i> de análisis de datos para manejar grandes volúmenes de información en tiempo real?			X

No.	Checklist de infraestructura tecnológica	Niveles		
		1	2	3
27	¿Hasta qué grado la infraestructura de red está preparada para la integración de nuevos dispositivos y tecnologías en la empresa?			X
28	¿Qué nivel de robustez tienen los sistemas de almacenamiento y procesamiento de datos para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la empresa?			X
29	¿En qué grado la empresa ha implementado la conectividad 5G? <i>R/ No implementado</i>	X		
30	¿Cuál es el nivel de sofisticación de los sistemas de ciberseguridad de la empresa, con un enfoque preventivo y reactivo robusto?		X	
31	¿Qué tan flexible es la infraestructura para adaptarse rápidamente a cambios en las demandas del negocio?			X
32	¿Qué nivel de planificación existe para la actualización o expansión de la automatización en áreas clave de la producción?			X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 108.

Autoevaluación de Innovación en Productos

No.	Checklist de innovación en productos	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué medida existen procedimientos básicos para el desarrollo de nuevos productos o mejoras incrementales en la empresa?		X	
2	¿Hasta qué punto los productos actuales se desarrollan en respuesta a las necesidades inmediatas del mercado?		X	
3	¿Qué nivel de realización tienen los estudios de mercado para identificar oportunidades de innovación en productos?		X	
4	¿En qué grado la empresa cuenta con un equipo o persona responsable de la mejora de productos existentes?		X	
5	¿Hasta qué punto se han implementado mejoras en los productos actuales basadas en la retroalimentación del cliente?		X	
6	¿Qué nivel de uso tiene la empresa de tecnologías emergentes (como materiales avanzados o manufactura aditiva) en el desarrollo de productos?	X		
7	¿En qué medida existen procesos formales para el desarrollo de nuevos productos, incluyendo fases de diseño, prueba y validación?		X	
8	¿Hasta qué punto la empresa colabora con proveedores, clientes o socios estratégicos en el desarrollo de productos innovadores?		X	
9	¿En qué nivel la empresa utiliza herramientas avanzadas como simulaciones, prototipos virtuales o inteligencia artificial en el diseño de productos?	X		

10	¿En qué medida los nuevos productos están alineados con las tendencias emergentes del mercado, como la personalización masiva o la sostenibilidad?		X	
11	¿Qué nivel de claridad tienen las métricas para evaluar el éxito de la innovación de productos, como el tiempo de lanzamiento al mercado, la participación de mercado o el retorno sobre la inversión?	X		
12	¿Hasta qué punto la empresa cuenta con un proceso de innovación de productos continuo que se adapta rápidamente a los cambios del mercado?	X		
13	¿En qué grado la innovación de productos es una parte central de la estrategia de la empresa y se fomenta a través de una cultura de innovación?	X		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 109.

Autoevaluación de Mercado y Negocio

No.	Checklist de mercado y negocio	Niveles		
		1	2	3
1	¿En qué grado la empresa ha comenzado a utilizar <i>chatbots</i> ? – <i>No implementado</i>	X		
2	¿Hasta qué punto se utilizan herramientas digitales para ventas (como <i>marketing</i> digital) o plataformas en línea para comercializar productos en la empresa?			X
3	¿En qué medida la empresa posee indicadores clave para medir la satisfacción o retención del cliente?		X	
4	¿Qué nivel de identificación tiene la empresa en cuanto a áreas de mejora para aumentar la satisfacción y fidelidad del cliente?		X	
5	¿Qué tan implementados están los indicadores de mercado y de satisfacción del cliente en la empresa?		X	
6	¿En qué medida existen iniciativas para mejorar la satisfacción del cliente basadas en el análisis de datos y retroalimentación?		X	
7	¿Hasta qué punto se han implementado plataformas de ventas en línea y la empresa ha comenzado a explorar nuevos canales de distribución?		X	
8	¿Qué nivel de desarrollo tiene la estrategia de la empresa para expandirse a nuevos mercados, tanto geográficos como digitales?		X	
9	¿En qué grado existen iniciativas en la empresa para reducir el impacto ambiental de las operaciones y productos?		X	

Fuente: Elaboración propia.

10.2. Nivel de Madurez Tecnológico

Una vez realizada la autoevaluación, se procede a calcular el nivel tecnológico de la empresa, así:

Tabla 110.

Puntajes de Autoevaluación para el Caso Práctico

Puntaje total Nivel 1	Puntaje total Nivel 2	Puntaje total Nivel 3
<i>Puntaje total por nivel</i> $= 1 \times \sum \text{casillas marcadas}$ $= 1 \times 31$ $= \underline{31}$	<i>Puntaje total por nivel</i> $= 2 \times \sum \text{casillas marcadas}$ $= 2 \times 62$ $= \underline{124}$	<i>Puntaje total por nivel</i> $= 3 \times \sum \text{casillas marcadas}$ $= 3 \times 50$ $= \underline{150}$

Fuente: Elaboración propia.

Según el resultado obtenido, se procede a ubicar en los diferentes rangos de la siguiente tabla el puntaje más alto de los tres niveles, en este caso se seleccionará el **nivel 2** con un puntaje de 124.

Tabla 111.

Rangos para el Nivel Tecnológico – Caso Práctico

Nivel tecnológico	Rango
Nivel 1: básico	0 – 60
Nivel 2: intermedio	61 – 127
Nivel 3: avanzado	128 – 187

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la autoevaluación de la empresa sobre su capacidad de inversión, digitalización, automatización de procesos y habilidades del personal, se ha determinado que la empresa está en un nivel intermedio (nivel 2) en la adopción de tecnologías 4.0. Esto implica que la empresa ha avanzado en algunas áreas clave, pero aún enfrenta desafíos importantes que limitan su evolución.

Por un lado, la empresa ha logrado implementar sistemas básicos de gestión como *ERP* y ha comenzado a recopilar y analizar datos. Sin embargo, aún presenta una alta dependencia de

procesos manuales en áreas administrativas y productivas, lo que reduce la eficiencia operativa y la capacidad de optimización de recursos.

La empresa ha mostrado una capacidad de identificar fuentes de financiamiento y gestionar los riesgos financieros, pero aún no dispone de un plan de inversión a largo plazo robusto que le permita expandir la adopción de tecnologías emergentes. El enfoque en la ciberseguridad y la infraestructura tecnológica básica es evidente.

La empresa ha progresado hacia la implementación de tecnologías 4.0, pero su nivel tecnológico actual requiere de mayor planificación estratégica y recursos para consolidar su posición en el mercado y aumentar su competitividad.

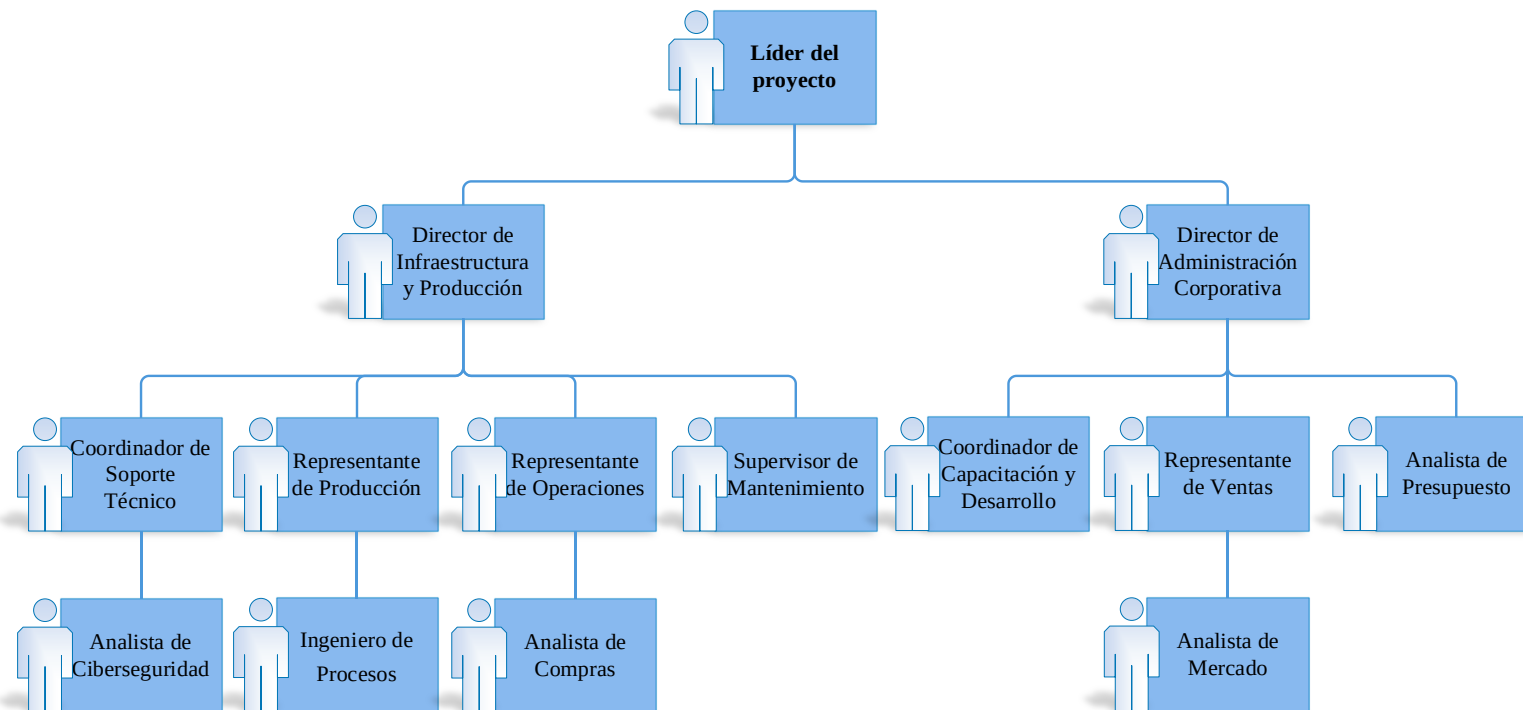
10.3. Plan de Acción – Caso Práctico

10.3.1. Formación del Equipo de Trabajo

En este caso práctico, se mantiene la estructura jerárquica, roles y funciones ya establecidas. Esto para asegurar una comunicación fluida entre departamentos y una alineación estratégica para maximizar la eficiencia en la adopción tecnológica. Se presenta la estructura jerárquica, que, al ser una pieza fundamental en la guía, no sufrirá modificaciones:

Figura 55.

Comité Tecnológico – Caso de Estudio



Fuente: Elaboración propia.

10.3.2. Selección de Tecnologías

En este caso práctico, nos enfocaremos en la implementación de tecnologías que actualmente no están disponibles en la empresa del sector plástico, integrándolas de manera efectiva con los sistemas ya existentes. Con el objetivo de promover una mejora continua, asegurando que la transición sea accesible y sostenible, lo que permitirá optimizar procesos y aumentar la competitividad sin complicar la operativa diaria de la empresa en estudio.

Tabla 112.

Orden de Implementación Tecnológica en Producción

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización	Área de Aplicación
1. Internet de las Cosas (<i>IoT</i>)	• Compatibilidad con las máquinas de inyección y equipos de extrusión para monitoreo de presión, velocidad y temperatura. • Capacidad para recolectar datos en tiempo real de los equipos de termoformado y asegurar la correcta distribución de calor. • Interoperabilidad con sistemas de control y monitoreo en la maquinaria de soplado y reciclaje para seguimiento continuo.	• Para controlar automáticamente procesos básicos en la producción, como el arranque, la parada y la gestión de ciclos repetitivos. • Monitoreo y recopilación de datos en tiempo real. Conectado a 5G, <i>IoT</i> permite la supervisión continua de equipos y procesos, para habilitar el uso de <i>Big Data</i>, Mantenimiento Predictivo y análisis de producción.	• Extrusión. • Moldeo por Inyección. • Termoformado. • Almacenamiento. • Control de Calidad. • Acabado.
2. <i>Big Data</i>	• Capacidad de procesamiento de grandes volúmenes de datos en cada área para identificar patrones de producción. • Herramientas analíticas que puedan adaptarse a los datos específicos. • Compatibilidad y escalabilidad para soportar el volumen de datos en las diferentes áreas.	• Facilita el análisis masivo de datos, proporcionando insights que optimizan los procesos de producción y permiten una toma de decisiones informada por medio de datos históricos y en tiempo real para cada área.	• Todas las áreas productivas. • Control de Calidad.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización	Área de Aplicación
3. Inteligencia Artificial (IA)	• Capacidad de optimización y ajuste de parámetros en cada proceso específico, como control de calidad en Termoformado. • Compatibilidad con sensores y sistemas de visión artificial en cada área. • Facilidad de integración con los datos de producción de cada proceso.	• Procesa y analiza los datos recopilados para optimizar los procesos en tiempo real, mejorar la eficiencia y predecir problemas potenciales. Es fundamental en la toma de decisiones para el ajuste de parámetros en producción.	• Termoformado • Moldeo por Inyección. • Moldeo por Soplado. • Control de Calidad.
4. <i>Machine Learning</i>	• Capacidad de análisis de datos históricos y en tiempo real para la optimización en cada área. • Interoperabilidad con <i>IoT</i>, <i>Big Data</i> y sistemas de control en cada proceso. • Facilidad de ajuste y escalabilidad.	• Alimentado por IA y <i>Big Data</i>, el <i>Machine Learning</i> mejora la precisión en el análisis de datos históricos y permite anticipar patrones, lo cual es crucial para la optimización de procesos y el ajuste proactivo de parámetros.	• Extrusión • Moldeo por Inyección. • Moldeo por Soplado. • Calandrado. • Empaque.
5. Automatización Robótica	• Capacidad de carga y precisión necesaria en cada proceso, como el manejo de piezas en Moldeo por Soplado. • Compatibilidad con el espacio de trabajo en cada área y requisitos de seguridad. • Facilidad de programación y mantenimiento.	• La automatización robótica permite realizar tareas repetitivas de manera eficiente y precisa, reduciendo errores y aumentando la productividad en áreas como manejo de materiales y ensamblaje.	• Moldeo por Soplado. • Inyección. • Acabado. • Empaque. • Almacenamiento.
6. Robótica Colaborativa	• Capacidad de carga y versatilidad para tareas de cada proceso. • Compatibilidad con las operaciones y espacios de trabajo en cada área. • Seguridad y ergonomía para la interacción con el personal.	• Permite a los <i>robots</i> interactuar de manera segura con los operarios, optimizando tareas que requieren precisión manual y colaborativa. Es esencial en procesos donde la flexibilidad humana es complementada por la precisión robótica.	• Moldeo por Soplado. • Inyección. • Acabado. • Empaque. • Almacenamiento.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización	Área de Aplicación
7. Realidad Aumentada (AR)	• Capacidades de visualización y soporte en tiempo real para mantenimiento y capacitación. • Compatibilidad con sistemas de control y documentación técnica de cada área. • Facilidad de uso para el equipo de operaciones en cada área.	• Facilita la capacitación y la asistencia técnica, mejorando la eficiencia del personal y reduciendo el tiempo necesario para la resolución de problemas en planta y para guiar mantenimiento y reparación de equipos.	• En todas las áreas productivas. • Ensamble.
8. Realidad Virtual (VR)	• Capacidad para simulaciones y entrenamiento en entorno virtual, especialmente en áreas de riesgo. • Compatibilidad con equipos y procesos de cada área de producción. • Facilidad de implementación y uso para el personal operativo.	• Facilita la capacitación y simulación sin interrumpir el flujo de trabajo, preparando al personal para escenarios específicos en producción sin afectar la operatividad.	• En todas las áreas productivas.
9. Gemelos Digitales	• Capacidad de representar digitalmente el proceso de producción en cada área. • Interoperabilidad con los sistemas de control de cada proceso. • Flexibilidad y precisión para simular y optimizar diferentes áreas de producción.	• Permiten simular y probar cambios en procesos productivos sin afectar la producción real, facilitando la planificación y la implementación de mejoras de forma segura.	• Extrusión. • Moldeo por Inyección. • Moldeo por Soplado.
10. Ciberseguridad	• Capacidad para proteger datos sensibles y sistemas de control en cada área. • Compatibilidad con los sistemas de producción y gestión de datos. • Facilidad de monitoreo y escalabilidad para cubrir todas las necesidades de la planta.	• Proteger los sistemas y la información de la planta es crítico para mantener la operatividad. La ciberseguridad asegura que la infraestructura digital funcione sin interrupciones.	• En todas las áreas productivas.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización	Área de Aplicación
11. Impresión 3D	• Capacidad para crear prototipos y piezas con materiales específicos para cada área. • Compatibilidad con las especificaciones de proceso y equipos. • Facilidad de uso y mantenimiento.	• Crea prototipos personalizados en Inyección y Moldeo por Soplado, pero su aplicabilidad directa a la producción en masa es más limitada prototipos personalizados en Inyección, Moldeo por Soplado y plantillas en Termoformado, pero su aplicabilidad directa a la producción en masa es más limitada. Se prioriza al final, dado que otras tecnologías cubren necesidades operativas más críticas, pero con respecto a nuevos diseños resulta ser una gran herramienta.	• Moldeo por Inyección. • Moldeo por Soplado.
12. Conectividad 5G	• Capacidad para soportar transmisión de datos en tiempo real para todos los procesos. • Cobertura de red en las áreas de producción. • Interoperabilidad con los sistemas de cada proceso, permitiendo un flujo de datos continuo.	• Como tecnología base, 5G es esencial para habilitar la conectividad entre dispositivos y sistemas en tiempo real. Es la columna vertebral que soporta tecnologías como <i>IoT</i>, <i>IA</i>, y la automatización robótica, facilitando un intercambio de datos ágil y estable.	• Todas las áreas productivas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 113.*Orden de Implementación Tecnológica en Ventas*

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Chatbots	• Brinda atención 24/7 a los clientes. • Reduce el tiempo de respuesta en preguntas frecuentes. • Aumenta la capacidad de respuesta sin necesidad de recursos humanos adicionales.	• El <i>chatbot</i> se debe implementar después del <i>Help Desk</i>, ya que complementa el servicio al cliente permitiendo respuestas automáticas inmediatas. Esto ayuda a filtrar las solicitudes que pueden ser resueltas automáticamente, dejando los casos complejos para el equipo de <i>Help Desk</i>, mejorando la eficiencia

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 114.*Orden de Implementación Tecnológica en Finanzas*

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Uso de Inteligencia Artificial (IA)	• Optimización de análisis predictivos y detección de patrones financieros: Aporta valor mediante el análisis de patrones de gasto y flujo de caja. • Automatización de procesos financieros repetitivos: Mejora la eficiencia en la contabilidad, facturación y detección de fraudes. • Capacidad de generar recomendaciones basadas en datos: Ofrece sugerencias para mejorar la gestión del presupuesto y la asignación de recursos.	• La IA potencia el <i>ERP</i> y el <i>BI</i>, mejorando la capacidad de análisis predictivo y la automatización de procesos financieros. Aporta valor al generar recomendaciones basadas en datos históricos y proyectados, optimizando la toma de decisiones.
2. Conectividad 5G	• Capacidad de transmitir datos financieros en tiempo real con baja latencia: Mejora la conectividad entre sistemas financieros y aplicaciones móviles. • Facilidad de acceso remoto a datos financieros críticos: Permite a los equipos financieros trabajar de manera flexible y segura. • Optimización de la integración de <i>IoT</i> y análisis de datos en tiempo real: Apoya el funcionamiento continuo de <i>ERP</i>, <i>BI</i> e <i>IA</i> sin interrupciones.	• La conectividad 5G mejora la transmisión de datos y la conectividad entre sistemas, especialmente útil cuando se necesita acceder a información financiera de forma remota y en tiempo real, apoyando la infraestructura tecnológica general de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 115.*Orden de Implementación Tecnológica en TI*

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Big Data - Operaciones	• Capacidad de analizar datos en grandes volúmenes: Mejora la toma de decisiones a través de insights basados en datos. • Identificación de patrones y tendencias: Optimiza la eficiencia operativa y reduce costos. • Compatibilidad con herramientas de análisis avanzadas: Facilita un análisis en profundidad de los procesos.	• Razón de Priorización: <i>Big Data</i> es fundamental para analizar y optimizar las operaciones, proporcionando una visión detallada que ayuda en la planificación estratégica.
2. Machine Learning	• Capacidad de aprendizaje autónomo y predicción: Permite identificar tendencias y anticipar necesidades operativas. • Optimización de la planificación y asignación de recursos: Mejora la eficiencia y precisión en la gestión de procesos. • Interacción con herramientas de <i>Big Data</i> y análisis predictivo: Facilita el uso avanzado de datos para optimizar operaciones.	• <i>Machine Learning</i> ofrece capacidades predictivas que mejoran la precisión operativa, optimizando la asignación de recursos y la planificación.
3. Uso de Inteligencia Artificial (IA)	• Automatización de procesos y optimización operativa: Mejora la eficiencia y reduce el error humano. • Capacidad de análisis y generación de recomendaciones: Aporta insights valiosos para la toma de decisiones estratégicas. • Compatibilidad con sistemas de gestión y análisis de datos: Asegura una integración efectiva y el uso eficiente de datos.	• La IA permite la optimización de procesos a través de análisis avanzados, aportando valor estratégico mediante la automatización y la toma de decisiones informadas.
4. Chatbots	• Capacidad de automatizar interacciones y soporte interno: Responde de manera rápida y autónoma a consultas comunes de usuarios. • Disponibilidad continua y accesibilidad: Mejora la experiencia del usuario al ofrecer soporte 24/7. • Integración con sistemas de soporte y gestión de TI: Facilita el acceso a respuestas rápidas y reduce la carga en el equipo de soporte.	• Los <i>chatbots</i> mejoran el soporte técnico al automatizar respuestas a consultas frecuentes, proporcionando una asistencia rápida y eficiente a los usuarios.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
5. Conectividad 5G	• Reducción de latencia en la transmisión de datos: Mejora la capacidad de respuesta en aplicaciones críticas. • Compatibilidad con <i>IoT</i> y dispositivos móviles: Facilita la conectividad continua entre dispositivos y sistemas. • Soporte para transmisión de datos en tiempo real: Aumenta la velocidad de acceso y procesamiento en entornos distribuidos.	• La conectividad 5G mejora la eficiencia en la transmisión de datos, soportando un entorno de TI robusto y adaptable con alta capacidad de conectividad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 116.

Orden de Implementación Tecnológica en Operaciones

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Código de Barras y <i>RFID</i>	• Capacidad de mejorar la trazabilidad en la cadena de suministro: Ofrece visibilidad detallada del inventario en todo momento. • Precisión y rapidez en el control de productos: Minimiza errores y facilita la gestión del almacén. • Facilidad de integración con el WMS. • Optimizar rutas de distribución para reducir la huella de carbono en el transporte de materiales y productos.	• <i>RFID</i> y códigos de barras complementan el WMS, proporcionando una trazabilidad detallada de los inventarios y mejorando la precisión del control de inventarios.
2. Sistema de Gestión de <i>tiques</i>	• Capacidad de mejorar la eficiencia en la resolución de problemas: Asegura que las solicitudes de incidentes se gestionen de manera ordenada. • Capacidad de priorización de <i>tiques</i>: Facilita la resolución de incidentes críticos con prontitud. • Generación de reportes sobre problemas recurrentes.	• Un sistema de gestión de <i>tiques</i> organiza y prioriza las solicitudes de soporte, mejorando la capacidad de respuesta del equipo de operaciones ante incidentes.
3. Uso de <i>IoT</i> para la Gestión de la Cadena de Suministro	• Monitoreo continuo de inventarios y transporte: Proporciona visibilidad sobre el estado de los envíos y el inventario. • Automatización de reabastecimiento y mantenimiento predictivo: Optimiza la cadena de suministro. • Generación de alertas automáticas. • Optimización de rutas de distribución para reducir la huella de carbono en el transporte de materiales y productos.	• El <i>IoT</i> proporciona una visibilidad completa de la cadena de suministro, mejorando la capacidad de respuesta y optimizando el flujo de materiales.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
4. <i>Big Data</i> para Optimización de Operaciones	• Criterio de Selección: • Capacidad de identificar patrones en procesos operativos: Aporta insights para optimizar el rendimiento. • Análisis predictivo de eficiencia operativa: Mejora la planificación y la eficiencia general. • Interoperabilidad con el sistema de BI: Asegura una visión completa de los datos operativos.	• <i>Big Data</i> permite identificar patrones y optimizar operaciones en base a datos masivos, aumentando la precisión y eficiencia de las decisiones.
5. <i>Big Data</i> para Mantenimiento	• Detección de patrones en el comportamiento de equipos: Mejora la predicción de fallos. • Optimización de la programación de mantenimiento: Reduce el tiempo de inactividad. • Interacción con el sistema de gestión de mantenimiento: Asegura la operatividad y reduce costos de reparación.	• Permite la planificación y optimización del mantenimiento, evitando fallos inesperados y asegurando la confiabilidad de la operación.
6. <i>Machine Learning</i>	• Capacidad de mejorar la predicción en planificación operativa: Aporta valor en la planificación y optimización de la producción. • Identificación de tendencias y patrones en la demanda: Aumenta la precisión en el ajuste de la producción. • Compatibilidad con sistemas de análisis de datos: Facilita el análisis avanzado y predictivo.	• <i>Machine Learning</i> mejora la capacidad de predicción y ajuste en la planificación de operaciones, optimizando el uso de recursos y la eficiencia.
7. Inteligencia Artificial (IA)	• Criterio de Selección: • Optimización de procesos operativos y logísticos: Mejora la toma de decisiones y la eficiencia operativa. • Análisis predictivo de la cadena de suministro: Anticipa problemas y optimiza la gestión de inventarios. • Generación de recomendaciones para optimizar inventarios: Aumenta la eficiencia en el uso de materiales y productos.	• La IA mejora la toma de decisiones a través de análisis avanzados, optimizando la gestión de inventarios y la planificación operativa.
8. Conectividad 5G	• Optimización de la transmisión de datos en tiempo real: Aumenta la capacidad de respuesta y la conectividad. • Capacidad de conectar dispositivos <i>IoT</i> y plataformas de gestión: Mejora el control y monitoreo remoto de operaciones. • Baja latencia para aplicaciones críticas: Permite un control y monitoreo más preciso y sin demoras.	• La conectividad 5G mejora la transmisión de datos, apoyando la integración de tecnologías avanzadas como <i>IoT</i> y análisis en tiempo real.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 117.*Orden de Implementación Tecnológica en Mantenimiento*

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Uso de <i>IoT</i> para Monitoreo en Tiempo Real	• Capacidad de conectividad para monitoreo remoto: Evaluación de su efectividad para realizar un monitoreo continuo y ubicuo. • Compatibilidad con plataformas de análisis de datos: Asegura que los datos capturados sean aprovechables para la toma de decisiones en tiempo real. • Escalabilidad para nuevos dispositivos: Flexibilidad para agregar nuevos equipos y sensores en el futuro sin requerir rediseños significativos.	• <i>IoT</i> amplía la capacidad de monitoreo al permitir la conexión y seguimiento en tiempo real de las máquinas, clave para un mantenimiento predictivo y proactivo.
2. Uso de <i>Big Data</i> para Tareas de Mantenimiento	• Capacidad de análisis predictivo: Eficiencia en la identificación de patrones y tendencias en el uso y desgaste de equipos. • Compatibilidad con fuentes de datos variadas: Flexibilidad para analizar datos de sensores, <i>PLC</i>, <i>IoT</i>, entre otros. • Capacidad de generar recomendaciones basadas en datos: Nivel de precisión y utilidad de los insights generados para mejorar las estrategias de mantenimiento.	• <i>Big Data</i> permite la planificación avanzada al identificar patrones ocultos en el funcionamiento de los equipos, optimizando el mantenimiento predictivo.
3. Simulación de Procesos (Gemelos Digitales)	• Capacidad de replicar procesos críticos: Eficiencia en la simulación de procesos de mantenimiento y funcionamiento del equipo. • Nivel de detalle en la simulación de fallos: Capacidad de predecir fallos en diferentes escenarios y simular respuestas. • Interoperabilidad con sistemas existentes de monitoreo: Facilita el uso de datos reales para generar simulaciones precisas y útiles.	• Los gemelos digitales permiten prever fallos y optimizar el mantenimiento mediante simulaciones avanzadas, sin necesidad de interferir en la operación real.
4. Uso de Realidad Aumentada (AR) y Virtual (VR) para entrenamiento	• Capacidad de crear simulaciones interactivas para capacitación: Nivel de realismo y aplicabilidad de los entrenamientos para situaciones críticas. • Compatibilidad con dispositivos de entrenamiento existentes: Facilidad de implementación con las herramientas de capacitación actuales. • Adaptabilidad para diferentes roles de mantenimiento: Flexibilidad para entrenar a técnicos de diferentes especialidades con el mismo sistema.	• AR y VR optimizan la capacitación, permitiendo al personal practicar procedimientos complejos en un entorno seguro, aumentando la efectividad y reduciendo el tiempo de aprendizaje.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
5. Uso de <i>Robots</i> Industriales Colaborativos	• Capacidad para realizar tareas de alto riesgo o repetitivas: Evaluación de su utilidad en tareas que requieren precisión o que son peligrosas para humanos. • Compatibilidad con espacios de trabajo compartidos: Habilidad para interactuar en entornos donde están presentes técnicos de mantenimiento. • Flexibilidad y reconfigurabilidad: Facilidad de adaptación a diferentes tareas y procesos de mantenimiento según las necesidades. • Minimizar errores que contribuyan a la generación de productos defectuosos.	• Los <i>robots</i> colaborativos pueden asistir en tareas peligrosas o repetitivas, mejorando la seguridad y eficiencia del equipo humano, y permitiendo que se enfoquen en labores más críticas.
6. Código de Barras y <i>RFID</i>	• Capacidad para rastrear activos y repuestos con precisión: Nivel de detalle y eficiencia en la gestión de inventario de mantenimiento. • Compatibilidad con el <i>WMS</i>: Integración fluida con el sistema de gestión de almacenes para facilitar el control de stock. • Facilidad de implementación y escalabilidad: Costos y complejidad de instalar y expandir el sistema según las necesidades de crecimiento.	• Estas tecnologías facilitan el seguimiento y la gestión de activos y repuestos, optimizando la eficiencia de inventario y asegurando la disponibilidad de piezas.
7. Conectividad 5G	• Velocidad y capacidad de conexión para soporte de <i>IoT</i> y dispositivos móviles: Evaluación de su impacto en la transmisión de datos en tiempo real. • Cobertura y alcance en áreas de mantenimiento: Posibilidad de ofrecer conectividad estable en toda la planta. • Capacidad para integrar nuevas tecnologías de mantenimiento: Habilitación de aplicaciones avanzadas, como realidad aumentada y análisis de datos, que dependen de conectividad de alta velocidad.	• La conectividad 5G permite una transmisión de datos en tiempo real sin latencia, mejorando la eficiencia del <i>IoT</i> y de otras tecnologías, y potenciando el monitoreo y análisis inmediato.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 118.*Orden de Implementación Tecnológica en Administración*

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Uso de Inteligencia Artificial (IA)	• Automatización de procesos repetitivos y análisis predictivo: Optimiza tareas administrativas y permite anticipar tendencias. • Capacidad para mejorar la eficiencia operativa: Facilita la detección de patrones y la optimización de la asignación de recursos. • Compatibilidad con sistemas de gestión de recursos y datos: Aumenta la eficiencia en el análisis y toma de decisiones informadas.	• La IA proporciona capacidades avanzadas de análisis y automatización, optimizando procesos administrativos y mejorando la precisión en la planificación y asignación de recursos.
2. Conectividad 5G	• Mejora de la conectividad y velocidad de acceso a datos en tiempo real: Facilita la transmisión de datos administrativos sin interrupciones. • Soporte para dispositivos <i>IoT</i> y aplicaciones de oficina móviles: Aumenta la flexibilidad y la eficiencia en entornos de trabajo híbridos o remotos. • Reducción de latencia en aplicaciones críticas: Permite un rendimiento óptimo para herramientas administrativas que dependen de la conectividad en tiempo real.	• La conectividad 5G optimiza la transmisión de datos y soporta el trabajo remoto y en tiempo real, mejorando la accesibilidad y eficiencia de los procesos administrativos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 119.*Orden de Implementación Tecnológica en RR.HH.*

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
1. Sistema ATS (Sistema de Seguimiento de Candidatos)	• Optimización del proceso de reclutamiento: Facilita la recopilación, clasificación y seguimiento de currículums. • Automatización de la selección de candidatos: Aumenta la eficiencia y reduce el tiempo de contratación. • Capacidad de integración con plataformas de gestión de RR.HH.: Asegura una transición fluida de la información de los candidatos hacia otras plataformas de gestión de personal.	• El ATS es crucial para mejorar la eficiencia en el reclutamiento desde el principio, optimizando la búsqueda y selección de candidatos, lo cual es esencial para construir un equipo fuerte y reducir los tiempos de contratación.

Tecnologías	Criterios de Selección	Factores de priorización
2. <i>Chatbots</i>	• Automatización de consultas internas frecuentes: Permite responder a preguntas comunes de manera rápida y sin intervención humana. • Reducción de carga de trabajo para el equipo de RR.HH.: Libera tiempo para que el equipo de RR.HH. se enfoque en tareas estratégicas. • Disponibilidad 24/7 para consultas de empleados.	• Los <i>chatbots</i> ayudan a reducir la carga administrativa del equipo de RR.HH., automatizando respuestas a consultas comunes y mejorando la satisfacción de los empleados.
3. Uso de Tecnología de Realidad Aumentada y Virtual (AR/VR) para Entrenamiento	• Provisión de entrenamientos prácticos y simulaciones: Facilita la capacitación inmersiva sin necesidad de interrumpir las operaciones. • Aumento de la retención de conocimientos mediante experiencias inmersivas. • Flexibilidad para entrenamientos en diversos escenarios.	• La AR y VR proporcionan una experiencia de capacitación avanzada que mejora la formación de empleados y permite practicar habilidades en entornos simulados de manera segura y efectiva.
4. Uso de Inteligencia Artificial (IA)	• Automatización de procesos y análisis predictivo: Optimiza tareas como la evaluación de candidatos y la planificación de la plantilla. • Análisis de patrones de rendimiento y rotación: Mejora la retención de talento mediante la identificación de tendencias y recomendaciones. • Capacidad de generar insights basados en datos de desempeño: Aporta valor a la toma de decisiones estratégicas sobre el personal.	• La IA permite el análisis avanzado de datos de empleados y procesos de RR.HH., mejorando la eficiencia en la selección de candidatos, planificación de la plantilla y toma de decisiones basadas en datos.
5. Conectividad 5G	• Soporte para herramientas de capacitación y aprendizaje en tiempo real: Facilita la transmisión de datos y el acceso a contenidos de formación. • Conectividad estable para dispositivos móviles y aplicaciones de RR.HH.: Mejora la accesibilidad y flexibilidad en entornos de trabajo híbridos. • Reducción de latencia para aplicaciones inmersivas y <i>chatbots</i>: Asegura un rendimiento óptimo para herramientas que dependen de la conectividad en tiempo real.	• La conectividad 5G mejora el acceso a herramientas de RR.HH. y soporte en tiempo real, facilitando la adopción de tecnologías inmersivas y aumentando la eficiencia de las operaciones.

Fuente: Elaboración propia.

10.3.3. Planificación de la Implementación

Una vez seleccionadas las tecnologías, se planeará el proyecto, que incluirá la capacitación del personal y las pruebas piloto, para garantizar una implementación exitosa.

10.3.3.1. Planificación Estratégica

En este punto, se deberán realizar las siguientes actividades, que deben alinearse con los objetivos de la implementación y con los de la empresa.

Actividades por realizar:

1. Desarrollar un cronograma detallado que incluya, recursos, fechas específicas para cada fase y objetivos de implementación, considerando las estaciones o periodos de baja producción para minimizar impactos negativos en la operación diaria.
2. Llevar a cabo análisis de costos y retorno de inversión para identificar las tecnologías con mayor potencial de rentabilidad a corto y mediano plazo.
3. Planificar las primeras inversiones en herramientas que rápidamente devuelvan la inversión, como sensores básicos o automatización de tareas repetitivas.
4. Desarrollar una matriz de riesgo para identificar posibles obstáculos y riesgos en el proceso de implementación de las tecnologías 4.0.
5. Planificar programas de capacitación en sensibilización, liderazgo, mejora continua y capacitación técnica para el personal proporcionando folletos, videos y recursos digitales que expliquen de manera clara y visual las tecnologías 4.0 y su proceso de instalación y uso
6. Planificar revisiones de rendimiento de las tecnologías implementadas, ajustando procesos, sistemas o herramientas según sea necesario.

10.3.3.2. Capacitaciones

Debido que la empresa se encuentra en un nivel 2 de madurez tecnológica, será necesario capacitar al personal para prepararlo para el cambio tecnológico, considerando las tres fases descritas en el desarrollo de la guía, por lo que se debe realizar un diagnóstico de necesidades para identificar los niveles de conocimiento del personal en tecnologías 4.0, esto sentará las bases para diseñar un programa de capacitación adaptado que incorpore cursos teóricos y prácticos, y la ejecución de talleres para fortalecer el conocimiento tecnológico. Además, se debe implementar un proceso de sensibilización del personal para crear conciencia sobre la importancia de las tecnologías 4.0 en la empresa y establecer un seguimiento continuo que brinde soporte a los empleados en la aplicación de sus nuevas habilidades. Finalmente, se debe promover una cultura organizacional que apoye la innovación y la mejora continua, asegurando así una adaptación exitosa a las tecnologías 4.0.

Fase 1: Evaluación de conocimientos y habilidades en tecnologías 4.0.

Actividades por realizar:

1. Aplicar encuestas internas para medir el nivel de conocimiento y habilidades del personal en tecnologías 4.0.
2. Crear un mapa de competencias que relacione las habilidades actuales del personal con las tecnologías 4.0 y las necesidades futuras.

Fase 2: Capacitación en desarrollo organizacional y transformación cultural.

Es fundamental minimizar la resistencia de este. Se debe fomentar el liderazgo orientado hacia la innovación, y se debe promover la colaboración efectiva entre equipos y departamentos. Además, se debe establecer una cultura de mejora continua y una búsqueda activa de tecnologías emergentes.

Sensibilización del personal

- ✚ Esta capacitación estará dirigida a todos los niveles de la empresa.
- ✚ En este punto, se recomienda seguir el contenido formativo descrito en el apartado “Capacitación de Desarrollo Organizacional y Transformación Cultural” del plan de acción.

Actividades por realizar:

1. Organizar talleres que expliquen qué son las tecnologías 4.0, sus beneficios y su impacto en la industria plástica.
2. Invitar a expertos o líderes de en tecnología y cambio organizacional para dar charlas que inspiren al personal a adoptar nuevas tecnologías.
3. Formar al personal en habilidades blandas como la comunicación, el trabajo en equipo y la adaptabilidad, que son fundamentales durante el proceso de cambio.

Liderazgo

Esta capacitación estará dirigida para todas las jefaturas y alta dirección.

4. Ofrecer seminarios enfocados en habilidades de liderazgo, incluyendo la toma de decisiones, la gestión de equipos y la comunicación efectiva en un entorno tecnológico.

Mejora continua y cultura de innovación.

Esta capacitación estará dirigida para todas las jefaturas y alta dirección.

5. Entrenar al personal en la determinación y análisis indicadores clave de rendimiento (*KPI's*), que permitan medir la eficiencia y detectar áreas que necesiten ajustes o mejoras.
6. Crear y capacitar un comité encargado de innovar e identificar mejoras, proponer nuevas ideas y gestionar iniciativas innovadoras, fomentando la colaboración entre empleados de diferentes niveles y áreas.

Fase 3: Capacitación técnica

Cuando se hayan obtenido y analizado los resultados del nivel de conocimiento del personal en tecnologías 4.0, se programarán capacitaciones técnicas. Estas capacitaciones proporcionarán a los empleados las habilidades necesarias para instalar, operar y mantener tecnologías avanzadas.

Al invertir en capacitación técnica, se fomenta no solo el crecimiento individual de los miembros del equipo, sino también la eficiencia operativa y la innovación dentro de la empresa.

Esta capacitación está dirigida al área de TI, al área de Mantenimiento y a todo el personal operativo involucrado en tecnologías 4.0.

En este punto, se recomienda seguir el contenido formativo descrito en el apartado “Capacitación Técnica” del plan de acción.

Actividades por realizar:

1. Capacitar al equipo de trabajo, específicamente a los miembros del área de TI y Mantenimiento, en la instalación y uso de tecnologías seleccionadas mediante un consultor externo, quien ofrecerá conocimientos prácticos y actualizados para asegurar la correcta implementación y operación de estas tecnologías en la organización.
2. El área de TI y Mantenimiento deberán capacitar a los usuarios proporcionando materiales de apoyo, como manuales de usuario y recursos en línea para el proceso de operación de las tecnologías instaladas.

10.3.3.3. Prueba Piloto

Esta etapa será clave para asegurar la integración exitosa de las demás tecnologías, ya que estas dependerán de ese componente inicial.

Actividades por realizar:

1. Seleccionar la tecnología adecuada para la prueba piloto en cada área.

Se procederá a revisar las tecnologías sugeridas en la *Tabla 74* de prueba piloto. Si alguna ya está instalada, se verificará el apartado “*Selección de Tecnologías*” del plan de acción para confirmar el orden de implementación y proceder con la siguiente tecnología.

Tabla 120.

Tecnologías para Prueba Piloto por Área

Área	Tecnología para prueba piloto
Producción	Internet de las Cosas (<i>IoT</i>)
Ventas	<i>Chatbots</i>
TI	<i>Big Data</i>
Operaciones	Código de barras y <i>RFID</i>
Mantenimiento	Uso de <i>IoT</i> para monitoreo en tiempo real
Finanzas	Uso de Inteligencia Artificial (IA)
Administración	Uso de Inteligencia Artificial (IA)
RR.HH.	Sistema <i>ATS</i> (Sistema de Seguimiento de Candidatos)

Fuente: Elaboración propia.

2. Desarrollar un plan de acción específico para la prueba piloto, incluyendo cronograma, asignación de recursos y responsables.
3. Asegurarse de que el área tenga la capacidad técnica y operativa para la prueba.
4. Instalar y configurar las tecnologías 4.0 en el área seleccionada.
5. Con base en el éxito de la prueba piloto, decidir si las tecnologías están listas para expandirse a otros procesos o áreas de la empresa.

10.3.4. Monitoreo y Mejora Continua

Para aplicar el monitoreo y mejora continua a la empresa, se propone seguir las siguientes actividades:

1. Luego de la implantación de las tecnologías 4.0 monitorear el comportamiento de los siguientes *KPI's*:

Tabla 121.

KPI's de Importancia

• Grado de automatización	• Nivel de ciberseguridad	• Tiempo de inactividad reducido	• Tiempo de implementación de nuevas tecnologías
• Costo de producción por unidad	• Tasa de implementación tecnológica	• Tiempo de capacitación	• Tasa de ahorro en consumo energético
• Tasa de retorno de la inversión	• Capacidad de recolección de datos	• Conectividad de sistemas	• Eficiencia energética

Fuente: Elaboración propia.

2. Agendar reuniones para revisión de los resultados de los *KPI's*.
3. Revisar los resultados y priorizar cuál o cuáles serán las tecnologías del nivel 2 y 3 que se elegirán para aplicar la mejora continua por medio del ciclo PHVA.
4. Aplicar la escalabilidad tecnológica a las tecnologías 4.0 seleccionadas, siguiendo los siguientes pasos:
 - a. Autoevaluación mediante *Checklist*.
 - b. Determinación del nivel tecnológico.
 - c. Aplicación del ciclo PHVA para las tecnologías seleccionadas. Se sugiere seguir el siguiente ejemplo:

Tabla 122.*Ciclo PHVA*

No.	Tecnología	Nivel actual	Planificar	Hacer	Verificar	Actuar
1	Seguridad de la red	Nivel 2	Revisar amenazas emergentes y actualizar las políticas de seguridad. Planificar auditorías frecuentes de vulnerabilidades.	Implementar nuevas configuraciones de firewall, <i>IDS/IPS</i> , y realizar pruebas de penetración periódicas.	Analizar los informes de auditoría y el número de amenazas mitigadas.	Ajustar configuraciones de red según resultados y capacitar personal en nuevas amenazas.
2	Protección de datos	Nivel 2	Evaluar cumplimiento con normativas actuales y definir nuevas políticas de control de acceso y privacidad.	Implementar cifrado actualizado y políticas de acceso basadas en roles.	Revisar logs de acceso y realizar auditorías de cumplimiento.	Ajustar políticas según nuevas normativas y resultados de auditoría.
3	Sistema de Business Intelligence	Nivel 3	Planificar revisiones de <i>KPI's</i> para alinear con las necesidades actuales de la empresa.	Actualizar <i>dashboards</i> y realizar capacitaciones en análisis de datos para los usuarios clave.	Medir la calidad de los reportes y verificar el impacto en la toma de decisiones.	Modificar <i>KPI's</i> y optimizar <i>dashboards</i> según retroalimentación de los usuarios.
4	Sistema <i>ERP</i>	Nivel 3	Planificar una revisión de módulos y procesos integrados para detectar cuellos de botella.	Actualizar módulos necesarios y capacitar al personal en nuevas funcionalidades.	Verificar mejoras en la eficiencia operativa y comparar con resultados históricos.	Ajustar procesos y módulos según los resultados de las auditorías.

No.	Tecnología	Nivel actual	Planificar	Hacer	Verificar	Actuar
5	Uso de <i>PLC's</i> (<i>Programmable Logic Controllers</i>)	Nivel 3	Identificar nuevas áreas de producción donde los <i>PLC's</i> puedan optimizar procesos.	Actualizar programas de <i>PLC</i> y realizar mantenimiento preventivo.	Verificar el impacto en la reducción de tiempos y errores en los procesos automatizados.	Ajustar la programación y expandir el uso de <i>PLC's</i> según oportunidades detectadas.
6	Sistema <i>MES</i>	Nivel 3	Revisar los datos generados por el <i>MES</i> para identificar mejoras en la producción.	Actualizar procesos automatizados y capacitar en nuevas funcionalidades del <i>MES</i> .	Medir la eficiencia general del proceso productivo e identificar áreas de mejora.	Optimizar procesos y mejorar la integración con otros sistemas (<i>ERP, IoT</i>).
7	Indicadores luminosos y de voz	Nivel 3	Planificar la expansión del sistema a otras áreas críticas de la empresa.	Instalar más paneles LED y sistemas de voz según necesidades detectadas.	Evaluar el impacto en la comunicación interna y tiempos de respuesta.	Optimizar la señalización según el rendimiento de los sistemas instalados.
8	Sistema de gestión de almacenes (<i>WMS</i>)	Nivel 3	Revisar la precisión del inventario y planificar nuevas integraciones con sistemas de ventas y producción.	Actualizar el <i>WMS</i> e integrar con <i>ERP</i> y sistemas de ventas.	Verificar tiempos de respuesta y precisión del inventario.	Ajustar procesos de inventario según los datos generados por el <i>WMS</i> .
9	Uso de máquinas automáticas para acabados y empaque de productos	Nivel 3	Planificar mantenimiento preventivo y detectar posibles mejoras en los procesos automáticos.	Realizar mantenimiento y actualización de las máquinas automáticas.	Verificar reducción de errores y mejorar la eficiencia del proceso.	Ajustar configuraciones según resultados operativos y mantenimiento.

No.	Tecnología	Nivel actual	Planificar	Hacer	Verificar	Actuar
10	Uso de máquinas automáticas de fabricación	Nivel 3	Identificar nuevas funcionalidades que podrían mejorar los procesos actuales.	Actualizar <i>software</i> y capacitar al personal en las nuevas funcionalidades.	Medir el impacto en tiempos de fabricación y calidad del producto.	Implementar mejoras y optimizar procesos con base en resultados.
11	Plataformas de gestión de RR.HH. y de aprendizaje	Nivel 3	Planificar nuevas capacitaciones alineadas a las necesidades emergentes del mercado.	Implementar nuevos cursos y medir la participación del personal.	Evaluar impacto en el desempeño y del personal y actualizar los programas de aprendizaje.	Ajustar contenidos y formatos de acuerdo con las necesidades detectadas.
12	Sistema de sensores	Nivel 3	Planificar la expansión del sistema de sensores a nuevas áreas críticas.	Instalar nuevos sensores y actualizar la plataforma de monitoreo.	Verificar precisión y relevancia de los datos recolectados.	Ajustar configuraciones según los datos obtenidos y realizar mantenimiento preventivo.
13	Almacenamiento local	Nivel 3	Revisar necesidades de almacenamiento y planificar ampliaciones si es necesario.	Realizar respaldos y actualizar infraestructura si es necesario.	Verificar integridad de los datos y tiempos de acceso.	Ajustar capacidad según necesidades futuras y mejorar protocolos de <i>backup's</i> .
14	Help Desk	Nivel 3	Planificar mejoras en el flujo de trabajo del servicio de soporte.	Actualizar el sistema de gestión de <i>tiques</i> y capacitación.	Evaluar tiempos de respuesta y satisfacción del usuario.	Optimizar procesos de atención según los indicadores de desempeño.

No.	Tecnología	Nivel actual	Planificar	Hacer	Verificar	Actuar
15	Gestión de identidades y accesos (<i>IAM</i>)	Nivel 3	Revisar roles y permisos para asegurar el cumplimiento normativo.	Implementar cambios en roles y permisos.	Verificar el impacto de los cambios en la seguridad y acceso.	Ajustar roles según auditorías y normativas.
16	Recuperación de datos	Nivel 3	Planificar pruebas de simulación de recuperación y revisar protocolos.	Realizar simulacros de recuperación y verificar tiempos.	Evaluar la eficiencia del sistema de recuperación.	Ajustar protocolos según resultados de los simulacros.
17	Computación en la nube	Nivel 3	Revisar los recursos utilizados en la nube y planificar ajustes.	Realizar migraciones adicionales u optimizar recursos.	Verificar la estabilidad de los sistemas y medir tiempos.	Ajustar la asignación de recursos según necesidades.
18	<i>Software</i> de asistencia remota	Nivel 3	Planificar mejoras en el flujo de trabajo de soporte remoto.	Actualizar el <i>software</i> y capacitación.	Verificar tiempos de resolución y satisfacción.	Ajustar procesos de soporte remoto según resultados operativos.
19	Sistema de gestión de <i>tiques</i>	Nivel 3	Revisar el flujo de solicitudes y planificar la gestión de <i>tiques</i> .	Actualizar el sistema y capacitar al personal.	Verificar tiempos de respuesta y satisfacción.	Optimizar procesos del sistema de <i>tiques</i> .
20	<i>Marketing</i> digital	Nivel 3	Revisar la estrategia de <i>marketing</i> digital y planificar nuevas campañas.	Implementar campañas digitales y medir su impacto.	Comparar resultados con los objetivos establecidos.	Ajustar campañas y estrategias según resultados obtenidos.

Fuente: Elaboración propia.

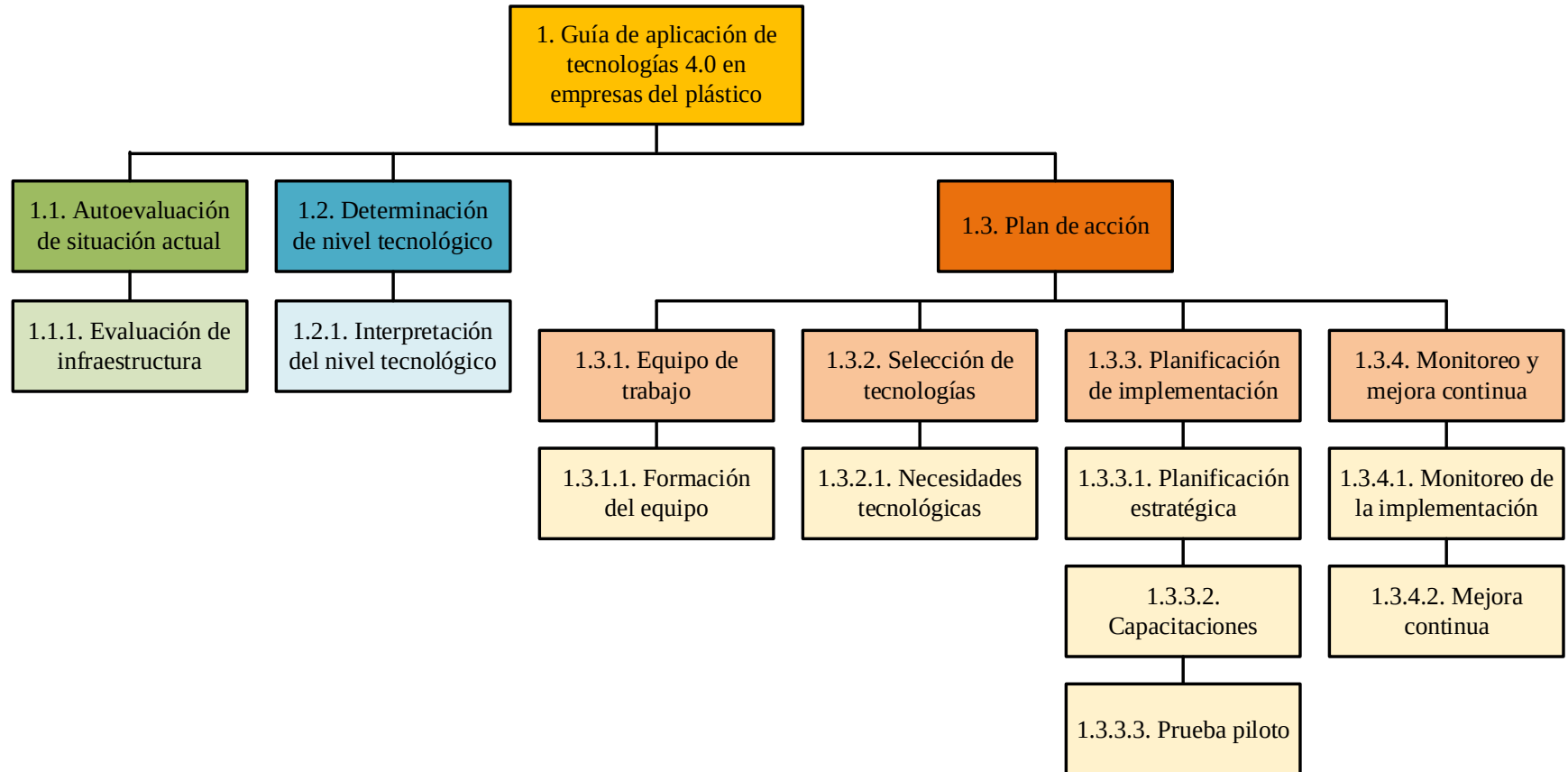
11. Manual de Implantación del Proyecto con Enfoque ADP

La transformación digital impulsada por las tecnologías 4.0 representa una oportunidad clave para que las empresas del sector plástico aumenten su competitividad, eficiencia operativa y capacidad de adaptación en un mercado de constante evolución. Tras haber definido una estrategia clara para la implementación de estas tecnologías en la “Guía de Aplicación”, es fundamental contar con un manual detallado de implantación con enfoque ADP (Administración del Proyecto), asegurando que cada componente de la guía se entienda correctamente.

11.1. Estructura de Desglose de Trabajo

Objetivo: Proporcionar un documento práctico y estructurado de implantación que facilite a las empresas del sector plástico la comprensión y ejecución de los componentes de la "Guía de Aplicación".

Alcance del proyecto: Abordar de manera detallada cada punto de la "Guía de Aplicación", proporcionando a las empresas del sector plástico una orientación que les permita a las empresas identificar y ejecutar las acciones necesarias para implementar tecnologías 4.0 de forma efectiva, asegurando una transición estructurada y eficiente.

Figura 56.*Desglose EDT***Fuente:** Elaboración propia.

11.1.1. Componentes de la EDT

Para garantizar el éxito del proyecto de implantación de tecnologías 4.0, es esencial desarrollar los siguientes componentes o entregables, clave para lograr una integración efectiva y sostenible en los procesos operativos de la empresa. Estos abarcan desde la autoevaluación del estado actual de la organización hasta la elaboración de un plan de acción alineado con su nivel tecnológico, los cuales se detallarán a continuación.

✓ Entregables:

Los entregables están ubicados en el nivel dos de la estructura EDT. A continuación, se presentan los entregables o componentes que se deben desarrollar para llevar a cabo el objetivo del proyecto.

- 1. Entregable 1.1:** Autoevaluación de la situación actual
- 2. Entregable 1.2:** Nivel de madurez tecnológico
- 3. Entregable 1.3:** Plan de acción.

1. Entregable 1.1: Autoevaluación de la situación actual

Objetivo: Realizar un diagnóstico integral del estado actual de la empresa para identificar su nivel de madurez tecnológica, procesos operativos, recursos disponibles y competencias del personal. Esta evaluación permitirá determinar las áreas de oportunidad y déficit tecnológico, sirviendo como base para la elaboración de un plan de acción adecuado al contexto específico de la empresa.

En este entregable, la empresa analizará los procesos internos y el estado de la infraestructura tecnológica, así como la disposición del personal hacia la adopción de nuevas tecnologías. La autoevaluación ayudará a detectar el nivel en el que se encuentra la empresa

(básico, intermedio o avanzado), identificar cuellos de botella y necesidades de automatización, y evaluar los recursos financieros y humanos disponibles.

2. Entregable 2: Nivel de madurez tecnológico

Objetivo: Determinar el grado de adopción y utilización de tecnologías en la empresa, identificando fortalezas y áreas de mejora. Este análisis permitirá clasificar el nivel de madurez tecnológica (básico, intermedio o avanzado) y guiará la selección de las tecnologías 4.0 que mejor se adapten a la situación actual y futura de la organización.

Con base en el diagnóstico obtenido, la empresa determinará su nivel de madurez tecnológica, lo que proporcionará una pauta clara del esfuerzo necesario para avanzar hacia un estado más desarrollado y alcanzar un nivel avanzado tecnológicamente.

3. Entregable 3: Plan de acción

Objetivo: Definir las etapas, tareas, responsables, y recursos necesarios para la implantación de tecnologías 4.0, asegurando una integración ordenada y alineada con los objetivos estratégicos de la empresa.

El plan de acción es un mapa detallado de los pasos a seguir para implementar tecnologías 4.0 en la empresa, guiando las actividades desde la planificación inicial hasta la evaluación final del proyecto. Cada etapa se alinea con el nivel de madurez tecnológica determinado en la autoevaluación, permitiendo que el esfuerzo y los recursos se asignen de forma eficiente.

✓ Sub-entregables:

Son elementos que se encuentran en el nivel tres de la estructura EDT, permiten describir con mayor profundidad el EDT.

Tabla 123.*División de Sub - Entregables*

Entregables	Sub-entregables	Definición
1.1. Autoevaluación de la situación actual	1.1.1. Evaluación de infraestructura	Objetivo: Evaluar la infraestructura tecnológica y física de la empresa para determinar su capacidad actual de soportar la integración de tecnologías 4.0, que permita identificar brechas, necesidades de actualización y oportunidades de mejora. Descripción: La evaluación de la infraestructura es un paso fundamental para conocer las condiciones actuales de la empresa. Esta revisión abarca tanto los sistemas tecnológicos (<i>hardware</i>, <i>software</i> y redes) como la infraestructura física (equipos y maquinaria), capacidad de inversión y cultura en desarrollo organizacional de los empleados permitiendo detectar los puntos que deben mejorarse o actualizarse. Actividades por realizar: A1. Responder <i>Checklist</i> de autoevaluación. A2. Analizar los resultados
1.2. Determinación del nivel tecnológico	1.2.1. Interpretación del nivel tecnológico	Objetivo: Orientar a las empresas según su nivel de madurez tecnológica, guiando sus esfuerzos hacia las acciones necesarias para avanzar en su transformación digital y asegurar su competitividad en el mercado. Descripción: Las empresas que, tras la evaluación, se clasifiquen en nivel 1 (básico) o nivel 2 (intermedio) deberán cumplir con todos los apartados del plan de acción: equipo de trabajo, selección de tecnologías, planificación de implementación (planificación estratégica, capacitación, prueba piloto) y monitoreo y mejora continua. Estos puntos son esenciales para facilitar una transición exitosa hacia niveles más avanzados

Entregables	Sub-entregables	Definición
1.2. Determinación del nivel tecnológico	1.2.1. Interpretación del nivel tecnológico	Si la empresa se encuentra en un nivel 3 (avanzado) la empresa deberá centrarse en asegurar que sus procesos y tecnologías se mantengan actualizados y eficientes. Además, tendrán que estar a la vanguardia de las tecnologías emergentes, aprovechando las innovaciones que puedan surgir y que optimicen los procesos. Su mayor énfasis estará en el apartado “monitoreo y mejora continua” del plan de acción, Nota: Al considerar la implementación de una nueva tecnología, todas las empresas, independientemente de su nivel, deberán tener en cuenta todos los puntos del plan de acción para garantizar una integración efectiva. Actividades por realizar: B1. Calcular los puntajes por nivel tecnológico. B2. Analizar el resultado de nivel tecnológico obtenido.
1.3. Plan de acción	1.3.1. Equipo de trabajo	Objetivo: Establecer un equipo especializado que liderará el proceso de implementación de tecnologías 4.0, garantizando la ejecución efectiva de las acciones del plan y fomentando la colaboración interdisciplinaria dentro de la organización. Descripción: El equipo de trabajo es un componente esencial en la implementación de tecnologías 4.0, ya que será responsable de coordinar, planificar y ejecutar las estrategias necesarias para la transformación digital de la empresa. Este equipo deberá estar compuesto por miembros con diversas competencias y habilidades que abarquen el ámbito técnico y administrativo, facilitando así una integración efectiva de las nuevas tecnologías en los procesos existentes.

Sub-entregables	Paquetes	Definición
1.3.1. Equipo de trabajo	1.3.1.1 Formación del equipo	Objetivo: Seleccionar y formar a las personas adecuadas, capaz de implementar y optimizar tecnologías 4.0, garantizando que cada miembro aporte habilidades específicas que complementen el conjunto y potencien la innovación y la mejora continua en la empresa. Descripción: La formación del equipo se centra en identificar y seleccionar a individuos con habilidades, competencias y actitudes adecuadas para enfrentar los desafíos de la Industria 4.0 en el sector plástico. Este proceso de selección se basa en un análisis exhaustivo de las necesidades del proyecto y en la evaluación de las competencias técnicas y blandas de los candidatos. Actividades por realizar: C1. Aplicar encuestas o pruebas para evaluar las habilidades técnicas actuales en tecnologías 4.0 y seleccionar al personal apto para formar parte del equipo tecnológico. C2. Asignar coordinadores de tecnología. C3. Evaluar y seleccionar herramientas de gestión del proyecto.

Entregables	Sub-entregables	Definición
1.3 Plan de acción	1.3.2 Selección de tecnologías	Objetivo: Identificar y evaluar las tecnologías más adecuadas que se alineen con las necesidades y objetivos estratégicos de la empresa. Descripción: La selección de tecnologías 4.0 requiere analizar las necesidades operativas, funcionales y técnicas de la empresa, asegurando que las soluciones elegidas sean compatibles con la infraestructura actual. Esto implica identificar los requisitos específicos de cada proceso, verificar la interoperabilidad con los sistemas vigentes (como <i>ERP</i> y <i>MES</i>), y evaluar la capacidad de la red y los protocolos existentes. Además, se deben considerar aspectos de escalabilidad y ciberseguridad para asegurar que las tecnologías puedan adaptarse al crecimiento futuro y garantizar la integridad de la información. Una selección basada en estos criterios evita costos innecesarios, minimiza interrupciones y maximiza el retorno de inversión.

Sub-entregables	Paquetes	Definición
1.3.2 Selección de tecnologías	1.3.2.1 Necesidades tecnológicas	Objetivo: Determinar los requisitos tecnológicos necesarios y evaluar la compatibilidad con los sistemas existentes para seleccionar la tecnología más adecuada, garantizando una integración fluida y efectiva en la organización. Descripción: La selección de tecnologías es un proceso crítico que implica analizar las diferentes soluciones disponibles en el mercado y determinar cuáles son las más adecuadas para satisfacer las necesidades específicas en los procesos de la empresa. Se debe considerar diversos factores, como la compatibilidad con la infraestructura actual, el costo de implementación, la facilidad de uso, y el potencial de mejora en la eficiencia y productividad. Actividades por realizar: D1. Recopilar información sobre diferentes proveedores y sus soluciones para todas las tecnologías. D2. Comparar las características, capacidades y costos de cada proveedor. D3. Solicitar demostraciones de productos cuando sea aplicable. D4. Definir las necesidades específicas de cada área para todas las tecnologías. D5. Identificar datos críticos, características imprescindibles y requisitos técnicos para cada tecnología. D6. Evaluar cómo cada tecnología se integrará con los sistemas existentes. D7. Identificar posibles desafíos técnicos o de compatibilidad con los sistemas actuales. D8. Seleccionar la tecnología correspondiente.

Entregable	Sub-entregable	Definición
1.3 Plan de acción	1.3.3 Planificación de implementación	Objetivo: Desarrollar un plan de implementación integral que contemple la planificación estratégica, la capacitación del personal y la realización de pruebas piloto para garantizar una transición exitosa hacia las tecnologías 4.0. Descripción: La planificación de la implementación establece un marco integral que abarca la definición de actividades estratégicas, la asignación de recursos y la creación de un cronograma claro. Además, incluye programas de capacitación de sensibilización y preparación del personal en el uso de las nuevas tecnologías y pruebas piloto que permiten validar su funcionamiento antes de una implementación total.
1.3 Plan de acción	1.3.4 Monitoreo y mejora continua	Objetivo: Asegurar el seguimiento constante del desempeño de las tecnologías implementadas y fomentar una cultura de mejora continua para optimizar procesos y mantenerse a la vanguardia en innovación. Descripción: El monitoreo y la mejora continua garantizan que las tecnologías 4.0 adoptadas cumplan con los objetivos establecidos y permitan identificar oportunidades de optimización a lo largo del tiempo. A través de indicadores de desempeño y herramientas de seguimiento, se evalúa el impacto de las soluciones implementadas. Este proceso también promueve ajustes estratégicos y actualizaciones necesarias para mantener la eficiencia operativa y la competitividad en un entorno de rápida evolución tecnológica.

Sub-entregables	Paquetes	Definición
1.3.3. Planificación de implementación	1.3.3.1. Planificación estratégica.	Objetivo: Organizar el proceso de implementación en etapas claras, con actividades específicas, para garantizar una gestión eficiente y alineada con los objetivos estratégicos de la empresa. D: La planificación estratégica estructurada en fases permitirá dividir la implementación en etapas manejables, donde cada fase incluye actividades definidas, plazos establecidos y responsables asignados. Este enfoque asegura una ejecución ordenada, facilitando el seguimiento del progreso, la gestión de riesgos y la toma de decisiones oportunas, optimizando los recursos y alineando las acciones con los objetivos de la transformación digital. Actividades por realizar: E1. Desarrollar un cronograma detallado de implementación. E2. Definir necesidades y recursos para cada tecnología. E3. Planificar la compra de los componentes tecnológicos E4. Realizar un análisis de retorno de inversión (<i>ROI</i>) para las tecnologías propuestas. E5. Elaborar una matriz de priorización de implementación en base a criterios clave, como impacto, costo, tiempo de implementación en beneficio de la empresa. E6. Elaborar una matriz de riesgo en la implementación.

Sub-entregables	Paquetes	Definición
1.3.3. Planificación de implementación	1.3.3.2. Capacitaciones	Objetivo: Preparar al personal para enfrentar la transformación digital mediante programas de formación que promuevan la sensibilización, el liderazgo y la mejora continua, así como desarrollar competencias técnicas para el uso e implementación de tecnologías 4.0. Descripción: Antes de iniciar las capacitaciones, es recomendable medir el nivel de conocimiento del personal en tecnologías 4.0 para adaptar los contenidos según sus necesidades específicas. Las formaciones incluirán sensibilización, enfocada en crear conciencia sobre la importancia de la transformación digital; liderazgo y mejora continua, para fortalecer habilidades que impulsen el cambio; y capacitación técnica, dirigida a proporcionar conocimientos prácticos para el uso e implementación de las nuevas tecnologías. Actividades por realizar: E7. Aplicar encuestas internas para medir el nivel de conocimiento actual en tecnologías 4.0. E8. Crear un mapa de competencias que relacione los conocimientos actuales del personal con las tecnologías 4.0. E9. Realizar capacitaciones para sensibilizar a todo el personal sobre tecnologías 4.0. E10. Realizar capacitación en liderazgo para todas las jefaturas y alta dirección E11. Realizar capacitaciones en temas de mejora continua o cultura de innovación a alta dirección y jefaturas. E12. Capacitar al equipo de trabajo de implementación en tecnologías seleccionadas. E13. Capacitar al personal operativo en el uso de tecnologías seleccionadas.

Sub-entregables	Paquetes	Definición
1.3.3. Planificación de implementación	1.3.3.3. Prueba piloto	Objetivo: Validar la funcionalidad y efectividad de las tecnologías 4.0 en un entorno controlado, identificando posibles mejoras y minimizando riesgos antes de su implementación a gran escala. Descripción: Para la prueba piloto, se seleccionará una tecnología específica para cada área, la cual servirá como base para la implementación gradual de las demás. Esta tecnología integrará componentes esenciales necesarios para garantizar la interoperabilidad con otras soluciones futuras (ver lista y sugerencias de tecnología en el apartado “prueba piloto” del plan de acción). Se realizará una prueba piloto por cada área, lo que permitirá validar su efectividad en un entorno controlado y facilitar una implementación progresiva y coherente del resto de las tecnologías. Actividades por realizar: E14. Implementar prueba piloto en área seleccionada. E15. Implementar ajustes según los resultados obtenidos. E16. Expandir la implementación de tecnologías con base a la retroalimentación de equipo de trabajo y del personal operativo.

Sub-entregables	Paquetes	Definición
1.3.4 Monitoreo y mejora continua	1.3.4.1 Monitoreo de la implementación	Objetivo: Supervisar el progreso de la implementación de tecnologías 4.0 para asegurar su correcta ejecución, identificar desviaciones y aplicar ajustes necesarios en tiempo real. Descripción: El monitoreo continuo permitirá evaluar el desempeño de cada etapa de la implementación en función de los indicadores definidos. Este proceso facilita la identificación temprana de problemas, asegurando que los recursos se gestionen eficientemente y que los objetivos se cumplan en los plazos establecidos. Además, brinda visibilidad sobre las áreas que requieren ajustes o mejoras, permitiendo tomar decisiones informadas durante todo el proceso y garantizando una transición exitosa hacia las nuevas tecnologías. Actividades por realizar: F1. Establecer indicadores de desempeño.
	1.3.4.2 Mejora continua	Objetivo: Fomentar una cultura de innovación y optimización permanente que permita a la empresa mantenerse competitiva y adaptarse rápidamente a las nuevas tecnologías y cambios del mercado. Descripción: La mejora continua implica la revisión constante de los procesos y tecnologías implementadas para identificar áreas de optimización. A través de ajustes progresivos y nuevas soluciones, la empresa fortalecerá su capacidad de innovación y asegura que su infraestructura tecnológica se mantenga actualizada, maximizando el retorno de inversión y garantizando la sostenibilidad del crecimiento en el tiempo. Actividades por realizar: F2. Medir los indicadores. F3. Recopilar datos. F4. Revisar los resultados de los indicadores. F5. Implementar el ciclo PHVA. F6. Integrar los resultados con la estrategia de la empresa. F7. Aplicar la escalabilidad tecnológica.

Fuente: Elaboración propia.

11.1.2. Recursos de Implementación

La implementación exitosa del proyecto requiere una planificación estratégica basada en la identificación precisa de los recursos necesarios, tales como tiempo, recursos humanos, tecnológicos y materiales, cada uno desempeñando un papel clave en el logro de los objetivos establecidos.

El recurso tiempo se considera crítico, ya que una adecuada gestión de plazos y cronogramas garantiza que las etapas del proyecto se ejecuten de manera eficiente y sin interrupciones operativas. Es fundamental evaluar tanto los recursos internos disponibles como aquellos externos que deban ser adquiridos, asegurando su alineación con los requisitos técnicos, operativos y estratégicos del proyecto.

A continuación, se presenta una matriz que describe las actividades clave del proyecto, el tiempo estimado para cada una y las precedencias necesarias para su ejecución eficiente.

Tabla 124.

Matriz de Actividades, Tiempos y Precedencias

No.	Actividades	Detalle	Tiempo (días)	Precedente
	1.1	Autoevaluación de la situación actual		
	1.1.1	Evaluar la infraestructura tecnológica		
1	A1	Responder <i>Checklist</i> de autoevaluación.	3	Inicio
2	A2	Analizar los resultados.	1	A1
	1.2	Determinación de nivel tecnológico		
	1.2.1	Interpretación del nivel tecnológico		
3	B1	Calcular los puntajes por nivel tecnológico.	1	A2
4	B2	Analizar el resultado de nivel tecnológico obtenido.	2	B1
	1.3	Plan de acción		
	1.3.1	Equipo de trabajo		
	1.3.1.1	Formación del equipo de trabajo		
5	C1	Aplicar encuestas o pruebas para evaluar las habilidades técnicas actuales en tecnologías 4.0 y seleccionar al personal apto para formar parte del equipo tecnológico.	2	B2
6	C2	Asignar coordinadores de tecnología.	2	C1
7	C3	Evaluar y seleccionar herramientas de gestión del proyecto.	1	C2

No.	Actividades	Detalle	Tiempo (días)	Precedente
7	1.3.2	Selección de tecnologías		
	1.3.2.1	Identificar las necesidades tecnológicas		
8	D1	Recopilar información sobre diferentes proveedores y sus soluciones para todas las tecnologías.	3	C3
9	D2	Comparar las características, capacidades y costos de cada proveedor.	3	D1
10	D3	Solicitar demostraciones de productos cuando sea aplicable.	2	D2
11	D4	Definir las necesidades específicas de cada área para todas las tecnologías.	3	D3
12	D5	Identificar datos críticos, características imprescindibles y requisitos técnicos para cada tecnología.	4	D4
13	D6	Evaluar cómo cada tecnología se integrará con los sistemas existentes.	4	D5
14	D7	Identificar posibles desafíos técnicos o de compatibilidad con los sistemas actuales.	4	D6
15	D8	Seleccionar la tecnología correspondiente	2	D7
	1.3.3	Planificación de implementación de tecnologías 4.0		
	1.3.3.1	Planificación estratégica		
16	E1	Desarrollar un cronograma detallado de implementación.	1	D8
17	E2	Comprar la tecnología seleccionada.	1	D8, E1
18	E3	Definir necesidades y recursos para cada tecnología.	1	E2
19	E4	Realizar un análisis de retorno de inversión (ROI) para las tecnologías propuestas.	1	E1, E2
20	E5	Elaborar una matriz de priorización de implementación.	1	E3
21	E6	Elaborar una matriz de riesgo en la implementación.	1	E3, E4
	1.3.3.2	Capacitaciones		
22	E7	Aplicar encuestas internas para medir el nivel de conocimiento actual en tecnologías 4.0.	2	E2
23	E8	Crear un mapa de competencias que relacione los conocimientos actuales del personal con las tecnologías 4.0.	1	E6
24	E9	Realizar capacitaciones para sensibilizar a todo el personal sobre tecnologías 4.0.	10	E7
25	E10	Realizar capacitación en liderazgo para todas los jefaturas y alta dirección	2	E8

No.	Actividades	Detalle	Tiempo (días)	Precedente
26	E11	Realizar capacitaciones en temas de mejora continua o cultura de innovación a alta dirección y jefaturas.	2	E7, E8
27	E12	Capacitar al equipo de trabajo de implementación en tecnologías seleccionadas.	200	D8
28	E13	Capacitar al personal operativo en el uso de tecnologías seleccionadas.	125	D8
	1.3.3.3	Prueba piloto		
29	E14	Implementar prueba piloto en área seleccionada.	10	E6
30	E15	Implementar ajustes según los resultados obtenidos.	2	E8
31	E16	Expandir la implementación de tecnologías con base a la retroalimentación de equipo de trabajo y del personal operativo	150	E9
	1.3.4	Monitoreo y mejora continua		
	1.3.4.1	Monitoreo de la implementación		
32	F1	Establecer indicadores de desempeño.	1	E1
	1.3.4.2	Mejora continua		
33	F2	Medir los indicadores.	1	F1
34	F3	Recopilar datos.	1	F2
35	F4	Revisar los resultados de los indicadores	2	F3
36	F5	Implementar el ciclo PHVA.	10	F4
37	F6	Integrar los resultados con la estrategia de la empresa.	8	F5
38	F7	Aplicar la escalabilidad tecnológica.	15	F6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 125.

RR.HH. Requerido para la Implementación de Tecnologías 4.0

Área de Capacitación/Implementación	Descripción	Consultores Externos	Personal Interno	Perfil de los Capacitadores
Autoevaluación de la situación actual	Diagnóstico interno de infraestructura tecnológica actual		5	Personal con conocimiento profundo de los procesos de la empresa, capaz de recopilar información relevante. (TI, Supervisores, Gerente de producción, Ingeniero de procesos y gerente de operaciones)
Determinación de nivel tecnológico	Evaluación detallada del nivel de adopción y capacidad tecnológica actual de la empresa		3	Conocimiento de sistemas y procesos internos. (TI, Gerente de producción, gerente de operaciones)
Plan de acción				
Formación de equipo de trabajo	Creación de equipos multifuncionales que lideren la adopción e implementación de tecnologías 4.0.		3	Líderes de equipo con experiencia en proyectos internos. (Alta gerencia)
Selección de tecnologías	Identificación y elección de las tecnologías 4.0 más relevantes para la empresa, alineadas a sus objetivos estratégicos y necesidades operativas.		3	Líderes con visión operativa y estratégica. (jefe de TI, Mantenimiento, Gerentes de operaciones o producción)

Área de Capacitación/Implementación	Descripción	Consultores Externos	Personal Interno	Perfil de los Capacitadores
Planificación de la implementación				
Planificación estratégica	Desarrollo de un plan estratégico que guíe la implementación de las tecnologías 4.0, alineando objetivos empresariales y tecnológicos con las prioridades a largo plazo.		4	Gerentes y líderes estratégicos con conocimiento de los objetivos a largo plazo.
Capacitación Técnica	Instalación, configuración y ajustes de las 14 tecnologías en los procesos de la empresa.	1	3	Consultores externos: Expertos técnicos con experiencia en implementación y personalización de tecnologías 4.0, capaces de adaptar soluciones a los procesos específicos de la empresa. Personal Interno: Colaboradores encargados de preparar y coordinar las actividades de capacitación.
Capacitación en Operación de Tecnologías	Entrenamiento para el manejo cotidiano de las tecnologías implementadas, adaptado a usuarios finales.		5	Tres líderes técnicos internos (TI y Mantenimiento) con conocimiento profundo del sistema implementado y habilidades pedagógicas para entrenar al personal operativo. Dos colaboradores encargados de diseñar, preparar y coordinar las actividades de capacitación.

Área de Capacitación/Implementación	Descripción	Consultores Externos	Personal Interno	Perfil de los Capacitadores
Capacitación en Sensibilización	Concientización sobre el impacto y beneficios de la Industria 4.0 en la empresa y empleados.		3	Consultores externos: Experiencia en gestión del cambio, comunicación efectiva y sensibilización organizacional. Capacidad para motivar y guiar a los empleados hacia la adopción de nuevas tecnologías. Personal interno: Colaboradores encargados de preparar y coordinar las actividades de capacitación.
Capacitación en Liderazgo	Desarrollo de habilidades para guiar equipos durante la adopción tecnológica.		2	Consultores externos: Profesionales con experiencia en liderazgo en contextos de cambio tecnológico. Conocimiento en gestión de equipos y transformación organizacional. Personal interno: Colaboradores encargados de preparar y coordinar las actividades de capacitación.
Capacitación en Mejora Continua	Formación en metodologías aplicadas a procesos y gestión tecnológica.		3	Líderes con experiencia en procesos de mejora continua, conocimientos en herramientas como Lean, Six Sigma o Kaizen, y habilidades de gestión de equipos y proyectos.
Soporte Técnico	Asistencia técnica para garantizar el funcionamiento y mantenimiento de las		3	Soporte Técnico con conocimientos sobre las tecnologías implementadas y capacidad para gestionar mantenimiento preventivo y correctivo. (TI y Mantenimiento)

Área de Capacitación/Implementación		Descripción	Consultores Externos	Personal Interno	Perfil de los Capacitadores
		tecnologías implementadas.			
Coordinadores de Capacitación	de	Coordinadores de Capacitación		2	Deben tener experiencia en la organización de programas de formación tecnológica. RR. HH
Prueba piloto		Implementación de un proyecto piloto para evaluar la efectividad de las tecnologías 4.0 en un entorno controlado, permitiendo ajustes antes de la implementación a gran escala.		7	Cuatro especialistas en pruebas y validación de tecnologías. (TI y Mantenimiento) Tres operarios para ejecutar la prueba piloto y monitorear su rendimiento.
Monitoreo y mejora continua		Supervisión continua del rendimiento de las tecnologías implementadas, seguimiento de KPI's, y ajustes para asegurar la mejora constante de procesos y resultados.		8	Profesionales con experiencia en monitoreo de rendimiento y optimización. (Alta gerencia, supervisores, TI, Mantenimiento)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los recursos generales requeridos para la implementación de las 14 tecnologías 4.0, los cuales serán aplicables y esenciales para el funcionamiento de todas ellas.

Tabla 126.

Recursos Tecnológicos para la Implementación de Tecnologías 4.0

Equipo tecnológico general requerido		
Recursos	Descripción	Cantidad requerida
Computadoras	Equipos de alto rendimiento para procesar grandes volúmenes de datos	10
Routers	Dispositivos de direccionamiento de tráfico de datos	3
Sensores Inteligentes	Dispositivos que capturan información del entorno y la procesan para tomar decisiones o activar respuestas sin intervención humana directa	6
Switches	Dispositivos que permiten la conexión de varios dispositivos dentro de una red local (LAN) y gestionan el flujo de datos entre ellos.	5
Puntos de acceso (Access Points)	Dispositivos que permiten la conexión inalámbrica de los dispositivos a la red.	5
Cables y conectores industriales	Materiales para interconectar sensores, máquinas y dispositivos en el entorno de producción.	60 metros
Baterías de respaldo	Sistemas de respaldo de energía (UPS)	5
Placas y tarjetas de circuito	Componentes esenciales para la integración de sistemas de control en las máquinas y dispositivos industriales	10
Dispositivos de Almacenamiento (HDD, SSD)	Equipos de almacenamiento físico que permiten guardar datos provenientes de sensores, sistemas de automatización y otros dispositivos conectados.	60 TB
Computación en la Nube	Almacenamiento, procesamiento de datos, redes, bases de datos, <i>software</i> , etc. a través de Internet	70 TB

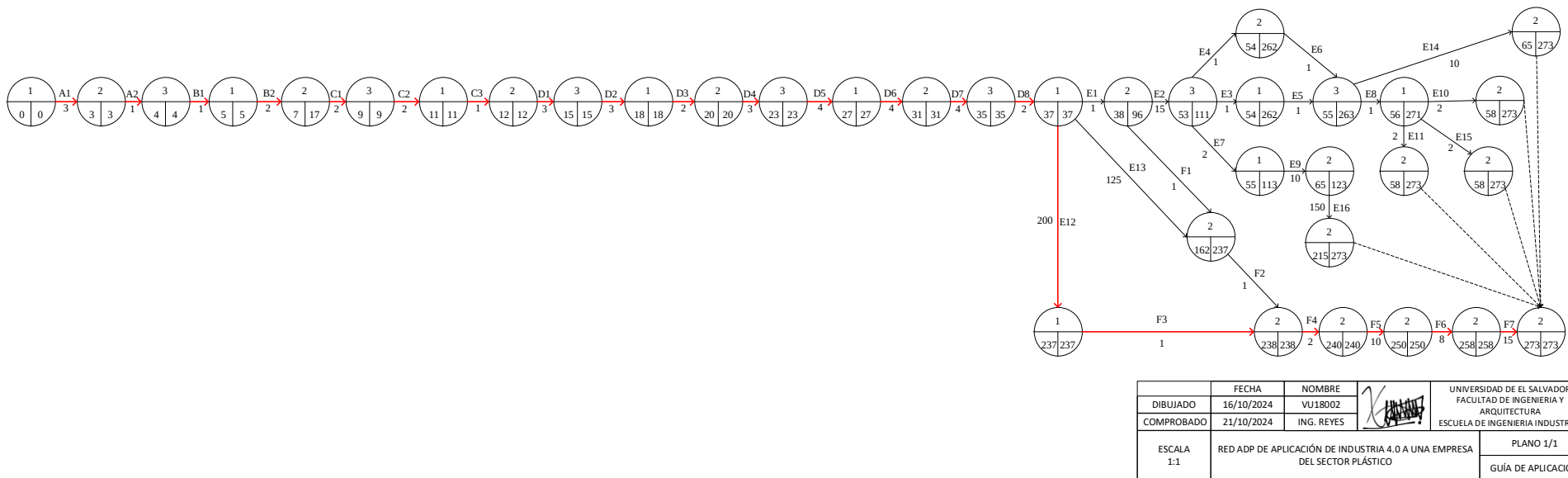
Fuente: Elaboración propia.

11.2. Red del Proyecto

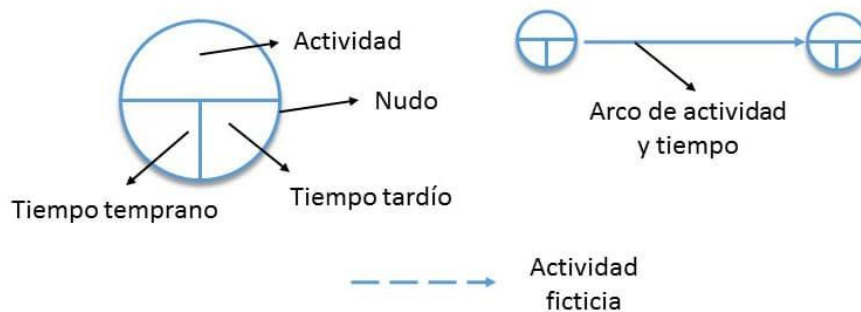
El diagrama PERT desarrollado para la implementación de la guía de Industria 4.0 en el sector plástico organiza las actividades clave del proyecto en una secuencia lógica y eficiente, con una duración total estimada de 273 días. Este PERT ayuda a visualizar el proceso desde la autoevaluación inicial hasta la integración tecnológica en diversas áreas, asegurando que los recursos humanos y financieros se utilicen de manera óptima.

Figura 57.

Diagrama de Redes



Fuente: Elaboración propia.

Figura 58.*Elementos y Símbolos para el Diagrama de Red*

Fuente: Rosales, M. I. (2023, April 3). *Dos ejemplos de diagramas de PERT.*

Los elementos representados corresponden a los diagramas PERT, que se utilizan para planificar y gestionar proyectos. A continuación, se detalla cada uno de ellos:

- **Nudo:** Es el círculo que representa un punto de la secuencia del proyecto, usualmente el inicio o fin de una actividad.
- **Actividad:** La línea que conecta dos nodos es una tarea o proceso que toma tiempo y recursos.
- **Arco de actividad y tiempo:** La línea que va de un nudo a otro también indica el tiempo que se estima que llevará realizar esa actividad.
- **Tiempo temprano:** Es el tiempo más pronto en el que una actividad puede comenzar sin retrasar el proyecto.
- **Tiempo tardío:** Es el tiempo más tarde en el que una actividad puede comenzar sin retrasar la finalización del proyecto.
- **Actividad ficticia:** una línea discontinua, es una actividad que no consume tiempo ni recursos, pero se utiliza para representar dependencias entre otras actividades.

- **La ruta crítica:** conjunto de actividades que determinan la duración mínima del proyecto. La flecha roja marca el camino a seguir para que el proyecto no se retrase.

11.3. Matriz de Riesgos

Para identificar posibles obstáculos en el proceso de implantación, se propone una matriz de riesgos. A continuación, se desglosan los elementos de la matriz:

1. **Riesgo:** Cada fila de la matriz identifica un riesgo potencial que puede surgir durante el proceso de implementación de tecnologías 4.0.
2. **Probabilidad e impacto:** La probabilidad es el valor que indica la posibilidad de que el riesgo ocurra. El impacto mide la severidad de las consecuencias si el riesgo ocurre. Se han considerado las siguientes probabilidades y riesgos:

Tabla 127.

Parámetros para la Matriz de Riesgos

Probabilidad	Impacto
1. Muy Baja	1. Muy Bajo
2. Baja	2. Bajo
3. Moderada	3. Moderado
4. Alta	4. Alto
5. Muy Alta	5. Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

4. **Acción Preventiva/Correctiva:** Aquí se especifican las medidas que pueden tomarse para evitar que el riesgo ocurra (acciones preventivas) o para mitigar sus efectos.
5. **Responsable:** Esta columna identifica quién es el encargado de gestionar cada riesgo, ya sea un departamento o un equipo dentro de la empresa.
6. **Valor del Riesgo (P x I):** Este valor es el resultado de multiplicar la probabilidad por el impacto, lo que permite priorizar los riesgos. Cuanto mayor sea este valor, más atención debe prestarse a ese riesgo. A continuación, se presenta la matriz de riesgos:

Tabla 128.*Matriz de Riesgos*

Riesgo	Descripción	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Acción Preventiva/Correctiva	Responsable	Valor del Riesgo (P x I)
Resistencia al cambio	No hay aceptación por parte de los empleados ante las nuevas tecnologías.	4 (Alta)	5 (Muy Alto)	Capacitación continua, comunicación clara sobre beneficios.	RRHH	20
Falta de integración entre sistemas	Los nuevos sistemas no se integran con los existentes.	4 (Alta)	4 (Alto)	Pruebas de integración previas y selección de tecnologías compatibles.	TI	16
Incompatibilidad de infraestructura tecnológica	La infraestructura actual no soporta las nuevas tecnologías.	3 (Moderada)	5 (Muy Alto)	Actualización de redes, sistemas y <i>hardware</i> antes de la implementación.	Equipo de TI	15
Capacitación insuficiente	El personal carece de habilidades para operar las nuevas tecnologías.	3 (Moderada)	5 (Muy Alto)	Plan de capacitación intensivo y evaluación continua.	Responsable de capacitación	15
Desactualización tecnológica	La tecnología adquirida se vuelve obsoleta rápidamente.	3 (Moderada)	5 (Muy Alto)	Monitoreo constante de tendencias tecnológicas y actualización continua.	TI	15
Costos no previstos	Incremento de costos por gastos imprevistos.	3 (Moderada)	4 (Alto)	Elaborar presupuestos detallados y agregar margen para imprevistos.	Finanzas	12

Riesgo	Descripción	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Acción Preventiva/Correctiva	Responsable	Valor del Riesgo (P x I)
Retraso en la implementación	Extensión en los tiempos de implementación.	4 (Alta)	3 (Moderado)	Establecer cronogramas realistas y mecanismos de seguimiento.	Líder del proyecto	12
Falta de alineación estratégica	La implementación tecnológica no se alinea con los objetivos de la empresa.	3 (Moderada)	4 (Alto)	Integrar el proyecto con la estrategia de negocio desde el inicio.	Dirección	12
Falta de objetividad en la autoevaluación de tecnologías actuales	Los resultados pueden verse afectados por sesgos internos.	3 (Moderada)	4 (Alto)	Involucrar auditores externos para validar los resultados.	Dirección / Líder del proyecto	12
Evaluación inadecuada de proveedores	Las soluciones tecnológicas no se comparan adecuadamente.	3 (Moderada)	4 (Alto)	Solicitar demostraciones y realizar pruebas piloto.	Compras / TI	12
Cronogramas poco realistas	Los plazos definidos no consideran imprevistos.	4 (Alta)	3 (Moderado)	Establecer márgenes de tiempo y puntos de control.	Líder del proyecto	12
Subestimación del nivel de conocimientos	Las encuestas no reflejan la realidad sobre las competencias del personal.	3 (Moderada)	4 (Alto)	Complementar con entrevistas y pruebas prácticas.	RRHH / Capacitación	12
Capacitación insuficiente	El equipo no adquiere las competencias necesarias.	3 (Moderada)	4 (Alto)	Asegurar capacitación continua con evaluaciones periódicas.	Capacitación / TI	12

Riesgo	Descripción	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Acción Preventiva/Correctiva	Responsable	Valor del Riesgo (P x I)
Falta de resultados claros en la prueba piloto	La prueba piloto no arroja información concluyente.	3 (Moderada)	4 (Alto)	Definir criterios claros de éxito y seguimiento.	Líder del proyecto / TI	12
Indicadores mal definidos	Los indicadores no miden adecuadamente el progreso.	3 (Moderada)	4 (Alto)	Revisar y validar los indicadores con expertos.	Dirección / Líder del proyecto	12
Dependencia de proveedores	Retrasos o problemas con proveedores de tecnología.	3 (Moderada)	3 (Moderado)	Asegurar contratos y alternativas con proveedores múltiples.	Compras	9
Soporte técnico deficiente	Soporte técnico deficiente	2 (Baja)	4 (Alto)	Garantizar contratos de soporte continuo con proveedores.	Compras / TI	8

Fuente: Elaboración propia.

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIONES DEL DISEÑO

12. Metodología de Evaluaciones

La metodología en la etapa de evaluaciones es esencial para orientar el desarrollo de esta fase, ya que permite evaluar la viabilidad de implementar el proyecto y analizar, tanto cuantitativa como cualitativamente, sus ventajas y desventajas. Este proceso sirve como una herramienta clave para la toma de decisiones.

1. Evaluación económica

La evaluación económica tiene como objetivo determinar y analizar la viabilidad financiera de la migración hacia un entorno 4.0, considerando todas las inversiones necesarias, las fuentes de financiamiento disponibles y los indicadores clave de evaluación. Los aspectos que se abordan incluyen:

- **Inversión del proyecto**

Se refiere a las inversiones destinados a activos físicos y tecnológicos necesarios para la implementación de tecnologías 4.0. Estos activos son esenciales para garantizar la operatividad y el soporte de las nuevas iniciativas. Además, se incluyen inversiones en los recursos destinados a fortalecer aspectos no tangibles pero fundamentales para el éxito de la implementación, como el desarrollo del capital humano, servicios de soporte y procesos de implantación.

- **Costos operacionales de las tecnologías 4.0:**

Se desglosarán los costos asociados a la operación de las tecnologías 4.0, entre ellos depreciación, energía eléctrica, soporte técnico y mantenimiento, actualizaciones de *software*, licencias.

- **Beneficios de la inversión en tecnologías 4.0:**

Se desglosarán los beneficios de invertir en tecnologías 4.0 para las empresas del sector plástico.

- **Indicadores de evaluación económica:**

Se identifican los indicadores fundamentales que permitirán a la alta dirección tomar decisiones informadas sobre la implementación de tecnologías 4.0.

2. Evaluación ambiental

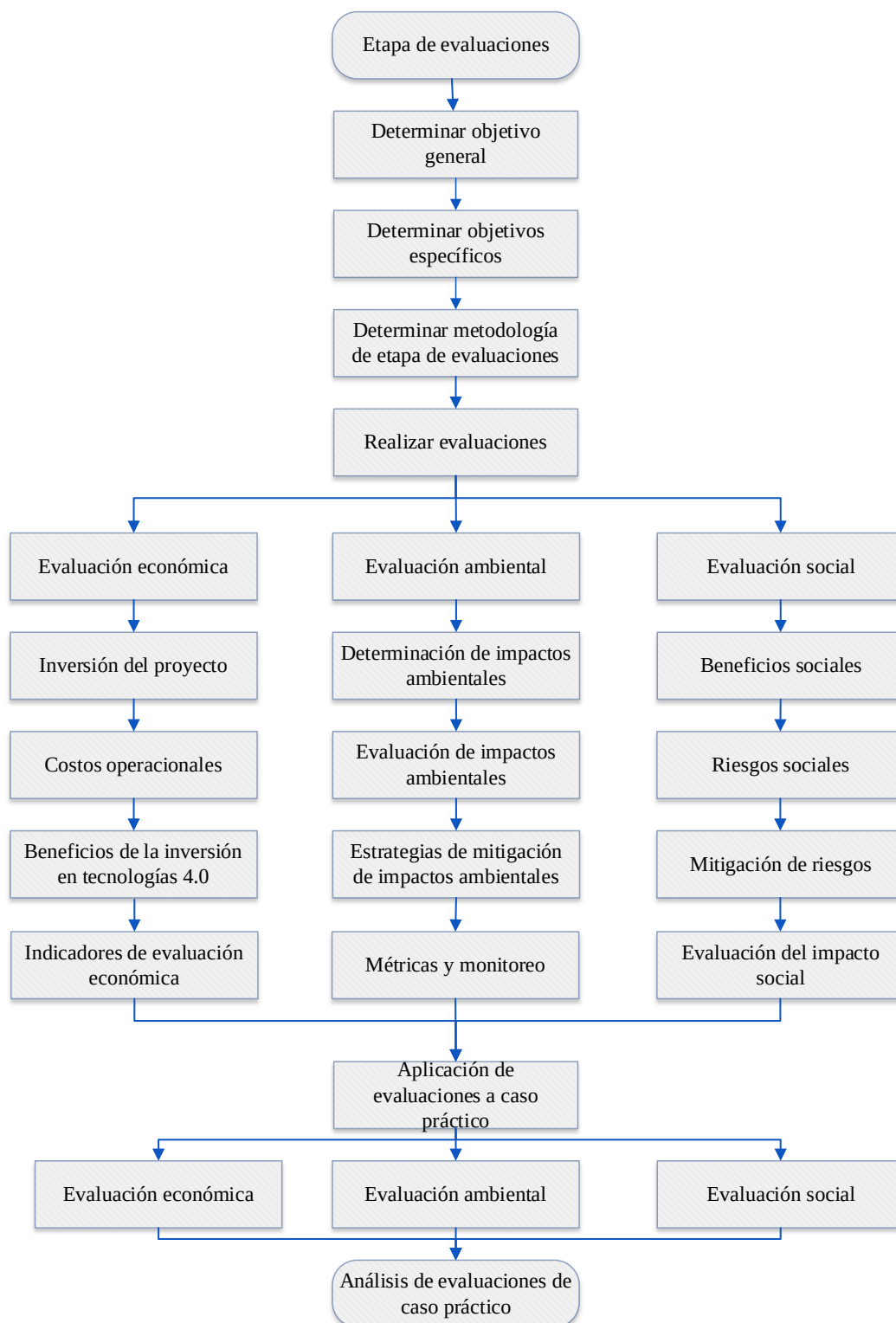
La evaluación ambiental tiene como objetivo analizar el impacto ecológico de las operaciones actuales y cómo la migración a un entorno 4.0 puede reducir la huella ecológica, optimizar el uso de recursos y fomentar prácticas más sostenibles. Esto implica identificar, evaluar y mitigar los impactos ambientales para garantizar un desarrollo sostenible y responsable.

3. Evaluación social

La evaluación social busca analizar cómo la adopción de tecnologías 4.0 impactará en la fuerza laboral. Esto incluye identificar posibles cambios en la estructura laboral y desarrollar estrategias de capacitación y recolocación para el personal afectado.

4. Aplicación de las evaluaciones al caso práctico

Las evaluaciones económicas, ambientales y sociales se aplicarán a un caso específico de una empresa productora y comercializadora de plásticos en El Salvador, que busca modernizar sus procesos tradicionales hacia un entorno 4.0. Se desglosarán todos los elementos necesarios para plantear una propuesta de inversión en tecnologías 4.0.

Figura 59.*Diagrama de la Metodología de Evaluaciones***Fuente:** Elaboración propia.

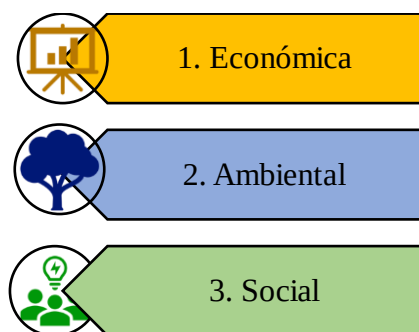
13. Evaluaciones del Proyecto

La evaluación del proyecto es un proceso clave para determinar la viabilidad y sostenibilidad de la propuesta de implementación. A través de esta evaluación, se analizarán diversos aspectos, como los beneficios y costos económicos, los impactos sociales y las consecuencias ambientales. Este enfoque integral permitirá asegurar que el proyecto no solo sea rentable, sino también responsable y alineados con los objetivos de desarrollo sostenible.

Para este proyecto es fundamental realizar las siguientes evaluaciones:

Figura 60.

Evaluaciones.



Fuente: Elaboración propia.

13.1. Evaluación Económica

La evaluación económica de este proyecto de migración de procesos tradicionales de las empresas del sector plástico de El Salvador a un ambiente 4.0 tiene como objetivo determinar la viabilidad financiera de la propuesta, analizando los costos y beneficios asociados con su implementación. La evaluación se hará para una empresa específica del sector plástico; pero se abordarán todos los elementos aplicables a las empresas del sector.

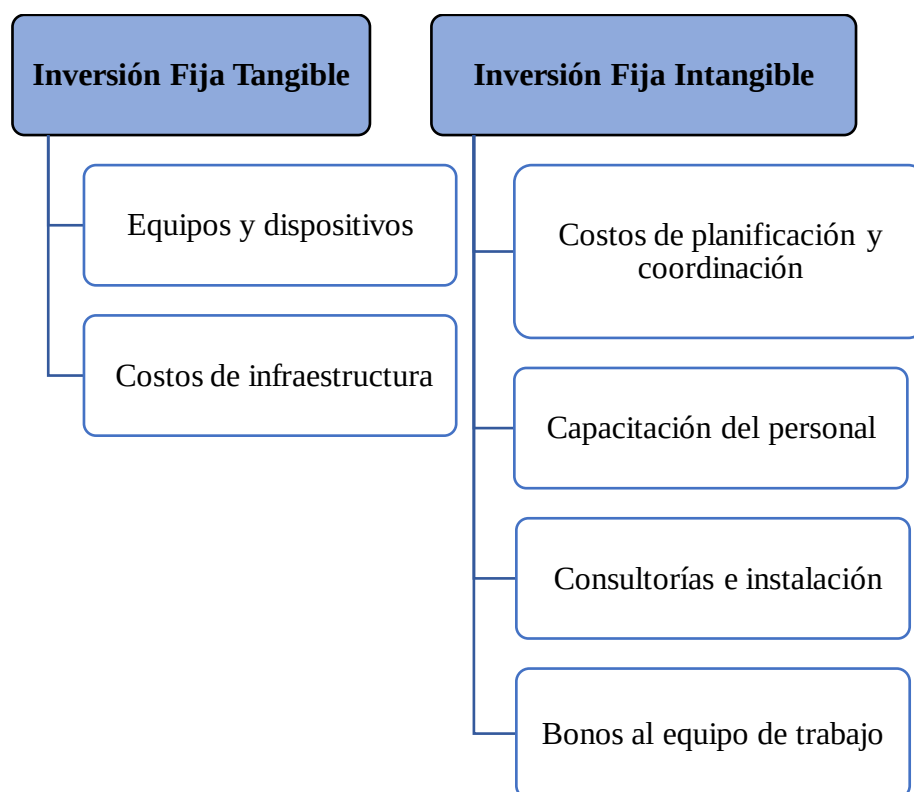
La evaluación se centra en determinar las inversiones necesarias para la transición hacia un entorno 4.0, como la adquisición de tecnología y capacitación, en comparación con los beneficios económicos esperados.

13.1.1. Inversión del Proyecto

La inversión del proyecto implica dos tipos de inversión: la fija tangible, que abarca la adquisición física de los equipos, la conexión de los sistemas y la adecuación de la infraestructura para la automatización y digitalización de la planta; y la inversión fija intangible, que se refiere a la capacitación y entrenamiento del personal, además de obtener software y sistemas especializados que aseguren una correcta integración y funcionamiento de las nuevas tecnologías. Ambos tipos son esenciales para garantizar que la planta esté lista para operar de manera eficiente con las tecnologías 4.0. A continuación, se presenta un esquema con las inversiones que se deben hacer para llevar a cabo este proyecto.

Figura 61.

Inversión del Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

La inversión total del proyecto quedaría representada de la forma siguiente:

Tabla 129.

Formato de Inversión Total de Inversión del Proyecto

Inversión total del proyecto		
	CONCEPTO	Costo
Inversión fija tangible	Equipos y dispositivos	
	Costos de infraestructura	
	Inversión Fija Tangible Total	
Inversión fija intangible	Costos de planificación y coordinación	
	Capacitación del personal	
	Consultorías e instalación	
	Bonos al equipo de trabajo	
	Inversión Fija Intangible Total	
	Inv. Fija Tangible + Inv. Fija Intangible	
	Imprevistos 5 %	
Inversión Total del Proyecto		

Fuente: Elaboración propia.

13.1.1.1. Inversiones Fijas Tangibles

Se refiere a las inversiones destinados a activos físicos y tecnológicos necesarios para la implementación de tecnologías 4.0. Estos activos son esenciales para garantizar la operatividad y el soporte de las nuevas iniciativas. Entre ellas se encuentran:

- **Adquisición de equipos y dispositivos**

Incluye dispositivos físicos necesarios como componentes electrónicos, sistemas de almacenamiento, redes de comunicación y cualquier otro elemento que facilite la adopción de tecnologías 4.0.

- **Dispositivos *IoT*.**

Estos son los costos inherentes a la adquisición de dispositivos para la recopilación de datos en tiempo real, los sensores de temperatura, humedad, presión, nivel, así como actuadores para controlar los sistemas de forma remota.

- **Equipos de computación y almacenamiento.**

Estos son los costos inherentes a la adquisición de los servidores, equipos de almacenamiento de datos y computadoras de alto rendimiento para procesar y almacenar grandes volúmenes de datos, generados por los sistemas del ambiente 4.0.

- **Dispositivos de conectividad.**

Estos costos son de las adquisiciones de *routers*, *switches*, puntos de acceso *Wi-Fi* y demás dispositivos de red que son necesarios para establecer la infraestructura de comunicación confiable entre todos los sistemas y equipos de las plantas de producción.

- **Costos de infraestructura**

Los costos de infraestructura incluyen los gastos asociados a la remodelación y adecuación de los espacios físicos necesarios para la instalación de los sistemas integrados del ambiente 4.0. Estos costos abarcan la adecuación de las instalaciones para albergar maquinaria, equipos tecnológicos, redes de comunicación, y sistemas de almacenamiento, garantizando que el entorno físico sea adecuado para soportar la infraestructura tecnológica de manera eficiente y segura.

13.1.1.2. Inversión Fija Intangible

Se refiere a las inversiones en los recursos destinados a fortalecer aspectos no tangibles pero fundamentales para el éxito de la implementación de tecnologías 4.0, como el desarrollo del capital humano, servicios de soporte y procesos de implantación. Entre ellos se encuentran:

- **Costos de planificación y coordinación.**

Estos costos están relacionados con la planificación estratégica, la coordinación y el seguimiento de las actividades, así como con la comunicación interna necesaria para la implementación exitosa de los sistemas en el ambiente 4.0

- **Capacitaciones.**

Inversiones destinadas a entrenar al personal en el uso y mantenimiento de las nuevas herramientas tecnológicas, para garantizar un aprovechamiento óptimo.

- **Consultorías e instalación.**

La implementación de soluciones tecnológicas requiere la contratación de expertos externos que brinden asesoría en el diseño, ejecución y evaluación de los proyectos, junto con la cobertura de costos asociados a la configuración, migración de datos, instalación de sistemas y dispositivos 4.0, además de la integración de dichas soluciones en los procesos de producción y operaciones.

- **Costos de integración y migración de datos.**

Estos costos incluyen transferencia de datos desde sistemas antiguos al nuevo sistema dentro del entorno 4.0, así como la integración de diferentes sistemas y plataformas para garantizar su interoperabilidad. Estos gastos pueden detallarse de la siguiente manera:

- **Análisis de datos.**

Estos costos se refieren a la evaluación de los datos disponibles actualmente, que, mediante análisis especializados, se preparan y optimizan para su migración al Ambiente 4.0.

- **Limpieza y preparación de datos.**

Estos costos están relacionados con el proceso de eliminación de duplicaciones de datos, la corrección de errores (bugs) y la preparación de los datos para su integración en los sistemas.

- **Desarrollo de interfaces y conectores.**

Estos costos incluyen el diseño y desarrollo de sistemas, interfaces y conectores personalizados que permitan la integración de datos provenientes de diferentes sistemas en una única plataforma centralizada.

- **Bonos al equipo de trabajo.**

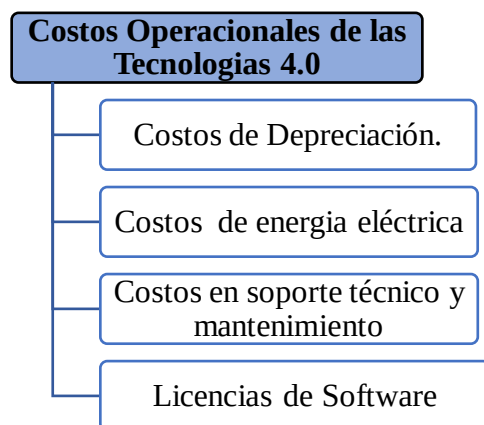
Estos costos abarcan los honorarios y prestaciones a los integrantes del Equipo de Trabajo, encargados de liderar la implantación de los sistemas 4.0 en la empresa.

13.1.2. Costos Operacionales de las Tecnologías 4.0

Estos costos hacen referencia a todos los costos recurrentes asociados con el funcionamiento de los sistemas y equipos, los consumos energéticos, los costos de mantenimiento regular y reparaciones.

Figura 62.

Costos Operacionales de las Tecnologías 4.0.



Fuente: Elaboración propia.

Los costos operacionales del proyecto quedarían representados de la forma siguiente:

Tabla 130.

Costos Operacionales del Proyecto

Descripción	Costos				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de Depreciación					
Costos de Energía Eléctrica					
Costos en soporte técnico y mantenimiento					
Licencias					
Costos Operacionales del Proyecto Totales					

Fuente: Elaboración propia.

13.1.2.1. Costos de Depreciación

- **Costos de depreciación:**

La depreciación de las tecnologías, como equipos electrónicos o hardware, se refiere a la pérdida de valor de esos activos a medida que envejecen, se desgastan o se vuelven obsoletos. Los costos de depreciación se calculan en función de varios factores, y existen diferentes métodos para estimarlos, como la depreciación lineal o acelerada.

En el proyecto, se utilizará el método de depreciación lineal que es el método legal en El Salvador para depreciar activos. A continuación, se describen algunos de los aspectos más comunes relacionados con los costos de depreciación por tecnologías utilizando este método:

Método de Depreciación Lineal: este es el enfoque elegido para calcular la depreciación de los activos tecnológicos en el proyecto. La depreciación lineal consiste en distribuir de manera uniforme el costo inicial de los activos a lo largo de su vida útil.

Fórmula: *Depreciación Anual:* $\frac{\text{Costo Inicial}}{\text{Vida Útil}}$

En la fórmula no se utilizará el valor residual debido a las siguientes situaciones:

Obsolescencia rápida: Las tecnologías avanzadas, como las de la industria 4.0, tienden a volverse obsoletas rápidamente debido a la constante innovación en el campo. Dado que estos activos suelen perder su valor a un ritmo acelerado, no tienen un valor residual significativo al final de su vida útil.

Falta de mercado secundario: A diferencia de activos más tradicionales (como maquinaria o vehículos), muchos equipos tecnológicos de vanguardia (por ejemplo, robots industriales, servidores de última generación, sensores avanzados, etc.) no tienen un mercado secundario robusto una vez que quedan obsoletos, lo que justifica la ausencia de un valor residual.

En El Salvador, la Ley del Impuesto sobre la Renta no proporciona una tabla detallada de vidas útiles y tasas de depreciación para todos los tipos de activos. Sin embargo, se reconocen las siguientes categorías generales que son de utilidad para este proyecto:

- Edificios y construcciones: Vida útil de 20 años, tasa de depreciación del 5 % anual.
- Maquinaria y equipo: Vida útil de 10 años, tasa de depreciación del 10 % anual.
- La Ley del Impuesto sobre la Renta, no especifica una tasa de depreciación particular para los equipos de cómputo y tecnología. Sin embargo, según el Artículo 30 de dicha ley, se establece una tasa máxima de depreciación del 50 % anual para "otros bienes muebles", lo que implica una vida útil de 2 años para estos activos. Por lo tanto, los equipos de cómputo y tecnología suelen clasificarse bajo esta categoría y se deprecian aplicando esta tasa máxima permitida.

13.1.2.2. Costos de Energía Eléctrica

En este apartado, se detallarán los costos asociados al consumo de energía eléctrica en el proyecto. La energía eléctrica es un insumo fundamental para el funcionamiento de equipos tecnológicos y sistemas industriales, especialmente en proyectos que involucran tecnologías avanzadas como las de la Industria 4.0.

Fórmula utilizada:

$$\text{Consumo Eléctrico} = \text{Potencia (kW)} \times \text{horas de funcionamiento} \times \text{Costo por kWh} \times \text{Nº de equipos}$$

13.1.2.3. Costos en Soporte Técnico y Mantenimiento

Estos costos incluyen las actividades de mantenimiento preventivo y la sustitución de componentes o piezas de maquinaria y equipos, asegurando su funcionamiento óptimo y la prevención de fallos operativos.

13.1.2.4. Actualizaciones de Software

Estos son los costos asociados a la actualización de licencias de los *software* y sistemas necesarios para la corrección de errores, nuevas funcionalidades, mejoras en la seguridad y la garantía de compatibilidad con tecnologías emergentes, dentro de estos también se incluye los costos en los servicios de instalación.

13.1.2.4.1. Software de Control de Procesos

Estos costos corresponden a la adquisición e implementación de sistemas diseñados para supervisar, gestionar y optimizar los procesos industriales. Incluyen herramientas como los sistemas de control y adquisición de datos (*SCADA*), sistemas de ejecución de manufactura (*MES*) y sistemas de control numérico computarizado (*CNC*), que aseguran una operación eficiente y precisa en diversas etapas de la producción.

13.1.2.4.2. Plataformas de Gestión de Datos

Estos costos están asociados a la adquisición e implementación de *software* para la gestión de datos, incluyendo bases de datos relacionales, sistemas de gestión de bases de datos *NoSQL* y plataformas de *Big Data*, esenciales para almacenar, organizar y procesar grandes volúmenes de información de manera eficiente.

13.1.2.4.3. Software de Análisis de Datos

Estos costos surgen de la adquisición de herramientas especializadas en analítica de datos, fundamentales para procesar y extraer información valiosa de los datos recopilados. Dentro de estas herramientas se incluyen *software* para análisis estadístico, plataformas de visualización de datos, aplicaciones de aprendizaje automático y sistemas de análisis predictivo.

13.1.2.4.4. Software de Control de Procesos

Estos costos están relacionados con la adquisición e implementación de *software* destinado a controlar y supervisar procesos industriales. Incluyen herramientas como los sistemas de control y adquisición de datos (*SCADA*), los sistemas de ejecución de fabricación (*MES*) y los sistemas de control numérico computarizado (*CNC*), que son fundamentales para garantizar la precisión y eficiencia en las operaciones de manufactura.

13.1.2.4.5. Software de Simulación y Diseño

Estos costos incluyen la adquisición e implementación de herramientas y licencias para programas especializados, como el *software* de diseño asistido por ordenador (*CAD*), *software* de simulación de procesos y *software* de simulación de sistemas, esenciales para modelar, analizar y optimizar diseños y procesos industriales.

13.1.2.4.6. Plataformas de IoT y Middleware

Estos costos corresponden a la adquisición e implementación de plataformas de Internet de las cosas (*IoT*) y *software* de *Middleware*, esenciales para la gestión de dispositivos conectados y la integración eficiente con otros sistemas empresariales, facilitando la comunicación y el intercambio de datos entre diferentes aplicaciones y tecnologías.

13.1.2.4.7. Firewalls y Antimalware

Estos costos están relacionados con la adquisición de licencias y la implementación de sistemas de ciberseguridad. Incluyen *firewalls*, antivirus, antimalware, sistemas de detección y prevención de intrusiones (*IDS/IPS*), soluciones de autenticación y gestión de acceso, así como servicios de copias de seguridad y almacenamiento en la nube, fundamentales para proteger la infraestructura tecnológica contra amenazas y garantizar la continuidad operativa.

13.1.2.4.8. Gestión de Accesos y Usuarios

Estos costos están relacionados con la administración de accesos a los sistemas y *software* de control, e incluyen actividades como la creación, modificación o eliminación de cuentas de usuario.

Figura 63.

Beneficios de la Inversión en la Migración al Ambiente 4.0



Fuente: Elaboración propia.

13.1.2.5. Incremento de la Productividad

Descripción: Mide la capacidad de aumentar la producción total al adoptar tecnologías avanzadas como automatización, sistemas de inteligencia artificial o robótica. Estas herramientas eliminan cuellos de botella, permiten una mayor continuidad operativa y aumentan la capacidad instalada de producción sin necesidad de incrementar los recursos físicos.

Fórmula:

$$\text{Cambio en la productividad(\%)} = \frac{\text{Producción después} - \text{Producción antes}}{\text{Producción antes}} \times 100$$

13.1.2.6. Reducción de Costos Operativos

Descripción: Calcula la disminución de los costos asociados a la operación diaria al implementar tecnologías como mantenimiento predictivo, monitoreo remoto, o gestión automatizada. Estas herramientas minimizan el uso de recursos, optimizan procesos y eliminan ineficiencias relacionadas con intervenciones humanas.

Formula:

$$\text{Reducción de costos operativos}(\%) = \frac{\text{Costos antes} - \text{Costos después}}{\text{Costos antes}} \times 100$$

13.1.2.7. Disminución de Errores del Personal

Descripción: Refleja la reducción de errores humanos en tareas repetitivas o críticas mediante la automatización y digitalización de procesos. Tecnologías como sistemas de gestión de calidad y sensores inteligentes garantizan una mayor precisión, eliminando las pérdidas generadas por retrabajos o productos defectuosos.

Fórmula:

$$\text{Reducción de errores}(\%) = \frac{\text{Errores anteriores} - \text{Errores después}}{\text{Errores anteriores}} \times 100$$

13.1.2.8. Aumento de la Eficiencia

Descripción: Representa la optimización en el uso de recursos como tiempo, energía y materiales gracias a tecnologías de análisis avanzado y automatización. Un sistema eficiente reduce los desperdicios y aumenta el aprovechamiento del capital y los insumos, permitiendo que cada recurso genere mayor valor.

Fórmula:

$$\text{Aumento de eficiencia}(\%) = \frac{\text{Nueva eficiencia} - \text{eficiencia inicial}}{\text{Eficiencia inicial}} \times 100$$

13.1.2.9. Reducción de Desperdicio de Materiales

Descripción: Evalúa la disminución en los materiales descartados gracias al uso de tecnologías como fabricación aditiva, simulaciones avanzadas o procesos digitales de diseño. Estas herramientas permiten controlar la precisión en cada etapa de producción, reduciendo las pérdidas por errores o defectos.

Fórmula:

$$\text{Reducción desperdicio}(\%) = \frac{\text{Desperdicio antes} - \text{Desperdicio después}}{\text{Desperdicio antes}} \times 100$$

13.1.2.10. Reducción de los Costos de Producción

Descripción: Calcula el impacto positivo de las tecnologías 4.0, como la inteligencia artificial y la gestión digital de la cadena de suministro, en la disminución de los costos asociados a la fabricación de bienes. Esto incluye optimizar el inventario, reducir el tiempo muerto y minimizar errores costosos.

Fórmula:

$$\text{Reducción de costos}(\%) = \frac{\text{Costos antes} - \text{Costos después}}{\text{Costos antes}} \times 100$$

13.1.2.11. Ahorro Energético

Descripción: Representa la reducción del consumo energético al incorporar tecnologías como equipos más eficientes, sensores *IoT*, y sistemas de gestión energética. Estas soluciones optimizan el uso de energía en cada etapa del proceso, logrando un equilibrio entre ahorro y sostenibilidad.

Fórmula:

$$\text{Ahorro energético}(\%) = \frac{\text{Consumo antes} - \text{Consumo después}}{\text{Consumo antes}} \times 100$$

13.1.3. Indicadores de Evaluación Económica

La adopción de tecnologías 4.0 en el sector plástico representa una oportunidad estratégica para mejorar la eficiencia operativa y la competitividad, no obstante, antes de comprometer recursos en este tipo de inversiones, es crucial realizar un análisis económico. Este análisis permite a las empresas evaluar la viabilidad y rentabilidad de los proyectos, asegurando que los beneficios a largo plazo superen los costos iniciales y operativos.

Para evaluar adecuadamente los proyectos de implementación de tecnologías 4.0, se utilizan indicadores económicos clave como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), el retorno de inversión (ROI) y la relación beneficio/costo (B/C), estos indicadores proporcionan una visión integral del impacto financiero del proyecto, permitiendo a las empresas determinar si la adopción de nuevas tecnologías generará valor y si es financieramente sostenible a lo largo del tiempo.

13.1.3.1. Margen de Ganancias Neta

El margen de ganancia es un indicador financiero que mide qué porcentaje de los ingresos totales se convierte en ganancias después de cubrir todos los costos operativos y de producción. En términos simples, muestra cuánto gana una empresa por cada dólar que genera en ventas.

Fórmula del Margen de Ganancia Neta:

$$\text{Margen de ganancia Neta}(\%) = \frac{\text{Ganancia neta}}{\text{Ingresos totales}}$$

13.1.3.2. Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)

Para llevar a cabo un proyecto, es necesario realizar una inversión inicial en los recursos esenciales para su implementación. Este capital puede provenir de diversas fuentes, tales como los socios involucrados o instituciones financieras, tanto nacionales como internacionales, que respaldan este tipo de iniciativas.

Antes de realizar la inversión, es crucial establecer parámetros de aceptación que permitan a los posibles inversores evaluar las probabilidades de éxito o fracaso del proyecto. Esto se logra mediante la aplicación de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR), que representa el costo de oportunidad del capital destinado a la inversión.

Para calcular la TMAR, se utiliza la siguiente fórmula:

$$TMAR = I + R + (I \times R)$$

Donde:

I = Tasa de Inflación

R = Premio al Riesgo

13.1.3.3. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador financiero que ayuda a determinar la rentabilidad de un proyecto de inversión a lo largo del tiempo.

Se calcula la diferencia entre los flujos de efectivo futuros generados por el proyecto (ingresos y ahorros) y los costos asociados, descontados a una tasa de interés determinada (tasa de descuento).

La fórmula general del VAN es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - I$$

Donde:

VAN: Valor Actual Neto.

Ft: Flujo de caja neto esperado en el periodo t (ingresos o ahorros generados por el proyecto en el año).

r: Tasa de descuento o tasa de interés que refleja el costo de oportunidad del capital (también puede considerarse como el rendimiento mínimo esperado para el proyecto).

t: El periodo de tiempo, que puede ser un año, un trimestre, etc.

n: Número total de periodos (años, meses, etc.) en los que se generarán flujos de caja.

I: Inversión inicial (el costo inicial del proyecto o inversión realizada al inicio).

Interpretación **del VAN:**

VAN positivo: Si el VAN es mayor que 0, el proyecto es rentable y se recomienda llevarlo a cabo, ya que los beneficios superan los costos.

VAN igual a 0: Si el VAN es igual a 0, el proyecto no genera pérdidas ni ganancias. El rendimiento del proyecto es exactamente igual al costo de oportunidad del capital.

VAN negativo: Si el VAN es negativo, el proyecto no es rentable, ya que los costos superan los beneficios.

13.1.3.4. La Tasa Interna de Retorno (TIR).

Es un indicador financiero utilizado para evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión. Representa la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VAN) de los flujos de caja futuros sea igual a cero. Es decir, la TIR es la tasa de interés que iguala la suma de los flujos de caja descontados con la inversión inicial.

Fórmula de la TIR

La fórmula general para calcular la TIR es la misma que la del VAN, pero en lugar de utilizar una tasa de descuento conocida, se resuelve para encontrar la tasa r (la TIR) que hace que el VAN sea igual a cero:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1 + TIR)^t} - I$$

Donde:

Ft: Flujo de caja neto en el periodo

TIR: Tasa Interna de Retorno, desconocida y que debe resolverse.

I: Inversión inicial del proyecto.

n: Número de períodos del proyecto.

Interpretación de la TIR

TIR mayor que la tasa de descuento (costo de capital): Si la TIR es mayor que la tasa de descuento o la tasa mínima de retorno exigida por la empresa (costo de capital), el proyecto es rentable, ya que los flujos de caja futuros son suficientemente altos para cubrir la inversión inicial y generar ganancias.

TIR igual al costo de capital: Si la TIR es igual al costo de capital, el proyecto no generará ni pérdidas ni ganancias adicionales, es decir, el VAN será igual a cero.

TIR menor que la tasa de descuento: Si la TIR es menor que el costo de capital, el proyecto no es rentable, ya que no genera un retorno suficiente para justificar la inversión inicial.

13.1.3.5. Retorno de Inversión (ROI)

El Retorno de Inversión (*ROI*) es un indicador que mide la rentabilidad de una inversión, expresado como un porcentaje del beneficio obtenido en relación con el costo inicial de la inversión. Se calcula mediante la fórmula:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Inversión inicial}} \times 100$$

Interpretación del ROI

ROI positivo: Un *ROI* positivo significa que el proyecto está generando más beneficios que lo que costó implementarlo. Es una señal de rentabilidad.

ROI negativo: Un *ROI* negativo indica que el proyecto no está generando suficientes beneficios para cubrir el costo de la inversión. Esto sugiere que la inversión no está siendo rentable.

ROI igual a 0: Si el *ROI* es igual a 0, significa que los beneficios y los costos de la inversión son iguales, es decir, no hay ganancia ni pérdida.

13.1.3.6. Relación Beneficio/Costo (B/C)

La Relación Beneficio/Costo (B/C) es un indicador utilizado para evaluar la rentabilidad de un proyecto comparando los beneficios totales con los costos totales. Se calcula dividiendo los beneficios totales esperados entre los costos totales asociados al proyecto.

$$B/C = \frac{\text{Beneficios totales}}{\text{Costos totales}}$$

Interpretación del B/C

B/C > 1: Si la relación es mayor que 1, significa que los beneficios son mayores que los costos, lo que sugiere que el proyecto es rentable.

B/C = 1: Si la relación es igual a 1, significa que los beneficios y los costos son equivalentes, es decir, el proyecto no genera pérdidas ni ganancias.

B/C < 1: Si la relación es menor que 1, significa que los costos superan los beneficios, lo que indica que el proyecto no es rentable.

13.2. Evaluación Ambiental

La evaluación ambiental tiene como propósito analizar los impactos ambientales que podrían surgir en la aplicación de tecnologías 4.0 dentro del sector plástico, identificando riesgos, oportunidades y estrategias para promover la sostenibilidad ambiental. Este análisis se divide en varios componentes clave que abarcan desde la identificación de impactos hasta las estrategias de mitigación, monitoreo y perspectivas a largo plazo.

13.2.1. Determinación de Impactos Ambientales

La determinación de impactos ambientales es un proceso esencial dentro de la aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 en el sector plástico, ya que permite comprender cómo estas tecnologías influyen en el entorno natural. Este análisis no solo evalúa las consecuencias negativas, sino también las oportunidades que pueden surgir para mejorar la sostenibilidad y mitigar el impacto ambiental en las operaciones industriales. A través de esta determinación, se pueden identificar áreas críticas que requieren intervención, así como oportunidades para promover una economía más verde y eficiente.

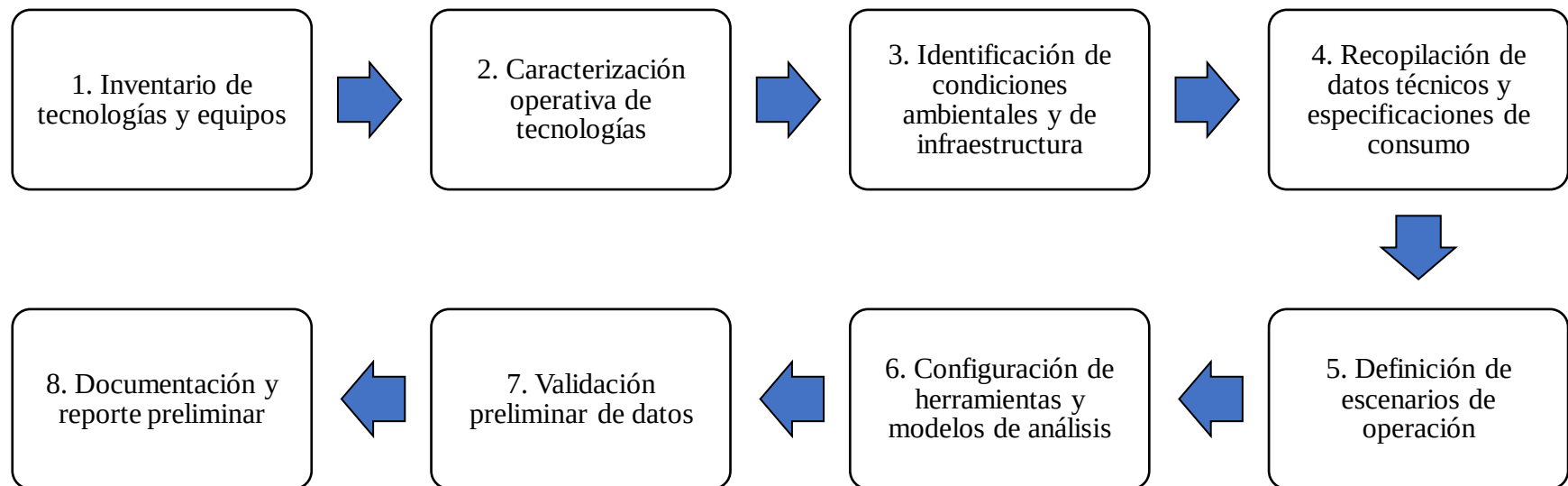
El proceso de determinación de impactos ambientales debe considerar una perspectiva holística, integrando tanto las fases iniciales de implementación tecnológica como su operación a largo plazo. Esto implica un análisis detallado de los recursos utilizados, los subproductos generados y los efectos colaterales sobre el medio ambiente. Además, se debe evaluar cómo las tecnologías pueden ser tanto una solución como un desafío en términos de sostenibilidad.

13.2.1.1.1. Consumo Energético

Es fundamental entender el impacto real de las herramientas tecnológicas en las operaciones diarias, considerando tanto las especificaciones técnicas de cada equipo como las condiciones operativas de la empresa. A continuación, se detalla una metodología diseñada para garantizar que los cálculos energéticos se fundamenten en datos confiables, escenarios reales y una planificación adecuada, maximizando la eficiencia en el uso de los recursos energéticos.

Figura 64.

Metodología Previa al Cálculo del Consumo Energético



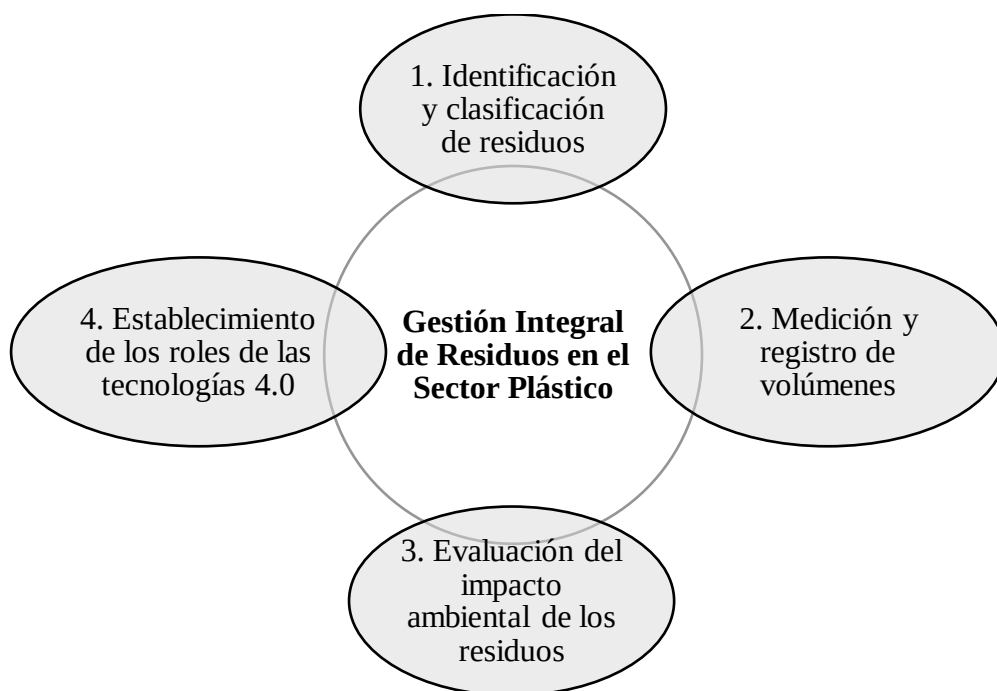
Fuente: Elaboración propia.

13.2.1.1.2. Generación de Residuos

La generación de residuos es un aspecto crucial en la evaluación ambiental, particularmente en la implementación de tecnologías de Industria 4.0 en el sector plástico. Este análisis no solo aborda la cantidad de desechos generados, sino también su composición, impacto ambiental y posibilidades de reutilización o reciclaje.

Figura 65.

Gestión Integral de Residuos



Fuente: Elaboración propia.

13.2.1.1.3. Contaminación del Aire y Agua

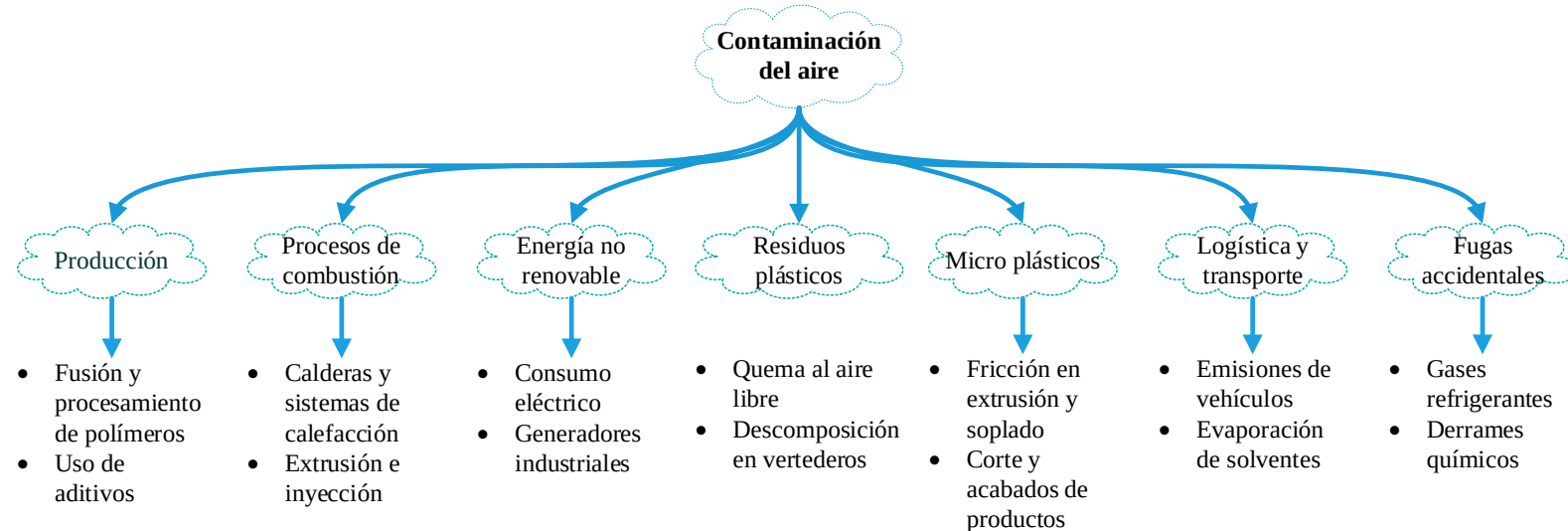
La implementación de tecnologías 4.0 en el sector plástico tiene un impacto significativo tanto en la contaminación del aire como en la del agua. Este punto analiza cómo las herramientas y procesos tecnológicos pueden contribuir a mitigar o agravar estos problemas, proponiendo soluciones específicas basadas en datos y aplicaciones reales.

a. Fuentes de Contaminación del Aire

A través de un enfoque estructurado, se identifican las principales fuentes de emisión asociadas a la producción, transporte, almacenamiento y disposición de residuos plásticos.

Figura 66.

Fuentes de Contaminación del Aire



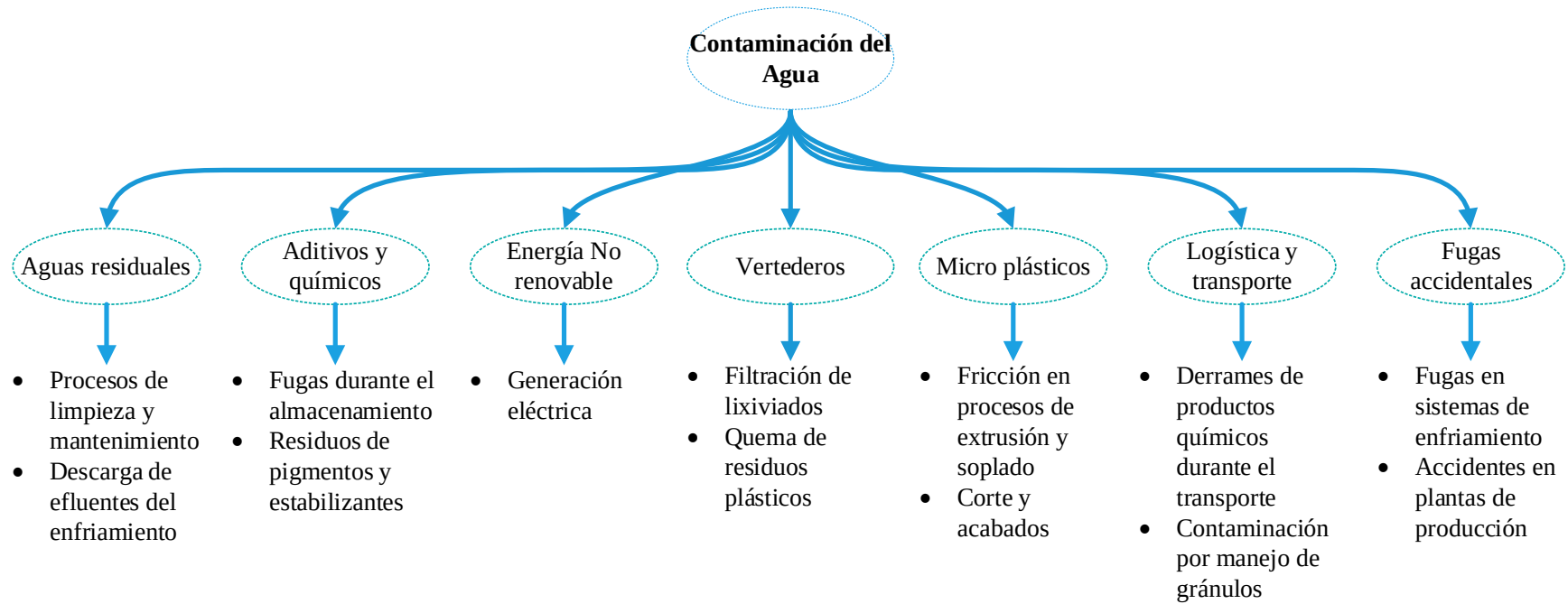
Fuente: Elaboración propia.

b. Fuentes de contaminación del agua

La contaminación del agua puede ocurrir en varias etapas del proceso de producción:

Figura 67.

Fuentes de Contaminación del Agua



Fuente: Elaboración propia.

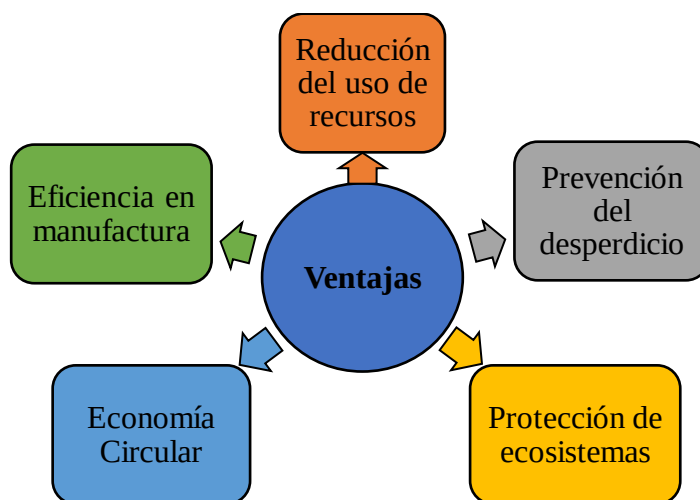
13.2.1.1.4. Impacto a la Biodiversidad

La producción y desecho inadecuado de plásticos tienen un impacto significativo en la biodiversidad. Los plásticos desechados pueden fragmentarse en micro plásticos, que son ingeridos por diversas especies, afectando su salud y, en casos extremos, provocando la muerte. Además, los animales pueden quedar atrapados en desechos plásticos, lo que les causa lesiones o les impide moverse y alimentarse adecuadamente.

La implementación de procesos de producción más eficientes puede reducir la cantidad de residuos generados, disminuyendo así la probabilidad de que estos terminen en el medio ambiente. Asimismo, el desarrollo de materiales biodegradables y la mejora en las técnicas de reciclaje contribuyen a minimizar la acumulación de plásticos en los ecosistemas. Para mitigar estos efectos negativos, la adopción de tecnologías que optimicen la producción y promuevan el reciclaje es esencial. A continuación, se analizan las ventajas, desventajas y consideraciones relacionadas con el impacto de la aplicación de la Industria 4.0 en la biodiversidad, destacando cómo estas tecnologías transforman el sector plástico mientras interactúan con los ecosistemas aledaños.

Figura 68.

Ventajas de la Industria 4.0 para la Biodiversidad



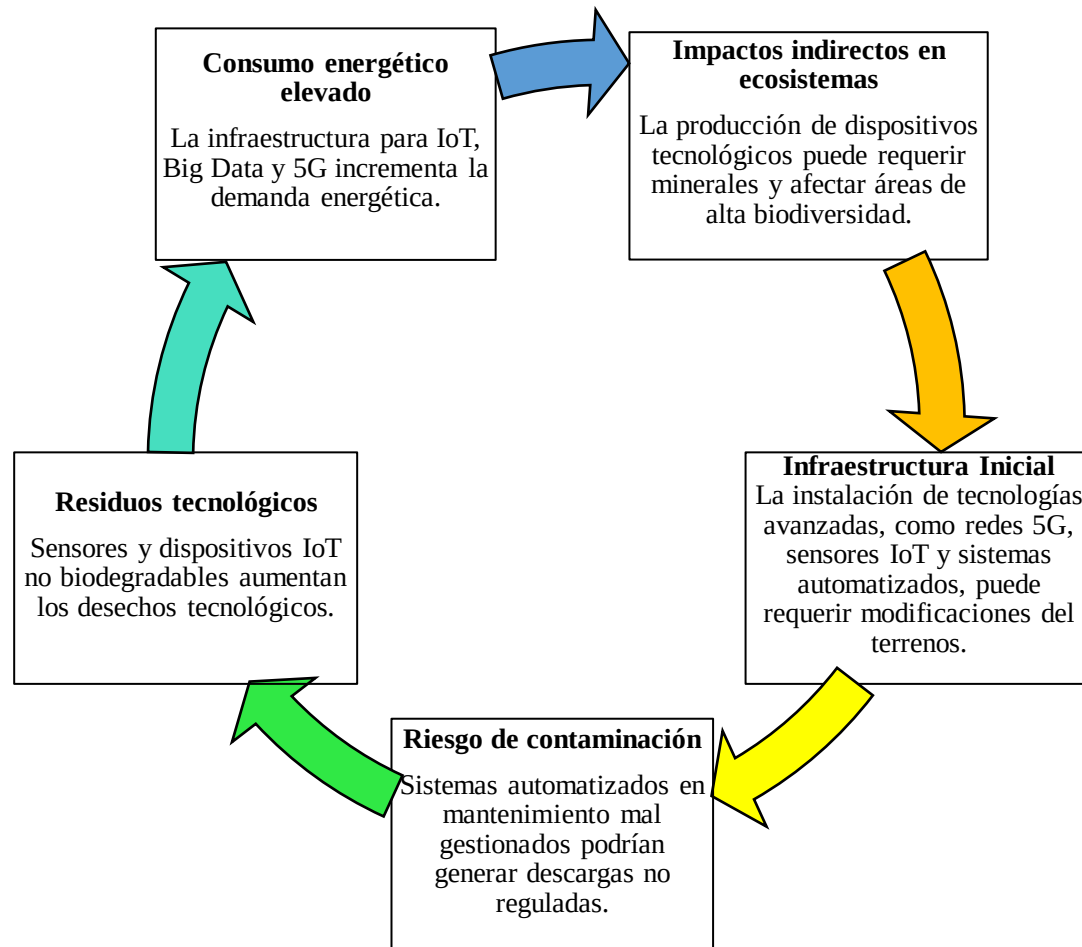
Fuente: Elaboración propia.

Desventajas

Tecnologías con impactos potenciales negativos: Máquinas de alto consumo, infraestructura de *IoT*, 5G y *Big Data*.

Figura 69.

Desventajas de la Industria 4.0 para la Biodiversidad



Fuente: Elaboración propia.

13.2.1.1.5. Riesgos Naturales y Cambio Climático

Este punto analiza tanto las amenazas asociadas con los fenómenos naturales y climáticos, como las oportunidades para mitigar estos riesgos mediante soluciones tecnológicas avanzadas.

Figura 70.

Identificación de Riesgos e Impactos asociados al Cambio Climático



- **Aumento de temperaturas extremas:** Las temperaturas extremas pueden afectar tanto los procesos de fabricación como el almacenamiento de materias primas plásticas. El calor excesivo incrementa el consumo energético para el control térmico en plantas de producción.

- **Eventos climáticos extremos:** Fenómenos como tormentas, huracanes o inundaciones pueden interrumpir las operaciones y dañar la infraestructura crítica. Las rutas de transporte de productos terminados o materias primas pueden verse afectadas.

- **Escasez de recursos hídricos:** El uso de agua en procesos como enfriamiento o limpieza podría limitarse debido a restricciones hídricas locales derivados del cambio climático.

- **Aumento del nivel del mar:** Empresas cercanas a costas podrían estar en riesgo de inundaciones, requiriendo reubicación de instalaciones o medidas de protección adicionales.

- **Mayor presión regulatoria y de cumplimiento:** El aumento de eventos climáticos extremos y la escasez de recursos pueden llevar a la implementación de normativas ambientales más estrictas, obligando a la industria plástica a adoptar prácticas sostenibles y reportar su impacto ambiental con mayor detalle.

- **Daños a la infraestructura:** Los riesgos naturales pueden afectar instalaciones clave como sistemas de almacenamiento de materias primas, equipos de producción o sistemas eléctricos.

- **Interrupciones en la cadena de suministro:** La indisponibilidad de materias primas o la obstrucción en la distribución de productos terminados generan pérdidas económicas.

- **Reducción en la productividad:** Cambios inesperados en el entorno natural afectan la operación continua, provocando retrasos o paros temporales.

- **Incremento en los costos operativos:** La necesidad de implementar sistemas de control climático más eficientes, medidas de protección contra desastres y la posible reubicación de instalaciones pueden elevar significativamente los costos de producción y mantenimiento.

- **Impacto en la calidad del producto:** Las variaciones de temperatura y humedad pueden afectar las propiedades físicas y químicas de los plásticos, generando productos con menor calidad o inconsistencias que no cumplen con los estándares requeridos.

Fuente: Elaboración propia.

13.2.2. Evaluación de Impactos Ambientales

Este punto detalla un enfoque estructurado que permite entender las consecuencias de la implementación tecnológica, midiendo tanto los impactos negativos como las oportunidades de mejora ambiental.

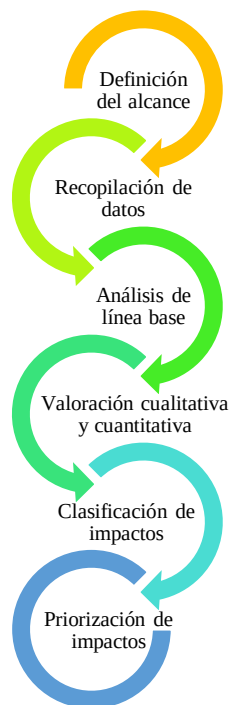
Objetivo: Determinar cómo la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 afecta al medio ambiente en términos medioambientales, con el propósito de tomar decisiones estratégicas informadas que promuevan la sostenibilidad.

Metodología para la evaluación de impactos ambientales

Cada paso de la metodología está diseñado para identificar, medir y valorar los impactos ambientales, garantizando que las decisiones estratégicas se basen en datos sólidos y en un compromiso con la sostenibilidad.

Figura 71.

Metodología para la Evaluación Ambiental



Fuente: Elaboración propia.

13.2.3. Estrategias de Mitigación de Impactos Ambientales

El crecimiento de la industria del plástico ha generado preocupaciones ambientales significativas, incluyendo el consumo energético, la gestión de residuos, las emisiones contaminantes, la conservación de la biodiversidad y la mitigación de impactos climáticos. La adopción de tecnologías avanzadas, como las de la Industria 4.0, ofrece oportunidades para abordar estos desafíos de manera más eficiente y sostenible.

Tabla 131.
Recomendaciones Tecnológicas para la Sostenibilidad Ambiental

Consideración	Recomendación	Tecnología Clave
Diseño de productos sostenibles	Adoptar manufactura flexible para plásticos reciclables.	Gemelos digitales, ERP
Gestión de recursos naturales	Monitorear consumo con IoT para optimizar el uso de agua y energía.	IoT, Big Data
Manejo de desechos electrónicos	Implementar programas de reciclaje de sensores y dispositivos.	IoT, sensores automatizados
Evitar zonas de alta biodiversidad	Planificar expansiones industriales considerando estudios de impacto ambiental detallados.	Gemelos digitales, Big Data
Transparencia en la cadena	Garantizar auditorías ambientales y trazabilidad de insumos.	RFID, Blockchain

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se exploran políticas clave en áreas críticas para la sostenibilidad del sector plástico:

13.2.3.1.1. Política de Eficiencia Energética

Objetivo: optimizar el uso de la energía en todas las operaciones del sector plástico mediante la adopción de tecnologías 4.0, la automatización inteligente y el uso de fuentes renovables, garantizando la reducción de costos operativos y del impacto ambiental.

Alcance: aplicable a todas las áreas productivas, de almacenamiento y administración, así como a proveedores estratégicos que influyan en el consumo energético global de la empresa.

Tabla 132.
Matriz de Estrategias para la Eficiencia Energética

Estrategia Principal		Responsables	KPI's
1.	Monitoreo en tiempo real	Departamento de Mantenimiento y Producción	Implementar sensores <i>IoT</i> , sistemas <i>WMS</i> y sistemas <i>MES</i> para rastrear el consumo energético. Integrar <i>Big Data</i> , Business Intelligence y <i>Machine Learning</i> para optimizar recursos. Utilizar indicadores luminosos y de voz para alertas y gemelos digitales para simulaciones previas a ajustes de consumo.
2.	Adopción de tecnologías eficientes	Gerencia de Innovación y Mantenimiento	Sustituir equipos tradicionales por máquinas automáticas de fabricación y empaque. Implementar <i>PLC's</i> para optimizar el uso de maquinaria. Integrar impresión 3D para reducir la demanda energética. Automatizar procesos administrativos con <i>ERP</i> y mejorar capacitaciones con realidad aumentada y virtual. Implementar mantenimiento predictivo con código de barras (<i>RFID</i>) y gestión de identidades (<i>IAM</i>).
3.	Energías renovables y almacenamiento eficiente	Gerencia General y Departamento de Ingeniería	Implementar almacenamiento local y computación en la nube para optimizar servidores. Integrar <i>robots</i> colaborativos con fuentes de energía renovable. Evaluar instalación de paneles solares para abastecer equipos de alto consumo, como sistemas de administración de muelles. Utilizar

Estrategia Principal	Responsables	KPI's
		conectividad 5G para optimizar la transmisión de datos energéticos.
4. Capacitación y sensibilización del personal	Recursos Humanos y Gerencia de Sostenibilidad	Utilizar plataformas de gestión de RR.HH. y aprendizaje para capacitar al personal. Implementar entrenamientos con realidad aumentada y virtual. Desarrollar <i>chatbots</i> para reforzar conocimientos. Aplicar <i>marketing</i> digital para campañas internas de ahorro energético.
5. Seguimiento y mejora continua	Departamento de Control de Calidad y Auditoría	Aplicar <i>software</i> de asistencia remota y sistemas de gestión de <i>tiques</i> para reportar ineficiencias energéticas. Usar Business Intelligence para generar auditorías con <i>Big Data</i> . Utilizar sistemas de recuperación de datos para evaluar progresos y definir estrategias de mejora basadas en información histórica.
6. Seguridad y gestión de datos energéticos	Departamento de TI y Seguridad Informática	Integrar sistemas de ciberseguridad para proteger la información energética. Implementar gestión de identidades y accesos (<i>IAM</i>) para restringir el acceso a datos energéticos. Aplicar protocolos de protección de datos para garantizar cumplimiento normativo.
7. Automatización de reportes y control de consumo	Gerencia de Operaciones y Departamento de TI	Implementar soluciones de <i>Big Data</i> para la recopilación automatizada de datos energéticos. Usar inteligencia artificial para identificar patrones de consumo. Mejorar la interoperabilidad con conectividad 5G. Aplicar <i>marketing</i> digital para difundir resultados de ahorro energético entre <i>stakeholders</i> .

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores de Desempeño (KPI's)

- Para evaluar el impacto de la política, se establecen los siguientes indicadores clave:
- Reducción del consumo energético por unidad producida (kWh/unidad).
- Disminución de emisiones de CO₂ derivadas del consumo eléctrico (toneladas CO₂/año).

- Porcentaje de energía renovable utilizada en comparación con la energía total consumida.
- Cantidad de personal capacitado en eficiencia energética (% del total de empleados).
- Número de reportes de ineficiencia energética atendidos y corregidos.

Normativas y Cumplimiento

La política se desarrolla en conformidad con los siguientes estándares y regulaciones:

- ISO 50001: Gestión de la Energía.
- ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental.
- Regulaciones nacionales sobre eficiencia energética y sostenibilidad industrial.

Plan de Revisión y Mejora Continua

Para garantizar la efectividad de la política, se llevarán a cabo auditorías semestrales con análisis de datos generados por sistemas *IoT*, herramientas de Business Intelligence y plataformas de monitoreo energético. Las estrategias serán ajustadas en función de los resultados obtenidos y los avances tecnológicos disponibles.

Beneficios de la Implementación

- Reducción de costos operativos mediante el control y optimización del consumo energético.
- Cumplimiento de normativas ambientales, evitando sanciones y mejorando la imagen corporativa.
- Sostenibilidad y eficiencia en los procesos productivos a largo plazo.
- Mejor toma de decisiones basada en datos energéticos en tiempo real.

13.2.3.1.2. Política de Gestión de Residuos

Objetivo: optimizar la gestión de residuos mediante la implementación de tecnologías 4.0, promoviendo la reducción, reutilización y reciclaje de materiales para minimizar el impacto ambiental, mejorar la eficiencia operativa y garantizar el cumplimiento de normativas ambientales vigentes.

Alcance: aplicable a todas las áreas de producción, almacenamiento y distribución, así como a proveedores y socios estratégicos involucrados en la gestión de residuos industriales.

Tabla: Estrategias, Responsabilidades y Lineamientos para la Gestión de Residuos

Tabla 133.

Matriz de Estrategias para la Gestión de Residuos

Estrategia Principal	Responsables	KPI's
1. Monitoreo y Clasificación Automatizada de Residuos	Departamento de Producción y Mantenimiento	Implementar sensores <i>IoT</i> , visión artificial y sistemas de gestión de residuos para clasificar materiales reciclables y no reciclables en tiempo real. Integrar <i>ERP</i> , <i>WMS</i> y código de barras (<i>RFID</i>) para rastrear la generación y disposición de residuos. Aplicar Inteligencia Artificial y <i>Machine Learning</i> para optimizar la separación de materiales.
2. Implementación de Procesos de Reciclaje Avanzado	Gerencia de Innovación y Departamento de Ingeniería	Incorporar máquinas automáticas de fabricación para mejorar la eficiencia en el reciclaje. Utilizar gemelos digitales para simular el impacto del reciclaje en la cadena de producción. Implementar Inteligencia Artificial y <i>Big Data</i> para optimizar el reciclaje químico y transformar desechos plásticos en nuevas materias primas.
3. Optimización del Uso de Materiales	Gerencia de Producción y Departamento de Logística	Aplicar Business Intelligence y <i>Big Data</i> para identificar desperdicios y mejorar la eficiencia en el uso de insumos. Usar sistemas <i>MES</i> para ajustar parámetros de producción en tiempo real. Rediseñar productos con impresión 3D y simulación de procesos para reducir el desperdicio de material.

Estrategia Principal	Responsables	KPI's
4. Economía Circular	Gerencia General y Departamento de Compras	Desarrollar sistemas de recompra y devolución de productos mediante <i>ERP</i> y <i>chatbots</i> para gestionar el ciclo de vida de los materiales. Fomentar la colaboración interempresarial a través de trazabilidad con <i>RFID</i> , conectividad 5G y seguridad de la red para el intercambio de materiales reciclables.
5. Capacitación y Concienciación del Personal	Recursos Humanos y Gerencia de Sostenibilidad	Implementar programas de formación sobre gestión de residuos con plataformas de RR.HH. y aprendizaje. Usar realidad aumentada y virtual para mejorar la capacitación. Aplicar estrategias de gamificación con Business Intelligence y reconocimiento de mejores prácticas a través de <i>marketing</i> digital.
6. Trazabilidad de Residuos	Departamento de Medio Ambiente y Auditoría	Integrar <i>ERP</i> , <i>IoT</i> y código de barras (<i>RFID</i>) para rastrear residuos desde su generación hasta su disposición final. Realizar auditorías automatizadas con <i>Big Data</i> , <i>Machine Learning</i> y ciberseguridad para cumplir con normativas ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores de Desempeño (KPI's)

- Para evaluar la efectividad de la política, se establecen los siguientes indicadores clave:
- Porcentaje de residuos reciclados en comparación con los residuos generados.
- Reducción del volumen de desechos enviados a relleno sanitario (% anual).
- Cantidad de materiales reutilizados en procesos productivos (kg/año).
- Número de auditorías ambientales realizadas con herramientas digitales.
- Trazabilidad del 100 % de los residuos generados, con registros en *ERP* y *RFID*.

Normativas y Cumplimiento

La política se implementa en conformidad con:

- ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental.
- Reglamentos nacionales sobre gestión de residuos industriales y economía circular.
- Normas de responsabilidad extendida del productor (REP) para el reciclaje y disposición final de plásticos.

Plan de Revisión y Mejora Continua

Para garantizar la efectividad de la política, se realizarán auditorías semestrales con análisis de datos obtenidos por sensores *IoT*, *Big Data* y plataformas de gestión ambiental. Los procesos serán ajustados en función de los resultados obtenidos y la evolución de las regulaciones ambientales.

Beneficios de la Implementación

- Disminución del impacto ambiental mediante una reducción significativa de residuos plásticos.
- Optimización del uso de insumos mediante estrategias de reciclaje y reutilización.
- Cumplimiento normativo para evitar sanciones y mejorar la imagen corporativa.
- Mejor control de residuos a través de trazabilidad digital en tiempo real.

13.2.3.1.3. Política de Control de Contaminación del Aire y del Agua

Objetivo: minimizar la contaminación del aire y del agua en las operaciones industriales mediante la adopción de tecnologías 4.0, optimizando el monitoreo, filtrado y tratamiento de emisiones y efluentes, garantizando el cumplimiento de normativas ambientales y promoviendo la sostenibilidad.

Alcance: aplicable a todas las áreas de producción, almacenamiento y distribución, así como a proveedores estratégicos y procesos industriales que generen emisiones atmosféricas o vertidos de aguas residuales.

Tabla 134.

Matriz de Estrategias para el Control de Emisiones

Estrategia Principal	Responsables	KPI's
1. Monitoreo en tiempo real de emisiones y vertidos	Departamento de Medio Ambiente y Producción	Implementar sensores <i>IoT</i> , sistemas de monitoreo en tiempo real y <i>Big Data</i> para evaluar la calidad del aire y agua. Integrar <i>ERP</i> y Business Intelligence para generar reportes automáticos de emisiones y descargas. Aplicar <i>Machine Learning</i> para predecir patrones de contaminación y tomar decisiones preventivas.
2. Implementación de sistemas de filtración y tratamiento avanzado	Gerencia de Ingeniería y Departamento de Mantenimiento	Instalar sistemas de filtración automatizados para la captura de partículas contaminantes en emisiones industriales. Implementar procesos de tratamiento de aguas residuales con tecnología avanzada. Utilizar simulación de procesos (gemelos digitales) para evaluar la eficiencia de los sistemas antes de su implementación.
3. Optimización del uso de insumos y reducción de emisiones en procesos	Gerencia de Producción y Departamento de Calidad	Aplicar Business Intelligence y <i>Big Data</i> para analizar el consumo de recursos y minimizar la generación de contaminantes. Implementar máquinas automáticas de fabricación y empaque con menor impacto ambiental. Optimizar la gestión de insumos con sistemas <i>MES</i> y código de barras (<i>RFID</i>).

Estrategia Principal	Responsables	KPI's
4. Captura y reutilización de contaminantes	Gerencia de Sostenibilidad y Departamento de Innovación	Implementar tecnologías para la captura y reutilización de CO ₂ y otros gases industriales. Evaluar la integración de <i>robots</i> colaborativos en procesos de captura y reciclaje de contaminantes. Desarrollar estrategias para la reutilización de aguas tratadas mediante almacenamiento local y computación en la nube.
5. Capacitación y concienciación del personal	Recursos Humanos y Gerencia Ambiental	Implementar programas de formación en gestión de emisiones y efluentes con plataformas de RR.HH. y aprendizaje. Usar realidad aumentada y virtual para entrenar en el uso de tecnologías de control ambiental. Aplicar <i>chatbots</i> y <i>marketing</i> digital para sensibilizar al personal sobre buenas prácticas ambientales.
6. Cumplimiento normativo y auditorías digitales	Departamento de Medio Ambiente y Auditoría	Integrar <i>ERP</i> , <i>IoT</i> y sistemas de gestión ambiental para documentar y garantizar el cumplimiento normativo. Realizar auditorías automatizadas con <i>Big Data</i> , <i>Machine Learning</i> y ciberseguridad para generar reportes en tiempo real sobre la calidad del aire y agua. Utilizar gestión de identidades (<i>IAM</i>) para restringir accesos a datos críticos.
7. Automatización de reportes y control ambiental	Gerencia de Operaciones y Departamento de TI	Implementar soluciones de <i>Big Data</i> para la recopilación automatizada de datos de contaminación. Usar inteligencia artificial para identificar fuentes de emisión y recomendar ajustes en los procesos. Mejorar la interoperabilidad con conectividad 5G para optimizar la transmisión de datos ambientales en tiempo real. Aplicar <i>marketing</i> digital para difundir iniciativas de reducción de contaminación entre stakeholders.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores de Desempeño (*KPI's*)

Para evaluar la efectividad de la política, se establecen los siguientes indicadores:

- Reducción de emisiones de CO₂ y otros contaminantes atmosféricos (toneladas/año).
- Disminución de contaminantes en aguas residuales antes del vertido (%).
- Número de auditorías ambientales realizadas con herramientas digitales.

- Trazabilidad del 100 % de emisiones y descargas mediante sensores *IoT* y *ERP*.
- Porcentaje de reutilización de aguas tratadas en procesos productivos.

Normativas y Cumplimiento

La política se implementa en conformidad con:

- ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental.
- ISO 46001: Eficiencia en el uso del agua.
- Regulaciones nacionales sobre calidad del aire y vertidos industriales.
- Normas de responsabilidad ambiental y economía circular en procesos productivos.

Plan de Revisión y Mejora Continua

Para garantizar la efectividad de la política, se realizarán auditorías semestrales con análisis de datos obtenidos por sensores *IoT*, *Big Data* y plataformas de gestión ambiental. Se revisarán tendencias en calidad del aire y agua, aplicando ajustes según la evolución de las regulaciones y las tecnologías disponibles.

Beneficios de la Implementación

- Reducción significativa de emisiones y descargas contaminantes, minimizando el impacto ambiental.
- Cumplimiento normativo garantizado, evitando sanciones y mejorando la reputación corporativa.
- Optimización del uso de recursos mediante monitoreo inteligente y eficiencia en procesos.
- Mayor transparencia y control gracias a la digitalización de datos ambientales en tiempo real.

13.2.3.1.4. *Política de Reducción del Impacto a la Biodiversidad*

Objetivo: minimizar los impactos negativos sobre la biodiversidad derivados de las actividades industriales mediante la implementación de tecnologías 4.0, promoviendo la conservación de los ecosistemas, la gestión responsable de los recursos naturales y la integración de estrategias de monitoreo y mitigación ambiental.

Alcance: aplicable a todas las operaciones industriales que puedan afectar la biodiversidad, incluyendo procesos de producción, almacenamiento y distribución, así como a la gestión de residuos, consumo de recursos naturales y emisiones que puedan impactar ecosistemas terrestres y acuáticos.

Tabla: Estrategias, Responsabilidades y Lineamientos para la Reducción del Impacto a la Biodiversidad

Tabla 135.

Matriz de Estrategias para el Impacto a la Biodiversidad

Estrategia Principal	Responsables	KPI's
1. Monitoreo y evaluación del impacto ambiental	Departamento de Medio Ambiente y Producción	Implementar sensores <i>IoT</i> , sistemas de monitoreo en tiempo real y <i>Big Data</i> para evaluar los impactos industriales en la biodiversidad. Integrar <i>ERP</i> y Business Intelligence para generar reportes automáticos sobre afectaciones ecológicas. Aplicar <i>Machine Learning</i> para predecir riesgos ambientales y definir acciones preventivas.
2. Restauración y conservación de hábitats	Gerencia de Sostenibilidad y Departamento de Ingeniería	Implementar programas de reforestación en áreas afectadas, utilizando drones e imágenes satelitales para evaluar la efectividad de la recuperación. Utilizar gemelos digitales para modelar escenarios de restauración ambiental antes de su ejecución.
3. Uso sostenible de los recursos naturales	Gerencia de Producción y Departamento de Logística	Aplicar Business Intelligence y <i>Big Data</i> para optimizar el consumo de agua y materias primas en los procesos industriales. Implementar sistemas <i>MES</i> para mejorar la eficiencia en la utilización de insumos. Optimizar el diseño de productos con impresión 3D y simulación de procesos para reducir la extracción de materiales vírgenes.

Estrategia Principal	Responsables	KPI's
4. Gestión responsable de residuos y contaminantes	Departamento de Medio Ambiente y Auditoría	Integrar <i>ERP</i> , <i>WMS</i> y código de barras (<i>RFID</i>) para rastrear y gestionar residuos industriales con impacto en la biodiversidad. Implementar tecnologías de reciclaje avanzado para reducir la cantidad de desechos liberados en ecosistemas naturales. Aplicar ciberseguridad y protección de datos para garantizar la integridad de la información ambiental.
5. Capacitación y concienciación sobre biodiversidad	Recursos Humanos y Gerencia de Sostenibilidad	Implementar programas de formación en conservación ambiental con plataformas de RR.HH. y aprendizaje. Usar realidad aumentada y virtual para entrenar a los empleados en buenas prácticas de sostenibilidad. Aplicar <i>chatbots</i> y <i>marketing</i> digital para sensibilizar al personal y stakeholders sobre la importancia de la biodiversidad.
6. Cumplimiento normativo y auditorías ecológicas	Departamento de Medio Ambiente y Auditoría	Integrar <i>ERP</i> , <i>IoT</i> y sistemas de gestión ambiental para documentar y garantizar el cumplimiento normativo. Realizar auditorías automatizadas con <i>Big Data</i> , <i>Machine Learning</i> y ciberseguridad para generar reportes en tiempo real sobre el estado de la biodiversidad en áreas impactadas. Utilizar gestión de identidades (<i>IAM</i>) para restringir accesos a datos sensibles.
7. Automatización de reportes y control de impacto ambiental	Gerencia de Operaciones y Departamento de TI	Implementar soluciones de <i>Big Data</i> para la recopilación automatizada de datos ambientales. Usar inteligencia artificial para identificar patrones de afectación a la biodiversidad y recomendar ajustes en los procesos. Mejorar la interoperabilidad con conectividad 5G para optimizar la transmisión de datos ecológicos en tiempo real. Aplicar <i>marketing</i> digital para difundir iniciativas de conservación de biodiversidad entre stakeholders.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores de Desempeño (*KPI's*)

Para evaluar la efectividad de la política, se establecen los siguientes indicadores clave:

- Superficie de hábitats restaurados (hectáreas reforestadas/anuales).
- Reducción del impacto en ecosistemas medido por índices de biodiversidad (% de mejora en la biodiversidad local).

- Reducción en el consumo de recursos naturales por unidad de producción (%).
- Cantidad de auditorías ambientales realizadas con herramientas digitales.
- Trazabilidad del 100 % de los residuos y emisiones potencialmente dañinas.

Normativas y Cumplimiento

La política se implementa en conformidad con:

- ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).
- Regulaciones nacionales sobre protección y conservación de ecosistemas.
- Normas de economía circular para la extracción de recursos naturales.

Plan de Revisión y Mejora Continua

Para garantizar la efectividad de la política, se realizarán auditorías semestrales con análisis de datos obtenidos por sensores *IoT*, *Big Data* y plataformas de gestión ambiental. Se revisarán tendencias en afectación de ecosistemas, aplicando ajustes según la evolución de las regulaciones y las tecnologías disponibles.

Beneficios de la Implementación

- Optimización del uso de recursos naturales, disminuyendo la extracción de materiales vírgenes.
- Cumplimiento normativo garantizado, evitando sanciones y fortaleciendo la reputación ambiental de la empresa.
- Mayor transparencia y control gracias a la digitalización de datos ecológicos en tiempo real.

13.2.3.1.5. *Política de Gestión de Riesgos Naturales y Cambio Climático*

Objetivo: fortalecer la resiliencia de las operaciones industriales ante riesgos naturales y el cambio climático mediante la adopción de tecnologías 4.0, asegurando la continuidad operativa, la reducción de impactos ambientales y la optimización de la gestión de recursos en escenarios de vulnerabilidad climática.

Alcance: aplicable a todas las instalaciones, procesos productivos, logísticos y administrativos que puedan verse afectados por eventos climáticos extremos, variabilidad climática y desastres naturales, así como a la planificación de estrategias de mitigación y adaptación en la industria.

Tabla 136.
Matriz de Estrategias para la Gestión de Riesgos Naturales

Estrategia Principal	Responsables	KPI's
1. Monitoreo y análisis predictivo de riesgos climáticos	Departamento de Medio Ambiente y Gerencia de Operaciones	Implementar sensores <i>IoT</i> , sistemas de monitoreo en tiempo real y <i>Big Data</i> para detectar patrones climáticos y riesgos naturales. Integrar Power BI y <i>Machine Learning</i> para el análisis predictivo de eventos climáticos extremos. Utilizar <i>ERP</i> y conectividad 5G para optimizar la recopilación de datos meteorológicos.
2. Infraestructura resiliente y eficiencia energética ante el cambio climático	Gerencia de Ingeniería y Departamento de Mantenimiento	Implementar sistemas de almacenamiento local y energías renovables para garantizar el suministro eléctrico en caso de desastres naturales. Utilizar gemelos digitales para simular escenarios de riesgo y evaluar la efectividad de las medidas de adaptación. Desarrollar estrategias de reducción del consumo energético con <i>PLC's</i> y máquinas automáticas de fabricación y empaque.
3. Gestión de recursos ante emergencias climáticas	Gerencia de Producción y Departamento de Logística	Aplicar Power BI y <i>Big Data</i> para optimizar la planificación y distribución de insumos en situaciones de emergencia. Desarrollar estrategias de economía circular para reducir la dependencia de recursos naturales.

Estrategia Principal	Responsables	KPI's
4. Plan de respuesta ante desastres y continuidad operativa	Gerencia de Seguridad y Departamento de Sostenibilidad	Desarrollar protocolos de respuesta ante emergencias utilizando plataformas de gestión de RR.HH. y aprendizaje para capacitar al personal en medidas de resiliencia. Implementar <i>chatbots</i> y <i>software</i> de asistencia remota para coordinar acciones de respuesta en tiempo real. Utilizar inteligencia artificial para automatizar la toma de decisiones en escenarios de crisis.
5. Reducción de la huella de carbono y adaptación climática	Gerencia de Sostenibilidad y Departamento de Medio Ambiente	Integrar estrategias de reducción de emisiones mediante el uso de energías renovables, automatización de reportes y sistemas de gestión ambiental. Aplicar Business Intelligence para la medición de la huella de carbono y la definición de planes de mitigación. Desarrollar programas de reforestación y compensación de emisiones con apoyo de modelado digital y drones.
6. Cumplimiento normativo y auditorías climáticas	Departamento de Medio Ambiente y Auditoría	Integrar <i>ERP</i> , <i>IoT</i> y ciberseguridad para documentar y garantizar el cumplimiento de normativas climáticas. Realizar auditorías automatizadas con <i>Big Data</i> , <i>Machine Learning</i> y gestión de identidades (<i>IAM</i>) para evaluar la efectividad de las medidas de adaptación. Aplicar seguridad de la red para proteger la información ambiental crítica.
7. Automatización de reportes y control de impacto climático	Gerencia de Operaciones y Departamento de TI	Implementar soluciones de <i>Big Data</i> para la recopilación automatizada de datos climáticos. Usar inteligencia artificial para identificar patrones de afectación y recomendar ajustes en los procesos operativos. Mejorar la interoperabilidad con conectividad 5G para optimizar la transmisión de datos meteorológicos en tiempo real. Aplicar <i>marketing</i> digital para difundir iniciativas de reducción de riesgos entre stakeholders.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores de Desempeño (*KPI's*)

Para evaluar la efectividad de la política, se establecen los siguientes indicadores clave:

- Tiempo de respuesta ante eventos climáticos extremos (minutos o horas desde la detección hasta la acción).
- Reducción del consumo energético en condiciones adversas (% de eficiencia energética).
- Porcentaje de continuidad operativa tras eventos climáticos (% de procesos mantenidos sin interrupción).
- Cantidad de auditorías climáticas realizadas con herramientas digitales.
- Porcentaje de reducción de la huella de carbono por unidad de producción.

Normativas y Cumplimiento

La política se implementa en conformidad con:

- ISO 14090: Adaptación al cambio climático.
- ISO 14064: Medición y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Regulaciones nacionales sobre gestión del riesgo climático y mitigación de desastres.
- Normas de eficiencia energética y uso de energías renovables.

Plan de Revisión y Mejora Continua

Para garantizar la efectividad de la política, se realizarán auditorías semestrales con análisis de datos obtenidos por sensores *IoT*, *Big Data* y plataformas de gestión ambiental. Se revisarán tendencias climáticas, aplicando ajustes según la evolución de las regulaciones y las tecnologías disponibles.

Beneficios de la Implementación

- Mayor resiliencia operativa, reduciendo interrupciones en la producción debido a eventos climáticos.
- Optimización del uso de recursos energéticos, disminuyendo la dependencia de fuentes no renovables.
- Cumplimiento normativo garantizado, evitando sanciones y fortaleciendo la reputación ambiental de la empresa.
- Mayor transparencia y control gracias a la digitalización de datos de riesgo climático en tiempo real.

13.2.4. Métricas y Monitoreo

13.2.4.1.1. Definición de KPI's Ambientales

La definición de Indicadores Clave de Desempeño (*KPI's*) ambientales es un paso fundamental para evaluar y monitorear el impacto de la guía de aplicación de Industria 4.0 en el sector plástico. Estos indicadores permiten medir de forma objetiva los avances en sostenibilidad, facilitando la toma de decisiones basadas en datos para optimizar procesos y mitigar impactos negativos.

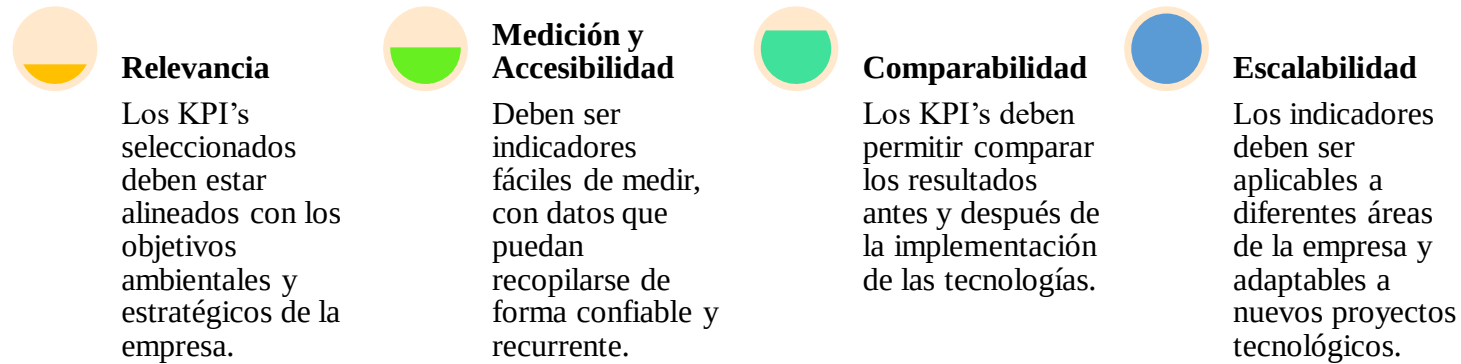
Tabla 137.

KPI's Propuestas para la Evaluación Ambiental

KPI	Definición	Relevancia	Meta Ideal
Consumo Energético por Unidad de Producción	Cantidad de energía consumida para producir una unidad de producto terminado.	Este <i>KPI</i> ayuda a identificar ineficiencias energéticas y permite establecer metas de reducción en el uso de recursos no renovables.	Reducción del consumo en un 10 %-20 % tras la implementación de tecnologías de Industria 4.0.

KPI	Definición	Relevancia	Meta Ideal
Reducción en la Generación de Residuos Post-Implementación	Porcentaje de disminución en los residuos sólidos generados durante los procesos.	Evalúa la eficacia de las tecnologías en minimizar desechos, promoviendo prácticas de economía circular.	Alcanzar una disminución del 15 %-30 % en el volumen de residuos post-implementación.
Incremento del Uso de Materiales Reciclados	Proporción de materiales reciclados utilizados como insumos en la producción.	Este indicador mide el compromiso con la sostenibilidad y fomenta la reutilización de materiales plásticos.	Incorporar al menos un 25 %-40 % de materiales reciclados en los productos finales.
Reducción de Impacto Ambiental	Cantidad de especies protegidas, la adopción de medidas sostenibles y la disminución de contaminantes en aire, agua y suelo.	Evalúa el compromiso de la empresa con la sostenibilidad ambiental, asegurando la conservación de la flora y fauna local, minimizando la huella ecológica y promoviendo prácticas industriales responsables.	Alcanzar un 90 % de protección de especies identificadas, implementar al menos tres iniciativas de conservación anuales y reducir en un 30 % la contaminación ambiental en las áreas de operación dentro de un período de 5 años.
Reducción de Huella de Carbono y Adaptación Climática	Mide la efectividad de las estrategias adoptadas para mitigar los efectos del cambio climático mediante la reducción de emisiones de CO ₂ , el uso de energías renovables, la optimización del consumo de recursos.	Asegura la resiliencia de la empresa ante los desafíos climáticos, promoviendo la eficiencia energética, la reducción del consumo de agua y la adaptación a fenómenos climáticos extremos, alineando las operaciones con objetivos globales de sostenibilidad.	Reducir en un 25 % las emisiones de CO ₂ , alcanzar un 50 % de uso de energías renovables, disminuir en un 20 % el consumo de agua por tonelada de producto y ejecutar al menos cinco medidas de adaptación al cambio climático en un plazo de cinco años.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 72.*Criterios para la Selección de KPI's***Fuente:** Elaboración propia.**Beneficios de Establecer KPI's Ambientales:**

- Proporcionan una base para la toma de decisiones informadas.
- Facilitan la identificación de áreas de mejora.
- Permiten demostrar los resultados positivos a partes interesadas, como clientes, reguladores y socios estratégicos.
- Refuerzan el compromiso de la empresa con la sostenibilidad, mejorando su reputación en el mercado.

Estos KPI's servirán como herramientas clave para monitorear el progreso en el ámbito ambiental, garantizando que las empresas del sector plástico alineen sus operaciones con los principios de Industria 4.0 y las normativas internacionales de sostenibilidad.

Indicadores de Eficiencia Energética

Con respecto a los consumos energéticos se consideran variables clave como potencia, tiempo de operación y eficiencia de los sistemas. A continuación, se presentan las fórmulas necesarias para estimar los requerimientos energéticos asociados a la implementación de las herramientas tecnológicas, proporcionando una base para la evaluación del impacto energético y el desarrollo de estrategias sostenibles.

Tabla 138.

Parámetros para Calcular el Consumo Energético

Indicadores para evaluar el uso de Energía	
1. Sistema ERP	
Parámetros:	• Número de usuarios simultáneos: Cada usuario conectado al sistema contribuye al consumo de servidores. • Configuración del servidor: Procesadores, almacenamiento y tipo de tecnología (<i>on-premise</i> o en la nube). • Horas de operación diaria: Número de horas que el ERP está en uso. • Consumo promedio de servidores: Un servidor estándar consume entre 300-800 W/h dependiendo de su capacidad.
Fórmula estimada:	$\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del servidor (kW)} \times \text{horas de uso}) \times N^{\circ} \text{ de servidores}$
2. Sistema de Business Intelligence	
Parámetros:	• Volumen de datos procesados: A mayor volumen de datos, mayor consumo. • Frecuencia de reportes: Generar reportes en tiempo real consume más energía. • Configuración de infraestructura: Uso de procesadores y discos para cálculos analíticos.
Fórmula estimada:	$\text{Consumo (kWh)} = \text{procesamiento (kW)} \times \text{horas de uso por reporte}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

3. Uso de *Big Data* para tareas de mantenimiento

- Parámetros:**
- Cantidad de sensores *IoT* activos: Cada sensor consume aproximadamente 1-5 W/h.
 - Procesamiento en la nube: Consumo energético por la transmisión y análisis de datos.
 - Frecuencia de análisis: Continuo o a intervalos programados.

Fórmula estimada: $\text{Consumo de sensores (kWh)} = (\text{potencia del sensor (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de sensores}$

4. Código de Barras (*RFID*)

- Parámetros:**
- Número de lectores *RFID* activos: Cada lector consume entre 10-15 W/h.
 - Frecuencia de lectura: Operación continua o intermitente.
 - Duración de uso diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{Potencia del lector (kW)} \times \text{Horas de uso})$

5. Sistema de Administración de Muelles

- Parámetros:**
- Cantidad de puertas automatizadas: Cada puerta consume entre 1-2 kWh durante el funcionamiento.
 - Horas de operación diaria.
 - Integración con otros sistemas: Uso de cámaras, sensores y pantallas que incrementan el consumo.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{Consumo de una puerta (kWh)} \times N^{\circ} \text{ de puertas})$

6. Sistema de Gestión de Almacenes (*WMS*)

- Parámetros:**
- Cantidad de *robots* o dispositivos móviles: *Robots* de almacén consumen entre 30-50 W/h en promedio.
 - Infraestructura de red: Servidores y puntos de acceso inalámbrico.
 - Duración de uso diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = \left(\frac{\text{potencia de robot}}{\text{dispositivo (kW)}} \times \text{horas de uso} \right) \times N^{\circ} \text{ de dispositivos}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

7. Uso de *IoT* para la gestión de la cadena de suministro

- Parámetros:**
- Cantidad de sensores *IoT*: Sensores estándar consumen entre 1-5 W/h.
 - Frecuencia de transmisión: Mayor frecuencia implica mayor consumo.
 - Duración de uso diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia de un sensor (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de sensores}$

8. Uso de máquinas automáticas para acabados y empaque de productos

- Parámetros:**
- Potencia de las máquinas automáticas: Generalmente entre 2-5 kW por unidad.
 - Ciclo de trabajo: Tiempo promedio para un ciclo de acabado o empaque.
 - Horas de operación diaria.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia de la máquina (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de máquinas}$

9. Uso de máquinas automáticas de fabricación

- Parámetros:**
- Consumo energético por máquina: Rango de 5-15 kW dependiendo de la complejidad de fabricación.
 - Ciclo de operación: Número de ciclos diarios de producción.
 - Duración de uso diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{Potencia de la máquina (kW)} \times \text{Horas de operación})$

10. Impresión 3D

- Parámetros:**
- Tipo de impresora: Impresoras FDM estándar consumen entre 50-250 W/h; las industriales consumen hasta 2-5 kW.
 - Duración de impresión: Depende del tamaño y complejidad del modelo.
 - Cantidad de impresoras utilizadas.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{Potencia de la impresora (kW)} \times \text{Horas de uso}) \times N^{\circ} \text{ de impresoras}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

11. Uso de *robots* industriales colaborativos

- Parámetros:**
- Potencia promedio por *robot*: 0.5-2 kW dependiendo de la carga y tareas.
 - Frecuencia de operación: Continuo o intermitente.
 - Cantidad de *robots* en operación.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del robot (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de robots}$

12. Uso de *PLC's* (*Programmable Logic Controllers*)

- Parámetros:**
- Consumo por unidad: Generalmente entre 5-50 W/h.
 - Número de *PLC's* en la planta.
 - Horas de operación diaria.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{Potencia del PLC (kW)} \times \text{Horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de PLC's}$

13. Uso de *IoT* para monitoreo en tiempo real de maquinaria

- Parámetros:**
- Consumo por sensor *IoT*: Entre 1-5 W/h.
 - Número de sensores por máquina.
 - Frecuencia de transmisión de datos.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del servidor (kW)} \times \text{horas de uso}) \times N^{\circ} \text{ de servidores}$

14. Sistema de sensores

- Parámetros:**
- Tipos de sensores: Los sensores básicos consumen entre 1-5 W/h, mientras que sensores avanzados (cámaras térmicas, visión artificial) pueden consumir hasta 10-20 W/h.
 - Cantidad de sensores instalados.
 - Horas de uso.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{Potencia del sensor (kW)} \times \text{Horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de sensores}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

15. Sistema MES (Manufacturing Execution System)

- Parámetros:**
- Infraestructura requerida: Servidores y estaciones de trabajo dedicadas.
 - Consumo por servidor: 300-800 W/h.
 - Cantidad de estaciones de trabajo para MES.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del servidor (kW)} \times \text{horas de operación})$

16. Simulación de procesos (Gemelos Digitales)

- Parámetros:**
- Consumo por procesamiento de simulación: Depende del *software* y *hardware*, entre 2-10 kW por simulación.
 - Frecuencia de simulaciones.
 - Duración de simulaciones.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia de procesamiento (kW)} \times \text{horas de simulación})$

17. Indicadores luminosos y de voz

- Parámetros:**
- Consumo por indicador: Entre 10-20 W/h dependiendo de la intensidad lumínica y sonora.
 - Cantidad de indicadores instalados en la planta.
 - Horas de funcionamiento diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del indicador (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de indicadores}$

18. Sistema ATS (Applicant Tracking System)

- Parámetros:**
- Infraestructura de soporte: Puede operar en servidores locales o en la nube.
 - Consumo de servidores: 300-800 W/h dependiendo del tamaño de la base de datos.
 - Horas de uso diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del servidor (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de servidores}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

19. Plataformas de gestión de RR.HH. y de aprendizaje

- Parámetros:**
- Requisitos de infraestructura: Normalmente consumen 200-500 W/h en servidores locales o utilizan servicios en la nube.
 - Cantidad de usuarios simultáneos.
 - Horas de uso diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{Consumo por usuario (kW)} \times \text{Nº de usuarios}) \times \text{horas de uso}$

20. Uso de tecnología de Realidad Aumentada y Virtual para entrenamiento

- Parámetros:**
- Consumo por dispositivo de realidad virtual (VR): 50-200 W/h por casco VR o dispositivo RA.
 - Estaciones de trabajo: Entre 1-2 kW/h por computadora de alto rendimiento.
 - Duración de los entrenamientos diarios.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo por dispositivo (kW)} + \text{consumo de estación (kW)}) \times \text{horas de entrenamiento}$

21. Almacenamiento local

- Parámetros:**
- Consumo por unidad de almacenamiento (NAS, SAN): Entre 100-300 W/h dependiendo de la capacidad y redundancia.
 - Cantidad de unidades en operación.
 - Horas de operación diaria.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia de almacenamiento (kW)} \times \text{horas de operación}) \times \text{Nº de unidades}$

22. Help Desk

- Parámetros:**
- Infraestructura requerida: Servidores locales o sistemas en la nube con consumos de 300-500 W/h.
 - Número de agentes trabajando simultáneamente.
 - Horas de operación diaria.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del sistema (kW)} \times \text{horas de operación}) \times \text{Nº de servidores o agentes}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

23. Gestión de identidades y accesos (IAM)

- Parámetros:**
- Requisitos de infraestructura: Servidores con consumos de 200-500 W/h dependiendo del tamaño de la red.
 - Número de usuarios gestionados.
 - Horas de operación.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo del sistema (kW)} \times \text{horas de operación}) \times \text{usuarios gestionados}$

24. Recuperación de datos

- Parámetros:**
- Consumo por sistema de recuperación: Almacenes de respaldo y servidores entre 300-800 W/h.
 - Frecuencia de respaldos diarios.
 - Duración del proceso de recuperación.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del sistema (kW)} \times \text{horas de recuperación}) \times \text{N}^\circ \text{ de respaldos diarios}$

25. Seguridad de la red

- Parámetros:**
- Consumo por firewall o sistema de seguridad: 20-50 W/h por dispositivo.
 - Cantidad de dispositivos instalados.
 - Horas de operación continua.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia de dispositivo (kW)} \times \text{horas de operación}) \times \text{N}^\circ \text{ de dispositivos}$

26. Ciberseguridad

- Parámetros:**
- Infraestructura: Servidores dedicados para análisis de amenazas, entre 500-800 W/h.
 - Frecuencia de análisis diarios.
 - Duración del monitoreo.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del sistema de ciberseguridad (kW)} \times \text{horas de operación}) \times \text{N}^\circ \text{ de servidores}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

27. Protección de datos

- Parámetros:**
- Infraestructura requerida: Sistemas de respaldo cifrado y servidores entre 300-500 W/h.
 - Cantidad de datos procesados diariamente.
 - Frecuencia de respaldos.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del sistema (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de respaldos}$

28. Computación en la nube

- Parámetros:**
- Consumo por servidor en la nube: Entre 500-1,200 W/h dependiendo de la escala de la infraestructura y el nivel de uso.
 - Número de servidores requeridos por la empresa.
 - Horas de uso diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo del servidor (kW)} \times \text{horas de uso}) \times N^{\circ} \text{ de servidores}$

29. Software de asistencia remota

- Parámetros:**
- Consumo por *software* y *hardware* asociado: Generalmente en la nube con un consumo aproximado de 200-500 W/h por estación de trabajo.
 - Cantidad de técnicos o estaciones operando simultáneamente.
 - Duración promedio de sesiones diarias.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{Consumo por estación (kW)} \times \text{Duración de uso}) \times N^{\circ} \text{ de estaciones}$

30. Sistema de gestión de tickets

- Parámetros:**
- Infraestructura requerida: Servidores locales o en la nube, consumiendo 300-600 W/h.
 - Cantidad de tickets procesados diariamente.
 - Horas de operación diaria.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{Consumo del servidor (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de servidores}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

31. Implementación de soluciones de *Big Data* para optimizar operaciones

- Parámetros:**
- Consumo de infraestructura para análisis: Servidores de alto rendimiento con consumos de 800-1,500 W/h.
 - Volumen de datos procesados.
 - Frecuencia de análisis diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo del servidor (kW)} \times \text{duración del análisis}) \times \text{volumen de datos}$

32. Machine Learning

- Parámetros:**
- Infraestructura requerida: GPU's y servidores especializados que consumen entre 1,000-3,000 W/h.
 - Frecuencia de entrenamiento de modelos.
 - Duración del procesamiento de datos.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo por servidor (kW)} \times \text{duración del entrenamiento}) \times N^{\circ} \text{ de modelos procesados}$

33. Uso de Inteligencia Artificial

- Parámetros:**
- Infraestructura: Sistemas en la nube o locales que consumen entre 500-2,000 W/h dependiendo de la carga de trabajo.
 - Cantidad de procesos automatizados diariamente.
 - Horas de operación.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo del sistema de IA (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de procesos}$

34. Nivel de interoperabilidad entre sistemas y maquinaria

- Parámetros:**
- Requisitos de integración: Sistemas de conectividad y procesamiento con consumos de 400-800 W/h.
 - Cantidad de sistemas integrados.
 - Frecuencia de sincronización diaria.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo por sistema integrado (kW)} \times \text{frecuencia de sincronización}) \times N^{\circ} \text{ de sistemas}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

35. Conectividad 5G

- Parámetros:**
- Infraestructura de red: Estaciones base de 5G que consumen entre 3,000-10,000 W/h.
 - Cantidad de dispositivos conectados.
 - Horas de operación.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo de la estación 5G (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de dispositivos conectados}$

36. Chatbots

- Parámetros:**
- Infraestructura requerida: Sistemas en la nube con consumos de 300-500 W/h dependiendo del número de interacciones diarias.
 - Cantidad de usuarios interactuando simultáneamente.
 - Duración promedio de interacciones.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo por interacción (kW)} \times \text{duración de uso}) \times N^{\circ} \text{ de usuarios}$

37. Marketing Digital

- Parámetros:**
- Consumo por plataforma de análisis y gestión: Entre 200-600 W/h.
 - Cantidad de campañas activas.
 - Duración de análisis y gestión diaria.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo por plataforma (kW)} \times \text{horas de análisis}) \times N^{\circ} \text{ de campañas activas}$

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores para la Gestión de Residuos

A través de herramientas como el *IoT*, *Big Data*, sistemas *ERP* y soluciones de inteligencia artificial, es posible monitorear en tiempo real los procesos de gestión de residuos, establecer patrones de generación y proponer estrategias de reducción eficaces.

Tabla 139.

KPI's para la Gestión de Residuos

Indicadores para evaluar la Gestión de Residuos	
1. Eficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos	
Objetivo:	Evaluar la efectividad en la reducción, reciclaje y disposición de residuos sólidos generados en los procesos productivos, tomando en cuenta la optimización del flujo de desechos.
Fórmula:	$Eficiencia\ de\ gestión = \left(\frac{Cantidad\ de\ residuos\ reciclados\ o\ reutilizados\ (kg)}{Total\ de\ residuos\ generados\ (kg)} \right) \times 100$
Tecnología aplicable:	☐ Sistema MES: Control en tiempo real del flujo de materiales y generación de desechos. ☐ Sistema ERP: Registro de datos de gestión de residuos y costos asociados. ☐ Big Data: Análisis de patrones de generación de residuos y áreas de mejora. ☐ Impresión 3D: Minimización de desperdicios mediante manufactura aditiva. ☐ IoT para gestión de la cadena de suministro: Optimización del reciclaje con trazabilidad en tiempo real.
Metal ideal:	Alcanzar un 85 % de residuos reciclados o reutilizados en los procesos de producción.

Indicadores para evaluar la Gestión de Residuos

2. Reducción de la Generación de Residuos por Unidad de Producción

Objetivo: Medir la cantidad de residuos generados por cada unidad de producto terminado, asegurando la optimización del uso de recursos.

Fórmula:
$$\text{Reducción de residuos} = \left(\frac{\text{Residuos generados antes de la implementación (kg/unidad)}}{\text{Residuos generados después (kg/unidad)}} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **Gemelos Digitales:** Simulación de escenarios para reducir residuos.
- ☐ **Sensores IoT:** Monitoreo de residuos generados en cada fase de producción.
- ☐ **Sistema de Gestión de Almacenes (WMS):** Control de inventario para evitar desperdicios.
- ☐ **Business Intelligence:** Reportes avanzados de tendencias de residuos.

Metal ideal: Reducir los residuos por unidad en un 20 % en los próximos 12 meses.

3. Tasa de Reutilización de Materiales

Objetivo: Monitorear la capacidad de la empresa para reintegrar materiales reciclados en sus procesos productivos, reduciendo la dependencia de materia prima virgen.

Fórmula:
$$\text{Tasa de reutilización} = \left(\frac{\text{Material reciclado utilizado (kg)}}{\text{Material total utilizado (kg)}} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **Código de Barras (RFID):** Trazabilidad de materiales reciclados en la línea de producción.
- ☐ **Big Data:** Evaluación de patrones de uso de materiales reciclados.
- ☐ **IoT para monitoreo en tiempo real:** Control del uso de materiales reciclados en producción.
- ☐ **ERP:** Integración de registros de uso de materiales reciclados en reportes financieros.

Metal ideal: Incrementar la reutilización de materiales en un 30 % en dos años.

Indicadores para evaluar la Gestión de Residuos

4. Impacto Ambiental de los Residuos Generados

Objetivo: Evaluar el nivel de impacto ambiental de los residuos generados en términos de emisiones, toxicidad y tratamiento adecuado.

Fórmula:
$$\text{Impacto ambiental} = \left(\frac{\text{Residuos tratados adecuadamente (kg)}}{\text{Total de residuos generados (kg)}} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **Ciberseguridad:** Protección de datos ambientales para cumplimiento normativo.
- ☐ **AI & Machine Learning:** Predicción de impacto ambiental basado en datos históricos.
- ☐ **Software de Asistencia Remota:** Monitoreo de cumplimiento ambiental.
- ☐ **Sistema de Sensores:** Evaluación en tiempo real de residuos tóxicos.

Metal ideal: Garantizar que el 100 % de los residuos generados sean tratados adecuadamente.

5. Costos Asociados a la Gestión de Residuos

Objetivo: Monitorear los costos totales de gestión de residuos en comparación con el volumen producido, identificando oportunidades de reducción de costos.

Fórmula:
$$\text{Costo por unidad} = \left(\frac{\text{Costos totales de gestión de residuos}}{\text{Unidades producidas}} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **Sistema ERP:** Control de costos operativos asociados a residuos.
- ☐ **Business Intelligence:** Análisis financiero para optimizar costos.
- ☐ **Chatbots:** Atención a reportes y optimización de procesos.
- ☐ **Plataformas de Gestión RR.HH.:** Capacitación para manejo eficiente de residuos.

Metal ideal: Reducir los costos de gestión en un 15 % anual mediante optimización de procesos.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores para el Control de Emisiones

El control de emisiones es un aspecto esencial para la sostenibilidad del sector, ya que la reducción de gases contaminantes y el consumo energético eficiente contribuyen directamente a la disminución de la huella ambiental. A través del monitoreo de filtración, captura de contaminantes y optimización de procesos productivos, es posible reducir significativamente la contaminación atmosférica generada por las actividades industriales.

Tabla 140.

KPI's para el Control de Emisiones

Indicadores para evaluar el Control de Emisiones	
1. Reducción de emisiones de gases contaminantes	
Objetivo:	Evaluar la reducción de emisiones de gases en función del consumo de energía y factores de emisión estándar.
Fórmula:	$\text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} = \text{Consumo de energía (kWh)} \times \text{Factor de emisión (kg CO}_2\text{ /kWh)}$
Tecnología aplicable:	☐ ERP: Optimiza la planificación energética reduciendo consumos innecesarios. ☐ Big Data: Identifica patrones ineficientes de consumo. ☐ PLC's: Automatizan procesos, reduciendo el uso de energía en equipos industriales. ☐ IoT: Monitorea en tiempo real el consumo energético de cada sistema. ☐ Conectividad 5G: Facilita el análisis de datos energéticos en tiempo real. ☐ Gemelos digitales: Simulan escenarios energéticos para optimizar consumos antes de ejecutar procesos.
Meta ideal:	Reducir las emisiones en un 10 % en dos años.

Indicadores para evaluar el Control de Emisiones

2. Eficiencia en la captura y filtrado de emisiones (%)

Objetivo: Medir la efectividad del sistema de filtrado basado en registros de mantenimiento y limpieza.

Fórmula:
$$\text{Eficiencia de filtrado (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Número de limpieza correctivas}}{\text{Número de inspecciones totales}}\right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **IoT:** Sensores en sistemas de filtración para monitorear la acumulación de partículas en tiempo real.
- ☐ **Sensores:** Detectan concentraciones de emisiones antes y después de los sistemas de filtrado.
- ☐ **Simulación de procesos:** Predice el rendimiento de sistemas de filtración bajo diferentes cargas.
- ☐ **MES:** Coordina inspecciones de mantenimiento y genera reportes automáticos.
- ☐ **Ciberseguridad:** Protege los datos recolectados en sistemas *IoT*.

Meta ideal: Mantener una eficiencia del 90 % en un año.

3. Reducción de consumo energético

Objetivo: Monitorear la capacidad de la empresa para reintegrar materiales reciclados en sus procesos productivos, reduciendo la dependencia de materia prima virgen.

Fórmula:
$$\text{Frecuencia de monitoreo (\%)} = \left(\frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Material total utilizado (kg)}}\right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **IoT:** Monitorea el consumo en tiempo real.
- ☐ **ERP:** Ajusta planes operativos para reducir consumos innecesarios.
- ☐ **PLC's:** Optimiza el tiempo de operación de maquinaria.
- ☐ **Realidad Aumentada:** Mejora el entrenamiento, reduciendo tiempo de pruebas.
- ☐ **Impresión 3D:** Minimiza el desperdicio de materiales y reduce energía requerida en manufactura tradicional.

Meta ideal: Cumplir el 100 % del plan de monitoreo anual.

Indicadores para evaluar el Control de Emisiones

4. Incremento en la reutilización de recursos

Objetivo: Evaluar el nivel de impacto ambiental de los residuos generados en términos de emisiones, toxicidad y tratamiento adecuado.

Fórmula:
$$Reutilización = \left(\frac{Materiles\ reutilizados\ (kg)}{Materiales\ totales\ utilizados\ (kg)} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **ERP y WMS:** Rastrear el flujo de materiales reciclados y su integración en procesos productivos.
- ☐ **RFID:** Permite trazabilidad de materiales reutilizados.
- ☐ **Big Data:** Identifica patrones y oportunidades de reutilización.
- ☐ **Impresión 3D:** Reutiliza plásticos para fabricación de nuevos componentes.

Meta ideal: Reutilizar al menos un 30 % de material en dos años.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores para la Conservación de la Biodiversidad

Considerando que la actividad industrial puede alterar los ecosistemas naturales. Los indicadores en esta área evalúan la gestión de áreas verdes, la preservación de especies en zonas de influencia, la efectividad de programas de reforestación y la reducción de residuos plásticos en el entorno. Estas métricas permiten medir la capacidad de las empresas para minimizar su impacto y restaurar los ecosistemas afectados.

Tabla 141.

KPI's para la Conservación de la Biodiversidad

Indicadores para evaluar la Conservación de la Biodiversidad	
1. Índice de áreas verdes conservadas	
Objetivo:	Medir el porcentaje de áreas verdes de la empresa que se mantienen sin alteración o con medidas de conservación adecuadas.
Fórmula:	$\text{Índice de conservación (\%)} = \left(\frac{\text{Área verde conservada}(m^2)}{\text{Área verde total}(m^2)} \right) \times 100$
Tecnología aplicable:	☐ IoT y Sensores: Monitoreo de la calidad del suelo, humedad y vegetación. ☐ Big Data: Análisis de tendencias en conservación de áreas verdes. ☐ Gemelos Digitales: Simulación del impacto de actividades industriales en áreas naturales. ☐ Drones: Inspección remota del estado de áreas verdes. ☐ Business Intelligence: Generación de reportes sobre conservación de espacios ecológicos. ☐ Conectividad 5G: Transmisión en tiempo real de datos de monitoreo ambiental.
Meta ideal:	Mantener al menos el 90 % de las áreas verdes en buen estado.

Indicadores para evaluar la Conservación de la Biodiversidad

2. Tasa de especies protegidas en el área de influencia

Objetivo: Evaluar la presencia y conservación de especies protegidas dentro del entorno de la empresa.

Fórmula:
$$\text{Reducción de residuos} = \left(\frac{\text{Número de especies protegidas identificadas}}{\text{Número total de especies registradas}} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **Big Data y Machine Learning:** Análisis de patrones de biodiversidad y cambios en poblaciones.
- ☐ **Gemelos Digitales:** Modelado de escenarios para evaluar impacto sobre especies locales.
- ☐ **Conectividad 5G:** Comunicación en tiempo real entre sensores y sistemas de monitoreo.
- ☐ **Inteligencia Artificial:** Identificación de especies mediante procesamiento de imágenes y sonidos ambientales.
- ☐ **Business Intelligence:** Reportes sobre cambios en la fauna del área de influencia.

Meta ideal: Conservar al menos el 80 % de las especies protegidas registradas.

3. Tasa de reforestación en áreas afectadas

Objetivo: Medir el avance en la recuperación de áreas impactadas por las actividades industriales mediante programas de reforestación.

Fórmula:
$$\text{Tasa de reutilización} = \left(\frac{\text{Árboles plantados y sobrevivientes}}{\text{Árboles plantados inicialmente}} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **IoT y Sensores:** Medición de humedad y calidad del suelo en áreas reforestadas.
- ☐ **Big Data:** Evaluación del éxito de programas de reforestación mediante datos históricos.
- ☐ **Drones:** Supervisión aérea de la reforestación y análisis de crecimiento de vegetación.
- ☐ **Gemelos Digitales:** Simulación del impacto de la reforestación en la restauración de ecosistemas.
- ☐ **Machine Learning:** Predicción de tasas de supervivencia de árboles plantados en distintas condiciones.
- ☐ **Business Intelligence:** Creación de reportes detallados sobre la efectividad de las campañas de reforestación.

Meta ideal: Lograr una tasa de supervivencia del 75 % de árboles plantados en tres años.

Indicadores para evaluar la Conservación de la Biodiversidad

4. Reducción de residuos plásticos en el entorno natural

Objetivo: Evaluar la cantidad de residuos plásticos generados por la empresa que se eliminan correctamente y no contaminan el entorno.

Fórmula:
$$Impacto\ ambiental = \left(\frac{Residuos\ tratados\ adecuadamente(kg)}{Total\ de\ residuos\ generados(kg)} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **ERP y WMS:** Gestión de residuos desde su generación hasta su disposición final.
- ☐ **IoT y Sensores:** Detección y clasificación automática de residuos plásticos en el entorno.
- ☐ **RFID y Código de Barras:** Trazabilidad de residuos plásticos reciclables.
- ☐ **Big Data e Inteligencia Artificial:** Análisis de patrones de generación y eliminación de residuos.
- ☐ **Impresión 3D:** Reutilización de plásticos reciclados en procesos de manufactura.
- ☐ **Simulación de Procesos (Gemelos Digitales):** Modelado de estrategias de reducción de residuos plásticos.
- ☐ **Business Intelligence:** Reportes detallados sobre la efectividad de los programas de reducción de residuos.

Meta ideal: Recuperar el 90 % de los residuos plásticos generados en un año.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores para la Mitigación de Impactos Climáticos

Se enfoca en la eficiencia en la gestión de residuos sólidos, la transición hacia fuentes de energía renovable y la reutilización de materiales en los procesos productivos. Estos indicadores buscan analizar la emisión de gases de efecto invernadero y promover el uso responsable de los recursos, alineando las operaciones industriales con los objetivos de sostenibilidad global.

Tabla 142.

KPI's para la Mitigación de Impactos Climáticos

Indicadores para evaluar la Mitigación de Impactos Climáticos	
1. Reducción del Consumo Energético por Unidad Producida	
Objetivo:	Medir la eficiencia energética en la producción, asegurando una reducción en el uso de electricidad por cada unidad fabricada.
Fórmula:	$\text{Consumo energético por unidad} = \frac{\text{Consumo total de energía (kWh)}}{\text{Unidades producidas}}$
Tecnología aplicable:	☐ ERP: Registro y monitoreo del consumo energético. ☐ IoT y Sensores: Medición en tiempo real del uso de energía en maquinaria. ☐ Big Data: Análisis de tendencias en consumo y detección de desperdicios energéticos. ☐ PLC's: Automatización eficiente de maquinaria para optimizar consumo eléctrico. ☐ Business Intelligence: Generación de reportes comparativos sobre eficiencia energética. ☐ Simulación de Procesos (Gemelos Digitales): Modelado de eficiencia energética antes de realizar ajustes.
Meta ideal:	Reducir el consumo energético en 15 % por unidad producida en tres años.

Indicadores para evaluar la Mitigación de Impactos Climáticos

2. Reducción de la Generación de Residuos Industriales

Objetivo: Cuantificar la disminución de residuos generados por cada unidad de producción, optimizando el uso de materiales.

Fórmula:
$$\text{Reducción de residuo} = \left(\frac{\text{Residuos generados antes (kg)} - \text{Residuos generados después (kg)}}{\text{Residuos generados antes (kg)}} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **ERP:** Registro del volumen de residuos generados y reutilizados.
- ☐ **WMS:** Optimización del almacenamiento de materiales para evitar desperdicio.
- ☐ **IoT y Sensores:** Monitoreo en tiempo real de la generación de residuos.
- ☐ **Big Data:** Identificación de patrones de desperdicio y optimización de procesos.
- ☐ **Impresión 3D:** Rediseño de componentes para reducir material de descarte.
- ☐ **Business Intelligence:** Reportes sobre eficiencia en la reducción de residuos.

Meta ideal: Reducir en 25 % la generación de residuos industriales en tres años.

3. Eficiencia en el Uso y Reutilización de Agua

Objetivo: Medir la eficiencia en la reducción del consumo de agua y el incremento en su reutilización dentro de los procesos industriales.

Fórmula:
$$\text{Eficiencia hídrica (\%)} = \left(\frac{\text{agua reutilizada (m}^3\text{)}}{\text{agua total consumida (m}^3\text{)}} \right) \times 100$$

Tecnología aplicable:

- ☐ **IoT y Sensores:** Monitoreo en tiempo real del consumo y calidad del agua.
- ☐ **Big Data:** Análisis del uso del agua en procesos y detección de fugas.
- ☐ **PLC's:** Automatización de sistemas de recirculación de agua.
- ☐ **Simulación de Procesos (Gemelos Digitales):** Modelado de estrategias de reutilización.
- ☐ **Business Intelligence:** Generación de reportes sobre reducción del consumo de agua.
- ☐ **ERP:** Gestión de datos sobre eficiencia hídrica.

Meta ideal: Alcanzar un 35 % de reutilización de agua en cinco años.

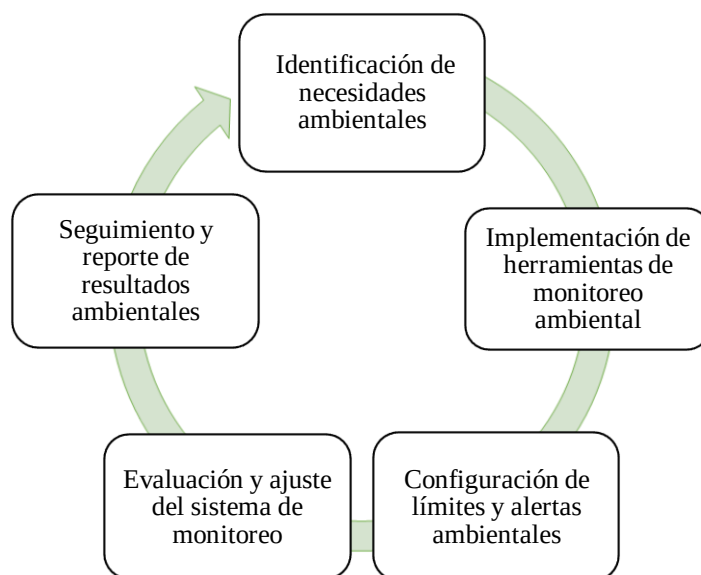
Fuente: Elaboración propia.

13.2.4.1.2. Implementación de Sistemas de Monitoreo

En el contexto de la Industria 4.0, este sistema metodológico tiene como objetivo establecer un proceso estructurado para la supervisión y control de los impactos ambientales en la industria del plástico, enfocándose en el consumo energético, la generación de residuos y las emisiones.

Figura 73.

Monitoreo y Control Ambiental



Fuente: Elaboración propia.

Sistema Metodológico para el Monitoreo Ambiental en la Industria del Plástico

Tabla 143.

Programa Metodológico para Monitoreo Ambiental

1. Identificación de necesidades ambientales	
1.1. Determinación de aspectos ambientales críticos	• Evaluar los procesos que generan mayor impacto ambiental, como el consumo de energía, generación de residuos y emisiones. • Establecer objetivos ambientales claros, alineados con las normativas y compromisos de sostenibilidad de la empresa.
1.2. Priorización de áreas clave	• Definir qué procesos productivos requieren un monitoreo más riguroso según su potencial impacto ambiental. • Establecer puntos de control en áreas críticas como producción, almacenamiento y disposición de residuos.
2. Implementación de herramientas de monitoreo ambiental	
2.1. Selección de métodos de medición adecuados	• Identificar herramientas de monitoreo para el consumo energético, calidad del aire y generación de residuos. • Considerar equipos de medición compatibles con las condiciones de operación de la empresa.
2.2. Integración con procesos actuales	• Incorporar herramientas de monitoreo sin interrumpir la operación habitual. • Asegurar la recopilación continua de datos ambientales en tiempo real.
3. Configuración de límites y alertas ambientales	
3.1. Establecimiento de parámetros ambientales	• Definir valores máximos y mínimos aceptables para cada indicador ambiental monitoreado. • Ajustar límites según regulaciones ambientales y políticas internas de sostenibilidad.
3.2. Automatización de alertas	• Configurar notificaciones automáticas en caso de desviaciones significativas. • Establecer protocolos de respuesta inmediata ante contingencias ambientales.
4. Evaluación y ajuste del sistema de monitoreo	
4.1. Pruebas piloto	• Realizar un monitoreo inicial en áreas seleccionadas para verificar la precisión de los datos obtenidos. • Ajustar equipos y procedimientos según los resultados preliminares.
4.2. Optimización del sistema	• Revisar periódicamente los datos obtenidos para identificar tendencias y oportunidades de mejora. • Ajustar el monitoreo conforme evolucionen las necesidades ambientales de la empresa.

5. Seguimiento y reporte de resultados ambientales

5.1. Análisis de datos ambientales	• Comparar los resultados obtenidos con los objetivos establecidos. • Evaluar el progreso en la reducción del impacto ambiental.
5.2. Documentación y mejora continua	• Generar reportes periódicos para la toma de decisiones estratégicas. • Implementar acciones correctivas y nuevas estrategias ambientales según los hallazgos del monitoreo.

Fuente: Elaboración propia.

13.3. Evaluación Social

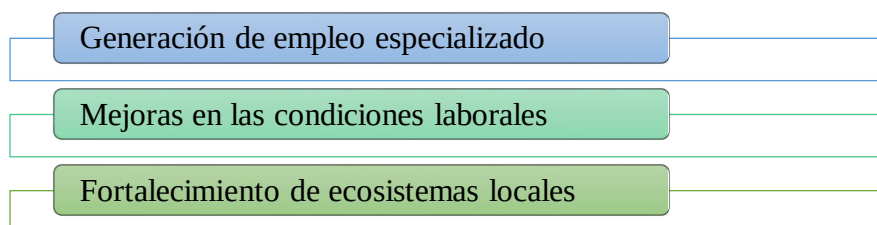
La aplicación de tecnologías 4.0 en la industria del plástico de El Salvador presenta un potencial significativo para transformar las dinámicas sociales y económicas del sector. Estas tecnologías tienen la capacidad de optimizar procesos, reducir costos y mejorar la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, también plantean desafíos sociales que deben ser abordados para asegurar que su implementación sea inclusiva y beneficiosa para todos los actores involucrados.

13.3.1. Beneficios Sociales

Los beneficios sociales son las ventajas o impactos positivos que una acción, política, proyecto o tecnología genera en la sociedad, contribuyendo al bienestar general, la equidad, y el desarrollo sostenible. Estos beneficios se reflejan en la mejora de la calidad de vida de las personas, el fortalecimiento de las comunidades, la promoción de la inclusión social y la reducción de desigualdades. A continuación, se presentan los beneficios sociales de la aplicación de tecnologías 4.0 en la industria del plástico del país:

Figura 74.

Beneficios Sociales de la Aplicación de Tecnologías 4.0



Fuente: Elaboración propia.

13.3.1.1. Generación de Empleo Especializado

La adopción de tecnologías 4.0 fomenta la creación de nuevos puestos de trabajo en áreas como el mantenimiento de sistemas automatizados, programación de *robots* industriales y análisis de datos. Este cambio puede promover la formación de una fuerza laboral más cualificada y competitiva en el mercado global.

13.3.1.2. Mejoras en las Condiciones Laborales

Las tecnologías avanzadas pueden reducir la exposición de los trabajadores a tareas peligrosas y repetitivas, mejorando su calidad de vida y reduciendo los accidentes laborales.

13.3.1.3. Fortalecimiento de Ecosistemas Locales

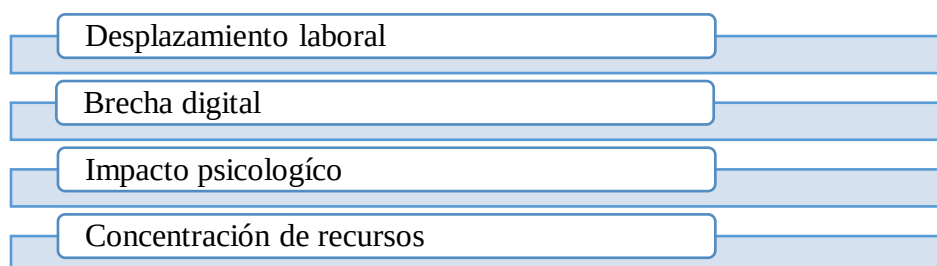
La tecnología puede incentivar la colaboración entre empresas, universidades y organismos gubernamentales, creando un ecosistema más robusto para el desarrollo industrial.

13.3.2. Riesgos Sociales

Los riesgos sociales son los posibles efectos negativos o impactos adversos que una acción, política, proyecto o tecnología puede tener sobre las personas, las comunidades o la sociedad en general. Estos riesgos pueden manifestarse en la generación de desigualdades, exclusión social, pérdida de empleos, conflictos sociales, deterioro de la calidad de vida o vulneración de derechos fundamentales. A continuación, se describen los riesgos sociales identificados:

Figura 75.

Riesgos Sociales Identificados



Fuente: Elaboración propia.

Desplazamiento Laboral: La automatización de procesos puede llevar a la pérdida de empleos tradicionales, especialmente en sectores con alta dependencia de mano de obra no cualificada.

Brecha Digital: Las desigualdades en el acceso a la tecnología pueden excluir a ciertos sectores de la población, exacerbando la inequidad económica y social.

Impacto Psicológico: La adaptación a nuevos sistemas tecnológicos puede generar ansiedad y estrés en los trabajadores, particularmente aquellos con menor experiencia en tecnologías avanzadas.

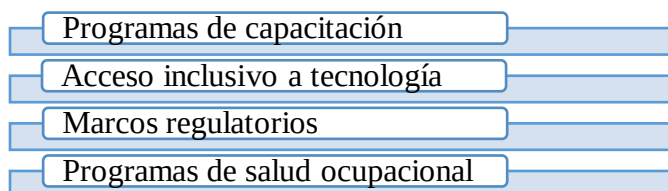
Concentración de Recursos: Existe el riesgo de que grandes empresas centralicen el control de los recursos y beneficios generados por la implementación de tecnologías 4.0, dejando algunas empresas y comunidades vulnerables en desventaja.

13.3.3. Mitigación de Riesgos

Para abordar estos riesgos, es crucial implementar estrategias integrales que incluyan:

Figura 76.

Estrategias de Mitigación de Riesgos Sociales



Fuente: Elaboración propia.

Programas de Capacitación: Invertir en educación técnica y formación continua para que los trabajadores actuales puedan adaptarse a los nuevos requerimientos laborales.

Acceso Inclusivo a Tecnología: Promover iniciativas gubernamentales y privadas que garanticen el acceso equitativo a tecnologías avanzadas, para las empresas y comunidades.

Marcos Regulatorios: A nivel gubernamental se deben establecer políticas públicas que fomenten el uso ético de las tecnologías y protejan los derechos laborales de los empleados afectados por la automatización.

Programas de Salud Ocupacional: Implementar estrategias de apoyo psicológico y bienestar para reducir el impacto emocional de los cambios tecnológicos en los trabajadores.

13.3.4. Evaluación del Impacto Social

Para evaluar socialmente la implementación de tecnologías 4.0 en una empresa específica de la industria del plástico en El Salvador, se propone la siguiente metodología:

Figura 77.

Metodología para la Evaluación Social



Fuente: Elaboración propia.

1. Evaluación de impactos sociales

- Analizar el impacto de las tecnologías en las condiciones laborales, niveles de empleo y oportunidades de capacitación.
- Revisar datos sobre el acceso y uso de tecnologías por parte de la comunidad local.
- Identificar posibles brechas digitales y desigualdades.
- Analizar los efectos psicológicos y sociales en los trabajadores.

2. Análisis de Indicadores Clave

- Número de empleos desplazados
- Número de trabajadores capacitados en tecnologías 4.0.
- Nivel de satisfacción de los empleados y la comunidad respecto al impacto tecnológico.

3. Monitorear periódicamente los indicadores clave

- El monitoreo será esencial para verificar el comportamiento de los indicadores a lo largo del tiempo, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones.

14. Aplicación de las Evaluaciones al Caso Práctico

En este caso, se aplican las evaluaciones desarrolladas previamente para identificar los costos y beneficios económicos, los impactos ambientales asociados al consumo energético, la gestión de residuos y el control de emisiones, y las repercusiones sociales.

Tabla 144.

Ficha Técnica de la Empresa de Estudio

ALCANCES Y DATOS RELEVANTES	
Objetivo:	Establecer los límites de la evaluación para la empresa seleccionada, considerando las tecnologías 4.0 y su impacto en la sostenibilidad.
DATOS GENERALES:	
Tamaño:	Gran Empresa
Ubicación:	La Libertad
Clasificación:	Fabricación de escobas y cepillos
DATOS DE INTERÉS:	
Procesos por evaluar:	Extrusión, Inyección, Ensamble, Mantenimiento, Logística y Ventas
Áreas Críticas:	Producción, Operaciones, Ventas, TI, Mantenimiento, Administración, Finanzas y Recursos Humanos.
Tecnologías involucradas:	1. Internet de las Cosas (IoT) 2. <i>Big Data</i> 3. Inteligencia Artificial (IA) 4. <i>Machine Learning</i> 5. Automatización Robótica 6. Robótica Colaborativa 7. Realidad Aumentada (AR) 8. Realidad Virtual (VR) 9. Gemelos Digitales 10. Ciberseguridad 11. Impresión 3D 12. Conectividad 5G 13. Sistema ATS (<i>Applicant Tracking System</i>) 14. <i>Chatbots</i>

Fuente: Elaboración propia.

14.1. Evaluación Económica

14.1.1. Inversión del Proyecto

En la etapa de diseño, se realizó una Validación Técnica de la Guía, permitiendo evaluar la realidad tecnológica de una empresa del sector plástico. Como resultado de esta evaluación, se determinó que dicha empresa se encuentra en el Nivel 2.

Tabla 145.

Rangos para el Nivel Tecnológico - Caso Práctico

Nivel tecnológico	Rango
Nivel 1: básico	0 – 60
Nivel 2: intermedio	61 – 127
Nivel 3: avanzado	128 – 187

Fuente: Elaboración propia.

Esta iniciativa se centra en la automatización y digitalización de operaciones para aumentar la eficiencia, reducir los tiempos de producción y mejorar la calidad del producto final.

Los costos de implementación del proyecto estarán determinados por las tecnologías identificadas durante la etapa de diseño, las cuales son las siguientes:

Tabla 146.

Tecnologías 4.0 del Caso Práctico

N.º	Tecnología	N.º	Tecnología
1	Internet de las Cosas (IoT)	8	Realidad Virtual (VR)
2	Big Data	9	Gemelos Digitales
3	Inteligencia Artificial (IA)	10	Ciberseguridad
4	Machine Learning	11	Impresión 3D
5	Automatización Robótica	12	Conectividad 5G
6	Robótica Colaborativa	13	Sistema ATS (Applicant Tracking System)
7	Realidad Aumentada (AR)	14	Chatbot's

Fuente: Elaboración propia.

14.1.1.1. Inversión Fija Tangible

• Costos de equipos y dispositivos

A continuación, se detallan los costos estimados asociados a la adquisición de equipos y dispositivos necesarios para la implementación de las tecnologías seleccionadas.

Tabla 147.

Costos de Equipos y Dispositivos

Equipos y Dispositivos									
Costo de Adquisición	Sensores	Actuadores	Infraestructura centralizada (servidores)	Co-bots, robots y accesorios	Gafas AR, y Gafas VR	Hardware para simulación (monitor, simulador)	Firewalls y hardware de encriptación	Impresoras 3D y consumibles	Antenas y equipos compatibles
Valor FOB	\$ 62,500		\$ 42,350	\$ 85,000	\$ 45,000	\$ 56,880	\$ 33,000	\$ 78,000.00	\$ 103,955.51
Costo de adquisición		\$ 35,000							
Flete	\$ 1,300			\$ 1,500.00	\$ 500.	\$ 1,415.00	\$ 950	\$ 1,100.00	\$ 1,050
Seguro	\$ 500			\$ 750.00	\$ 40	\$ 215.	\$ 230	\$ 710.00	\$ 350
Valor CIF	\$ 64,300	\$ -	\$ 42,350.00	\$ 87,250	\$ 45,540.00	\$ 58,510	\$ 34,180	\$ 79,810.00	\$ 105,355
DAI									
IVA	\$ 8,359	\$ -	\$ 5,505	\$ 11,342.50	\$ 5,920.20	\$ 7,606.30	\$ 4,443.40	\$ 10,375.30	\$ 13,696.22
Costo de manejo local	\$ 200	\$ 95	\$ 250	\$ 250	\$ 200	\$ 250	\$ 250	\$ 300.00	\$ 300
Totales	\$ 72,859	\$ 35,095	\$ 48,105.50	\$ 98,842.50	\$ 51,660.20	\$ 66,366.30	\$ 38,873.40	\$ 90,485.30	\$ 119,351.73
Costo de adquisición total					\$ 621,638.93				

Fuente: MTECH - Tienda de Artículos Informáticos (2025).

• **Costos de infraestructura (Remodelación)**

Para los costos de infraestructura en términos de remodelación necesarios para implementar las 14 tecnologías previamente mencionadas, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 148.

Costos de Infraestructura

Tecnología	Descripción	Costo
Internet de las Cosas (IoT)	Cableado, montaje de sensores, y ajustes eléctricos para conectar dispositivos <i>IoT</i> .	-
Big Data	Ampliación o adecuación de espacios para servidores de almacenamiento y procesamiento.	\$ 15,250.00
Inteligencia Artificial (IA)	Adaptación de espacios para <i>hardware</i> especializado como GPU's y climatización básica.	\$ 13, 200.00
Machine Learning	Mejoras en la infraestructura eléctrica para servidores	-
Automatización Robótica	Modificación de líneas de producción para incluir <i>robots</i> y garantizar acceso seguro.	\$ 21,500.00
Robótica Colaborativa	Creación de espacios seguros y accesibles para <i>co-bots</i> y equipos auxiliares.	\$ 25,000.00
Realidad Aumentada (AR)	Ajustes menores en estaciones de trabajo para usuarios de AR y mejora de iluminación.	\$ 11,150.00
Realidad Virtual (VR)	Creación de áreas dedicadas con aislamiento acústico y soporte para simuladores.	\$ 24,300.00
Gemelos Digitales	Espacios para monitoreo en tiempo real.	\$ 15,600.00
Ciberseguridad	Espacios seguros para <i>hardware</i> de seguridad, como <i>firewalls</i> físicos y control de acceso.	\$ 22,500.00
Impresión 3D	Áreas ventiladas y seguras para impresoras 3D y almacenamiento de materiales.	\$ 47,500.00
Conectividad 5G	Habilitar conectividad 5G en toda planta	-
Sistema ATS	Espacios pequeños para <i>hardware</i> adicional o integración con sistemas existentes.	-
Chatbots	Ajustes mínimos para integración de <i>software</i> en la infraestructura de servidores.	-
Costos de infraestructura (remodelación)		\$ 196,000.00

Fuente: Implicaciones de la industria 4.0 para la infraestructura (2023).

Tabla 149.*Inversión Fija Tangible*

Inversión fija tangible	
Equipos y dispositivos	\$ 621,638.93
Infraestructura (Remodelación)	\$ 196,000.00
Inversión Fija Tangible Totales	\$ 817,638.93

Fuente: Elaboración propia.

El total de la inversión fija intangible que presenta el caso práctico para migrar de un nivel intermedio a un nivel avanzado es de \$ 817,638.93

14.1.1.2. Inversión Fija Intangible

- **Costos de planificación y coordinación**

A continuación, se detallan los costos de planificación y coordinación para la implementación de tecnologías 4.0 para el caso práctico. Para calcularlo se ha considerado el salario promedio por día para el equipo de implementación que estará a cargo de las siguientes actividades:

Tabla 150.*Costos de Planificación y Coordinación*

Actividad	Costo (salario)	Cantidad de personas	Duración (días)	Costo total
Autoevaluación de situación actual	\$ 31.66	10	3	\$ 949.80
Determinación de nivel tecnológico	\$ 31.66	4	2	\$ 253.28
Formación de equipo de trabajo	\$ 31.66	3	2	\$ 189.96
Planificación estratégica	\$ 28.33	2	2	\$ 113.32
Costo Total				\$ 1,506.36

Fuente: Elaboración propia.

• **Costos de capacitación del personal**

Los costos se han obtenido según valoraciones del mercado para este tipo de capacitaciones. A continuación, se detallan los costos de capacitación del personal para la implementación de tecnologías 4.0 para el caso práctico:

Tabla 151.

Costos de Capacitación

Tecnologías por implementar	Costo por capacitación	Tiempo necesario (Semanas)	Cantidad de personas	Costo total
Internet de las Cosas (<i>IoT</i>)	\$ 635.00	6	6	\$ 3,810
<i>Big Data</i>	\$ 635.00	3	6	\$ 3,810
Inteligencia Artificial (IA)	\$ 635.00	6	6	\$ 3,810
<i>Machine Learning</i>	\$ 977.00	6	6	\$ 5,862
Automatización Robótica	\$ 635.00	6	6	\$ 3,810
Robótica Colaborativa	\$ 635.00	6	6	\$ 3,810
Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR)	\$ 635.00	6	6	\$ 3,810
Gemelos Digitales	\$ 635.00	6	6	\$ 3,810
Ciberseguridad	\$ 635.00	6	6	\$ 3,810
Impresión 3D	\$ 635.00	6	6	\$ 3,810
Conectividad 5G	\$ 635.00	8	6	\$ 3,810
Sistema <i>ATS</i>	\$ 635.00	6	6	\$ 3,810
<i>Chatbots</i>	\$ 635.00	3	6	\$ 3,810
Costo Total				\$ 55,392

Fuente: TECH - Universidad Tecnológica (2024).

• **Costos de consultorías e instalación**

El costo de consultoría e instalación para la implementación de tecnologías 4.0 varía significativamente según factores como la industria, la tecnología específica, el alcance del proyecto, el nivel de personalización requerido y la experiencia del proveedor de servicios. Sin embargo, con base en datos de mercado se puede estimar los siguientes costos:

Tabla 152.

Costos de Consultoría e Instalación

Tecnología	Costo por Evaluación	Costo de Instalación y Configuración	Documentación	Costo Total
Internet de las Cosas (IoT)	\$ 500.00	\$ 12,000.00	\$ 800.00	\$ 13,300.00
Big Data	\$ 600.00	\$ 12,500.00	\$ 1,000.00	\$ 14,100.00
Inteligencia Artificial (IA)	\$ 700.00	\$ 15,000.00	\$ 1,200.00	\$ 16,900.00
Machine Learning	\$ 700.00	\$ 9,000.00	\$ 1,200.00	\$ 10,900.00
Automatización Robótica	\$ 500.00	\$ 20,127.44	\$ 1,200.00	\$ 21,827.44
Robótica Colaborativa	\$ 600.00	\$ 2,500.00	\$ 800.00	\$ 3,900.00
Realidad Aumentada (AR)	\$ 400.00	\$ 11,500.00	\$ 1,000.00	\$ 12,900.00
Realidad Virtual (VR)	\$ 400.00	\$ 11,500.00	\$ 600.00	\$ 12,500.00
Gemelos Digitales	\$ 800.00	\$ 10,500.00	\$ 1,500.00	\$ 12,800.00
Ciberseguridad	\$ 500.00	\$ 12,000.00	\$ 800.00	\$ 13,300.00
Impresión 3D	\$ 400.00	\$ 21,800.00	\$ 600.00	\$ 22,800.00
Conectividad 5G	\$ 600.00	\$ 11,500.00	\$ 1,000.00	\$ 13,100.00
Sistema ATS	\$ 300.00	\$ 8,000.00	\$ 500.00	\$ 8,800.00
Chatbots	\$ 300.00	\$ 6,000.00	\$ 500.00	\$ 6,800.00
Costos de consultoría e instalación Totales				\$ 183,927.44

Fuente: DATEC (2024).

• **Bonos al equipo de trabajo**

A continuación, se detallan los bonos a otorgar al equipo de trabajo por colaborar con la implementación de tecnologías 4.0 para el caso práctico:

Tabla 153.

Bonos al Equipo de Trabajo

Puesto	Salario	Porcentaje de bono	Bono
Director de Administración Corporativa	\$ 1,300.00	10 %	\$ 130.00
Líder de proyecto	\$ 800.00	10 %	\$ 80.00
Coordinador de Capacitación y Desarrollo	\$ 900.00	10 %	\$ 90.00
Jefe de producción	\$ 975.00	10 %	\$ 97.500
Jefe de ventas	\$ 1,050.00	10 %	\$ 105.00
Coordinador de soporte técnico	\$ 1,000.00	10 %	\$ 100.00
Costo Total			\$ 602.50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 154.

Inversión Fija Intangible

Inversión Fija Intangible	
Costos de planificación y coordinación	\$ 1,506.36
Costos de capacitación del personal	\$ 55,392
Costos de consultorías e instalación	\$ 183,927.44
Bonos al equipo de trabajo	\$ 602.50
Inversión Fija Intangible Total	\$ 241,428.30

Fuente: Elaboración propia.

El total de la inversión fija intangible que presenta el caso práctico para migrar de un nivel intermedio a un nivel avanzado es de **\$ 241,428.30**

A continuación, se presentan los costos totales del proyecto.

Tabla 155.

Inversión Total del Proyecto

INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO		
	CONCEPTO	COSTO
INVERSIÓN FIJA TANGIBLE	Equipos y dispositivos	\$ 621,638.93
	Costos de infraestructura	\$ 196,000.00
	Inversión Fija Tangible Total	\$ 817,638.93
INVERSIÓN FIJA INTANGIBLE	Costos de planificación y coordinación	\$ 1,506.36
	Capacitación del personal	\$ 55,392
	Consultorías e instalación	\$ 183,927.44
	Bonos al equipo de trabajo	\$ 602.50
	Inversión Fija Intangible Total	\$ 241,428.30
	Inv. Fija Tangible + Inv. Fija Intangible	\$ 1,059,067.23
	Imprevistos 5.36 %	\$ 56,792.77
	Inversión Total del Proyecto	\$ 1,115,860

Fuente: Elaboración propia.

El total de la inversión para implementar las soluciones necesarias y migrar a la empresa de plásticos de un nivel intermedio a un nivel avanzado es de \$ 1,115,860, considerando un 5.36 % adicional para imprevistos. De esta inversión, \$ 817,638.93 corresponden a inversión fija tangible y \$ 241,428.30 a inversión fija intangible, incluyendo capacitación, asesoría externa y costos de configuración, migración, instalación e integración de tecnologías.

14.1.1.3. Financiamiento

Considerar el financiamiento es fundamental para el éxito de cualquier proyecto o iniciativa empresarial, especialmente cuando se trata de la implementación de nuevas tecnologías.

Tener acceso a financiamiento permite a las empresas crear un plan financiero sólido. Esto implica una mejor gestión de los recursos, la optimización de los flujos de caja y la capacidad de abordar cualquier necesidad de capital a medida que surjan.

A continuación, se presentan diferentes fuentes de financiamiento a las que se puede optar a un financiamiento en El Salvador:

Tabla 156.
Financiamiento del Proyecto

Fuente de Financiamiento	Descripción	Tasas de Interés	Plazo	Requisitos	Condiciones Relevantes	Mejores opciones del mercado al 2024
Instituciones Financieras Estatales Privadas	Ofrecen créditos para adquisición de activos, capital de trabajo, entre otros.	Varían según la institución y el tipo de crédito.	Corto, mediano o largo plazo, según el crédito.	Documentación legal de la empresa, plan de negocio, garantías.	Requieren análisis de crédito y garantías.	Bancos: Banco Agrícola, Banco de América Central (BAC), Banco Davivienda, Banco Popular. Cajas de Crédito: Caja de Crédito de La Libertad, Caja de Crédito de San Vicente.

Fuente de Financiamiento	Descripción	Tasas de Interés	Plazo	Requisitos	Condiciones Relevantes	Mejores opciones del mercado al 2024
Micro prestamistas	Especializados en créditos para micro y pequeñas empresas.	Generalmente más altas que en bancos tradicionales.	Corto plazo.	Registro de la empresa, plan de negocio, garantías mínimas.	Procesos ágiles y menos requisitos formales.	Fundación de Crédito a la Microempresa (FUNDAMICRO), Microempresa El Salvador.
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Ofrece financiamiento a largo plazo para proyectos de desarrollo económico y social.	Tasas competitivas.	Largo plazo.	Proyecto viable, impacto social y económico positivo.	Requiere presentación detallada del proyecto y seguimiento.	Programas BID: BID Invest, Programa de Innovación para el Desarrollo de El Salvador.
BANDESAL (Banco de Desarrollo de El Salvador)	Proporciona créditos y garantías para PYMES.	Tasas preferenciales.	Según el tipo de crédito.	Registro de la empresa, plan de negocio, garantías.	Facilita acceso a financiamiento para PYMES.	Línea de Crédito para Innovación y Tecnología (BANDESAL).
Programas de Apoyo a Emprendedores	Iniciativas gubernamentales y privadas que brindan financiamiento y asesoría.	Varían según el programa.	Depende del programa.	Ser emprendedor o PYME, presentar proyecto innovador.	Ofrecen mentoría y vinculación con inversionistas.	CONAMYPE (Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa), Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES).

Fuente de Financiamiento	Descripción	Tasas de Interés	Plazo	Requisitos	Condiciones Relevantes	Mejores opciones del mercado al 2024
Crowdfunding	Financiamiento colectivo a través de plataformas en línea.	No aplica.	Depende de la campaña.	Presentación atractiva del proyecto, metas claras.	Requiere estrategia marketing efectiva.	de Plataformas: Kickstarter, GoFundMe, Indiegogo (aunque no específicas para El Salvador, pueden ser utilizadas por emprendedores locales).
Incentivos Fiscales	Beneficios tributarios para empresas que invierten en innovación y tecnología.	No aplica.	No aplica.	Actividades en sectores tecnológicos definidos por la ley.	Exoneración de impuestos y otros beneficios fiscales.	Programas gubernamentales: Ley de Fomento a la Innovación y Manufactura de Tecnología.

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso práctico, el financiamiento estaría estructurado de la siguiente manera:

Inversión Total del Proyecto= \$ 1,115,860.00	
El 30% de la inversión será asumido con capital propio de la empresa \$ 334,758	Para el 70% de inversión se buscará financiamiento \$ 781,102

14.1.2. Costos Operacionales de las Tecnologías 4.0

14.1.2.1. Costos de Depreciación

- **Depreciación:**

La depreciación es un método contable utilizado para distribuir el costo de un activo tangible durante su vida útil estimada. Este análisis considera una vida útil variable para cada equipo, lo que significa que la depreciación anual se calcula en función del tiempo estimado que el activo estará en uso antes de necesitar reemplazo o quedar obsoleto.

Fórmula utilizada:

$$\text{Depreciación Anual} = \frac{\text{Costo Inicial}}{\text{Vida Util}}$$

Es importante considerar los siguientes valores de vida útil y porcentaje de depreciación anual, indicados en la Ley del Impuesto sobre la renta de El Salvador:

- **Equipos de cómputo y tecnología:** tasa de depreciación 50 % anual, vida útil de 2 años.
- **Maquinaria y equipo industrial:** tasa de depreciación 20 % anual, vida útil de 5 años.
- **Infraestructura y mobiliario:** tasa de depreciación 10 % anual, vida útil de 10 años.

A continuación, se detallan los equipos junto con su respectiva depreciación anual, calculada en función de su costo inicial y la vida útil asignada por la Ley del Impuesto sobre la Renta de El Salvador.

Tabla 157.

Costos de Depreciación

Equipo	Costo inicial (\$)	Vida útil (años)	Depreciación anual (\$) año 1	Depreciación anual (\$) año 2	Depreciación anual (\$) año 3	Depreciación anual (\$) año 4	Depreciación anual (\$) año 5
Sensores	\$ 13,364.50	2	\$ 6,682.25	\$ 6,682.25	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Actuadores	\$ 995.00	2	\$ 497.50	\$ 497.50	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Infraestructura centralizada (servidores)	\$ 30,760.00	10	\$ 3,076.00	\$ 3,076.00	\$ 3,076.00	\$ 3,076.00	\$ 3,076.00
Co-bots, robots y accesorios	\$ 53,642.50	5	\$ 10,728.50	\$ 10,728.50	\$ 10,728.50	\$ 10,728.50	\$ 10,728.50
Gafas AR, y Gafas VR	\$ 5,330.20	2	\$ 2,665.10	\$ 2,665.10	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Hardware para simulación	\$ 26,386.90	2	\$ 13,193.45	\$ 13,193.45	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Firewalls y hardware de encriptación	\$ 27,573.40	2	\$ 13,786.70	\$ 13,786.70	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Impresoras 3D y consumibles	\$ 37,375.30	5	\$ 7,475.06	\$ 7,475.06	\$ 7,475.06	\$ 7,475.06	\$ 7,475.06
Antenas y equipos compatibles	\$ 47,082.00	5	\$ 9,416.4	\$ 9,416.4	\$ 9,416.4	\$ 9,416.4	\$ 9,416.4
Total			\$ 67,520.96	\$ 67,520.96	\$ 30,695.96	\$ 30,695.96	\$ 30,695.96

Fuente: Ley de Impuesto Sobre la Renta de El Salvador (2024).

14.1.2.2. Costos de Energía Eléctrica

El costo de energía eléctrica se ha calculado considerando el consumo energético de cada equipo en función de su potencia promedio, el tiempo de operación diaria y el costo promedio por kilovatio-hora (kWh) en El Salvador. En este caso, se utilizó un costo de \$ 0.143253 por kWh, que refleja el precio promedio en el país.

Fórmula utilizada:

$$\text{Consumo Eléctrico} = \text{Potencia (kW)} \times \text{horas de funcionamiento} \times \text{Costo por kWh} \times \text{Nº de equipos}$$

Se ha tomado en cuenta un aumento en el costo de la electricidad del 5 % anual, la cual se fundamenta en las siguientes razones:

De acuerdo con las normativas establecidas por SIGET (Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones), se realiza una revisión periódica de las tarifas de electricidad, considerando los factores y aspectos relacionados con la eficiencia y sostenibilidad del sector energético, estos factores son los siguientes:

- ✓ Aumento en costos de generación: Los costos de los combustibles fósiles (petróleo y gas) han aumentado, elevando los costos operativos del sector eléctrico.
- ✓ Inflación: La inflación ha incrementado los costos operativos, como el mantenimiento de infraestructura y salarios.
- ✓ Variación de precios internacionales: El aumento en los precios internacionales de los combustibles justifica el ajuste tarifario necesario.

Tabla 158.*Costo de Energía Eléctrica Mensual*

Equipo	Horas diarias- funcionamiento	Potencia promedio (kW)	Precio de kWh	N.º de equipos	Consumo Mensual (\$)
Computadoras	8	0.3	\$ 0.14	10	\$ 100.80
Sensores	24	0.5	\$ 0.14	6	\$ 302.40
Actuadores	24	0.5	\$ 0.14	6	\$ 302.40
Infraestructura centralizada (servidores)	24	0.5	\$ 0.14	4	\$ 201.60
<i>Co-bots, robots y accesorios</i>	8	1.5	\$ 0.14	1	\$ 50.40
Gafas AR, y Gafas VR	8	0.1	\$ 0.14	2	\$ 6.72
<i>Hardware para simulación</i>	8	1.2	\$ 0.14	1	\$ 40.32
<i>Firewalls y hardware de encriptación</i>	24	0.3	\$ 0.14	1	\$ 30.24
Impresoras 3D y consumibles	8	0.6	\$ 0.14	1	\$ 20.16
Total	136	2917.34		32	\$ 1,055.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 159.*Costos de Energía Eléctrica Anual Proyectado*

Equipo	AÑO 1	AÑO 2 (+5 %)	AÑO 3 (+5 %)	AÑO 4 (+5 %)	AÑO 5 (+5 %)
Computadoras	\$ 1,209.60	\$ 1,270.08	\$ 1,333.58	\$ 1,400.26	\$ 1,470.28
Sensores	\$ 3,628.80	3,810.24	4,000.75	\$ 4,200.79	\$ 4,410.83
Actuadores	\$ 3,628.80	3,810.24	4,000.75	\$ 4,200.79	\$ 4,410.83
Infraestructura centralizada (servidores)	\$ 2,419.20	\$ 2,540.16	\$ 2,667.17	\$ 2,800.53	\$ 2,940.55
<i>Co-bots, robots y accesorios</i>	\$ 604.80	635.04	666.79	\$ 700.13	\$ 735.14
Gafas AR, y Gafas VR	\$ 80.64	\$ 84.67	\$ 88.91	\$ 93.35	\$ 98.02
<i>Hardware para simulación</i>	\$ 483.84	\$ 508.03	\$ 533.43	\$ 560.11	\$ 588.11
<i>Firewalls y hardware de encriptación</i>	\$ 362.88	\$ 381.02	\$ 400.08	\$ 420.08	\$ 441.08
Impresoras 3D y consumibles	241.92	\$ 254.02	\$ 266.72	\$ 280.05	\$ 294.06
Total	\$ 12,660.48	\$ 13,293.50	\$ 13,958.18	\$ 14,656.09	\$ 15,388.89

Fuente: Elaboración propia.

14.1.2.3. Costos de Mantenimiento de los Equipos

Debido a que en El Salvador el acceso a proveedores de alta tecnología es limitado, se han considerado parámetros de vida útil, frecuencia de mantenimiento, tipo de mantenimiento y costos de proveedores en el exterior como Datisation, Prestelectro, Solutek B2B, Intek, Ingenia, DataScope.

Es importante considerar parámetros que puedan cambiar según lo siguiente:

- Condiciones tecnológicas de la empresa en la que se implementen las tecnologías 4.0
- Tipo de tecnología con la que cuente la empresa en ese momento.
- Compatibilidad de componentes existentes con los nuevos.
- Tipo de tecnología y componentes disponibles en El Salvador al momento de la implementación de las tecnologías

Tabla 160.*Recomendaciones para Mantenimiento*

Tecnología 4.0	Componente de hardware	Vida útil estimada	Frecuencia de mantenimiento recomendada	Mantenimiento recomendado
Internet de las Cosas (IoT)	Sensores y dispositivos de comunicación	6 años	Cada 12 meses	Inspección, calibración y limpieza
Big Data, Inteligencia Artificial, Machine Learning, Gemelos digitales, Sistema ATS, Chatbots	Servidores	6 años	Cada 6 meses	Limpieza, verificación de sistema de enfriamiento
Big Data	Unidades de almacenamiento	7 años	Cada 6 meses	Limpieza, verificación de sistema de enfriamiento
Automatización Robótica y Robótica Colaborativa	Robots industriales	10 años	Cada 12 meses	Lubricación, calibración e inspección de desgaste y daños
Automatización Robótica y Robótica Colaborativa	Actuadores	8 años	Cada 12 meses	Lubricación, calibración e inspección de desgaste y daños
Automatización Robótica y Robótica Colaborativa	Controladores	10 años	Cada 12 meses	Lubricación, calibración e inspección de desgaste y daños
Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR)	Gafas AR/VR	6 años	Cada 3 meses	Limpieza e inspección de conexiones y cables
Ciberseguridad	Firewalls	7 años	Cada 6 meses	Limpieza
Ciberseguridad	Routers	8 años	Cada 6 meses	Limpieza
Impresión 3D	Impresoras 3D	10 años	Cada 3 meses	Limpieza y lubricación
Conectividad 5G	Antenas 5G	15 años	Cada 6 meses	Inspección y limpieza
Conectividad 5G	Módems	7 años	Cada 6 meses	Inspección y limpieza

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 161.*Costos de Mantenimiento*

Categoría	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Mantenimiento recomendado	\$ 877.50	\$ 2,042.50	\$ 2,252.50	\$ 2,515.00	\$ 2,777.50
Materiales para mantenimiento	\$ 292.50	\$ 732.50	\$ 822.50	\$ 935.00	\$ 1,047.50
Mano de Obra de Mantenimiento	\$ 900.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
Herramientas de Montaje/Desmontaje	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00
Capacitación de Personal de Mantenimiento	\$ 3,600.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Contratación de Servicio Técnico	\$ 1,000.00	\$ 1,465.00	\$ 1,645.00	\$ 1,870.00	\$ 2,095.00
Reparaciones No Planificadas (20 %)	\$ 1,980.00	\$ 1,980.00	\$ 1,980.00	\$ 1,980.00	\$ 1,980.00
Total	\$ 10,350.00	\$ 10,420.00	\$ 10,900.00	\$ 11,500.00	\$ 12,100.00

Fuente: Elaboración propia.

14.1.2.4. Licencias de Software

Tabla 162.

Licencias de Software Renovables

Tecnología	Software necesario	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Internet de las Cosas (IoT)	Plataformas de gestión IoT (Ej.: AWS, IoT Core, Azure IoT, ThingWorx).	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Big Data	Herramientas de análisis de datos (Ej.: Apache Hadoop, Cloudera, Tableau).	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Inteligencia Artificial (IA)	Frameworks y bibliotecas de IA (Ej.: Tensor Flow, PyTorch) y entornos comerciales como IBM Watson.	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Machine Learning	Herramientas específicas de ML (Ej.: Google Cloud ML, Data Robot, H2O.ai).	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
Automatización Robótica	Software de control robótico (Ej.: Siemens TIA Portal, ABB Robot Studio).	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
Robótica Colaborativa	Suites de programación para co-bots (Ej.: Universal Robots URCaps, RoboDK).	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Realidad Aumentada (AR)	Plataformas de desarrollo AR (Ej.: Vuforia, Unity AR Foundation).	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
Realidad Virtual (VR)	Motores de simulación VR (Ej.: Engine Unreal, Unity 3D, Autodesk VRED).	\$ 543.00	\$ 543.00	\$ 543.00	\$ 543.00	\$ 543.00
Gemelos Digitales	Plataformas de modelado de gemelos digitales (Ej.: Siemens MindSphere, ANSYS Twin Builder).	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
Ciberseguridad	Herramientas de protección (Ej.: Palo Alto Networks, Fortinet, Cisco Secure).	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
Impresión 3D	Software de diseño e impresión (Ej.: AutoCAD, Fusion 360, Cura, Simplify3D).	\$ 543.00	\$ 543.00	\$ 543.00	\$ 543.00	\$ 543.00
Conectividad 5G	Herramientas de gestión de redes 5G (Ej.: NetSim, Cloud-based 5G solutions).	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00

Tecnología	Software necesario	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sistema ATS	Software de seguimiento de candidatos (Ej.: Workday, BambooHR, Zoho Recruit).	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
Chatbots	Plataformas de desarrollo de chatbots (Ej.: Dialogflow, Microsoft Bot Framework, ChatGPT API).	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Costo Total		\$ 73,086.00	\$ 73,086.00	\$ 73,086.00	\$ 73,086.00	\$ 73,086.00

Fuente: Digi (2025).

A continuación, se detallan los costos operativos totales necesarios para mantener las tecnologías 4.0 funcionando de manera eficiente y correcta.

Tabla 163.

Costos Totales Operativos

Descripción	Costos Proyectados				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de Depreciación	\$ 67,520.96	\$ 67,520.96	\$ 30,695.96	\$ 30,695.96	\$ 30,695.96
Costos de Energía Eléctrica	\$ 12,660.48	\$ 13,293.50	\$ 13,958.18	\$ 14,656.09	\$ 15,388.89
Costos en soporte técnico y mantenimiento	\$ 10,350	\$ 10,420	\$ 10,900	\$ 11,500	\$ 12,100
Licencias	\$ 73,086.00	\$ 73,086.00	\$ 73,086.00	\$ 73,086.00	\$ 73,086.00
Costos Operacionales del Proyecto Totales	\$ 163,617.44	\$ 164,320.46	\$ 128,640.14	\$ 129,938.05	\$ 131,270.85

Fuente: Elaboración propia.

14.1.3. Beneficios de la Inversión en la Migración al Ambiente 4.0

14.1.3.1. Incremento de la Productividad

Las tecnologías 4.0 están transformando la productividad en las industrias del plástico en El Salvador al optimizar procesos, reducir tiempos de inactividad y mejorar la calidad de los productos. La productividad, entendida como la relación entre la producción y los recursos utilizados, puede incrementarse significativamente al migrar hacia un entorno 4.0.

Esto se logra mediante la eliminación de cuellos de botella, la reducción de tiempos muertos y el aumento de la eficiencia operativa. En este caso práctico, se estima que la implementación de tecnologías 4.0 permitiría a la empresa alcanzar un aumento del 15 % en productividad, tomando como referencia la comparación de la producción antes y después de integrar la nueva maquinaria.

Los principales productos que produce la empresa son cepillos de plástico y escobas, con una producción de 2,500,000 productos mensuales.

$$\text{Cambio en la productividad(\%)} = \frac{\text{Producción después} - \text{Producción antes}}{\text{Producción antes}} \times 100$$

$$\text{Cambio en la productividad(\%)} = \frac{2,875,000 - 2,500,000}{2,500,000} \times 100$$

$$\text{Cambio en la productividad(\%)} = 15 \%$$

El resultado indica que al implementar tecnologías 4.0 en la empresa del caso práctico, la producción mejoraría un 15 %, correspondiente a 2,875,000 productos al mes.

14.1.3.2. Reducción de Costos Operativos

La empresa del caso práctico manifiesta que sus costos operativos ascienden a \$ 195,671.64 mensuales. Con la implementación de las tecnologías 4.0 según la revista internacional Inter empresas, se estima que las industrias tengan una reducción de costos operativos del 12 %.

Para fines de la evaluación, se considerará una reducción de costos operativos del 12 % para calcular el indicador.

$$\text{Reducción de costos operativos}(\%) = \frac{\text{Costos antes} - \text{Costos después}}{\text{Costos antes}} \times 100$$

$$\text{Reducción de costos operativos}(\%) = \frac{\$ 195,671.64 - \$ 172,191.04}{\$ 195,671.64} \times 100$$

$$\text{Reducción de costos operativos}(\%) = 12 \%$$

El resultado indica que al implementar tecnologías 4.0 como *Big Data*, *Machine Learning*, Sistemas *ATS*, *Chatbots* y Ciberseguridad los costos operativos se podrían reducir en \$ 172,191.04 para un mes respecto al valor actual.

14.1.3.3. Disminución de Errores del Personal

El promedio de errores cometidos por el personal en la industria del plástico varía según varios factores, como el tipo de proceso, el nivel de automatización, la capacitación del personal y las condiciones laborales. La empresa del caso práctico ha documentado un total de 26 errores humanos en diferentes áreas del proceso productivo durante un mes.

Con la implementación de tecnologías 4.0 como la Inteligencia Artificial, Robótica Colaborativa y Sistemas de *ATS* se espera una disminución de un 45 % de los errores del personal según datos de *American Plastics Council (APC)*.

$$\text{Reducción de errores} = \frac{\text{Errores anteriores} - \text{Errores después}}{\text{Errores anteriores}} \times 100$$

$$\text{Reducción de errores} = \frac{26 - 11}{26} \times 100$$

$$\text{Reducción de errores} = 57.69 \%$$

La reducción de errores del personal se reduce un 57.69 % al mes.

14.1.3.4. Aumento de la Eficiencia

Para el cálculo de aumento de la eficiencia se toman como parámetros los datos de producción actual y estimada, así:

Eficiencia inicial: 2,500,000 unidades

Nueva eficiencia: \$ 2,875,000 unidades

$$\text{Aumento de eficiencia (\%)} = \frac{\text{Nueva eficiencia} - \text{Eficiencia inicial}}{\text{Eficiencia inicial}} \times 100$$

$$\text{Aumento de eficiencia (\%)} = \frac{2,875,000 - 2,500,000}{2,500,000} \times 100$$

$$\text{Aumento de eficiencia (\%)} = \frac{375,000}{2,500,000} \times 100$$

$$\text{Aumento de eficiencia (\%)} = 15 \%$$

La empresa del caso práctico tendrá un aumento de eficiencia del 15 % al implementar tecnologías 4.0.

14.1.3.5. Reducción de Desperdicio de Materiales

En la empresa del caso práctico el desperdicio actual se encuentra en el 7 % para 8 máquinas operando 24 horas, 7 días a la semana. Según datos de una investigación de Herrera, G. (s.f.) sobre la identificación y reducción de niveles de desperdicio al implementar tecnologías 4.0 el desperdicio puede reducirse un 50 % en las industrias.

Tabla 164.*Desperdicio de Materiales*

Máquina	Cantidad de materia prima	Cantidad de máquinas	Tiempo de operación	Desperdicio mensual
Máquina extrusora	0.9 t.	2	24 horas, 7 días a la semana	3.024 t.
Máquina de inyección	0.8 t.	2	24 horas, 7 días a la semana	2.688 t.
Máquina recicladora	0.5 t.	2	24 horas, 7 días a la semana	1.68 t.
Máquina de Ensamblado	0.5 t.	2	24 horas, 7 días a la semana	1.68 t.
Desperdicios por mes Totales				272.16 t.

Fuente: Elaboración propia.

Tomando esos datos como referencia, se calcula la reducción de desperdicio:

$$\text{Reducción desperdicio(\%)} = \frac{\text{Desperdicio antes} - \text{Desperdicio después}}{\text{Desperdicio antes}} \times 100$$

$$\text{Reducción desperdicio(\%)} = \frac{272.16 \text{ t.} - 136.08 \text{ t.}}{272.16 \text{ t.}} \times 100$$

$$\text{Reducción desperdicio(\%)} = 50 \%$$

$$\text{Desperdicio estimado} = 136.08 \text{ t. al mes}$$

14.1.3.6. Reducción de los Costos de Producción

En el artículo de WEG (s.f.), se explica cómo la adhesión a la industria 4.0 puede ayudar a reducir los costos en las empresas mediante la optimización de procesos y la implementación de tecnologías avanzadas. Según el artículo, las empresas pueden lograr una reducción significativa de costos (WEG, s.f.). Las tecnologías 4.0 pueden ayudar a reducir los costos de producción en la industria del plástico en un 30 %. La reducción se logra mediante la optimización de procesos, la reducción de paradas inesperadas y el mantenimiento predictivo.

Para el caso práctico, según datos de la empresa se tiene el siguiente costo de producción:

- **Cantidad de materia prima:** 120 toneladas al mes
- **Costo de materia prima:** \$ 1,300
- **Costos fijos y variables (CF y CV):** \$ 144,958.32
- **Gastos adicionales:** \$ 78,054.48

Costo de producción = costo de materia prima + (CF y CV) + gastos adicionales

$$\text{Costo de producción} = \$ 156,000 + \$ 144,958.32 + \$ 78,054.48$$

$$\text{Costo de producción} = \$ 379,012.80$$

Según el resultado anterior se tiene el porcentaje en la reducción de costos de producción:

$$\text{Reducción de costos de producción (\%)} = \frac{\text{Costos antes} - \text{Costos después}}{\text{Costos antes}} \times 100$$

$$\text{Reducción de costos de producción (\%)} = \frac{\$ 379,012.80 - \$ 265,308.96}{\$ 379,012.80} \times 100$$

$$\text{Reducción de costos de producción (\%)} = 30 \%$$

la empresa podría experimentar un ahorro de: \$ 113,703.84/mes en costos de producción.

14.1.3.7. Ahorro Energético

La implementación de tecnologías 4.0 puede reducir el consumo energético en un 13 % (DEXMA, 2023). Tomando el valor del costo del consumo energético de la empresa y los parámetros internacionales, se procede a calcular el valor del ahorro energético, así:

$$\text{Ahorro energético (\%)} = \frac{\text{Consumo antes} - \text{Consumo después}}{\text{Consumo antes}} \times 100$$

$$\text{Ahorro energético (\%)} = \frac{2917.34 \text{ kw} - 2538.09 \text{ kw}}{2917.34 \text{ kw}} \times 100$$

$$\text{Ahorro energético (\%)} = 13 \%$$

El ahorro energético equivale a 379.25 kW mensuales

14.1.4. Indicadores de Evaluación Económica

14.1.4.1. Margen de Ganancia Neta

A continuación, se presentan los márgenes de ganancia actuales y del proyecto, tanto a nivel mensual como anual, destacando los ingresos, costos operativos y de producción, así como las utilidades generadas, evidenciando los beneficios de la implementación de tecnologías 4.0 en términos de eficiencia y rentabilidad.

$$\text{Margen de Ganancia Neta} = \frac{(\text{Ganancia Neta})}{\text{Ingresos}} \times 100$$

Tabla 165.

Margen de Ganancia Actual sin Tecnologías 4.0

Concepto	Mensual	Anual
Unidades Producidas	2,500,000	30,000,000
Precio de venta	\$ 0.42	\$ 0.42
Ingresos	\$ 1,050,000.00	\$ 12,600,000.00
Costos Operativos	\$ 195,671.64	\$ 2,348,059.68
Costos de Producción	\$ 379,012.80	\$ 4,548,153.60
Costos Operacionales de Tecnologías 4.0	-	-
Ganancia Neta	\$ 475,315.56	\$ 5,703,786.72
Margen de Ganancia	45 %	45 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 166.*Margen de Ganancia Neta del Proyecto*

Concepto	Proyección				
	Año 1	Año 2	año3	Año 4	Año 5
Unidades Producidas	34,500,000	36,225,000	38,036,250	39,938,063	41,934,966
(×) Precio de venta	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42
(=) Ingresos	\$ 14,490,000.00	\$ 15,214,500.00	\$ 15,975,225.00	\$ 16,773,986.25	\$ 17,612,685.56
(-) Costos Operativos -12 %	\$ 2,066,292.52	\$ 2,169,607.14	\$ 2,278,087.50	\$ 2,391,991.88	\$ 2,511,591.47
(-) Costos de Producción -30 %	\$ 3,183,707.52	\$ 3,342,892.90	\$ 3,510,037.54	\$ 3,685,539.42	\$ 3,869,816.39
(-) Costos Operacionales de Tecnologías 4.0	\$ 163,617.44	\$ 164,320.46	\$ 128,640.14	\$ 129,938.05	\$ 131,270.85
(=) Ganancia Neta	\$ 9,076,382.52	\$ 9,537,679.50	\$ 10,058,459.82	\$ 10,566,516.91	\$ 11,100,006.85
Margen de Ganancia	63 %	63 %	63 %	63 %	63 %

Fuente: Elaboración propia.

El incremento en el margen de ganancia es del 18 %, pasando del 45 % al 63 %. Este aumento significa una mejora significativa en la rentabilidad de la empresa, lo que indica que, al adoptar tecnologías 4.0, los procesos se han vuelto más eficientes y efectivos. La reducción de costos operativos, mayor control de calidad y optimización de recursos permiten que la empresa obtenga más ganancia por cada unidad de producción, lo que refleja una mayor competitividad y sostenibilidad financiera.

14.1.5. Determinación de la Tasa Atractiva de Retorno (TMAR)

Para determinar la TMAR, se utilizaron datos de inflación obtenidos de la página web del Banco Central de Reserva (BCR). Con el objetivo de determinar la tasa mínima atractiva de rendimiento, se proyectó la inflación para los próximos cinco años de operación del proyecto. Esta proyección se basó en el análisis de la tasa de inflación histórica desde el año 2016 y se realizó utilizando el método de suavización exponencial, asegurando así una estimación más precisa y confiable.

Fórmula:

$$TMAR = I + R + (I \times R)$$

Donde:

I = Tasa de Inflación

R = Premio al Riesgo

Tabla 167.

Tasa de Inflación

Año	Inflación
2016	0.13 %
2017	-0.14 %
2018	0.25 %
2019	0.08 %
2020	0.08 %
2021	0.77 %
2022	4.15 %
2023	4.61 %
2024	0.82 %
2025	3.19 %
2026	2.78 %
2027	0.83 %
2028	0.25 %
2029	0.08 %

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el Premio al riesgo (R) del inversionista (socios de la empresa), se considera la tasa pasiva más conveniente que ofrecen los bancos o entidades financieras para depósitos a plazo fijo. En este caso, se encontró que la tasa registrada por el Banco Central de Reserva para plazos mayores a un año es de 5.99 %. Por lo tanto, se procede a realizar el cálculo de la TMAR para el inversionista.

$$TMAR_{inversionista} = I + R + (I \times R)$$

Tabla 168.

TMAR Inversionista

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
9 %	9 %	7 %	6 %	6 %

Nota. La TMAR del inversionista es en promedio: **8 %**.

Fuente: Elaboración propia.

TMAR del prestamista: En este caso, se encontró que la tasa de interés anual registrada por el Banco Central de Reserva para préstamos de montos superiores a 5,000 dólares y plazos mayores a un año es del **10.73 %**.

Para determinar la TMAR global se debe fusionar la TMAR del inversionista y la TMAR del prestamista, basado en la participación que tendrán ambos en la inversión total.

Tabla 169.

TMAR Global

TMAR	Tasa	Participación	TMAR Global
TMAR Inversionista	8 %	30 %	2.4 %
TMAR Prestamista	10.73 %	70 %	7.511 %
TMAR Global	9.91 %	100 %	9.91 %

Nota. Por lo tanto, la TMAR global es igual a 9.91 %.

Fuente: Elaboración propia.

14.1.6. Valor Actual Neto (VAN)

a. Flujo de efectivo

El flujo de efectivo es una herramienta fundamental en la gestión financiera, ya que permite analizar el movimiento del dinero que entra y sale de las operaciones de una empresa durante un periodo específico. Este indicador no solo refleja la capacidad de la organización para generar ingresos líquidos, sino también su habilidad para cumplir con sus obligaciones financieras.

En el caso práctico analizado, se calculará el flujo de efectivo de la empresa con relación a lo que generará el proyecto específicamente:

Tabla 170.

Flujo de Efectivo Previo

	Año 1	Año2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades Producidas	4,500,000	4,725,000	4,961,250	5,209,313	5,469,778
Precio de unidad	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42
Ingresos	\$ 1,890,000.00	\$ 1,984,500.00	\$ 2,083,725.00	\$ 2,187,911.25	\$ 2,297,306.81
Costos Operativos	\$ 352,208.95	\$ 369,819.40	\$ 388,310.37	\$ 407,725.89	\$ 428,112.18
Costos de Producción	\$ 682,223.04	\$ 716,334.19	\$ 752,150.90	\$ 789,758.45	\$ 829,246.37
Costos Operativos Tecnologías 4.0	\$ 163,617.44	\$ 164,320.46	\$ 128,640.14	\$ 129,938.05	\$ 131,270.85
Egresos Totales	\$ 1,198,049.43	\$ 1,250,474.05	\$ 1,269,101.41	\$ 1,327,422.38	\$ 1,388,629.40
Inversión	\$ 1,115,860				

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el flujo de efectivo del caso práctico proyectado para 5 años:

Tabla 171.

Flujo de Efectivo

Año	Ingresos	Egresos	Inversión	Flujo neto
0			\$ 1,115,860	
1	\$ 1,890,000	\$ 1,198,049.43		\$ 691,950.57
2	\$ 1,984,500.00	\$ 1,250,474.05		\$ 734,025.95
3	\$ 2,083,725.00	\$ 1,269,101.41		\$ 814,623.59
4	\$ 2,187,911.25	\$ 1,327,422.38		\$ 860,488.87
5	\$ 2,297,306.81	\$ 1,388,629.40		\$ 908,677.41

Fuente: Elaboración propia.

Determinado el flujo de efectivo, se procede a calcular el valor actual neto y los demás indicadores.

b. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN).

Para el cálculo de la VAN se utilizará la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - I$$

Donde:

VAN: Valor Actual Neto.

Ft: Flujo de caja neto esperado en el periodo t (ingresos por año).

r: Tasa de descuento o tasa de interés, 9.91 %

t: El periodo de tiempo (5 años)

n: Número total de periodos (5 años)

I: Inversión inicial: \$ 1,115,860

Cálculo el Valor Actual Neto (VAN):

$$VAN = \sum_{t=0}^5 \frac{Ft}{(1+r)^t} - I$$

$$VAN = \sum_{t=0}^5 \frac{Ft}{(1+r)^t} - I$$

$$VAN = \frac{\$ 691,950.57}{(1 + 0.0991)^1} + \frac{\$ 734,025.95}{(1 + 0.0991)^2} + \frac{\$ 814,623.59}{(1 + 0.0991)^3} + \frac{\$ 860,488.87}{(1 + 0.0991)^4} + \frac{\$ 908,677.41}{(1 + 0.0991)^5} - \$ 1,115,860$$

$$VAN = \$ 629,561.07 + \$ 607,626.91 + \$ 613,543.50 + \$ 589,652.88 + \$ 566,531.02 - \$ 1,115,860$$

$$VAN = \$1,891,055.37$$

El VAN positivo de \$ 1,891,055.37 significa que, al descontar todos los flujos futuros de caja generados por el proyecto, el valor presente de esos flujos supera la inversión inicial de \$ 1,115,860

Esto implica que el proyecto generará \$1,891,055.37 en 5 años para la empresa, lo que lo convierte en un proyecto rentable.

14.1.7. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La fórmula por utilizar para calcular la TIR es:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1 + TIR)^t} - I$$

$$0 = -\$ 1,115,860 + \frac{\$ 691,950.57}{(1 + TIR)^1} + \frac{\$ 734,025.95}{(1 + TIR)^2} + \frac{\$ 814,623.59}{(1 + TIR)^3} + \frac{\$ 860,488.87}{(1 + TIR)^4} + \frac{\$ 908,677.41}{(1 + TIR)^5}$$

Con el uso de Excel, la Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada es del **61 %**

Si la TIR es del **61 %**, significa que la inversión inicial de \$ 1,115,860 generará un rendimiento del 61 % anual.

Ya que la TIR es mayor a la TMAR, el proyecto ofrece un retorno mayor al costo de la inversión, lo que significa que los flujos de caja generados por el proyecto serán suficientes para cubrir la inversión inicial y proporcionar un beneficio adicional.

14.1.8. Retorno de Inversión (ROI)

Para el cálculo del ROI se utilizará la siguiente fórmula para el año1:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Inversión inicial}} \times 100$$

$$ROI = \frac{\$ 691,950.57}{\$ 1,115,860} \times 100$$

$$ROI = 62\%$$

Para el caso práctico, se obtiene un *ROI* positivo, indicando que el proyecto está generando más beneficios que lo que costó implementarlo.

14.1.9. Relación Beneficio/Costo (B/C)

Para realizar la evaluación del Beneficio/Costo se evalúan los ingresos proyectados para 5 años, se calculará de la siguiente manera:

- **Ingresos:**

Valor presente de los beneficios (VPB):

$$VPIngresos = \sum_{t=1}^5 \frac{Ingresos}{(1 + 0.0991)^t}$$

$$VPIngresos = \frac{\$ 1,890,000}{(1 + 0.0991)^1} + \frac{\$ 1,984,500.00}{(1 + 0.0991)^2} + \frac{\$ 2,083,725.00}{(1 + 0.0991)^3} + \frac{\$ 2,187,911.25}{(1 + 0.0991)^4} + \frac{\$ 2,297,306.81}{(1 + 0.0991)^5}$$

$$VPIngresos = \$7,863,310.99$$

- **Egresos (costos):**

Valor presente de los costos (VP Egresos):

$$VPEgresos = \sum_{t=1}^5 \frac{Egresos}{(1 + 0.10)^t}$$

$$VPEgresos = \frac{\$ 1,198,049.43}{(1 + 0.0991)^1} + \frac{\$ 1,198,049.43}{(1 + 0.0991)^2} + \frac{\$ 1,198,049.43}{(1 + 0.0991)^3} + \frac{\$ 1,198,049.43}{(1 + 0.0991)^4} + \frac{\$ 1,198,049.43}{(1 + 0.0991)^5}$$

$$VPEgresos = \$4,856,395.61$$

Tabla 172.

Cálculo de Beneficio/Costo

Cálculo de Beneficio/Costo	
Ingresos	\$ 7,863,310.99
Egresos	\$ 4,856,395.61
Beneficio/Costo	1.62

Fuente: Elaboración propia.

Una relación B/C>1 indica que los beneficios presentes del proyecto superan los costos presentes más la inversión. Esto implica que, después de recuperar los costos, se obtiene una ganancia neta de \$ 0.62 por cada unidad invertida (\$ 1.00).

14.1.10. Recursos para la Implementación del Caso Práctico

La implementación exitosa del proyecto requiere una planificación estratégica basada en la identificación precisa de los recursos necesarios, tales como tiempo, recursos humanos, tecnológicos y materiales, cada uno desempeñando un papel clave en el logro de los objetivos establecidos.

El recurso tiempo se considera crítico, ya que una adecuada gestión de plazos y cronogramas garantiza que las etapas del proyecto se ejecuten de manera eficiente y sin interrupciones operativas. Es fundamental evaluar tanto los recursos internos disponibles como aquellos externos que deban ser adquiridos, asegurando su alineación con los requisitos técnicos, operativos y estratégicos del proyecto.

A continuación, se presenta una matriz que describe las actividades clave del proyecto, el tiempo estimado para cada una y las precedencias necesarias para su ejecución eficiente.

Tabla 173.

Matriz de Actividades, Tiempos y Precedencias – Caso Práctico

No.	Actividades	Detalle	Tiempo (días)	Precedente
	1.1	Autoevaluación de la situación actual		
	1.1.1	Evaluar la infraestructura tecnológica		
1	A1	Responder <i>Checklist</i> de autoevaluación.	3	Inicio
2	A2	Analizar los resultados.	1	A1
	1.2	Determinación de nivel tecnológico		
	1.2.1	Interpretación del nivel tecnológico		
3	B1	Calcular los puntajes por nivel tecnológico.	1	A2
4	B2	Analizar el resultado de nivel tecnológico obtenido.	2	B1
	1.3	Plan de acción		
	1.3.1	Equipo de trabajo		
	1.3.1.1	Formación del equipo de trabajo		
5	C1	Aplicar encuestas o pruebas para evaluar las habilidades técnicas actuales en tecnologías 4.0 y seleccionar al personal apto para formar parte del equipo tecnológico.	2	B2

No.	Actividades	Detalle	Tiempo (días)	Precedente
6	C2	Asignar coordinadores de tecnología.	2	C1
7	C3	Evaluar y seleccionar herramientas de gestión del proyecto.	1	C2
7	1.3.2	Selección de tecnologías		
	1.3.2.1	Identificar las necesidades tecnológicas		
8	D1	Recopilar información sobre diferentes proveedores y sus soluciones para todas las tecnologías.	3	C3
9	D2	Comparar las características, capacidades y costos de cada proveedor.	3	D1
10	D3	Solicitar demostraciones de productos cuando sea aplicable.	2	D2
11	D4	Definir las necesidades específicas de cada área para todas las tecnologías.	3	D3
12	D5	Identificar datos críticos, características imprescindibles y requisitos técnicos para cada tecnología.	4	D4
13	D6	Evaluar cómo cada tecnología se integrará con los sistemas existentes.	4	D5
14	D7	Identificar posibles desafíos técnicos o de compatibilidad con los sistemas actuales.	4	D6
15	D8	Seleccionar la tecnología correspondiente	2	D7
	1.3.3	Planificación de implementación de tecnologías 4,0		
	1.3.3.1	Planificación estratégica		
16	E1	Desarrollar un cronograma detallado de implementación.	1	D8
17	E2	Comprar la tecnología seleccionada.	1	D8, E1
18	E3	Definir necesidades y recursos para cada tecnología.	1	E2
19	E4	Realizar un análisis de retorno de inversión (ROI) para las tecnologías propuestas.	1	E1, E2
20	E5	Elaborar una matriz de priorización de implementación.	1	E3
21	E6	Elaborar una matriz de riesgo en la implementación.	1	E3, E4
	1.3.3.2	Capacitaciones		
22	E7	Aplicar encuestas internas para medir el nivel de conocimiento actual en tecnologías 4.0.	2	E2
23	E8	Crear un mapa de competencias que relacione los conocimientos actuales del personal con las tecnologías 4.0.	1	E6

No.	Actividades	Detalle	Tiempo (días)	Precedente
24	E9	Realizar capacitaciones para sensibilizar a todo el personal sobre tecnologías 4.0.	10	E7
25	E10	Realizar capacitación en liderazgo para todas las jefaturas y alta dirección	2	E8
26	E11	Realizar capacitaciones en temas de mejora continua o cultura de innovación a alta dirección y jefaturas.	2	E7, E8
27	E12	Capacitar al equipo de trabajo de implementación en tecnologías seleccionadas.	200	D8
28	E13	Capacitar al personal operativo en el uso de tecnologías seleccionadas.	125	D8
	1.3.3.3	Prueba piloto		
29	E14	Implementar prueba piloto en área seleccionada.	10	E6
30	E15	Implementar ajustes según los resultados obtenidos.	2	E8
31	E16	Expandir la implementación de tecnologías con base a la retroalimentación de equipo de trabajo y del personal operativo	150	E9
	1.3.4	Monitoreo y mejora continua		
	1.3.4.1	Monitoreo de la implementación		
32	F1	Establecer indicadores de desempeño.	1	E1
	1.3.4.2	Mejora continua		
33	F2	Medir los indicadores.	1	F1
34	F3	Recopilar datos.	1	F2
35	F4	Revisar los resultados de los indicadores	2	F3
36	F5	Implementar el ciclo PHVA.	10	F4
37	F6	Integrar los resultados con la estrategia de la empresa.	8	F5
38	F7	Aplicar la escalabilidad tecnológica.	15	F6

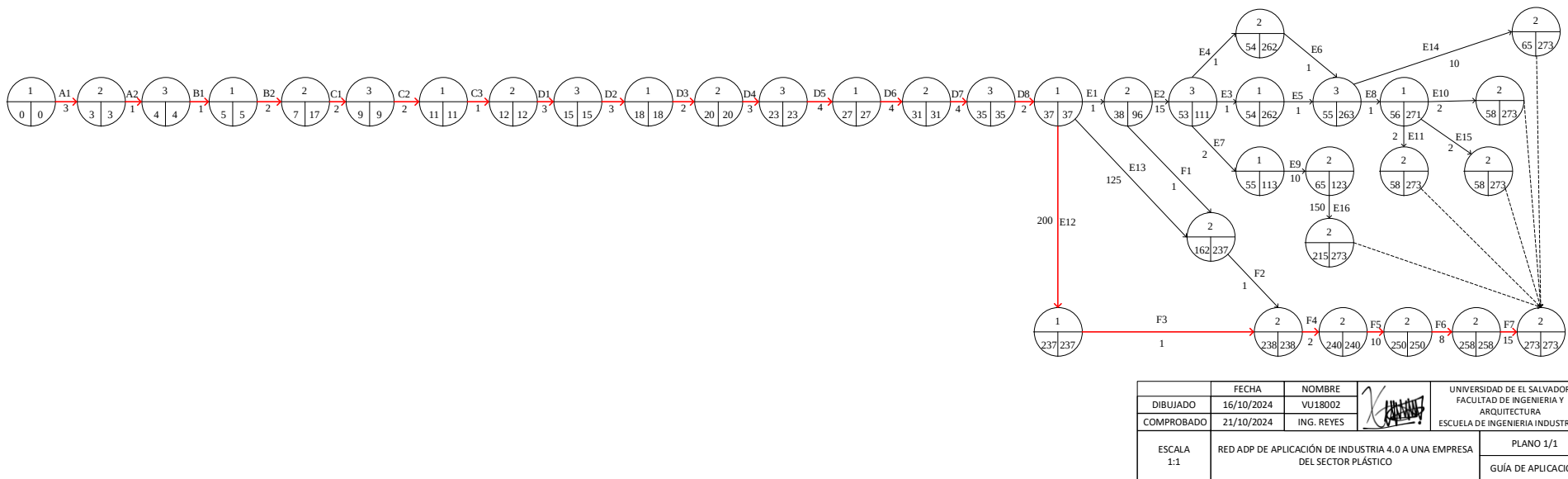
Fuente: Elaboración propia.

14.1.10.1. Red del Proyecto – Caso Práctico

El diagrama PERT desarrollado para el caso práctico de la guía organiza las actividades clave del proyecto en una secuencia lógica y eficiente, con una duración total estimada de 273 días y un costo aproximado de \$ 1,115,860. Este PERT ayuda a visualizar el proceso desde la autoevaluación inicial hasta la integración tecnológica en diversas áreas, asegurando que los recursos humanos y financieros se utilicen de manera óptima.

Figura 78.

Diagrama de Redes – Caso Práctico



Fuente: Elaboración propia.

14.1.11. Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una herramienta clave para evaluar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto bajo diferentes condiciones. Dado que las proyecciones económicas están sujetas a variaciones en costos, ingresos y tasas de descuento, es fundamental analizar cómo estos cambios pueden afectar los principales indicadores financieros del proyecto.

En este análisis, se consideran cuatro escenarios que representan posibles fluctuaciones en variables críticas, como costos operativos, precio de venta, eficiencia en la reducción de costos con Tecnologías 4.0 y la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR). A través de estos escenarios, se busca determinar la resiliencia del proyecto y su capacidad para seguir siendo rentable ante cambios en el entorno económico y operativo.

A continuación, se presentan los escenarios propuestos y su impacto en los principales indicadores financieros del proyecto.

14.1.11.1. Escenario 1: Aumento en los Costos Operativos y de Producción

Objetivo: Evaluar cómo afecta un aumento del 10 % en los costos operativos y de producción debido a factores externos como inflación, costos de insumos o aumento de salarios.

- **Recalculo de indicadores**

Se procede a recalcular los indicadores para realizar el análisis del escenario:

Tabla 174.*Margen de Ganancias - Escenario 1*

Concepto	Proyección				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades Producidas	34,500,000	36,225,000	38,036,250	39,938,063	41,934,966
(×) Precio de venta	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42
(=) Ingresos	\$ 14,490,000.00	\$ 15,214,500.00	\$ 15,975,225.00	\$ 16,773,986.46	\$ 17,612,685.72
(-) Costos Operativos	\$ 2,272,921.77	\$ 2,386,567.85	\$ 2,505,896.25	\$ 2,631,191.07	\$ 2,762,750.62
(-) Costos de Producción	\$ 3,502,078.27	\$ 3,677,182.19	\$ 3,861,041.29	\$ 4,054,093.36	\$ 4,256,798.03
(-) Costos Operacionales 4.0	\$ 179,979.18	\$ 180,752.51	\$ 141,504.15	\$ 142,931.86	\$ 144,397.94
(=) Ganancia Neta	\$ 8,535,020.77	\$ 8,969,997.45	\$ 9,466,783.30	\$ 9,945,770.18	\$ 10,448,739.14
Margen de Ganancia	59 %	59 %	59 %	59 %	59 %

Nota. La TMAR se mantiene en las mismas condiciones iniciales (9.91 %).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 175.*Valor Actual Neto - Escenario 1*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades Producidas	4,500,000	4,725,000	4,961,250	5,209,313	5,469,778
Precio de unidad	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42
Ingresos	\$ 1,890,000.00	\$ 1,984,500.00	\$ 2,083,725.00	\$ 2,187,911.46	\$ 2,297,306.76
Costos Operativos	\$ 426,172.83	\$ 447,481.47	\$ 469,855.55	\$ 493,348.33	\$ 518,015.74
Costos de Producción	\$ 825,489.88	\$ 866,764.37	\$ 910,102.59	\$ 955,607.72	\$ 1,003,388.11
Costos Operativos Tecnologías 4.0	\$ 197,977.10	\$ 198,827.76	\$ 155,654.57	\$ 157,225.04	\$ 158,837.73
Egresos Totales	\$ 1,449,639.81	\$ 1,513,073.60	\$ 1,535,612.71	\$ 1,606,181.09	\$ 1,680,241.57
Inversión	\$ 1,115,860				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 176.*Flujo de Efectivo - Escenario 1*

Año	Ingresos	Egresos	Inversión	Flujo neto
0			\$ 1,115,860	
1	\$ 1,890,000	\$ 1,317,854.37		\$ 572,145.63
2	\$ 1,984,500.00	\$ 1,375,521.46		\$ 608,978.55
3	\$ 2,083,725.00	\$ 1,396,011.55		\$ 687,713.45
4	\$ 2,187,911.46	\$ 1,460,164.63		\$ 727,746.83
5	\$ 2,297,306.76	\$ 1,527,492.34		\$ 769,814.42

Fuente: Elaboración propia.

$$VAN = \$ 1,405,415.92$$

$$ROI = \frac{\$ 572,145.63}{\$ 1,115,860}$$

$$ROI = 51 \%$$

- Análisis**

El aumento del 10 % en los costos operativos y de producción y manteniendo las ventas tiene un impacto significativo en la rentabilidad del proyecto de implementación de tecnologías 4.0 en la industria del plástico de El Salvador. Si bien la proyección inicial contemplaba un margen de ganancia del 63 %, el incremento en los costos reduce este indicador al 59 %, lo que implica una disminución en la eficiencia financiera esperada. Esto se traduce en una menor ganancia neta a lo largo de los cinco años de evaluación, con una reducción acumulada en los beneficios obtenidos.

El Valor Actual Neto (VAN), que inicialmente ascendía a \$ 1.891.055,37, disminuye a \$ 1.346.115,78, lo que indica una menor generación de valor para la empresa debido al aumento en los egresos. Asimismo, el Retorno sobre la Inversión (ROI) se ve afectado, pasando del 63 % al 51 %, reflejando un menor rendimiento del capital invertido.

Estos resultados evidencian la sensibilidad del proyecto ante incrementos en los costos operativos y de producción, lo que destaca la importancia de una gestión eficiente de los recursos

y la búsqueda de estrategias para mitigar el impacto de la inflación y otras fluctuaciones económicas. A pesar de la reducción en la rentabilidad, el proyecto sigue siendo viable, aunque con un margen más estrecho de beneficios.

14.1.11.2. Escenario 2: Reducción en el Precio de Venta del Producto

Objetivo: Analizar cómo impacta una reducción del precio de venta (\$ 0.42 → \$ 0.38)

debido a presión competitiva o cambios en la demanda.

- **Recalculo de indicadores**

Se procede a recalcular los indicadores para realizar el análisis del escenario:

Tabla 177.

Margen de Ganancias - Escenario 2

Concepto	Proyección				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades Producidas	34,500,000	36,225,000	38,036,250	39,938,063	41,934,966
(×) Precio de venta	\$ 0.38	\$ 0.38	\$ 0.38	\$ 0.38	\$ 0.38
(=) Ingresos	\$ 13,110,000.00	\$ 13,765,500.00	\$ 14,453,775.00	\$ 15,176,463.94	\$ 15,935,287.08
(-) Costos Operativos	\$ 2,066,292.52	\$ 2,169,607.14	\$ 2,278,087.50	\$ 2,391,991.88	\$ 2,511,591.47
(-) Costos de Producción	\$ 3,183,707.52	\$ 3,342,892.90	\$ 3,510,037.54	\$ 3,685,539.42	\$ 3,869,816.39
(-) Costos Operacionales	\$ 163,617.44	\$ 164,320.46	\$ 128,640.14	\$ 129,938.05	\$ 131,270.85
(=) Ganancia Neta	\$ 7,696,382.52	\$ 8,088,679.50	\$ 8,537,009.82	\$ 8,968,994.59	\$ 9,422,608.37
Margen de Ganancia	59 %	59 %	59 %	59 %	59 %

Nota. La TMAR se mantiene en las mismas condiciones iniciales (9.91 %).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 178.*Valor Actual Neto - Escenario 2*

	Año 1	Año2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades Producidas	4,500,000	4,725,000	4,961,250	5,209,313	5,469,778
Precio de unidad	\$ 0.38	\$ 0.38	\$ 0.38	\$ 0.38	\$ 0.38
Ingresos	\$ 1,710,000.00	\$ 1,795,500.00	\$ 1,885,275.00	\$ 1,979,538.94	\$ 2,078,515.64
Costos Operativos	\$ 352,208.95	\$ 369,819.40	\$ 388,310.37	\$ 407,725.89	\$ 428,112.18
Costos de Producción	\$ 682,223.04	\$ 716,334.19	\$ 752,150.90	\$ 789,758.45	\$ 829,246.37
Costos Operativos	\$ 163,617.44	\$ 164,320.46	\$ 128,640.14	\$ 129,938.05	\$ 131,270.85
Egresos Totales	\$ 1,198,049.43	\$ 1,250,474.05	\$ 1,269,101.41	\$ 1,327,422.38	\$ 1,388,629.40
Inversión	\$ 1,115,860				

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 179.***Flujo de Efectivo - Escenario 2*

Año	Ingresos	Egresos	Inversión	Flujo neto
0			\$ 1,115,860	
1	\$ 1,710,000	\$ 1,198,049.43		\$ 511,950.57
2	\$ 1,795,500.00	\$ 1,250,474.05		\$ 545,025.95
3	\$ 1,885,275.00	\$ 1,269,101.41		\$ 616,173.59
4	\$ 1,979,538.94	\$ 1,327,422.38		\$ 652,116.56
5	\$ 2,078,515.64	\$ 1,388,629.40		\$ 689,886.24

Fuente: Elaboración propia.

$$VAN = \$ 465,790.71 + \$ 451,172.65 + 410,492.81 + \$ 446,865.06 + \$ 430,121.79 \\ - \$ 1,115,860$$

$$VAN = \$ 1,088,583.02$$

$$ROI = \frac{\$ 511,950.57}{\$ 1,115,860}$$

$$ROI = 46 \%$$

- **Análisis**

La reducción del precio de venta de \$ 0.42 a \$ 0.38 como consecuencia de la presión competitiva y cambios en la demanda afecta directamente los ingresos proyectados del proyecto, reduciendo la ganancia neta en cada año de evaluación. Como resultado, el margen de ganancia disminuye del 63 % al 59 %, lo que indica que la rentabilidad del negocio se ve afectada por la necesidad de ajustar los precios para mantenerse competitivo en el mercado.

El VAN se reduce de \$ 1,891,055.37 a \$ 1,088,583.02, lo que significa que el valor generado por el proyecto es menor debido a la disminución en los flujos de efectivo esperados. Asimismo, el ROI baja del 63 % al 46 %, evidenciando que la reducción en el precio de venta impacta negativamente la rentabilidad de la inversión

Este escenario muestra la vulnerabilidad del proyecto ante variaciones en los precios de venta, lo que resalta la necesidad de estrategias de diferenciación en el mercado y mejoras en la eficiencia operativa para compensar las pérdidas derivadas de ajustes en los precios. Si bien el proyecto sigue siendo viable, su rentabilidad se ve comprometida, lo que exige un monitoreo constante del entorno competitivo y la búsqueda de alternativas para optimizar costos.

14.1.11.3. Escenario 3: Aumento en la TMAR

Objetivo: Evaluar cómo afecta un aumento de la TMAR global del 9.91 % a un 12 % debido a cambios en tasas de interés o mayores exigencias de retorno por parte de inversionistas.

- **Recalculo de indicadores**

Se procede a recalcular los indicadores para realizar el análisis del escenario:

Tabla 180.*Margen de Ganancias - Escenario 3*

Concepto	Proyección				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades Producidas	34,500,000	36,225,000	38,036,250	39,938,063	41,934,966
(×) Precio de venta	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42
(=) Ingresos	\$ 14,490,000.00	\$ 15,214,500.00	\$ 15,975,225.00	\$ 16,773,986.46	\$ 17,612,685.72
(-) Costos Operativos	\$ 2,066,292.52	\$ 2,169,607.14	\$ 2,278,087.50	\$ 2,391,991.88	\$ 2,511,591.47
(-) Costos de Producción	\$ 3,183,707.52	\$ 3,342,892.90	\$ 3,510,037.54	\$ 3,685,539.42	\$ 3,869,816.39
(-) Costos Operacionales de Tecnologías 4.0	\$ 163,617.44	\$ 164,320.46	\$ 128,640.14	\$ 129,938.05	\$ 131,270.85
(=) Ganancia Neta	\$ 9,076,382.52	\$ 9,537,679.50	\$ 10,058,459.82	\$ 10,566,517.11	\$ 11,100,007.01
Margen de Ganancia	63 %	63 %	63 %	63 %	63 %

Nota. La TMAR incrementó a un 12 %.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 181.*Valor Actual Neto - Escenario 3*

	Año 1	Año2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades Producidas	4,500,000	4,725,000	4,961,250	5,209,313	5,469,778
Precio de unidad	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42	\$ 0.42
Ingresos	\$ 1,890,000.00	\$ 1,984,500.00	\$ 2,083,725.00	\$ 2,187,911.46	\$ 2,297,306.76
Costos Operativos	\$ 352,208.95	\$ 369,819.40	\$ 388,310.37	\$ 407,725.89	\$ 428,112.18
Costos de Producción	\$ 682,223.04	\$ 716,334.19	\$ 752,150.90	\$ 789,758.45	\$ 829,246.37
Costos Operativos	\$ 163,617.44	\$ 164,320.46	\$ 128,640.14	\$ 129,938.05	\$ 131,270.85
Egresos Totales	\$ 1,198,049.43	\$ 1,250,474.05	\$ 1,269,101.41	\$ 1,327,422.38	\$ 1,388,629.40
Inversión			\$ 1,115,860		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 182.*Flujo de Efectivo - Escenario 3*

Año	Ingresos	Egresos	Inversión	Flujo neto
0			\$ 1,115,860	
1	\$ 1,890,000	\$ 1,198,049.43		\$ 691,950.57
2	\$ 1,984,500.00	\$ 1,250,474.05		\$ 734,025.95
3	\$ 2,083,725.00	\$ 1,269,101.41		\$ 814,623.59
4	\$ 2,187,911.46	\$ 1,327,422.38		\$ 860,489.08
5	\$ 2,297,306.76	\$ 1,388,629.40		\$ 908,677.36

Fuente: Elaboración propia.

$$VAN = \$ 617,813.01 + \$ 585,160.99 + \$ 522,465.17 + \$ 546,856.37 + \$ 546,856.37$$

$$- \$ 1,115,860$$

$$VAN = \$ 1,672,043.48$$

$$ROI = \frac{\$ 691,950.57}{\$ 1,115,860}$$

$$ROI = 62 \%$$

- **Análisis**

El incremento en la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) del 9.91 % al 12 % tiene un impacto directo en la evaluación financiera del proyecto, al elevar la tasa de descuento utilizada para calcular la rentabilidad ajustada al riesgo. Aunque los ingresos, costos operativos y margen de ganancia se mantienen constantes con respecto a la proyección inicial, el cambio en la TMAR reduce el Valor Actual Neto (VAN) de \$ 1,891,055.37 a \$ 1,672,043.48. Esta disminución de aproximadamente 12 % en el VAN indica que el valor presente de los beneficios generados por el proyecto es menor cuando se considera una mayor exigencia de retorno por parte de los inversionistas.

A pesar del aumento en la TMAR, el proyecto sigue siendo rentable, como lo demuestra un Retorno sobre la Inversión (ROI) del 62 %, lo que indica que la implementación de tecnologías 4.0 en la industria del plástico de El Salvador sigue generando beneficios significativos.

Sin embargo, este escenario resalta la sensibilidad del proyecto ante cambios en las condiciones de financiamiento y expectativas de retorno de los inversionistas. Un aumento en la TMAR significa que los inversionistas exigirán mayores beneficios para considerar atractiva la inversión, lo que puede afectar la toma de decisiones en cuanto a la búsqueda de financiamiento o participación de nuevos socios estratégicos. Aunque el proyecto sigue siendo rentable, un incremento adicional en la TMAR podría reducir su atractivo financiero y comprometer su viabilidad a largo plazo.

14.2. Evaluación Ambiental

Para la evaluación ambiental en el caso práctico, es fundamental tomar en cuenta los aspectos detallados en los numerales 13.2.1 hasta 13.2.1.1.5, donde se especifican los impactos ambientales asociados a la aplicación de tecnologías 4.0 en el sector plástico. Estos apartados proporcionan un marco estructurado para la identificación y mitigación de efectos negativos sobre el entorno, asegurando un análisis integral basado en criterios técnicos y científicos.

Dentro de la Determinación de Impactos Ambientales (13.2.1), se describen las principales afectaciones derivadas de los procesos industriales y la incorporación de herramientas digitales en la producción. A partir de este punto, se presentan los cinco ejes fundamentales que permiten evaluar la sostenibilidad de las operaciones:

- **Consumo Energético (13.2.1.1.1):** Se analiza el uso de energía en cada etapa del proceso productivo, identificando oportunidades de optimización mediante tecnologías como sensores *IoT*, inteligencia artificial y automatización avanzada. Se establecen indicadores clave para medir la eficiencia energética y reducir la dependencia de fuentes no renovables.
- **Generación de Residuos (13.2.1.1.2):** Se detallan los tipos de residuos generados en la producción, su clasificación y estrategias de gestión basadas en la economía circular. Se incluyen metodologías para la reducción de desperdicios mediante impresión 3D, reciclaje automatizado y sistemas de trazabilidad digital.
- **Contaminación del Aire y Agua (13.2.1.1.3):** Se estudia el impacto de las emisiones y vertidos industriales, identificando tecnologías de monitoreo en tiempo real y filtrado de contaminantes. Se establecen parámetros de control para garantizar el cumplimiento normativo y la minimización de efectos adversos en el ecosistema.

- **Impacto a la Biodiversidad (13.2.1.1.4):** Se aborda la relación entre las actividades industriales y los ecosistemas cercanos, considerando estrategias de restauración ambiental, monitoreo de especies y reducción de alteraciones en la fauna y flora locales.
- **Riesgos Naturales y Cambio Climático (13.2.1.1.5):** Se identifican las vulnerabilidades del sector ante eventos climáticos extremos, analizando medidas de adaptación y mitigación, incluyendo la transición hacia energías limpias y el uso de modelos predictivos para la resiliencia operativa.

También es fundamental que los lectores de esta tesis consideren lo especificado en el apartado 13.2.2. *Evaluación de Impactos Ambientales* (p. 675).

Este apartado proporciona los criterios necesarios para analizar los efectos ambientales derivados de las actividades industriales, estableciendo una base metodológica para cuantificar y mitigar los impactos generados. Su contenido permite estructurar el análisis de manera objetiva, asegurando que la evaluación sea integral y alineada con los principios de sostenibilidad y normativas ambientales aplicables.

Toda referencia a este análisis dentro del estudio deberá basarse en los lineamientos definidos en esta sección, garantizando coherencia y rigor metodológico en la aplicación de la evaluación ambiental en el sector plástico.

Por otro lado, para abordar estructuradamente los efectos derivados de la actividad industrial, hay que considerar los aspectos descritos en los numerales 13.2.3 hasta 13.2.4.1.2, donde se establecen estrategias enfocadas en la reducción de impactos y la optimización de procesos mediante tecnologías y buenas prácticas.

El apartado 13.2.3. Estrategias de Mitigación de Impactos Ambientales (p. 676) desarrolla medidas específicas orientadas a mejorar la eficiencia en el uso de recursos y minimizar afectaciones en distintos ámbitos. En este contexto, se presentan diversas políticas que contribuyen a estos objetivos:

- **Política de Eficiencia Energética (p. 677):** Aplicación de estrategias para optimizar el consumo energético y fomentar el uso responsable de insumos energéticos.
- **Política de Gestión de Residuos (p. 680):** Implementación de metodologías basadas en la economía circular para reducir, reutilizar y reciclar materiales de manera efectiva.
- **Política de Control de Contaminación del Aire y del Agua (p. 683):** Incorporación de sistemas de monitoreo y tratamiento para la reducción de emisiones y descargas contaminantes.
- **Política de Reducción del Impacto a la Biodiversidad (p. 686):** Acciones enfocadas en minimizar la alteración de ecosistemas y la preservación de especies en zonas de influencia.
- **Política de Gestión de Riesgos Naturales y Cambio Climático (p. 689):** Implementación de estrategias de adaptación y mitigación ante fenómenos naturales y variabilidad climática.

La disponibilidad de mediciones estandarizadas es un desafío, ya que no se cuenta con un sistema de monitoreo en tiempo real dentro de la empresa que permita la recopilación de datos precisos sobre consumo energético, emisiones y residuos. Esto imposibilita la validación de los cálculos en el marco de los lineamientos establecidos en 13.2.4. Métricas y Monitoreo (p. 693), donde se establecen métricas clave para medir la eficiencia y sostenibilidad de las iniciativas implementadas.

En esta parte no se harán cálculos con datos reales o exactos por diversas limitaciones que impidieron obtener información medioambiental precisa en el estudio. La principal razón es la falta de acceso a datos operativos actualizados, ya que la empresa en estudio no tiene registros detallados y recientes sobre métricas ambientales específicas, lo que impide comparaciones cuantificables con los indicadores propuestos.

La confidencialidad de la información empresarial representa una restricción significativa, ya que ciertos datos sobre emisiones, consumo energético y gestión de residuos están sujetos a normativas internas y no se proporcionaron para este análisis. Esto limita la posibilidad de evaluar con exactitud el impacto de las estrategias de mitigación ambiental.

Otra limitante es la variabilidad en las condiciones de operación, ya que los procesos industriales pueden verse afectados por factores externos como fluctuaciones en la demanda, cambios en la materia prima o ajustes en los sistemas productivos. Estos elementos alteran la estabilidad de los datos, dificultando la medición de tendencias a partir de registros parciales o no estandarizados.

En relación con el subapartado 13.2.4.1.1. *Definición de KPI's Ambientales* (p. 693), se considerarán únicamente las siguientes 14 tecnologías con respecto al Consumo o Eficiencia Energética, dado que el resto ya han sido previamente instaladas en la empresa.

Tabla 183.

Parámetros para Calcular el Consumo Energético - Caso Práctico

Indicadores para evaluar el uso de Energía	
1. Uso de Big Data para tareas de mantenimiento	
Parámetros:	• Cantidad de sensores <i>IoT</i> activos: Cada sensor consume aproximadamente 1-5 W/h. • Procesamiento en la nube: Consumo energético por la transmisión y análisis de datos. • Frecuencia de análisis: Continuo o a intervalos programados.
Fórmula estimada:	<i>Consumo de sensores (kWh) = (potencia del sensor (kW) × horas de operación) × N° de sensores</i>
2. Uso de IoT para la gestión de la cadena de suministro	
Parámetros:	• Cantidad de sensores <i>IoT</i>: Sensores estándar consumen entre 1-5 W/h. • Frecuencia de transmisión: Mayor frecuencia implica mayor consumo. • Duración de uso diario.
Fórmula estimada:	<i>Consumo diario (kWh) = (potencia de un sensor (kW) × horas de operación) × N° de sensores</i>
3. Impresión 3D	
Parámetros:	• Tipo de impresora: Impresoras FDM estándar consumen entre 50-250 W/h; las industriales consumen hasta 2-5 kW. • Duración de impresión: Depende del tamaño y complejidad del modelo. • Cantidad de impresoras utilizadas.
Fórmula estimada:	<i>Consumo diario (kWh) = (Potencia de la impresora (kW) × Horas de uso) × N° de impresoras</i>

Indicadores para evaluar el uso de Energía

4. Uso de *robots* industriales colaborativos

- Parámetros:**
- Potencia promedio por *robot*: 0.5-2 kW dependiendo de la carga y tareas.
 - Frecuencia de operación: Continuo o intermitente.
 - Cantidad de *robots* en operación.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del robot (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de robots}$

5. Uso de *IoT* para monitoreo en tiempo real de maquinaria

- Parámetros:**
- Consumo por sensor *IoT*: Entre 1-5 W/h.
 - Número de sensores por máquina.
 - Frecuencia de transmisión de datos.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del servidor (kW)} \times \text{horas de uso}) \times N^{\circ} \text{ de servidores}$

6. Simulación de procesos (Gemelos Digitales)

- Parámetros:**
- Consumo por procesamiento de simulación: Depende del *software* y *hardware*, entre 2-10 kW por simulación.
 - Frecuencia de simulaciones.
 - Duración de simulaciones.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia de procesamiento (kW)} \times \text{horas de simulación})$

7. Sistema *ATS* (*Applicant Tracking System*)

- Parámetros:**
- Infraestructura de soporte: Puede operar en servidores locales o en la nube.
 - Consumo de servidores: 300-800 W/h dependiendo del tamaño de la base de datos.
 - Horas de uso diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del servidor (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de servidores}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

8. Uso de tecnología de Realidad Aumentada y Virtual para entrenamiento

- Parámetros:**
- Consumo por dispositivo de realidad virtual (VR): 50-200 W/h por casco VR o dispositivo RA.
 - Estaciones de trabajo: Entre 1-2 kW/h por computadora de alto rendimiento.
 - Duración de los entrenamientos diarios.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo por dispositivo (kW)} + \text{consumo de estación (kW)}) \times \text{horas de entrenamiento}$

9. Ciberseguridad

- Parámetros:**
- Infraestructura: Servidores dedicados para análisis de amenazas, entre 500-800 W/h.
 - Frecuencia de análisis diarios.
 - Duración del monitoreo.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{potencia del sistema de ciberseguridad (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de servidores}$

10. Implementación de soluciones de *Big Data* para optimizar operaciones

- Parámetros:**
- Consumo de infraestructura para análisis: Servidores de alto rendimiento con consumos de 800-1,500 W/h.
 - Volumen de datos procesados.
 - Frecuencia de análisis diario.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo del servidor (kW)} \times \text{duración del análisis}) \times \text{volumen de datos}$

11. *Machine Learning*

- Parámetros:**
- Infraestructura requerida: *GPU's* y servidores especializados que consumen entre 1,000-3,000 W/h.
 - Frecuencia de entrenamiento de modelos.
 - Duración del procesamiento de datos.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo por servidor (kW)} \times \text{duración del entrenamiento}) \times N^{\circ} \text{ de modelos procesados}$

Indicadores para evaluar el uso de Energía

12. Uso de Inteligencia Artificial

Parámetros:

- Infraestructura: Sistemas en la nube o locales que consumen entre 500-2,000 W/h dependiendo de la carga de trabajo.
- Cantidad de procesos automatizados diariamente.
- Horas de operación.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo del sistema de IA (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de procesos}$

13. Conectividad 5G

Parámetros:

- Infraestructura de red: Estaciones base de 5G que consumen entre 3,000-10,000 W/h.
- Cantidad de dispositivos conectados.
- Horas de operación.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo de la estación 5G (kW)} \times \text{horas de operación}) \times N^{\circ} \text{ de dispositivos conectados}$

14. Chatbots

Parámetros:

- Infraestructura requerida: Sistemas en la nube con consumos de 300-500 W/h dependiendo del número de interacciones diarias.
- Cantidad de usuarios interactuando simultáneamente.
- Duración promedio de interacciones.

Fórmula estimada: $\text{Consumo diario (kWh)} = (\text{consumo por interacción (kW)} \times \text{duración de uso}) \times N^{\circ} \text{ de usuarios}$

Nota. Debido a estas limitaciones, el análisis se centrará en la revisión de estrategias y tecnologías aplicables a la mitigación de impactos ambientales, sin realizar cálculos basados en datos reales de la empresa en estudio.

Fuente: Elaboración propia.

14.3. Evaluación Social

A continuación, se presenta la evaluación social realizada al caso práctico:

14.3.1. Evaluación de Impactos Sociales

Se realizó una evaluación de los impactos sociales que se ven involucrados en la implementación de tecnologías 4.0 en la empresa. A continuación, se presenta un cuadro con los aspectos evaluados y el impacto correspondiente:

Tabla 184.

Evaluación de Impactos Sociales

Aspecto social	Impacto social
Condiciones laborales	- Mejoras: La automatización de procesos repetitivos o peligrosos reduce el riesgo de accidentes laborales. En la industria del plástico, esto incluye el manejo de maquinaria pesada o exposición a productos químicos. - Desafíos: La introducción de tecnologías avanzadas puede aumentar la carga psicológica de los trabajadores, quienes deberán adaptarse rápidamente a herramientas digitales y sistemas automatizados, enfrentando mayores niveles de estrés. Además, la supervisión constante mediante tecnologías como sensores o análisis de datos puede percibirse como invasiva.
Niveles de empleo	- Reducción: Según la CEPAL, hasta un 20 % de los empleos en manufactura en Centroamérica corren el riesgo de automatización. En el sector plástico, esto impactaría principalmente a operarios y trabajadores en líneas de ensamblaje. - Creación: La digitalización abre nuevas oportunidades laborales en áreas como mantenimiento de <i>robots</i>, análisis de datos y ciberseguridad. Sin embargo, estos empleos requieren formación técnica avanzada, limitando su accesibilidad para trabajadores de baja cualificación.

Aspecto social	Impacto social
Capacitaciones	- Mejoras: Para que la transición a tecnologías 4.0 sea inclusiva, es esencial diseñar programas de capacitación en habilidades técnicas. La falta de inversión en formación puede generar desigualdades, dejando a un segmento importante de trabajadores en riesgo de exclusión. - Beneficios a largo plazo: Las empresas que implementen planes de reskilling podrían experimentar mayor compromiso y productividad por parte de sus trabajadores. En El Salvador, menos del 30 % de las empresas fabricantes ofrecen programas de capacitación formal, lo que representa un reto significativo.
Acceso a tecnologías	- Conectividad: En El Salvador, la penetración de internet alcanza el 67 % de la población, pero hay marcadas diferencias entre zonas urbanas y rurales. En áreas urbanas, el 84 % de los hogares tiene acceso a internet, mientras que en zonas rurales la cifra es solo del 39 %. - Desigualdad económica: El costo del acceso a tecnologías (equipos y servicios) sigue siendo una barrera importante.
Uso de tecnologías	- Empresas: En la industria del plástico, el uso de tecnologías avanzadas sigue siendo limitado a grandes empresas. Para algunos procesos se tienden a depender de procesos manuales o tecnologías obsoletas. - Individuos: Un informe del Banco Mundial revela que solo el 19 % de los salvadoreños posee habilidades digitales avanzadas, como programación o análisis de datos, lo que limita el uso eficiente de tecnologías.
Brechas digitales	- Entre empresas: Solo el 15 % de las empresas del sector plástico en El Salvador ha adoptado tecnologías relacionadas con la Industria 4.0. Las grandes empresas están más avanzadas en digitalización, mientras que las PYMES enfrentan barreras como falta de capital, desconocimiento de beneficios y ausencia de talento capacitado. - Entre trabajadores: Los empleados jóvenes tienen mayor exposición a herramientas tecnológicas y son más propensos a participar en programas de formación, dejando rezagados a trabajadores mayores o con menos educación formal.

Aspecto social	Impacto social
Desigualdades	- Impacto regional: Las empresas ubicadas en regiones más desarrolladas, como San Salvador, tienen mejores infraestructuras digitales y acceso a redes de capacitación, mientras que las regiones rurales quedan marginadas. - Género: Según datos del ISSS, las mujeres representan solo el 18 % de la fuerza laboral en la industria del plástico y suelen desempeñar roles menos expuestos a la tecnología, lo que limita su participación en procesos de automatización.
Efectos psicológicos	- Ansiedad y estrés: La incertidumbre laboral, especialmente entre trabajadores menos cualificados, es una de las principales consecuencias de la automatización. La falta de comunicación por parte de los tratados sobre los cambios previstos amplifica este problema. - Adaptación al cambio: Algunos trabajadores perciben las nuevas tecnologías como una amenaza, mientras que otros las ven como una oportunidad de crecimiento profesional. La reacción depende en gran medida del acceso a capacitación y el apoyo recibido por la empresa.
Efectos sociales	- División de equipos: La coexistencia de trabajadores capacitados y no capacitados en un entorno automatizado puede generar tensiones internas y afectar la cohesión del equipo. Esto también puede derivar en conflictos laborales. - Impacto en las familias: Los trabajadores que enfrentan la inseguridad laboral pueden trasladar el estrés a sus relaciones familiares, generando tensiones adicionales en sus hogares y comunidades.

Fuente: Elaboración propia.

Las estrategias que se proponen para mitigar el impacto social de la implementación de las tecnologías 4.0 son:

Tabla 185.

Estrategias para mitigar el Impacto Social

Estrategia	Descripción
Automatización gradual	Implementar la tecnología en fases para permitir una adaptación progresiva de los trabajadores y minimizar el impacto inmediato en el empleo.
Reestructuración de roles	Redefinir los puestos de trabajo para que los empleados puedan asumir tareas relacionadas con el control y supervisión de las tecnologías.
Mejoras en ergonomía	Incorporar tecnologías que reduzcan el desgaste físico de los trabajadores, mejorando su bienestar general.
Diversificación de procesos	Introducir líneas de producción alternativas que complementen la automatización y mantengan empleos en otras áreas.
Inclusión de grupos vulnerables	Diseñar programas específicos para integrar a mujeres, jóvenes y trabajadores de comunidades rurales en la transición tecnológica.
Adaptación generacional	Proporcionar tutorías entre empleados jóvenes y mayores para cerrar brechas generacionales y facilitar el aprendizaje colaborativo.
Inversión en infraestructura tecnológica	Facilitar el acceso a equipos y <i>software</i> a todos los empleados, asegurando igualdad de oportunidades para interactuar con las nuevas herramientas.
Capacitación en alfabetización digital	Brindar formación básica en competencias digitales a todos los trabajadores antes de introducir tecnologías más complejas.
Programas de bienestar laboral	Crear iniciativas de apoyo psicológico, como talleres de manejo del estrés y acceso a servicios de asesoramiento para empleados.
Comunicación clara y transparente	Informar a los empleados de manera anticipada sobre los cambios tecnológicos y cómo afectarán sus roles, generando confianza.
Fomento de alianzas con comunidades	Colaborar con comunidades locales para sensibilizarlas sobre los beneficios de las tecnologías sostenibles y promover la aceptación social.

Fuente: Elaboración propia.

14.3.2. Análisis de Indicadores Clave

A continuación, se muestran los indicadores clave para la evaluación social:

14.3.2.1. Número de Empleos Desplazados

Según un estudio realizado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se estima que alrededor del 14 % de los trabajadores corren el riesgo de perder sus empleos debido a la automatización en los próximos años. Actualmente la empresa del caso cuenta con 250 empleados en total.

$$\text{Número de empleos desplazados} = \text{Cantidad de empleados} \times 14 \%$$

$$\text{Número de empleos desplazados} = 250 \times 14 \%$$

$$\text{Número de empleos desplazados} = 35$$

Se estima que, con la implementación de las tecnologías 4.0, la empresa tiene 35 puestos de trabajo y deberán reubicarse en otros puestos o separados de la empresa porque su función puede absorberse por la automatización.

14.3.2.2. Número de Trabajadores Capacitados en Tecnologías 4.0

Los trabajadores que se capacitaran en la empresa para la implementación de las tecnologías 4.0 son 138 entre ellos el área de ventas, producción, mantenimiento, TI y recursos humanos. La empresa cuenta con 250 empleados en total.

$$\% \text{ Trabajadores capacitados} = \left(\frac{N. \text{capacitados}}{N. \text{empleados totales}} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Trabajadores capacitados} = \left(\frac{138}{250} \right) \times 100$$

$$\% \text{ Trabajadores capacitados} = 55 \%$$

El resultado indica que para la implementación de las catorce tecnologías 4.0 se logrará capacitar al 55 % de la empresa en el uso de esas tecnologías para sus labores diarias.

14.3.2.3. Nivel de Satisfacción de los Empleados y la Comunidad

Según comentarios de la empresa del caso práctico, de los 250 empleados, 187 empleados se encuentran satisfechos con la innovación tecnológica.

$$\text{Nivel de satisfacción} = \left(\frac{N^{\circ} \text{ empleados satisfechos}}{N^{\circ} \text{ total de empleados}} \right) \times 100$$

$$\text{Nivel de satisfacción} = \left(\frac{187}{250} \right) \times 100$$

$$\text{Nivel de satisfacción} = 74.8 \%$$

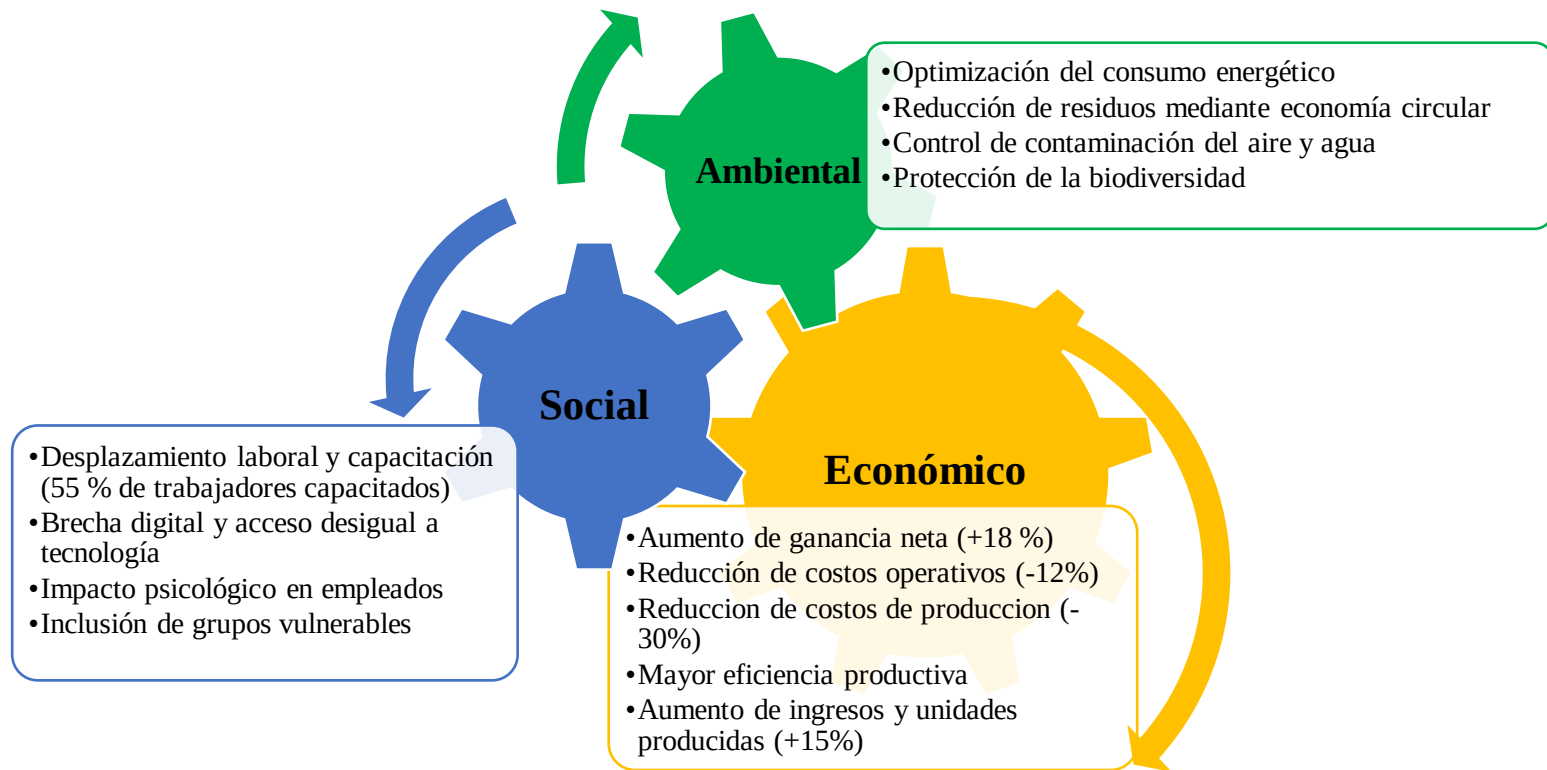
Este dato indica que, aunque la implementación de las tecnologías 4.0 significa un cambio en la forma de trabajar de los empleados, el 74,80 % es optimista respecto al cambio.

15. Análisis de Aplicación de Evaluaciones al Caso Práctico

Cada evaluación proporciona una perspectiva específica, su interrelación es clave para comprender el impacto global de esta transición tecnológica y garantizar un desarrollo sostenible y equitativo.

Figura 79.

Interrelación Económica, Social y Ambiental



Fuente: Elaboración propia.

15.1. Evaluación Económica

El análisis comparativo de los márgenes de ganancia actuales frente al proyecto evidencia un aumento significativo en la eficiencia y la rentabilidad tras la implementación de tecnologías 4.0. Mientras que el margen de ganancia actual es del 45 %, el margen proyectado asciende al 63 %, reflejando una mejora del 18 %. Este incremento se logra gracias a la reducción de costos operativos y de producción, así como la incorporación de tecnologías que optimizan procesos.

Con un VAN de \$1,891,055.38, un ROI del 62% y una TIR del 61%, el proyecto demuestra una rentabilidad atractiva y financieramente viable.

Un VAN positivo, como en este caso, significa que el proyecto no solo recupera la inversión inicial, sino que también genera un excedente de \$1,891,055.38 de ganancia en cinco años.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) del 61% representa la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, es decir, el punto en el que los ingresos actualizados igualan los costos. Comparándola con la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) del 9.91%, se observa que la TIR es considerablemente mayor, lo que significa que el proyecto genera un rendimiento muy superior al mínimo requerido para justificar la inversión

El ROI del 62% significa que, por cada dólar invertido en el proyecto, se obtiene un retorno adicional de \$0.62 después de recuperar el costo inicial. En otras palabras, la inversión ha generado un beneficio del 62% sobre su costo total, lo que indica que el proyecto es rentable y ha logrado un desempeño financiero positivo.

La relación B/C de 1.62, al ser mayor que 1, indica que, por cada dólar invertido, el proyecto genera una ganancia neta de \$0.62, lo que refuerza su viabilidad económica.

15.2. Evaluación Ambiental

La evaluación ambiental en la aplicación de tecnologías 4.0 en el sector plástico es clave para identificar impactos, riesgos y oportunidades, abordando aspectos como consumo energético, generación de residuos, contaminación y biodiversidad. La digitalización y automatización pueden mejorar la eficiencia y reducir el uso de recursos, pero también conllevan desafíos como el consumo energético de sistemas interconectados y la generación de desechos electrónicos. La optimización mediante inteligencia artificial, *IoT* y *Big Data* permite un monitoreo continuo, facilitando la reducción de desperdicios y la optimización del consumo energético.

La gestión de residuos se fortalece con estrategias de economía circular y tecnologías como impresión 3D y gemelos digitales, mejorando la reutilización de plásticos reciclados. La contaminación del aire y agua puede mitigarse con sensores y filtración automatizada, mientras que la biodiversidad se protege mediante monitoreo ambiental con drones y visión artificial. Frente al cambio climático, la industria debe adoptar energías renovables y estrategias de eficiencia energética. Finalmente, la implementación de normativas ambientales y capacitación del personal garantizarán un modelo de producción más sostenible y alineado con estándares internacionales.

15.3. Evaluación Social

La implementación de las tecnologías 4.0 en la industria del plástico de El Salvador representa una transformación significativa en las dinámicas sociales, económicas y laborales del sector. Estas tecnologías tienen el potencial de optimizar procesos, mejorar la sostenibilidad ambiental y fortalecer la competitividad de las empresas en el mercado global. Sin embargo, su adopción también plantea importantes desafíos sociales que requieren atención para garantizar que los beneficios sean inclusivos y sostenibles.

Es importante mencionar que, en la revisión de los riesgos sociales de la empresa del caso práctico, uno de los principales desafíos es el desplazamiento laboral, ya que la automatización amenaza empleos tradicionales. Este fenómeno podría aumentar las desigualdades sociales si no se implementan medidas para capacitar a los trabajadores afectados. La brecha digital también es un factor preocupante, ya que las desigualdades en el acceso a tecnologías avanzadas pueden marginar a comunidades rurales y a otras empresas del rubro.

Adicionalmente, el impacto psicológico en los trabajadores es significativo; la adaptación a sistemas tecnológicos complejos puede generar ansiedad y estrés, especialmente en aquellos con menor experiencia en el uso de estas herramientas.

Para mitigar estos riesgos, es fundamental que la empresa adopte estrategias que promuevan una transición inclusiva y sostenible. La capacitación en competencias digitales debe ser una prioridad, asegurando que los trabajadores actuales puedan adaptarse a los nuevos requisitos laborales. Además, la implementación gradual de las tecnologías permitirá minimizar el impacto inmediato en el empleo y facilitará la adaptación de los trabajadores. La inclusión de grupos vulnerables, como mujeres, jóvenes y comunidades rurales, también debe ser un eje central para reducir desigualdades. Complementariamente, una comunicación clara y transparente sobre los cambios tecnológicos es esencial para generar confianza y compromiso entre los empleados.

El análisis de indicadores clave fue crucial para evaluar el impacto social de estas tecnologías. En el caso específico de la empresa del caso práctico, se estima que 35 de los 250 empleados podrían ser desplazados debido a la automatización. Sin embargo, el 55 % de la fuerza laboral será capacitada en el uso de tecnologías 4.0, lo que refleja un esfuerzo por integrar a los empleados en esta transición. Además, un 81.3 % de los trabajadores se muestra optimista respecto a los cambios, lo que sugiere una aceptación generalizada de las transformaciones tecnológicas.

La implementación de tecnologías 4.0 en la industria del plástico de El Salvador presenta tanto oportunidades como desafíos. Aunque los beneficios en competitividad, condiciones laborales y fortalecimiento de ecosistemas son evidentes, es imprescindible abordar los riesgos asociados, como el desplazamiento laboral, la brecha digital y el impacto psicológico en los trabajadores. Con estrategias inclusivas, capacitación adecuada y un monitoreo constante de los indicadores clave, es posible maximizar los beneficios sociales de esta transición tecnológica y minimizar sus efectos adversos.

15.4. Interrelación de las Evaluaciones Económica, Ambiental y Social

La implementación de tecnologías 4.0 en la industria del plástico de El Salvador ofrece un escenario de transformación profunda que impacta en los ámbitos económico, ambiental y social. Aunque cada evaluación proporciona una perspectiva específica, su interrelación es clave para comprender el impacto global de esta transición tecnológica y garantizar un desarrollo sostenible y equitativo.

15.4.1. Evaluación Económica respecto a los Aspectos Ambientales y Sociales

Desde una perspectiva económica, los resultados proyectados reflejan una mejora significativa en la rentabilidad de la empresa, con un incremento del margen de ganancia del 45 % al 63 % y un aumento en la capacidad productiva del 15 %. La reducción de costos operativos se debe, en parte, a la automatización de procesos y a la eficiencia lograda mediante inteligencia artificial y sistemas *IoT*, que optimizan la gestión de recursos y reducen desperdicios.

Sin embargo, esta optimización también impacta el ámbito social, ya que la automatización puede provocar el desplazamiento de trabajadores. En el caso analizado, 35 de los 250 empleados podrían perder sus puestos debido a la digitalización. A pesar de esto, la empresa ha diseñado estrategias de capacitación para el 55 % de la plantilla, lo que permitirá su reinserción en funciones

adaptadas a las nuevas tecnologías. Este factor es crucial para mitigar desigualdades y garantizar una transición laboral justa.

Desde el punto de vista ambiental, la automatización es fundamental en la reducción del impacto ecológico. El uso eficiente de los recursos y la adopción de estrategias de economía circular permiten reducir la generación de residuos y optimizar el consumo de energía. No obstante, el aumento en la digitalización y el uso de servidores interconectados podría incrementar el consumo energético, lo que refuerza la necesidad de utilizar energías renovables y sistemas de almacenamiento eficientes.

15.4.2. Evaluación Ambiental y su Impacto Económico y Social

El análisis ambiental destaca la importancia de mitigar los impactos negativos asociados a la transformación digital. Tecnologías como gemelos digitales y sistemas de monitoreo *IoT* permiten reducir la generación de residuos y minimizar las emisiones contaminantes.

Desde la perspectiva económica, la inversión en estos sistemas representa un costo inicial significativo, pero a largo plazo genera beneficios tangibles. La optimización de procesos mediante inteligencia artificial y *Big Data* reduce la necesidad de materia prima y minimiza los desperdicios, lo que se traduce en menores costos de producción. Además, la adopción de estándares internacionales como ISO 14001 y 50001 podría facilitar la entrada de la empresa en mercados más exigentes en cuanto a sostenibilidad, incrementando su competitividad y reputación.

En el ámbito social, la implementación de estas tecnologías también influye en la percepción y bienestar de los trabajadores. La digitalización de procesos requiere que los empleados adquieran nuevas habilidades tecnológicas, lo que podría generar estrés o resistencia al cambio en algunos casos. Sin embargo, el 81.3 % de los trabajadores ha manifestado una opinión positiva respecto a la modernización, lo que sugiere un nivel de aceptación significativo si se

acompaña con capacitación adecuada y comunicación clara sobre los beneficios de la transformación digital.

15.4.3. Evaluación Social y su Vínculo con Factores Económicos y Ambientales

La transformación digital de la industria del plástico también tiene un fuerte impacto en la estructura social y laboral de la empresa. La automatización y digitalización de procesos pueden generar desigualdades si no se gestionan adecuadamente. La brecha digital es una preocupación clave, ya que comunidades rurales y pequeñas empresas podrían quedar rezagadas si no tienen acceso a la tecnología y capacitación necesarias.

En términos económicos, la reducción de costos laborales podría generar mayores ganancias para la empresa, pero también podría afectar el poder adquisitivo de los trabajadores desplazados si no se implementan estrategias de recolocación laboral. La capacitación en competencias digitales no solo mitiga este impacto, sino que también fortalece el capital humano, permitiendo que los empleados se adapten a las nuevas demandas del mercado laboral.

Desde el punto de vista ambiental, la reducción del impacto ecológico beneficia a la sociedad en general. Un menor consumo de energía y una gestión eficiente de los residuos contribuyen a mejorar la calidad de vida y a reducir enfermedades relacionadas con la contaminación. Además, la adopción de modelos de economía circular permite que otras empresas del sector se beneficien de materiales reciclados, promoviendo un ecosistema industrial más sostenible.

Glosario Técnico

API. Conjunto de definiciones y protocolos que permiten la comunicación entre diferentes aplicaciones de software (Fielding, 2000).

Applicant Tracking System (ATS). Software utilizado para automatizar el proceso de reclutamiento y selección de personal (Holm, 2012).

Backhaul. Conexión de retorno que transporta datos desde redes locales a una red principal o proveedor de servicios (Goldsmith, 2005).

Backup. Copia de seguridad de datos para prevenir pérdidas en caso de fallos del sistema (Nelson et al., 2014).

Big Data. Conjunto de datos extremadamente grandes y complejos que requieren de herramientas avanzadas para su almacenamiento, procesamiento y análisis (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013).

Chatbot. Programa de inteligencia artificial diseñado para simular conversaciones con usuarios y proporcionar respuestas automáticas (Shawar & Atwell, 2007).

Checklist. Lista de verificación utilizada para garantizar el cumplimiento de ciertos requisitos o procedimientos en un proceso (Gawande, 2009).

Ciberseguridad. Prácticas y tecnologías diseñadas para proteger sistemas informáticos y redes contra ataques maliciosos (Singer & Friedman, 2014).

CMMS. Software de gestión de mantenimiento computarizado utilizado para planificar y rastrear tareas de mantenimiento (Wireman, 2010).

Co-bot. Robot colaborativo diseñado para trabajar junto a humanos en tareas compartidas sin necesidad de barreras de seguridad (Colgate et al., 1996).

Customer Relationship Management (CRM). Estrategia y tecnología utilizada para gestionar la relación con los clientes y mejorar la satisfacción y fidelización (Buttle & Maklan, 2019).

Dashboard. Interfaz visual que presenta datos clave y métricas en tiempo real para la toma de decisiones (Few, 2006).

E-learning. Modalidad de aprendizaje a través de plataformas digitales y recursos en línea (Clark & Mayer, 2016).

Enterprise Resource Planning (ERP). Software que integra y gestiona los procesos empresariales clave, como contabilidad, producción y logística (Monk & Wagner, 2012).

FIFO. Método de gestión de inventarios en el que los primeros productos en entrar son los primeros en salir (Arnold et al., 2007).

Firewall. Sistema de seguridad que controla y filtra el tráfico de red para prevenir accesos no autorizados (Cheswick et al., 2003).

Firmware. Software embebido en dispositivos de hardware para proporcionar funcionalidades básicas y control de operaciones (Peckol, 2019).

Gateways. Dispositivos que actúan como puntos de interconexión entre diferentes redes informáticas (Comer, 2018).

Hardware. Componentes físicos de un sistema informático, incluyendo procesadores, memoria y dispositivos de almacenamiento (Stallings, 2018).

Help Desk. Servicio de asistencia técnica que gestiona y resuelve problemas o consultas de usuarios (Czegel, 1998).

Identity and Access Management (IAM). Marco de políticas y tecnologías para gestionar la identidad digital y los permisos de acceso en sistemas informáticos (Ferraiolo et al., 2003).

Infrastructure as a Service (IaaS). Modelo de computación en la nube que proporciona infraestructura de TI bajo demanda, como servidores y almacenamiento (Armbrust et al., 2010).

Internet de las Cosas (IoT). Red de objetos físicos interconectados que recopilan e intercambian datos a través de internet (Ashton, 2009).

Intrusion Detection System/Intrusion Prevention System (IDS/IPS). Tecnología utilizada para monitorear y prevenir actividades sospechosas en redes informáticas (Bace & Mell, 2001).

IP (Internet Protocol). Protocolo de comunicación utilizado para identificar y enrutar dispositivos en redes informáticas (Postel, 1981).

Key Performance Indicator (KPI). Métrica utilizada para evaluar el desempeño de un proceso o estrategia en relación con objetivos establecidos (Parmenter, 2015).

LED. Dispositivo semiconductor que emite luz cuando una corriente eléctrica pasa a través de él (Schubert, 2006).

LIFO. Método de gestión de inventarios donde los últimos productos en entrar son los primeros en salir (Horngren et al., 2012).

Machine Learning. Rama de la inteligencia artificial que permite a los sistemas aprender de los datos y mejorar su desempeño sin necesidad de programación explícita (Mitchell, 1997).

Programa maligno. Software malicioso diseñado para dañar o comprometer sistemas informáticos (Skoudis, 2004).

Manufacturing Execution System (MES). Sistema informático que gestiona y monitorea en tiempo real los procesos de producción en una fábrica (ISA-95, 2000).

MapReduce. Modelo de procesamiento de datos en paralelo desarrollado por Google para manejar grandes volúmenes de información distribuida (Dean & Ghemawat, 2004).

NoSQL. Base de datos diseñada para gestionar grandes volúmenes de datos no estructurados o semiestructurados sin utilizar el modelo relacional tradicional (Stonebraker, 2010).

OEE. Métrica que mide la eficiencia global de los equipos en un entorno de producción (Hansen, 2001).

Onboarding. Proceso de integración de nuevos empleados en una organización para facilitar su adaptación y productividad (Bauer, 2010).

Phishing. Técnica de engaño utilizada para obtener información confidencial mediante suplantación de identidad (Jakobsson & Myers, 2007).

Picking. Proceso de selección y recolección de productos en un almacén para su envío o distribución (Bartholdi & Hackman, 2011).

Platform as a Service (PaaS). Servicio de computación en la nube que proporciona un entorno para el desarrollo, ejecución y gestión de aplicaciones (Buyya et al., 2011).

Programmable Logic Controller (PLC). Dispositivo electrónico utilizado para automatizar procesos industriales mediante la programación de lógica secuencial (Bolton, 2015).

Ransomware. Tipo de programa maligno que bloquea el acceso a los datos o sistemas y exige un rescate para su liberación (Richardson & North, 2017).

Return on Investment (ROI). Indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión en función de sus beneficios y costos (Brigham & Ehrhardt, 2013).

RFID. Tecnología de identificación por radiofrecuencia utilizada para rastrear y gestionar objetos (Finkenzeller, 2010).

Robot. Dispositivo mecánico programable capaz de realizar tareas automáticamente, con o sin interacción humana (Craig, 2004).

SIEM. Sistema de gestión de eventos e información de seguridad que centraliza el análisis y monitoreo de eventos de ciberseguridad (Chuvakin et al., 2013).

Software. Conjunto de programas y sistemas operativos que permiten la ejecución de funciones específicas en un dispositivo electrónico (Sommerville, 2015).

Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). Sistema de control utilizado para supervisar procesos industriales y de infraestructura crítica (Stouffer et al., 2011).

Tique. Registro de una solicitud o incidencia en un sistema de atención al cliente o soporte técnico (Van Bon et al., 2008).

WMS. Sistema de gestión de almacenes utilizado para controlar el movimiento y almacenamiento de productos dentro de un almacén (Richards, 2017).

Workflow. Secuencia de procesos o tareas necesarias para completar un objetivo específico dentro de una organización (Hollingsworth, 1995).

Conclusiones

- Se definieron los conceptos clave de la Industria 4.0, como automatización, *IoT*, *Big Data* y ciber físicos, con el fin de que las empresas comprendan su relevancia y utilidad, y se animen a migrar sus procesos hacia la transformación digital. La definición y características de la Industria 4.0, junto con sus pilares y beneficios, evidencian la importancia de adoptar estas tecnologías para mejorar la competitividad y eficiencia de las empresas, especialmente en sectores clave como el plástico.
- La industria del plástico y la evolución de las revoluciones industriales hasta la Industria 4.0 muestra cómo cada etapa ha transformado las prácticas y procesos industriales. Desde la Primera Revolución Industrial hasta la Cuarta, se ha dado un avance significativo hacia la automatización y digitalización. En el contexto de El Salvador, entender las clasificaciones CIU y CLAEES es crucial para contextualizar la industria del plástico dentro del marco económico del país.
- Existen normativas específicas que regulan la producción y comercialización del plástico, así como el manejo de datos e innovación tecnológica. La legislación vigente garantiza que las empresas del sector operen dentro de los estándares legales y puedan aprovechar las oportunidades para mejorar sus procesos digitalizando, respetando las normativas de protección de datos y la innovación tecnológica.
- Se seleccionó un enfoque de investigación mixto, lo que permite combinar tanto los métodos cualitativos como cuantitativos. Este enfoque es adecuado para explorar en profundidad las percepciones y experiencias de las empresas del sector plástico respecto a la Industria 4.0, y se recogen datos cuantitativos que den evidencia objetiva sobre el impacto de la adopción tecnológica en el sector.

- El análisis contextual evidencia que la digitalización optimiza procesos clave, permitiendo una mayor eficiencia en la gestión de recursos y en la trazabilidad de producción. Sin embargo, esta transición tecnológica plantea desafíos que requieren un enfoque equilibrado entre innovación y adaptación estructural. La incorporación de herramientas avanzadas no solo redefine la dinámica operativa de la industria, sino que también impulsa un modelo productivo más resiliente y alineado con tendencias de sostenibilidad y optimización industrial.
- El diagnóstico del estudio confirma que la baja productividad en las empresas del sector plástico se debe a la falta de digitalización y adopción de tecnologías emergentes. Los procesos manuales y la ausencia de medidas avanzadas de ciberseguridad generan ineficiencias operativas, errores frecuentes y altos costos, limitando la competitividad de las empresas en un mercado dinámico. A pesar de esto, existe un interés significativo en migrar hacia la Industria 4.0, aunque con restricciones presupuestarias y desconocimiento del proceso de implementación. Para superar estos desafíos, es fundamental fortalecer la capacitación en tecnologías digitales, mejorar la conectividad y adoptar estrategias graduales de automatización que permitan reducir errores, optimizar recursos y aumentar la eficiencia operativa sin comprometer la estabilidad laboral.
- A través de la evaluación de la madurez tecnológica, se identificaron oportunidades y limitaciones, lo que posibilitó la elaboración de planes de acción específicos para optimizar la adopción de soluciones digitales. Además, la validación técnica y el uso de herramientas de diagnóstico garantizaron que la guía desarrollada resultara aplicable y efectiva en distintos contextos industriales. Con este enfoque metodológico, se plantea

facilitar la modernización del sector, fortaleciendo su sostenibilidad y competitividad en un entorno productivo en constante evolución.

- La implementación de tecnologías de Industria 4.0 en las empresas del sector plástico constituye un proceso que demanda una planificación rigurosa y estructurada. Es indispensable partir de un diagnóstico inicial que analice en profundidad el nivel tecnológico, la capacidad de inversión y las competencias del personal. Este análisis permite no solo identificar las brechas existentes, sino también diseñar estrategias específicas que promuevan una transición eficiente y sostenible hacia un entorno tecnológico avanzado, alineado con los objetivos estratégicos de la organización.
- Elementos clave como la digitalización y la automatización de procesos, junto con una infraestructura tecnológica adecuada, representan pilares fundamentales en la transformación hacia la Industria 4.0. Estos aspectos no solo incrementan la competitividad de las empresas en un mercado globalizado, sino que también optimizan el uso de recursos, mejoran la productividad y fomentan la flexibilidad necesaria para adaptarse a las fluctuaciones y demandas del entorno empresarial.
- La adopción de una cultura de innovación resulta esencial para lograr una transformación tecnológica exitosa. Promover la disposición al cambio, incentivar la creatividad y fomentar la colaboración entre equipos son factores críticos que contribuyen al desarrollo de soluciones innovadoras. Esta cultura no solo fortalece la capacidad de la organización para implementar tecnologías avanzadas, sino que también impulsa su resiliencia ante los desafíos que presenta la transición hacia un entorno 4.0.
- La ejecución de pruebas piloto y el establecimiento de un monitoreo continuo son componentes estratégicos dentro del proceso de implementación tecnológica. Estas

prácticas permiten evaluar la viabilidad y el desempeño de las tecnologías en un entorno controlado, detectar áreas de mejora y realizar ajustes necesarios antes de una adopción a gran escala. Asimismo, garantizan que las soluciones implementadas sean coherentes con los objetivos organizacionales y efectivas en la mejora de los procesos.

- El uso de herramientas de evaluación como los *Checklist* proporciona a las empresas una metodología clara y estructurada para analizar sus capacidades tecnológicas y operativas. Estas herramientas permiten clasificar el nivel de madurez tecnológica de la organización y facilitan la identificación de áreas de mejora específicas. Su correcta aplicación asegura que la transición hacia la Industria 4.0 sea integral, ordenada y basada en datos confiables.
- La implementación de tecnologías 4.0 en la empresa analizada demuestra ser una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad. El incremento del margen de ganancia del 18%, junto con el aumento en la capacidad productiva confirman el impacto positivo de la modernización tecnológica.
- El análisis económico evidencia la viabilidad del proyecto, con indicadores sólidos que demuestran su rentabilidad. Un VAN de \$1,891,055.38 y una TIR del 61%, los cuales superan ampliamente los costos de capital, confirman que la inversión no solo es recuperable, sino que también genera beneficios significativos para la empresa.
- La relación B/C de 1.62 y un ROI positivo de 62% refuerzan la viabilidad del proyecto, indicando que por cada dólar invertido se obtiene un retorno neto de \$0.62 después de recuperar los costos.
- La evaluación ambiental en la aplicación de tecnologías 4.0 en el sector plástico permite optimizar el consumo de recursos, reducir residuos y mitigar emisiones mediante

herramientas como *IoT*, *Big Data*, inteligencia artificial y gemelos digitales. Sin embargo, su implementación también implica desafíos, como el aumento en la demanda energética y la generación de nuevos desechos tecnológicos. La adopción de modelos de economía circular, el monitoreo en tiempo real y el cumplimiento de normativas ambientales son clave para que la industria evolucione hacia un modelo más sostenible y alineado con los objetivos globales de sostenibilidad.

- La adopción de tecnologías 4.0 en la industria del plástico de El Salvador trae consigo beneficios en eficiencia y competitividad, pero también desafíos como el desplazamiento laboral y la brecha digital. Aunque algunos trabajadores podrían verse afectados, la capacitación y estrategias inclusivas pueden mitigar estos impactos y garantizar una transición sostenible.
- El análisis integral demuestra un aumento en la rentabilidad, una reducción del impacto ambiental mediante la optimización de recursos y la economía circular, así como desafíos sociales como el desplazamiento laboral y la brecha digital. Para garantizar una transformación equilibrada, es clave integrar estrategias que alineen los beneficios económicos con el compromiso ambiental y la inclusión social.

Recomendaciones

- Las empresas se deben enfocar en entender y familiarizarse con los conceptos clave de la Industria 4.0 para poder identificar su aplicabilidad en sus procesos.
- Es importante que las empresas del sector plástico en El Salvador estudien detenidamente las características, beneficios y pilares de la Industria 4.0 para identificar áreas donde puedan integrar tecnologías avanzadas, mejorando así sus procesos. Además, es fundamental que comprendan su posicionamiento dentro de las clasificaciones CIU y CLAEES, lo cual les permitirá aprovechar mejor las políticas públicas y beneficios fiscales dirigidos a la modernización y digitalización del sector.
- Las empresas del sector plástico en El Salvador se deben mantener informadas y actualizadas sobre la legislación aplicable a la industria y la innovación tecnológica. Es fundamental que cumplan con las normativas locales relacionadas con la producción, el manejo de datos y la implementación de nuevas tecnologías, para garantizar una transición legalmente segura hacia la Industria 4.0
- Se recomienda a las empresas del sector plástico que utilicen tanto datos cualitativos como cuantitativos para evaluar el impacto de las tecnologías de la Industria 4.0. Esto les permitirá comprender mejor las percepciones de su equipo y clientes, así como obtener evidencia objetiva que respalde la toma de decisiones y optimice la implementación de nuevas tecnologías.
- Es fundamental que las empresas del sector plástico adopten un enfoque progresivo en la implementación de tecnologías 4.0, priorizando la capacitación del personal en herramientas digitales y la optimización de procesos clave mediante soluciones accesibles. Para ello, el desarrollo de estrategias de inversión escalonadas resulta clave

para permitir la integración gradual de automatización y digitalización sin comprometer la estabilidad financiera. Además, el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica y la implementación de mecanismos de monitoreo garantizarán una transición eficiente, maximizando los beneficios operativos y mejorando la competitividad en un mercado en constante evolución.

- Es indispensable establecer programas de formación en competencias digitales que faciliten la transición hacia entornos automatizados, minimizando el impacto del cambio en la estabilidad laboral. Asimismo, resulta esencial fortalecer la conectividad y la seguridad digital, garantizando que la digitalización de procesos no solo optimice la eficiencia operativa, sino que también contribuya a la sostenibilidad y competitividad de las empresas en el mercado.
- Es necesario que las empresas adopten un proceso de transición estructurado basado en la evaluación de su madurez tecnológica. La planificación estratégica debe considerar la identificación de áreas prioritarias para la digitalización, la capacitación del personal en nuevas competencias y la optimización de la infraestructura tecnológica. Asimismo, la validación técnica de las herramientas y metodologías propuestas resulta fundamental para asegurar su aplicabilidad en distintos entornos industriales. La integración progresiva de estas tecnologías permitirá fortalecer la sostenibilidad y competitividad del sector, alineándolo con las tendencias globales de automatización e innovación.
- Es fundamental que las empresas del sector plástico realicen un análisis de su situación tecnológica inicial mediante herramientas de autoevaluación, como *Checklist's* detallados. Este análisis debe abarcar áreas críticas, tales como la capacidad de

inversión, la digitalización de procesos, la infraestructura tecnológica, la cultura de innovación y la relación con el mercado. Los resultados obtenidos servirán como base para diseñar estrategias personalizadas que orienten la transformación digital de manera eficiente.

- Se recomienda conformar un equipo de trabajo multidisciplinario para liderar la transformación hacia un entorno 4.0. Este equipo debe estar integrado por representantes de áreas clave como producción, mantenimiento, tecnología de la información y gestión financiera. Además, es crucial que se definan roles y responsabilidades claras, así como canales de comunicación efectivos, con el objetivo de garantizar una ejecución coordinada y alineada con los objetivos estratégicos de la empresa.
- Es necesario priorizar la capacitación continua del personal en tecnologías emergentes y habilidades técnicas relacionadas con la Industria 4.0. La formación debe enfocarse en áreas como ciberseguridad, análisis de datos y manejo de herramientas avanzadas, asegurando que los empleados estén preparados para operar y mantener las nuevas tecnologías. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fomenta una cultura de aprendizaje e innovación dentro de la organización.
- Antes de proceder con una implementación masiva de tecnologías avanzadas, se sugiere realizar pruebas piloto en áreas estratégicas de la empresa. Estas pruebas permiten evaluar el desempeño y la funcionalidad de las soluciones en un entorno controlado, identificar posibles riesgos y realizar ajustes necesarios. Este enfoque minimiza las interrupciones en las operaciones diarias y aumenta la probabilidad de éxito de la transformación tecnológica.

- Finalmente, se recomienda establecer un sistema robusto de monitoreo y mejora continua para evaluar el impacto de las tecnologías implementadas a lo largo del tiempo. Este sistema debe incluir indicadores clave de desempeño (KPI) que midan la eficiencia, productividad y sostenibilidad de las operaciones. Además, debe ser lo suficientemente flexible para adaptarse a los cambios del entorno empresarial y garantizar que las soluciones tecnológicas sigan siendo relevantes y efectivas en el cumplimiento de los objetivos organizacionales.
- Para maximizar los beneficios de la implementación de tecnologías 4.0, se recomienda desarrollar un plan de monitoreo continuo de los indicadores financieros y operativos.
- Se sugiere complementar la modernización tecnológica con estrategias de capacitación y gestión del cambio dirigidas al personal.
- Para fortalecer la sostenibilidad ambiental en el sector plástico, es esencial consolidar sistemas de monitoreo y optimización basados en datos en tiempo real, priorizar el uso de energías renovables y fomentar la economía circular mediante tecnologías como *RFID* y análisis de datos. Además, la capacitación en herramientas digitales avanzadas y la adopción de normativas internacionales como ISO 14001 e ISO 50001 garantizarán la mejora continua y la reducción del impacto ambiental a largo plazo.
- Se recomienda priorizar la capacitación en competencias digitales, implementar estrategias de inclusión para reducir desigualdades y adoptar un enfoque progresivo en la integración tecnológica. Además, una comunicación clara y el monitoreo constante de los impactos permitirán maximizar los beneficios y minimizar los efectos negativos.

Referencias

- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). An overview of *chatbot* technology. In Artificial intelligence applications and innovations (pp. 373–383). Springer, Cham.
- Andrews, J. G., Buzzi, S., Choi, W., Hanly, S. V., Lozano, A., Soong, A. C. K., & Zhang, J. C. (2014). What will 5G be? *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 32(6), 1065–1082.
- Arnold, J. R. T., Chapman, S. N., & Clive, L. M. (2007). *Introduction to materials management* (6th ed.). Pearson.
- Ashton, K. (2009). That ‘internet of things’ thing. *RFID Journal*, 22(7), 97-114.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Banjac, N., Fard, M. J., & Lakovic, M. S. (2019). *Machine Learning* techniques in predictive maintenance applications: A review. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 141(10), 101009.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2011). *Warehouse & distribution science*. The Supply Chain and Logistics Institute.
- Bolton, W. (2015). *Programmable Logic Controllers* (6th ed.). Newnes.

- Boyes, H. (2020). Supervisory control and data acquisition (SCADA) and industrial control systems security. Springer.
- Buttle, F., & Maklan, S. (2019). Customer relationship management: Concepts and technologies (4th ed.). Routledge.
- Buyya, R., Vecchiola, C., & Selvi, S. T. (2011). Mastering cloud computing: Foundations and applications programming. Morgan Kaufmann.
- Carvalho, T. P., Soares, F. A. A. M. N., Vita, R., Francisco, R. P., Basto, J. P., & Alcalá, S. G. (2019). A systematic literature review of *Machine Learning* methods applied to predictive maintenance. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106024.
- Colgate, J. E., Peshkin, M. A., & Wannasuphoprasit, W. (1996). Cobots: Robots for collaboration with human operators. *Proceedings of the ASME Dynamic Systems and Control Division*, 58(1), 433-439.
- Comer, D. E. (2018). Computer networks and internets (6th ed.). Pearson.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). Industria 4.0 Oportunidades y Desafíos. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a03ff417-5eac-479e-969b-080466df1e47/content>
- Craig, J. J. (2004). Introduction to robotics: Mechanics and control (3rd ed.). Pearson Prentice Hall.
- Czegel, B. (1998). A guide to computer user support for help desk and support specialists. Course Technology.

Datision. (n.d.). Servicios. Recuperado de <https://datision.com/servicios/>

Datascopio. (2023, 15 de enero). El futuro del mantenimiento: Una guía para la industria 4.0. Recuperado de <https://datascopio.io/es/blog/el-futuro-del-mantenimiento-una-guia-para-la-industria-4-0/>

Datec. (s.f.). Datec. Recuperado de <https://www.datec.com.bo/>(<https://www.datec.com.bo/>)

Digi. (2025). Tecnologías de la Industria 4.0. Recuperado de <https://es.digi.com/blog/post/industry-4-0-technologies>

Eason, K. (1988). Information technology and organizational change. Taylor & Francis.

Few, S. (2006). Information dashboard design: The effective visual communication of data. O'Reilly Media.

Fielding, R. T. (2000). Architectural styles and the design of network-based software architectures (Doctoral dissertation, University of California, Irvine).

Finkenzeller, K. (2010). RFID handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification, and near-field communication (3rd ed.). Wiley.

Frazelle, E. H. (2016). Supply chain strategy: Unleash the power of business integration to maximize financial, service, and operations performance. McGraw-Hill Education.

Gawande, A. (2009). The checklist manifesto: How to get things right. Metropolitan Books.

González, J. (s.f.). Tecnologías de la cuarta revolución industrial utilizadas en la manufactura para mejorar los indicadores de productividad. Scielo. Recuperado de

<http://www.scielo.org.co/pdf/ecei/v18n35/1909-8367-ecei-18-35-46.pdf>

Grievies, M., & Vickers, J. (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In Kahlen, F-J., Flumerfelt, S., & Alves, A. (Eds.), *Transdisciplinary perspectives on complex systems* (pp. 85–113). Springer, Cham.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (*IoT*): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.

Gutiérrez, M. A., Vexo, F., & Thalmann, D. (2008). *Stepping into virtual reality*. Springer Science & Business Media.

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2016, 3928–3937.

Herrera, G. (s.f.). Identificación y reducción de los niveles de desperdicio: Una perspectiva Lean Manufacturing para Flowserve Colombia. 1Library. Recuperado de <https://1library.co/document/y4w0l6kq-identificacion-reduccion-niveles-desperdicio-perspectiva-manufacturing-flowserve-colombia.html>

Holm, A. B. (2012). E-recruitment and the benefits of organizational web appeal. *International Journal of Selection and Assessment*, 20(4), 478-482.

Hollingsworth, D. (1995). The workflow reference model. The Workflow Management Coalition.

Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2012). Cost accounting: A managerial emphasis (14th ed.). Pearson.

Intek. (n.d.). Recuperado de <https://intek-ca.com.sv/>

Ingenia. (n.d.). Recuperado de <https://ingenia.com.sv/>

Jakobsson, M., & Myers, S. (2006). Phishing and countermeasures: Understanding the increasing problem of electronic identity theft. Wiley.

Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. acatech – National Academy of Science and Engineering.

López, Víctor. (2020). *Clasificación de las empresas*. Enconfinados.

Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). *Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute.

Martínez, A. (s.f.). Implicaciones de la Industria 4.0 para la infraestructura de red. Computer Weekly. Recuperado de [<https://www.computerweekly.com/es/opinion/Implicaciones-de-la-Industria-40-para-la-infraestructura-de-red>](<https://www.computerweekly.com/es/opinion/Implicaciones-de-la-Industria-40-para-la-infraestructura-de-red?utm>)

- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big Data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine learning*. McGraw-Hill.
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of Smes in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118–1136.
- Monitor App. (2020, diciembre 16). KPIs en la industria 4.0. Los principales KPIs para piso productivo. Monitor App. Recuperado de <https://blog.monitorapp.io/2020/12/16/kpis-en-la-industria-4-0-los-principales-kpis-para-piso-productivo/>
- Monk, E. F., & Wagner, B. J. (2012). *Concepts in enterprise resource planning* (4th ed.). Cengage Learning.
- Preselelectro. (n.d.). Sensores. Recuperado de <https://preselelectro.com/sensores>
- Psico-Smart. (2025, enero 24). Automatización y desplazamiento de empleos tradicionales. Psico-Smart. <https://psico-smart.com/articulos/articulo-automatizacion-y-desplazamiento-de-empleos-tradicionales-34372>
- Raut, R. D., Gardas, B. B., & Jha, M. K. (2017). A hybrid decision support system for sustainable maintenance strategy selection: A case study in the mining industry. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1112–1124.

- Richards, G. (2017). Warehouse management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse (2nd ed.). Kogan Page.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson.
- Sadeghi, A., Wachsmann, C., & Waidner, M. (2015). Security and privacy challenges in industrial internet of things. Proceedings of the 52nd Annual Design Automation Conference, 1–6.
- Schubert, E. F. (2006). Light-emitting diodes (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Shawar, B. A., & Atwell, E. (2007). Chatbots: Are they useful? LDV Forum, 22(1), 29-49.
- Singer, P. W., & Friedman, A. (2014). Cybersecurity and cyberwar: What everyone needs to know. Oxford University Press.
- Solutek. (n.d.). Sensores. Recuperado de <https://elsalvador.solutekla.com/product/sensores>
- Stallings, W. (2012). Computer security: Principles and practice (2nd ed.). Pearson.
- Tao, F., & Zhang, M. (2017). Digital twin shop floor: A new shop-floor paradigm towards smart manufacturing. IEEE Access, 5, 20418–20427.
- TECH Universidad Tecnológica. (s.f.). TECH Universidad Tecnológica. Recuperado de <https://www.techtitute.com/sv/>
- Tractian. (2025). Mantenimiento en la Industria 4.0 y el rol del *software* de gestión. Recuperado de https://tractian.com/es/blog/mantenimiento-industria-4-rol-software-gestion?utm_source
- Van Bon, J., Verheijen, T., & Pieper, M. (2008). Foundations of IT service management: Based on ITIL v3. Van Haren Publishing.

- Wang, H., Li, S., & Chan, M. (2019). 5G mobile network architecture for the Internet of Things. *Computer Networks*, 173, 107208.
- Wireman, T. (2010). *Computerized maintenance management systems made easy*. Industrial Press.
- Banco Central de Reserva de El Salvador. (n.d.). Índice subyacente de inflación (ISI), base diciembre 2009. Recuperado de <https://estadisticas.bcr.gob.sv/serie/indice-subyacente-de-inflacion-isi-base-dic-200>
- Zhao, K., & Liu, S. (2013). The impact of radio frequency identification (*RFID*) technology on supply chain costs. *International Journal of Production Economics*, 145(1), 406–414.
- Zaharia, M., Chowdhury, M., Das, T., Dave, A., Ma, J., McCauly, M., Franklin, M. J., Shenker, S., & Stoica, I. (2010). Resilient distributed datasets: A fault-tolerant abstraction for in-memory cluster computing. *Proceedings of the 9th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI'12)*, 15-28.

Anexos

Anexo 1.

Listado de Empresas Productoras de Artículos Plásticos

N.º	Departamento	Nombre Comercial
1	La Libertad	Amcor Pet Packaging De El Salvador, S.A. de C.V.
2	La Libertad	Amcor Rigid Plastics C.A.
3	La Libertad	Artisa Internacional, S.A. de C.V.
4	La Libertad	Artisa, S.A. de C.V.
5	La Libertad	C Y M Distribuidores, S.A. de C.V.
6	La Libertad	Chonsa Plásticos Industrial, S.A. de C.V.
7	La Libertad	Convertidora Fenix S.A. de C.V.
8	La Libertad	Dipsa
9	La Libertad	Ecoprint
10	La Libertad	Galaplastic, S.A. de C.V.
11	La Libertad	Grupo Hb, S.A. de C.V.
12	La Libertad	Hasvic De El Salvador
13	La Libertad	Idibsa De C.V.
14	La Libertad	Internacional De Plásticos, S.A. de C.V.
15	La Libertad	Modern Plastics. S.A. de C.V.
16	La Libertad	Multipack, S.A. de C.V.
17	La Libertad	Plásticos Cuscatlán, S.A. de C.V.
18	La Libertad	Plásticos El Panda, S.A. de C.V.
19	La Libertad	Plásticos Tecnificados S.A. de C.V.
20	La Libertad	Plastiglas De El Salvador, S.A. de C.V.
21	La Libertad	Plastinova, S.A. de C.V.
22	La Libertad	Polybag, S.A. de C.V.
23	La Libertad	Preformas Y Envases. S.A. de C.V.
24	La Libertad	Promarmol S.A. de C.V.
25	La Libertad	Propladi, S.A. de C.V.
26	La Libertad	Proviplastic, S.A. de C.V.
27	La Libertad	Ravi Centroamérica, S.A. de C.V.
28	La Libertad	Recicladora Nacional, S.A. de C.V.

N.º	Departamento	Nombre Comercial
29	La Libertad	Robertoni / División Empaques Plásticos
30	La Libertad	Salvaplastic
31	La Libertad	Salvaplastic Internacional, S.A. de C.V.
32	La Libertad	Salvapots
33	La Libertad	Soldi, S.A. de C.V.
34	La Libertad	Tacoplast S.A. de C.V.
35	La Libertad	Tecnología de Empaques, S.A. de C.V.
36	La Libertad	Termo, S.A. de C.V.
37	La Libertad	Termoencogibles, S.A. de C. V.
38	La Libertad	Termoformados Modernos, S.A. de C.V.
39	La Libertad	Total, Pet El Salvador, S.A. de C.V.
40	La Libertad	Toto, S.A. de C.V.
41	La Libertad	Tuberías, S.A. de C.V.
42	La Libertad	Typ, S.A. de C.V.
43	La Libertad	Unitape El Salvador
44	La Libertad	Z Plastic S.A. de C. V.
45	La Paz	Bolsas Líder Pack, S.A. de C.V.
46	La Paz	Interplastiz S.A. de C.V.
47	La Paz	Reciclados Mg. S.A. de C.V.
48	San Salvador	B Y H
49	San Salvador	Best Plast
50	San Salvador	Bolpack
51	San Salvador	Coestruidos Santa Teresa, S.A. de C.V.
52	San Salvador	Converplast, S.A. de C.V.
53	San Salvador	Empaques y Envases Flexibles Laminados, S.A. de C.V.
54	San Salvador	Film Pack, S.A. de C.V.
55	San Salvador	Flexoprint, S.A. de C.V.
56	San Salvador	Golden Alpha, S.A. de C.V.
57	San Salvador	Herco
58	San Salvador	Industrias Kawaki S.A. de C.V.
59	San Salvador	Industrias Plásticas S.A. de C.V.

N.º	Departamento	Nombre Comercial
60	San Salvador	Industrias Plastimel
61	San Salvador	Industrias San Chia, S.A. de C.V.
62	San Salvador	Ipla
63	San Salvador	J De J. Flexográfica Salvadoreña, S.A. de C.V.
64	San Salvador	Manufacturas Delta, S.A. de C.V.
65	San Salvador	Matricería Roxy
66	San Salvador	Meléndez Zedan, S.A. de C.V.
67	San Salvador	Moldinca, S.A. de C.V.
68	San Salvador	New Era, S.A. de C.V.
69	San Salvador	Packfilm Centroamérica
70	San Salvador	Packprint, S.A. de C.V.
71	San Salvador	Plásticos De Ingeniería, S.A. de C.V.
72	San Salvador	Plásticos Las Américas, S.A. de C.V.
73	San Salvador	Plastinsa S.A. de C.V.
74	San Salvador	Plastymet, S.A. de C.V.
75	San Salvador	Poliflex, S.A. de C.V.
76	San Salvador	Poliplast, S.A. de C.V.
77	San Salvador	Polisa S.A. de C.V.
78	San Salvador	Productos Plásticos, S.A. de C.V.
79	San Salvador	Ruplast, S.A. de C.V.
80	San Salvador	Servioplast, S.A. de C.V.
81	San Salvador	Soluciones Mecánicas, S.A. de C.V.
82	San Salvador	Tecnova, S.A. de C.V.
83	San Salvador	Thermo Plast, S.A. de C.V.
84	San Salvador	Vidaplast
85	San Salvador	Zami, S.A. de C.V.
86	Santa Ana	Plásticos Rm, S.A. de C.V.
87	Sonsonate	Inversiones Cuyagualo S.A. de C.V.

Fuente: *El Salvador Trade Sector Plástico (2023).*

Anexo 2.*Ubicación Geográfica de las MIPYME por Departamento*

Departamento	N°. Empresas 2016	%	Ranking por departamentos	Población	%	Ranking por departamento
San Salvador	1,093	63.81 %	1	1,775,447	27.22 %	1
La Libertad	459	26.80 %	2	794,818	12.19 %	2
Santa Ana	52	3.04 %	3	585,034	8.97 %	3
La Paz	36	2.10 %	4	358,367	5.49 %	4
Sonsonate	18	1.05 %	5	502,067	7.70 %	5
San Miguel	15	0.88 %	6	494,612	7.58 %	6
Usulután	12	0.70 %	7	370,978	5.69 %	7
Ahuachapán	11	0.64 %	8	359,593	5.51 %	8
La Unión	7	0.41 %	9	265,386	4.07 %	9
Cuscatlán	3	0.18 %	10	263,059	4.03 %	10
San Vicente	3	0.18 %	11	181,938	2.79 %	11
Morazán	2	0.12 %	12	201,519	3.09 %	12
Cabañas	1	0.06 %	13	165,767	2.54 %	13
Chalatenango	1	0.06 %	14	203,834	3.13 %	14
Empresas Totales	1,713			6,522,419		

Fuente: Banco Central de Reserva (2016).

Anexo 3.*Formatos de Entrevista para Gerentes de Producción*

**FORMATO DE ENTREVISTA PARA GERENTES DE
PRODUCCIÓN
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del Sector Plástico en El Salvador.

Objetivo: Establecer la situación actual de las empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador, en función de los tipos de tecnologías que utilizan.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa: _____

Nombre del entrevistado: _____

PREGUNTAS

1. **¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?**
2. **¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?**
3. **¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?**
4. **¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?**
5. **¿Cuáles son los principales procesos de producción utilizados actualmente en la empresa para fabricar productos plásticos?**
6. **¿Cuál es tiempo de antigüedad de las máquinas utilizadas en los procesos?**
7. **¿Han identificado cuellos de botella en los procesos de la empresa y cómo están siendo abordados para mejorar la eficiencia operativa? De ser afirmativo, ¿Cuáles serían los procesos?**
8. **¿Se utilizan sistemas de automatización o tecnologías avanzadas en los procesos de producción de la empresa? En caso afirmativo, ¿cuáles son?**
9. **¿Qué actividades dentro de los procesos de producción se realizan de forma manual?**

10. **¿Con qué frecuencia ocurren errores humanos y qué tipos de errores se registran comúnmente en los procesos de producción?**
11. **¿Cómo se ajustan los parámetros de los procesos para optimizar la calidad del producto, como la temperatura, la presión o la velocidad de las máquinas?**
12. **¿Qué tipos de lesiones sufren los trabajadores durante el proceso de producción en la empresa?**
13. **¿Ha adoptado la empresa el uso de *software* de Diseño Asistido por Computadora (CAD) en la fabricación de sus productos plásticos?**
14. **¿Cómo monitorean y controlan cada etapa de producción para asegurarnos de cumplir con la demanda y efectividad requerida?**
15. **¿Qué métodos o herramientas se utilizan para controlar y monitorear la eficiencia de las máquinas, los tiempos de paro y el desperdicio en los procesos de producción?**
16. **¿Cuáles son los indicadores clave de rendimiento (*KPI's*) que actualmente utilizan para evaluar la eficiencia y la efectividad de los procesos de producción?**
17. **¿Qué habilidades técnicas consideras más importantes para el personal de producción?**
18. **¿En qué temas reciben capacitaciones el personal de producción?**
19. **¿Se está cumpliendo con la producción programada diaria de manera efectiva?**

Anexo 4.*Formatos de Entrevista para jefes TI*

FORMATO DE ENTREVISTA PARA JEFES TI
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del Sector Plástico en El Salvador.

Objetivo: Establecer la situación actual de las empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador, en función de los tipos de tecnologías que utilizan.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa:

Nombre del entrevistado:

PREGUNTAS

1. **¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?**
2. **¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?**
3. **¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?**
4. **¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?**
5. **¿Cómo considera que se encuentra la capacidad actual de la red de la empresa para soportar la transferencia de datos y la comunicación interna y externa?**
6. **¿Los sistemas o aplicaciones tecnológicas actuales son propensos a fallar o experimentar problemas con frecuencia? En promedio, ¿Cuánto tiempo permanecen "fuera de servicio" por fallas o interrupciones?**
7. **¿Cómo se gestiona el soporte técnico y el mantenimiento de los sistemas de TI en la empresa?**

8. **¿Cuáles han sido las innovaciones tecnológicas que se han implementado para la automatización y digitalización de procesos dentro de la empresa?**
9. **¿Cuáles son las políticas de seguridad cibernética actuales que la empresa ha implementado?**
10. **¿Qué tecnologías de protección se utilizan para salvaguardar contra ataques cibernéticos, y cómo se actualizan y mantienen estas tecnologías para asegurar su efectividad?**
11. **¿Qué procedimientos de respuesta están establecidos en caso de una violación de seguridad?**
12. **¿Qué medidas de recuperación de datos cuenta la empresa en caso de pérdida de datos o ataques cibernéticos?**
13. **¿Se ha presentado algún problema inesperado que haya surgido después de implementar mejoras o actualizaciones a la infraestructura de TI en la empresa?**
14. **¿El área de TI ha recibido capacitaciones en temas tecnológicos en el último año? Si es afirmativo, ¿Cuáles fueron los instrumentos utilizados (prácticas, talleres, conferencias, etc.) y los principales temas abordados?**
15. **¿Cómo ha evaluado el impacto de esas capacitaciones en el desempeño y la eficiencia del equipo de TI?**

Anexo 5.

Formatos de Entrevista para Gerentes Financieros



**FORMATO DE ENTREVISTA PARA GERENTES
FINANCIEROS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del Sector Plástico en El Salvador.

Objetivo: Establecer la situación actual de las empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador, en función de los tipos de tecnologías que utilizan.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa:

Nombre del entrevistado:

PREGUNTAS

1. **¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?**
2. **¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?**
3. **¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?**
4. **¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?**
5. **¿Cuáles son los criterios principales que utiliza la empresa para evaluar y priorizar las inversiones en tecnología?**
6. **¿Cuáles han sido las inversiones más significativas realizadas en tecnología en los últimos años y cuál ha sido su impacto en la productividad y rentabilidad?**
7. **¿Qué obstáculos financieros o presupuestarios se han enfrentado en el pasado al intentar implementar nuevas tecnologías en la empresa?**
8. **¿Conoces si existen políticas de financiamiento a nivel gubernamental o de la industria para apoyar la innovación en el sector plástico? Si es afirmativo, ¿La empresa recibe algún incentivo de programas gubernamentales para innovación?**
9. **¿Cómo mides el éxito operativo en la empresa?**

10. **¿Qué tendencias financieras has observado cuando han realizado introducción de nuevas tecnologías o innovaciones en la empresa?**
11. **¿Qué criterios se consideran al asignar un presupuesto para capacitaciones?**
12. **¿La empresa busca financiamiento externo para apoyar las iniciativas de capacitación en nuevas tecnologías?**

Anexo 6.

Formatos de Entrevista para Gerentes Administrativos



**FORMATO DE ENTREVISTA PARA GERENTES
ADMINISTRATIVOS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del Sector Plástico en El Salvador.

Objetivo: Establecer la situación actual de las empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador, en función de los tipos de tecnologías que utilizan.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa:

Nombre del entrevistado:

PREGUNTAS

1. **¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?**
2. **¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?**
3. **¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?**
4. **¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?**
5. **¿Qué herramientas o tecnologías actuales han implementado para asegurar el funcionamiento eficiente de la empresa?**
6. **¿Qué acciones específicas están llevando a cabo para contribuir a la resolución de problemas y mejorar la eficiencia de la gestión administrativa en la empresa?**
7. **¿Cuál es el proceso de preparación y capacitación del personal administrativo para utilizar y gestionar nuevas tecnologías?**
8. **¿Qué complicaciones enfrentan los operadores cuando se incorpora nuevas tecnologías en sus funciones laborales?**

9. **¿Qué datos o métricas administrativas están siendo recopiladas actualmente en la empresa?**
10. **¿Cada cuánto tiempo realizan análisis y evaluaciones de los indicadores administrativos en la empresa?**
11. **¿Qué tipos de capacitación están ofreciendo para mejorar las habilidades en el uso herramientas tecnológicas y sistemas informáticos del personal administrativo?**
12. **¿Qué iniciativas se están llevando a cabo para promover la actualización y capacitación del personal en nuevas tecnologías?**

Anexo 7.

Formatos de Entrevista para Técnicos de Mantenimiento



FORMATO DE ENTREVISTA PARA TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del Sector Plástico en El Salvador.

Objetivo: Establecer la situación actual de las empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador, en función de los tipos de tecnologías que utilizan.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa:

Nombre del entrevistado:

PREGUNTAS

1. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?
2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?
3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?
4. ¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?
5. ¿Cuáles son las principales tareas de mantenimiento de la maquinaria y equipos de producción?
6. ¿Qué tipo de problemas técnicos o averías son más comunes en las máquinas y equipos utilizados en la producción de plástico?
7. ¿Cómo documentan y registran las actividades de mantenimiento realizadas en los equipos?
8. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrentas al trabajar con la tecnología actual en tu área?

9. **¿Qué dificultades has encontrado al adaptarte a nuevas herramientas o sistemas tecnológicos en el pasado?**
10. **¿Cuál es tu nivel de comodidad y confianza al trabajar con actualizaciones o mejoras en tus tareas diarias?**
11. **¿Cuánto tiempo suelen dedicar al mantenimiento de rutina en comparación con las reparaciones de emergencia?**
12. **¿Qué dificultades encuentran al realizar tareas de mantenimiento en la maquinaria antigua en comparación con la maquinaria más moderna?**
13. **¿Existe algún sistema de monitoreo o control remoto de la maquinaria para detectar problemas de manera anticipada?**
14. **¿Qué tipo de capacitación reciben para realizar las tareas de mantenimiento de manera efectiva y segura?**

Anexo 8.*Formatos de Entrevista para Gerentes de Operaciones*

**FORMATO DE ENTREVISTA PARA GERENTES DE
OPERACIONES
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del Sector Plástico en El Salvador.

Objetivo: Establecer la situación actual de las empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador, en función de los tipos de tecnologías que utilizan.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa:

Nombre del entrevistado:

PREGUNTAS

1. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?
2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?
3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?
4. ¿Has escuchado o estas familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?
5. ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de seguimiento y control de inventario con la tecnología actual?
6. ¿Qué tecnologías o sistemas de planificación de recursos empresariales (*ERP*) se utilizan actualmente para la recopilación de información y gestión de la cadena de suministro de la empresa?
7. ¿Cómo se integran estos sistemas con otros procesos operativos?
8. ¿Qué medidas han implementado para monitorear y optimizar la eficiencia de la cadena de suministro?

Anexo 9.*Formatos de Entrevista para Gerentes de Recursos Humanos*

**FORMATO DE ENTREVISTA PARA JEFES DE
RECURSOS HUMANOS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del Sector Plástico en El Salvador.

Objetivo: Establecer la situación actual de las empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador, en función de los tipos de tecnologías que utilizan.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa:

Nombre del entrevistado:

PREGUNTAS

1. ¿Con qué frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?
2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?
3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?
4. ¿Has escuchado o estás familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?
5. ¿Qué sistemas de información utilizas actualmente en el departamento de Recursos Humanos para gestionar los datos del personal?
6. ¿Qué capacitaciones se ofrecen al personal para su integración a la empresa?
7. ¿Qué retos has enfrentado en la integración del personal y cómo los has superado?
8. ¿Qué criterios tomas para medir la efectividad de los métodos de integración del personal?
9. ¿Están considerando la implementación de nuevas herramientas o tecnologías en el reclutamiento? Si es así, ¿cuáles?
10. ¿Cuáles son los protocolos o medidas de seguridad con los que cuenta la empresa para proteger la confidencialidad de los datos del personal?
11. ¿Cómo se comunica al personal sobre sus derechos de privacidad y protección de datos?

Anexo 10.*Formatos de Entrevista para Gerentes de Ventas*

**FORMATO DE ENTREVISTA PARA GERENTES DE
VENTAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del Sector Plástico en El Salvador.

Objetivo: Establecer la situación actual de las empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador, en función de los tipos de tecnologías que utilizan.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa:

Nombre del entrevistado:

PREGUNTAS

1. ¿Con qué frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?
2. ¿Qué experiencia tienes implementando nuevas tecnologías en tu empresa?
3. ¿Qué tipo de actividades realizas en tu día laboral?
4. ¿Has escuchado o estás familiarizado con el término “Cuarta Revolución Industrial”?
5. ¿Qué indicadores de rendimiento actuales se utilizan para evaluar el desempeño del equipo de ventas y la efectividad de las estrategias de venta?
6. ¿Qué canales de comunicación y *marketing* se utilizan para promocionar los productos plásticos y generar demanda en el mercado?
7. ¿Utilizan tecnología para personalizar las oferta y mensajes de ventas y/o reclamos según las necesidades y preferencias individuales de los clientes?, si afirmativo mencione las tecnologías que utilizan.
8. ¿Cómo recolectan y almacenan los datos históricos de ventas?

- 9. ¿Qué métodos o herramientas utiliza actualmente el área de ventas para recopilar y analizar datos relacionados con los inventarios, las ventas, comportamiento de los clientes y tendencias del mercado?**
- 10. ¿El personal de ventas recibe capacitaciones cuando la empresa realiza mejoras o actualizaciones a sus sistemas o aplicaciones?**
- 11. ¿Considera que el área de ventas debe participar activamente en capacitaciones de uso de nuevas tecnologías?**

Anexo 11.*Formatos de Checklist para Evaluación del Nivel Tecnológico*

**FORMATO DE *CHECKLIST* PARA OBSERVACIÓN DE PROCESOS POR CADA
ÁREA Y EVALUACIÓN DEL NIVEL TECNOLÓGICO
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador.

Objetivo: Determinar los factores clave para validar y justificar una guía de aplicación de la Industria 4.0 a empresas del sector plástico.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa 1:	Empresa A
Nombre de la empresa 2:	Empresa B
Nombre de la empresa 3:	Empresa C
Nombre de la empresa 4:	Empresa D
Nombre de la empresa 5:	Empresa E
Nombre de la empresa 6:	Empresa F
Nombre de la empresa 7:	Empresa G
Nombre de la empresa 8:	Empresa H
Nombre de la empresa 9:	Empresa I

NOTA: marque con una “X” si el área de la empresa realiza la actividad, deje en blanco la casilla si no la realiza.

No.	Actividad	Empresas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Área de planificación de producción										
73	Se genera órdenes de producción en sistema, las imprime y envía a Producción.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
74	El jefe o el auxiliar de planificación recibe las órdenes de trabajo y revisa mano de obra, insumos, producción, tiempos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
75	Jefe o auxiliar de planificación envía orden de trabajo a Producción y Bodega para su aprobación.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
76	El jefe de contabilidad revisa y pre cierra la orden de trabajo en Sistema.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Área de compras										
77	Envían requerimiento de compra.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
78	Seleccionan proveedores.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
79	Solicitan oferta y revisa las condiciones y requerimientos de compra.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
80	Colocan la orden de compra.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
81	El proveedor recibe la orden de compra y gestiona la entrega.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
82	El área solicitante recibe y verifica los artículos de acuerdo con la solicitud.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
83	En caso de no aceptar los productos, el área solicitante envía reporte de rechazo a compras para la gestión con el proveedor.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
84	Ingresan a bodega y trasladan la factura al departamento de tesorería, para su ingreso en la cuenta por pagar.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Área de bodegas de producto terminado										
85	Realizan análisis de demanda.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
86	Revisan los niveles de inventario.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
87	Detallan los ingresos de producto terminado.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
88	Validan las cantidades del lote a recibir según orden de pedido.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
89	Entregan lotes a la bodega de producto terminado.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
90	Utiliza un sistema de gestión de almacenes (WMS) para administrar los inventarios.						x			x
91	Utiliza tecnología de código de barras o <i>RFID</i> para la gestión de inventarios.									
92	Cuenta con un sistema de administración de muelles para la gestión de la logística.	x				x				x

No.	Actividad	Empresas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Área de bodegas de producto terminado										
93	Implementa <i>IoT</i> para la gestión de la cadena de suministro.									
94	Utiliza soluciones de <i>Big Data</i> para optimizar las operaciones y procesos.		x			x	x	x		x
Área de despacho de productos										
95	El cliente realiza una orden de compra (ODC) a través de correo electrónico o llamada telefónica.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
96	Se verifica la disponibilidad del producto en el inventario.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
97	Se genera la documentación necesaria, como la nota de pedido, factura y guía de despacho.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
98	El personal de almacén recibe la orden de recogida y localiza los productos en el inventario.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
99	Se realiza inspección para asegurar que los productos estén en perfecto estado y que la cantidad y calidad coincidan con la orden de compra.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
100	Cargan los productos en el vehículo	x	x	x	x	x	x	x	x	x
101	Se mantiene al cliente informado sobre el estado de su entrega.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
102	Se solicita al cliente que complete una encuesta de satisfacción para evaluar la calidad del servicio.	x			x				x	x
103	Si hay algún problema con la entrega, como productos dañados o incompletos, se resuelve a través del servicio al cliente.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Área de servicio al cliente										
104	El cliente se comunica con la organización mediante medios establecidos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
105	Se recibe la comunicación del cliente y se clasifica según su categoría para darle respuesta.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
106	Se convoca al personal pertinente para dar trámite a la comunicación del cliente.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
107	llevan a cabo las acciones necesarias para gestionar la comunicación del cliente y su respuesta.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
108	Se comunican con el cliente para dar retroalimentación a su comunicación.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
109	Se realiza el seguimiento a las comunicaciones de sus clientes.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
110	Utiliza <i>chatbots</i> para realizar la comunicación entre clientes.									
Área de Tecnologías de la Información										
111	Gestionan la tecnología de la información.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
112	Brindan soporte técnico y <i>Help Desk</i> a los usuarios y clientes externos.			x	x		x	x	x	

No.	Actividad	Empresas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Área de Tecnologías de la Información										
113	Registran incidencias y solicitudes en un sistema de <i>tiques</i> .	x	x	x	x	x	x	x	x	x
114	Proporcionan asistencia remota a los usuarios.	x	x	x	x		x	x	x	
115	El equipo de soporte trabaja para resolver problemas.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
116	Se almacena la información del <i>tique</i> .	x	x	x	x	x	x	x	x	x
117	Analizan los requisitos del sistema o herramienta.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
118	Desarrollan y mejoran nuevas herramientas y sistemas.	x		x	x		x	x	x	
119	Prueban las herramientas y sistemas desarrollados.	x		x	x		x	x	x	
120	Se implementan los sistemas o herramientas probados.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
121	Realizan evaluaciones de seguridad.	x	x	x	x		x	x	x	x
122	Monitorean posibles amenazas cibernéticas.	x	x	x	x		x	x		
123	Identifican accesos no autorizados al sistema.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
124	Analizan vulnerabilidades potenciales en el sistema.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
125	Si se detectan vulnerabilidades, se implementan medidas correctivas.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
126	Utiliza técnicas de <i>Machine Learning</i> para optimizar procesos o analizar datos.									
127	Aplica Inteligencia Artificial en alguno de los procesos operativos o de negocio.									
128	Evalúa el nivel de interoperabilidad entre los sistemas y la maquinaria.	x		x	x	x	x			
129	Ha implementado conectividad 5G para mejorar la comunicación y transmisión de datos.									
130	Ha implementado conectividad 4G para mejorar la comunicación y transmisión de datos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
131	Utiliza plataformas para la recolección y análisis de datos de producción.									
132	Cuenta con sistemas de almacenamiento local para datos críticos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
133	Utiliza un sistema de gestión de <i>tiques</i> para el soporte técnico.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
134	Cuenta con un sistema de <i>Help Desk</i> para la gestión de solicitudes de soporte.	x	x	x	x		x		x	
135	Utiliza <i>software</i> de asistencia remota para soporte técnico.	x	x	x	x	x	x		x	
136	Ha adoptado la computación en la nube para la gestión y almacenamiento de datos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
137	Medidas de protección de datos implementadas.	x		x	x	x	x		x	

No.	Actividad	Empresas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Área de Recursos Humanos										
161	Se diseñan programas de formación.	x	x	x	x		x	x	x	x
162	Se implementan los programas de formación.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
163	Se aprueba el proceso de formación.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
164	Se guardan los datos del proceso de formación.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
165	Para la gestión de nóminas reúnen los datos de los empleados en un sistema <i>ERP</i> .	x		x	x	x	x	x	x	
166	Para la gestión de nóminas reúnen los datos de los empleados en hojas de cálculo.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
167	Se calculan los pagos de los empleados.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
168	Revisan los cálculos para encontrar errores.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
169	Corrigen los errores encontrados.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
170	Se procesa el pago final.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
171	Se revisan y confirman los pagos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
172	Se distribuyen los pagos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
173	Se generan informes de pagos.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
174	Se almacenan los datos del proceso.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
175	Utiliza plataformas de gestión de RR.HH. y de aprendizaje para la capacitación de los empleados.									
176	Cuenta con un sistema <i>ATS</i> para la gestión del reclutamiento y selección de personal.									
177	Implementa tecnología de Realidad Aumentada y Virtual para el entrenamiento del personal.									

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12.*Datos de Checklist para Evaluación del Nivel Tecnológico*

**FORMATO DE *CHECKLIST* PARA EVALUACIÓN DE LA ADOPCIÓN DE COMPONENTES
TECNOLÓGICOS EN LOS PROCESOS**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del sector plástico en El Salvador.

Objetivo: Evaluar la implementación de diferentes componentes tecnológicos en empresas del sector plástico mediante una puntuación binaria (1 = Si lo implementa, 0 = No lo implementa) para determinar el nivel de adopción de tecnologías avanzadas en sus procesos.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa 1:	Empresa A
Nombre de la empresa 2:	Empresa B
Nombre de la empresa 3:	Empresa C
Nombre de la empresa 4:	Empresa D
Nombre de la empresa 5:	Empresa E
Nombre de la empresa 6:	Empresa F
Nombre de la empresa 7:	Empresa G
Nombre de la empresa 8:	Empresa H
Nombre de la empresa 9:	Empresa I

NOTA: marque con “1” si la empresa ha implementado el componente tecnológico y “0” si no lo ha implementado.

Nivel Tecnológico de Empresas del Plástico										
1 = Si lo implementa, 0 = No lo implementa										
Componente tecnológico	Empresas									Puntuación
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Digitalización										
Marketing digital	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0.56
Sistema de gestión de tiques	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
Help Desk	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0.67
Software de asistencia remota	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0.78
Sistema de Business Intelligence	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Implementación de soluciones de Big Data para optimizar operaciones	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0.56
Computación en la nube	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
Chatbots	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Puntuación promedio	0.63	0.56	0.56	0.63	0.44	0.69	0.44	0.44	0.38	0.53
Ciberseguridad										
Protección de datos	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0.67
Gestión de identidades y accesos (IAM)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Recuperación de datos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Seguridad de la red	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Puntuación promedio	0.25	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00	0.25	0.00	0.17
Capacitación y Formación										
Plataformas de gestión de RR.HH. y de aprendizaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Sistema ATS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Uso de tecnología Realidad Aumentada y Virtual para entrenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Puntuación promedio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Totales										0.23

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13.*Formatos de Checklist para Observación de Procesos***FORMATO DE *CHECKLIST* PARA OBSERVACIÓN DE PROCESOS****UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR****FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA****ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto: Diseño de una guía para la aplicación de industria 4.0 a empresas productoras y comercializadoras del Sector Plástico en El Salvador.

Objetivo: Determinar los factores clave para validar y justificar una guía de aplicación de la Industria 4.0 a empresas del sector plástico.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa:

Fecha y hora de revisión:

No.	Descripción	Sí	No	Observación
Sección 1				
1	Personal de seguridad en entrada de instalaciones			
2	Entrada accesible			
3	Ingreso controlado a instalaciones			Los vigilantes piden la debida identificación antes de entrar a las instalaciones.
4	Medidas de seguridad internas			Existen áreas claramente señalizadas para caminar dentro de las instalaciones y los empleados utilizan equipo de protección.
5	Instalaciones limpias			

No.	Descripción	Sí	No	Observación
Sección 2				
6	Instalaciones señalizadas			
7	Áreas independientes			
8	Espacio adecuado para maquinaria y equipo			
9	Espacio adecuado para personal			
10	Organización y responsabilidades debidamente asignadas			
Sección 3				
11	Maquinaria y equipo en buen estado			
12	Maquinaria y equipo compatible con tecnologías digitales			
13	Acceso a red de internet			
14	Internet de alta velocidad			
15	Sistemas de comunicación establecidos			
Sección 4				
16	Procesos de producción manuales			Algunas actividades como embalaje.
17	Procesos de producción automatizados			Utilizan máquinas automáticas.
18	Recopilación de datos manual			
19	Recopilación de datos en tiempo real			
20	Uso de sensores			Monitorean y controlan varios parámetros durante el proceso de fabricación de plásticos, como la temperatura, la presión, etc.
21	Control de calidad manual			
22	Control de calidad automatizado			
23	Sistema de control de inventario manual			
24	Sistema de control de inventario automatizado			
Sección 5				
25	Personal capacitado			Se verificó en registros de capacitaciones.
26	Personal que realiza múltiples funciones			

No.	Descripción	Sí	No	Observación
Sección 6				
27	Medidas de seguridad física para protección de equipos y datos			
28	Medidas de seguridad digital para protección de equipos y datos			Medidas de seguridad básica.
29	Protocolo de respuesta ante ciberataques			
30	Protocolo de respuesta antes fallos en sistemas			
31	Auditorias para identificación de vulnerabilidades y riesgos			
Sección 7				
32	Procesos de producción con eficiencia energética			Utilizan sensores.
33	Uso de materiales reciclados			
34	Reciclaje de desperdicios			
35	Cumplimiento de regulaciones ambientales			No se pudo observar.
36	Cumplimiento de seguridad ocupacional			No se pudo observar.

Fuente: Elaboración propia.