

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



**PROPUESTA DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA MIGRAR
A LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE SUS PROCESOS
TRADICIONALES A UN AMBIENTE 4.0**

PRESENTADO POR:
**SARA PATRICIA LÓPEZ LAZO
ELIEZER EMANUEL MARTÍNEZ LUNA
ALEJANDRO MELQUISEDEC PÁIZ RODRÍGUEZ**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO(A) INDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO 2024

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 :

**PROPUESTA DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA
MIGRAR A LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE SUS
PROCESOS TRADICIONALES A UN AMBIENTE 4.0**

Presentado por:

**SARA PATRICIA LÓPEZ LAZO
ELIEZER EMANUEL MARTÍNEZ LUNA
ALEJANDRO MELQUISEDEC PÁIZ RODRÍGUEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. FRANCISCO ORLANDO REYES CONTRERAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO 2024

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. FRANCISCO ORLANDO REYES CONTRERAS

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en primer lugar por ser el guía de mi vida y permitirme llegar hasta donde he llegado, por bendecirme con el logro de una meta más en mi vida, él fue quien me dio la sabiduría y entendimiento necesarios para poder lograr y avanzar satisfactoriamente año con año.

Agradezco a mis padres, José López y María Lazo por todo su apoyo, esfuerzo y dedicación que día tras día tuvieron para que pudiera lograr esta meta que también era de ellos, especialmente agradezco profundamente a mi madre, quien siempre estuvo dispuesta a sacrificarse para que pudiera seguir adelante, sus consejos y motivaciones fueron imprescindibles para poder culminar esta carrera universitaria.

Agradezco a mi demás familia, que estuvieron pendiente de principio a fin, me aconsejaron, me motivaron, me enseñaron a no rendirme y siempre creyeron en mí para convertirme en una profesional.

Agradezco a esas personas especiales que han formado parte fundamental para lograr este triunfo, su apoyo incondicional, confianza y motivación han sido indispensables para seguir adelante.

Sara Patricia López Lazo

Quiero Agradecer primeramente a Dios por guiar mi camino y mis pasos para poder culminar esta meta y alcanzar este sueño tan importante que tuve desde que era un niño.

A mi padre Wvense Martínez por su sacrificio, su amor y apoyo incondicional en todo momento, siendo siempre mi inspiración, no me alcanzará nunca la vida para agradecer todo lo que ha hecho por mí y el amor que le tengo, mis triunfos siempre serán sus triunfos.

A mi madre Marta Luna por su apoyo incondicional, su esfuerzo y sacrificio, por su amor, cariño y consejos, gracias a lo cual he llegado a ser el hombre que soy, las palabras jamás alcanzarán a describir el amor que tengo por ella, mis triunfos siempre serán sus triunfos.

A mi hermana Heisy Martínez por ser mi apoyo incondicional en cada paso de mi vida, sin su amor y su confianza en mí jamás podría haber alcanzado este sueño, siendo pieza fundamental en cada uno de mis triunfos, el amor que tengo por ella siempre será imposible de cuantificar.

A Patricia Sol por su apoyo incondicional y su cariño a lo largo de esta etapa tan importante de mi vida, su confianza y su sustento me han ayudado a luchar en los días más oscuros, convirtiéndome en un mejor hombre, mis triunfos siempre serán sus triunfos.

A Nelson Luna por haberme apoyado en cada uno de los pasos en esta carrera universitaria, ha sido parte importante de mis triunfos.

A German Martínez y a cada una de las personas que han formado parte de este proceso, muchas gracias por sus oraciones, su apoyo y palabras de ánimo, no estaría acá sin todos ellos, estaré eternamente agradecido.

Eliezer Emanuel Martínez Luna

Agradezco de manera extraordinaria a mi madre, Heidi Rodríguez. Su incansable esfuerzo diario ha sido el pilar fundamental que me ha permitido culminar mis estudios. Desde el inicio, su dedicación y sacrificio han sido un ejemplo inspirador. Trabajando día a día para brindarme el apoyo económico necesario, pero también ofreciéndome su apoyo moral y emocional, ha sido mi mayor fortaleza. Seguí su admirable ejemplo de perseverancia y dedicación para alcanzar mis objetivos. Sin embargo, quiero resaltar que, sin su inquebrantable amor y respaldo, su constante aliento y su sacrificio, este logro no habría sido posible.

A mi padre, Melquisedec Paiz, le agradezco profundamente por su constante apoyo económico y por ser un sostén incondicional en mi camino hacia la culminación de mis estudios. Su trabajo arduo y sacrificio han sido la base de mi educación y crecimiento académico.

A Ing. Mario Fuentes, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por sus valiosos consejos, motivación constante y orientación experta. Su apoyo y guía han sido determinantes para superar los desafíos y alcanzar esta meta académica.

A Judith Henríquez, Roberto Paiz y Josué Arguera, les agradezco de todo corazón por motivarme y apoyarme en los momentos en que más los necesitaba y requería. Sus palabras de aliento y su confianza en mí fueron un impulso invaluable que me ayudó a superar obstáculos y seguir adelante con determinación.

No puedo dejar de agradecer a Dios, cuya presencia ha sido mi fuerza y guía en todo momento. Su amor y misericordia me han sostenido a lo largo de este camino, brindándome las oportunidades y la fortaleza necesaria para crecer y alcanzar mis sueños.

Alejandro Melquisedec Paiz Rodríguez

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS DE LA ETAPA DE DIAGNÓSTICO.....	26
OBJETIVOS DE LA ETAPA DE DISEÑO.....	27
OBJETIVOS DE LA ETAPA ECONÓMICA.....	28
ETAPA DE DIAGNÓSTICO	
METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	34
CAPÍTULO I	
1.1 MARCO TEÓRICO.....	36
1.1.1 HISTORIA DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL.....	36
1.1.2 ¿QUÉ ES LA INDUSTRIA 4.0 O AMBIENTE 4.0?.....	38
1.1.3 ¿CÓMO FUNCIONA LA INDUSTRIA 4.0?.....	40
1.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA 4.0.....	40
1.1.5 PILARES DE LA INDUSTRIA 4.0.....	41
1.1.6 LA INDUSTRIA 4.0 Y LA CADENA DE SUMINISTRO.....	42
1.1.7 LA INDUSTRIA 4.0 Y EL MEDIO AMBIENTE.....	42
1.2 MARCO CONCEPTUAL.....	44
1.2.1 GENERALIDADES.....	44
1.2.2 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	44
1.2.3 GUÍA.....	44
1.2.4 METODOLOGÍA.....	44
1.2.5 GUÍA METODOLÓGICA.....	45
1.2.6 PROCESOS.....	45
1.2.7 EMPRESA MANUFACTURERA.....	46
1.2.8 INDUSTRIA 4.0.....	48
1.2.9 CADENA DE SUMINISTROS.....	50
1.3 MARCO LEGAL.....	52
1.3.1 ASPECTOS PROPIOS A LA INDUSTRIA.....	52

1.3.2 LEY DE FOMENTO A LA INNOVACIÓN Y MANUFACTURA DE TECNOLOGÍAS.....	52
1.3.3 LEY DE FOMENTO INDUSTRIAL.....	52
1.3.4 LEY DE CREACIÓN DEL SISTEMA SALVADOREÑO PARA LA CALIDAD.....	53
1.3.5 LEY DE INVERSIONES.....	54
1.3.6 LEY DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO.....	54
1.3.7 POLÍTICA NACIONAL DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	54
1.3.8 REGULACIONES AMBIENTALES.....	55
1.3.9 LEY DE MEDIO AMBIENTE.....	55
1.3.10 POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL.....	55
1.4. MARCO DE ANTECEDENTES.....	56
1.4.1 LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL SALVADOR.....	56
1.4.2 LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y LA PANDEMIA COVID-19.....	56
1.4.3 LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y EL AMBIENTE 4.0.....	60
1.4.4 SITUACIÓN ECONÓMICA DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL SALVADOR.....	63
1.4.5 PARTICIPACIÓN DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DENTRO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO, AL AÑO 2019.....	63
1.4.6 PARTICIPACIÓN DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DENTRO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO, AL AÑO 2020.....	65
1.4.7 PARTICIPACIÓN DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DENTRO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO, AL AÑO 2021.....	67
1.4.8 TASA DE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE EL SALVADOR 2017-2021.....	68

1.4.9 EXPORTACIONES TOTALES DE EL SALVADOR 2017-2021....	69
1.4.10 GENERALIDADES DEL MERCADO DE TRABAJO DE EL SALVADOR 2019.....	71
1.4.11 EL GOBIERNO DE EL SALVADOR EN LA INCOPORACION DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL SECTOR MANUFACTURERO	73
CAPÍTULO II	
2.1 ESTABLECIMIENTO DEL TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	77
2.1.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	78
2.2 DEFINICIÓN DE LAS TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	79
2.3 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO Y MUESTRA SUJETA DE ESTUDIO.....	80
2.4 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO SUJETO DE ESTUDIO.....	80
2.4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS...	80
2.4.2 PROCESO PARA LA DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO SUJETO DE ESTUDIO.....	93
2.4.3 CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL UNIVERSO SUJETO DE ESTUDIO.....	94
2.4.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUBSECTORES MANUFACTUREROS.....	96
2.4.5 VALORACIÓN DE CRITERIOS.....	107
2.5 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA SUJETA DE ESTUDIO.....	112
2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SUBSECTORES DEL UNIVERSO SUJETO DE ESTUDIO.....	112
2.5.2 CÁLCULO DE LA MUESTRA SUJETA DE ESTUDIO.....	116
2.6 MATRIZ DE CONGRUENCIA.....	120
2.7 DISEÑO DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..	126
2.8 RESULTADOS DE LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	128

2.8.1 RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS A GERENTES ADMINISTRATIVOS.....	128
2.8.2 RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS A GERENTES DE PRODUCCIÓN.....	145
2.8.3 RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A OPERARIOS Y/O TÉCNICOS EN MANTENIMIENTO.....	160
CAPÍTULO III	
3.1 ENFOQUE DE MARCO LÓGICO.....	177
3.1.1 MATRIZ DE INVOLUCRADOS.....	177
3.1.2 ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	182
3.1.3 ÁRBOL DE OBJETIVOS.....	185
3.1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	188
3.1.5 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	188
3.2 MATRIZ DE ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES.....	190
CAPÍTULO IV	
4.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO.....	192
4.1.1 LÍNEAS DE ACCIÓN.....	192
4.1.2 COMPONENTES DEL AMBIENTE 4.0.....	196
4.1.3 EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO.....	210
4.1.4 CICLOS DE INNOVACIÓN Y ESCALABILIDAD.....	214
4.1.5 ESQUEMA DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA.....	217
ETAPA DE DISEÑO	
METODOLOGÍA DEL DISEÑO.....	220
ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA DEL DISEÑO.....	223
CAPITULO V	
5.1 ELEMENTOS DE LA GUÍA METODOLÓGICA.....	225

5.1.1 LÍNEAS DE ACCIÓN.....	225
5.1.2 COMPONENTES DEL AMBIENTE 4.0.....	226
5.1.3 DIAGNÓSTICO DE EVALUACIÓN.....	226
5.1.4 CICLOS DE INNOVACIÓN Y ESCALABILIDAD.....	227
5.2 DESARROLLO DE LOS ELEMENTOS DE LA GUÍA.....	228
5.2.1 LÍNEAS DE ACCIÓN.....	228
5.2.2 COMPENENTES DEL AMBIENTE 4.0.....	229
5.2.3 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSECTOR DE ALIMENTOS.....	229
5.2.3.1 PROCESOS EN LA “ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS”.....	229
5.2.3.2 DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA “ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS”.....	232
5.2.3.3 FUNCIONALIDAD DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LOS PROCESOS DE LA “ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS”.....	233
5.2.4 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSECTOR QUÍMICO.....	235
5.2.4.1 PROCESOS EN LA “FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUIMICOS”.....	235
5.2.4.2 DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA “FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRODUCTOS QUIMICOS”.....	237
5.2.4.3 FUNCIONALIDAD DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LOS PROCESOS DE LA “FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS”.....	238
5.2.5 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSECTOR TEXTIL.....	240
5.2.5.1 PROCESOS DE LA “FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES”.....	240
5.2.5.2 DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA “PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES”.....	245

5.2.5.3 FUNCIONALIDAD DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LOS PROCESOS DE LA “FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES”	249
5.3 DIAGNÓSTICO DE EVALUACIÓN	249
5.3.1 DIAGNÓSTICO MEDIANTE CHECKLIST.....	249
5.3.2 DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y PLANIFICACIÓN EMPRESARIAL.....	250
5.3.3 PROCESOS PRODUCTIVOS Y FLUJOS DE TRABAJO.....	251
5.3.4 GESTIÓN DE CAPITAL HUMANO Y CULTURA ORGANIZACIONAL.....	251
5.3.5 RECURSOS FÍSICOS.....	252
5.3.6 CARTERA DE PRODUCTOS.....	252
5.4 NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICO.....	254
5.5 PLAN DE ACCIÓN.....	256
5.6 CICLOS DE INNOVACIÓN Y ESCABILIDAD.....	259
5.6.1 CICLOS DE INNOVACIÓN.....	259
5.6.2 ESCALABILIDAD TECNOLÓGICA.....	261
5.7 MANUAL DE LA GUÍA METODOLÓGICA.....	263
5.8 VALIDACION TÉCNICA DE LA GUÍA METODOLÓGICA.....	351
5.9 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN TÉCNICA DEL CASO PRACTICO.....	362
5.9.1 FICHAS TECNICAS DE LA MAQUINARIA	363
ETAPA ECONÓMICA	
METODOLOGÍA DE EVALUACIONES.....	374
DIAGRAMA DE LA METODOLOGIA DE LA ETAPA DE EVALUACIONES.....	376
CAPITULO VI	
6. EVALUACIONES DEL PROYECTO.....	378
6.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	378
6.1.1 COSTOS.....	379

6.1.2 BENEFICIOS DE LA INVERSIÓN EN LA MIGRACIÓN AL AMBIENTE 4.0.....	386
6.1.3 INDICADORES DE EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	389
6.1.4 LINEAS DE FINANCIAMIENTO PARA LA MIGRACIÓN AL AMBIENTE 4.0.....	391
6.1.4.1 LINEAS DE FINANCIAMIENTO DEL BANCO BANDESAL.....	392
6.1.4.2 LINEAS DE FINANCIAMIENTO DEL BANCO AGRICOLA.....	395
6.1.4.3 LINEAS DE FINANCIAMIENTO DEL BANCO INDUSTRIAL...	398
6.1.5 PLAN DE PROTECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA EMPRESAS MANUFACTURERAS EN EL SALVADOR.....	400
6.2 EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	404
6.2.1 PROPUESTA PARA CONTRARRESTAR LAS CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	404
6.2.2 COMPONENTES DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	407
6.2.3 ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	417
6.3 EVALUACIÓN SOCIAL.....	418
6.4 APLICACIÓN TÉCNICA DE LAS EVALUACIONES AL CASO PRACTICO.....	421
6.5 BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN TÉCNICA.....	432
6.5.1 AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.....	432
6.5.2 CÁLCULO DE AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.....	433
6.5.3 BENEFICIOS MONETARIOS.....	434
6.5.4 REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE CICLO DE PRODUCCIÓN.....	435
6.5.5 AHORRO ENERGÉTICO.....	437
6.5.6 AUMENTO DE LA EFICIENCIA.....	439
6.6 INDICADORES FINANCIEROS DEL CASO PRACTICO DE ESTUDIO.....	441
6.6.1 FLUJO DE EFECTIVO.....	442
6.6.2 CÁLCULO DEL VAN.....	443
6.6.3 CÁLCULO DEL TIR.....	445
6.6.4 CÁLCULO DEL ROI.....	445
6.6.5 CÁLCULO DEL B/C.....	447

6.7 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA EMPRESA DE LÁCTEOS..... 448

6.8 EVALUACIÓN SOCIAL..... 453

CONCLUSIONES..... 454

RECOMENDACIONES..... 458

BIBLIOGRAFÍA..... 463

ANEXOS..... 467

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Estrategias de respuesta digitales ante la crisis provocada por la pandemia COVID-19.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 2. Principales destinos de las exportaciones totales de El Salvador 2020-2021 (En millones de dólares).....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 3. Cantidad de personas empleadas por sector.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 4. Papel del Estado en la incorporación de la industria 4.0</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 5: Clasificación de las empresas salvadoreñas según “FUSADES”.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 6: Clasificación CIU para la industria manufacturera.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 7: Montos de inversión realizados en innovación por subsector.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 8: Montos de inversión realizado en investigación y desarrollo tecnológico por subsector.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 9: Subsectores más innovadores en El Salvador.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 10: Subsectores con mayor número de innovaciones tecnológicas.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 11: Industrias manufactureras más importantes de El Salvador según sus exportaciones.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 12: Subsectores con mayor proporción industrial.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 13: Cuadro resumen de la caracterización de los subsectores manufactureros.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 14: Resultados de la evaluación de cada criterio respecto a cada subsector.</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 15: Clasificación de empresas de fabricación de alimentos según la cantidad de personas ocupadas.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 16: Empresas de fabricación de alimentos por departamentos.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 17: Empresas de fabricación de sustancias y productos químicos por departamentos.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 18: Clasificación de empresas de empresas textiles según la cantidad de personas ocupadas.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 19: Distribución de la muestra sujeta a estudio.....</i>	<i>119</i>

<i>Tabla 20: Matriz de congruencia.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 21: Instrumentos a utilizar para la recolección de datos.....</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 22: Matriz de involucrados.....</i>	<i>178</i>
<i>Tabla 23: Matriz de análisis de problemas y soluciones.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 24: Aplicaciones para el internet de las cosas (IoT).....</i>	<i>197</i>
<i>Tabla 25: Aplicaciones para el Big Data y análisis de datos.....</i>	<i>199</i>
<i>Tabla 26: Aplicaciones para el Cloud Computing.....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla 27: Aplicaciones para la inteligencia artificial y aprendizaje automático....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 28: Aplicaciones para la Fabricación aditiva (impresión 3D).....</i>	<i>202</i>
<i>Tabla 29: Aplicaciones para la Robótica Avanzada.....</i>	<i>203</i>
<i>Tabla 30: Aplicaciones para la ciberseguridad.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabla 31: Aplicaciones para la Realidad aumentada (AR) y Realidad virtual (VR).....</i>	<i>206</i>
<i>Tabla 32: Aplicaciones para la Integración de sistemas.....</i>	<i>207</i>
<i>Tabla 33: Simulaciones o Gemelos Digitales.....</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 34: Ejemplos de aplicación de las herramientas de la Industria 4.0 en los procesos de elaboración de productos alimenticios.....</i>	<i>233</i>
<i>Tabla 35: Ejemplos de aplicación de las herramientas de la Industria 4.0 en los procesos de elaboración de productos químicos.....</i>	<i>238</i>
<i>Tabla 36: Ejemplos de aplicación de las herramientas de la Industria 4.0 en los procesos de elaboración de productos textiles.....</i>	<i>246</i>
<i>Tabla 37: Cheklist de los costos aplicados al caso práctico.....</i>	<i>422</i>
<i>Tabla 38: Costos de maquinaria y equipo.....</i>	<i>424</i>
<i>Tabla 39: Costos de energía eléctrica.....</i>	<i>425</i>
<i>Tabla 40: Costos de mantenimiento.....</i>	<i>425</i>
<i>Tabla 41: Costos de instalación.....</i>	<i>430</i>
<i>Tabla 42: Costos de capacitación.....</i>	<i>431</i>
<i>Tabla 43: Costos de prueba piloto.....</i>	<i>431</i>
<i>Tabla 44: Inversión total.....</i>	<i>432</i>
<i>Tabla 45: Comparativa de márgenes de ganancia actual-proyectada.....</i>	<i>435</i>

<i>Tabla 46: Estudio MODAPTS.....</i>	<i>435</i>
<i>Tabla 47: Flujo de efectivo.....</i>	<i>443</i>
<i>Tabla 48: Evaluación social.....</i>	<i>453</i>

ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1. Porcentaje de empresas que han realizado inversiones relacionadas con 4RI (resultados trimestrales en 2019).....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfica 2. Industrias que realizaron innovación.....</i>	<i>60</i>
<i>Gráfica 3. Participación de las diferentes actividades económicas en el PIB 2019.</i>	<i>63</i>
<i>Gráfica 4: Participación de las diferentes actividades económicas en el PIB 2020</i>	<i>66</i>
<i>Gráfica 5: Participación de las diferentes actividades económicas en el PIB 2021</i>	<i>67</i>
<i>Gráfica 6: Tasa de crecimiento y producción industrial 2017-2021(En porcentajes %).....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfica 7: Exportaciones totales de El Salvador 2017-2021(En millones de dólares).....</i>	<i>70</i>
<i>Gráfica 8: Valor exportado por las empresas según su clasificación CIIU Rev. 3 año 2016, en porcentajes del total para Gran Empresa.....</i>	<i>81</i>
<i>Gráfica 9: Valor exportado por las empresas según su clasificación CIIU Rev. 3 año 2016, en porcentajes del total para Mediana Empresa.....</i>	<i>82</i>
<i>Gráfica 10: Valor exportado por las empresas según su clasificación CIIU Rev. 3 año 2016, en porcentajes del total para Pequeña Empresa.....</i>	<i>82</i>
<i>Gráfica 11: Valor exportado por las empresas según su clasificación CIIU Rev. 3 año 2016, en porcentajes del total para Micro Empresa.....</i>	<i>83</i>
<i>Gráfica 12: Composición del PIB de las industrias manufactureras a precios constantes. CIIU 3.1 año 2012.....</i>	<i>102</i>
<i>Gráfica 13: Porcentaje de empresas del sub-sector textil por departamento.....</i>	<i>116</i>
<i>Gráfica 14: Resultado de los conocimientos de los gerentes administrativos de la Industria 4.0.....</i>	<i>128</i>
<i>Gráfica 15: Respuesta de los gerentes administrativos a la frecuencia en la que se implementan innovaciones tecnológicas en sus empresas.....</i>	<i>130</i>
<i>Gráfica 16: Consideración de los gerentes administrativos sobre si la incorporación de nueva tecnología les traería beneficios económicos.....</i>	<i>131</i>

<i>Gráfica 17: Respuesta de los gerentes administrativos sobre si considerarían migrar sus procesos a un ambiente 4.0.....</i>	<i>132</i>
<i>Gráfica 18: Respuesta de los gerentes administrativos sobre si es conveniente para el país incorporar la industria 4.....</i>	<i>134</i>
<i>Gráfica 19: Procesos obsoletos o ineficientes identificados en las empresas.....</i>	<i>135</i>
<i>Gráfica 20: Áreas de las empresas que podrían presentar mayores problemas para incorporar nuevas tecnologías.....</i>	<i>137</i>
<i>Gráfica 21: Interés de los entrevistados en incorporar tecnologías de la industria 4.0 en sus empresas.....</i>	<i>138</i>
<i>Gráfica 22: Respuesta de los entrevistados a si la incorporación del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones.....</i>	<i>140</i>
<i>Gráfica 23: Consideración de los entrevistados a incorporar las tecnologías 4.0...</i>	<i>141</i>
<i>Gráfica 24: Consideración de los entrevistados sobre una guía metodológica para migrar al ambiente 4.0.....</i>	<i>143</i>
<i>Gráfica 25: Mejoras que los entrevistados esperan obtener con el ambiente 4.0...</i>	<i>143</i>
<i>Gráfica 26: Conocimiento de los gerentes de producción sobre la Industria 4.0...</i>	<i>145</i>
<i>Gráfica 27: Frecuencia con la que innovan los procesos en las empresas según los entrevistados.....</i>	<i>147</i>
<i>Gráfica 28: Herramientas que se implementan en los procesos productivos según los entrevistados.....</i>	<i>148</i>
<i>Gráfica 29: Consideraciones sobre la aplicación de la industria 4.0 a los procesos de las empresas.....</i>	<i>149</i>
<i>Gráfica 30: Procesos obsoletos o ineficientes detectados.....</i>	<i>151</i>
<i>Gráfica 31: Áreas más automatizadas en las empresas según los entrevistados....</i>	<i>152</i>
<i>Gráfica 32: Áreas menos automatizadas según los entrevistados.....</i>	<i>153</i>
<i>Gráfica 33: Respuesta de la pregunta de si se siguen lineamientos para realizar innovaciones en las empresas.....</i>	<i>155</i>
<i>Gráfica 34: Atributos que según los entrevistados debería tener una guía metodológica.....</i>	<i>156</i>

<i>Gráfica 35: Consideraciones sobre la adopción del ambiente 4.0 al tener una guía metodológica.....</i>	<i>157</i>
<i>Gráfica 36: Mejoras que los entrevistados esperan tener con el ambiente 4.0.....</i>	<i>159</i>
<i>Gráfica 37: Conocimiento de los operarios/ técnicos en mantenimiento sobre la industria 4.0.....</i>	<i>160</i>
<i>Gráfica 38: Procesos obsoletos o ineficientes identificados por los encuestados...</i>	<i>161</i>
<i>Gráfica 39: Regularidad con la que se evalúa la eficiencia en las empresas.....</i>	<i>162</i>
<i>Gráfica 40: Técnicas y/o equipos implementados para la automatización.....</i>	<i>164</i>
<i>Gráfica 41: Consideraciones sobre la inversión en proyectos de automatización...</i>	<i>165</i>
<i>Gráfica 42: Consideraciones sobre el papel del ambiente 4.0 en el desarrollo de las empresas.....</i>	<i>166</i>
<i>Gráfica 43: Consideraciones sobre si la incorporación del ambiente 4.0 aumentaría la productividad.....</i>	<i>167</i>
<i>Gráfica 44: Posición de los encuestados sobre la incorporación de las tecnologías 4.0 en las empresas.....</i>	<i>169</i>
<i>Gráfica 45: Consideraciones sobre si se tiene el conocimiento necesario para operar herramientas del ambiente 4.0.....</i>	<i>170</i>
<i>Gráfica 46: Programas de capacitaciones en las empresas.....</i>	<i>171</i>
<i>Gráfica 47: Regularidad con las que se reciben las capacitaciones.....</i>	<i>172</i>
<i>Gráfica 48: Consideraciones sobre la necesidad de contar con un plan de capacitaciones.....</i>	<i>174</i>

INTRODUCCIÓN

La industria 4.0 marca un hito en la transformación sin precedentes en el panorama industrial, donde la convergencia de tecnologías digitales está redefiniendo la forma en que se diseñan, producen y entregan bienes y servicios. Esta nueva era industrial se caracteriza por la interconexión de sistemas ciber-físicos como la inteligencia artificial, el análisis de datos masivos, la computación en la nube y la automatización avanzada, todos ellos componen el desarrollo del futuro de la industria como de la sociedad en general.

A través de esta tesis se trata de forma integral el desarrollo de una Guía Metodológica para Migrar a las Empresas Manufactureras de El Salvador de sus Procesos Tradicionales a un Ambiente 4.0, abordando diferentes etapas cuidadosamente diseñadas para lograr una transición optima a la Industria 4.0, dentro de éstas se aborda el Diagnóstico de la situación actual del sector manufacturero en El Salvador, el Diseño de la guía metodológica para migrar los procesos tradicionales al Ambiente 4.0 y finalmente la etapa de Evaluaciones económicas, ambientales y sociales.

El diagnóstico es un estudio previo a toda planificación, dentro de la cual se desarrolla la recopilación de la información, su ordenamiento, interpretación, su posterior análisis y conclusiones de la misma; a través del desarrollo del diagnóstico se tiene una mejor percepción de la realidad en la que se encuentran los sectores estudiados, por lo que se pueden entender de una mejor manera las relaciones entre todos los actores involucrados y profundizar de manera clara y objetiva en los problemas que los sujetos de estudio atraviesan, por lo que a través de esto se pueden diseñar estrategias y líneas de acción para solventar dichos problemas. En la etapa de diagnóstico se puede encontrar el desarrollo e identificación de la situación actual de la industria del sector manufacturero de El Salvador en materia de innovación y desarrollo tecnológico de la industria 4.0, para determinar a través de esto las bases concretas para el desarrollo de la Guía

Metodológica que les permita migrar sus procesos tradicionales al ambiente 4.0. A través de esta etapa se determina la metodología de investigación mediante la cual se desarrolló la recolección de datos e información de campo en las empresas del sector, mediante la planeación de la investigación, además, se definieron las técnicas de recolección de información, así como la determinación del universo y su respectiva muestra de estudio representativa, dentro de esta muestra se abordaron tres subsectores significativos de la industria manufacturera, de los que se estudiaron el subsector de alimentos, el subsector de fabricación de sustancias y productos químicos y el subsector textil, los cuales fueron elegidos por medio de un proceso de selección objetivo. A través de la recolección de datos e información de campo en los subsectores de la industria manufacturera seleccionados, se puede conocer la situación en la que se encuentran las empresas del sector en materia de innovación tecnológica, e innovación de procesos, mediante entrevistas y encuestas a personas estratégicas dentro de las empresas, a manera de tener la información de mayor calidad sobre los diferentes aspectos relacionados al proyecto. Por medio del análisis de datos y de la presentación de resultados de la investigación de campo se estableció de forma objetiva el planteamiento del problema, punto indispensable para el diseño oportuno de soluciones y para la correcta continuación del trabajo de tesis. Como último punto en la etapa de diagnóstico se desarrolló la conceptualización del diseño, con el cual se establecieron las bases concretas del diseño de la Guía Metodológica, donde, además, se definieron los principios, objetivos y aspectos clave que brindan una visión clara de lo que se quiere lograr y a donde se quiere llegar con el proyecto.

La etapa de diseño es un proceso mediante el cual se brinda solución a las problemáticas determinadas en la etapa de diagnóstico, donde las ideas y elementos se transforman de forma lógica y coherente como un instrumento de utilidad. En la secuencia de las etapas desarrolladas en la elaboración de la propuesta de una guía metodológica para migrar a las empresas

manufactureras de sus procesos tradicionales a un Ambiente 4.0, la etapa de diseño descrita en el presente documento sintetiza todo el análisis realizado, con el fin de traer un instrumento que permita a las empresas manufactureras de El Salvador determinar los niveles de madurez tecnológica que poseen, a través de esta información se desarrollan las estrategias que se proponen en el documento para que las empresas manufactureras puedan crecer y escalar tecnológicamente en sus procesos tanto productivos como administrativos. Dentro de la presente se abordan líneas de acción que sirven como punto de partida para estructurar y planificar el proceso de diseño de forma efectiva, estableciendo a través de estas objetivos y metas claras y concisas para la transformación de las empresas a un ambiente 4.0, así mismo se presenta la caracterización de los componentes que comprenden el ambiente 4.0 para cada uno de los subsectores estudiados en la etapa de diagnóstico, donde se pueden observar procesos esenciales en los eslabones de la cadena de suministros de estos y mostrando las bases de la innovación mediante los diversos componentes que comprenden a la industria 4.0. Dentro del desarrollo del diseño se aborda un instrumento de diagnóstico de evaluación mediante Checklist que determina el nivel tecnológico que la empresa presenta, por medio de esta evaluación y clasificación se determinan los planes de acción y diseños de implementación en base a los resultados obtenidos, así como respectivos planes de evaluaciones para mantener un control del crecimiento tecnológico e innovación de la empresa. Por último, el desarrollo del proyecto presenta los procesos de mejora continua necesario para que cada empresa que emplee esta propuesta pueda ser tecnológicamente sostenible en el tiempo y generar con esto una ventaja competitiva con respecto al medio en el que se desenvuelven

La etapa de evaluaciones aborda tres apartados indispensables para determinar la viabilidad de todo proyecto, como lo son las evaluaciones económicas, donde se determinan las inversiones, los costos a abordar en el proceso de migración, los beneficios que trae consigo el

proceso de migración al Ambiente 4.0, para finalizar con los indicadores y razones económicas que deben aplicarse para determinar la viabilidad de las inversiones y los tiempos de recuperación del capital invertido, además como valor añadido se determinan diferentes fuentes de financiamiento para abordar los costes de inversión. Se abordan asimismo las evaluaciones ambientales, donde se determina la viabilidad de aplicación de la Guía Metodológica y la reducción de los riesgos medio ambientales y la disminución de la huella de carbono, así como la disminución de consumo energético y reducción de residuos, apartados indispensables para alcanzar un desarrollo sostenible. Para finalizar esta etapa se aborda la evaluación social, donde se desarrollan las implicaciones sociales y aspectos éticos y de responsabilidad social, apartados que son determinados al buscar empresas integras con conciencia social.

OBJETIVOS DE LA ETAPA DE DIAGNÓSTICO

OBJETIVO GENERAL

Establecer la situación actual de las empresas manufactureras de El Salvador que permita conocer las potencialidades para migrar del sistema tradicional de fabricación a un ambiente 4.0, a fin de conceptualizar el diseño de una guía metodológica que permita lograr dicha transformación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Definir la base de planificación de la recolección de información sobre el contexto del ambiente 4.0.
- ✓ Determinar el tipo de investigación que regirá el proyecto y establecer las técnicas de recolección de datos que servirán para efectuar el levantamiento de información.
- ✓ Establecer el universo y la muestra sujeta de estudio del proyecto, mediante una evaluación regida por el establecimiento de criterios.
- ✓ Diseñar los instrumentos de recolección de datos que servirán de guía para la recopilación de información de la situación de las empresas manufactureras.
- ✓ Establecer la problemática que poseen las empresas manufactureras por no migrar al ambiente 4.0 y mantenerse en la forma tradicional de fabricación, mediante el análisis de la información recolectada.
- ✓ Diseñar la conceptualización de la guía metodológica que permitirá migrar a las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0.

OBJETIVOS DE LA ETAPA DE DISEÑO

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una guía metodológica que proporcione una estructura clara para indicar a las empresas manufactureras de manera adecuada el proceso a seguir desde la evaluación de diagnóstico inicial hasta la implementación de tecnologías permitiéndoles migrar a un ambiente 4.0.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar los elementos que comprenderá la guía fin de que sea accesible en estructura y entendimiento para destinatarios con experiencia técnica y aquellos que pueden ser nuevos en tecnologías 4.0.
- ✓ Detallar las líneas de acción que regirán el enfoque y estructura de la guía metodológica.
- ✓ Diseñar un instrumento de diagnóstico que permita conocer la situación actual de las empresas manufactureras en relación a las tecnologías 4.0.
- ✓ Establecer una escala de medida para obtener el nivel de madurez tecnológico actual en que se encuentran las empresas manufactureras como resultado de la evaluación.
- ✓ Diseñar los planes de acción a seguir para implementar tecnologías 4.0 de acuerdo a cada escala tecnología.
- ✓ Establecer un mecanismo de monitoreo y evaluación de los resultados de la implementación de las tecnologías del ambiente 4.0.
- ✓ Establecer un proceso de mejora continua y evolución a fin de crear ciclos de innovación para que las empresas puedan escalar en tecnologías 4.0.

OBJETIVOS DE LA ETAPA DE EVALUACION

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar evaluaciones económica, social y ambiental de la guía metodológica que permita demostrar la fiabilidad del proyecto y efectividad para mejorar la eficiencia, eficacia y productividad de los procesos manufactureros de las empresas de El Salvador mediante las herramientas tecnológicas del ambiente 4.0.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Determinar la inversión para un caso particular de una empresa del subsector alimenticio a fin de ejemplificar un parámetro para los niveles de inversión que pueden realizar las empresas manufactureras que decidan migrar a un ambiente 4.0.

- ✓ Establecer un indicador que proporcione una medida cuantitativa que represente la rentabilidad de la inversión en tecnologías 4.0 para las empresas manufactureras que deseen migrar de procesos tradicionales a un ambiente 4.0.

- ✓ Determinar una métrica clave para evaluar la eficacia de la inversión, estableciendo el tiempo en que las empresas manufactureras se tardará en recuperar la inversión inicial.

- ✓ Presentar las fuentes de financiamiento con las que cuenta el país como estrategias de apoyo para las empresas manufactureras en materia de desarrollo de proyectos de innovaciones tecnológicas.

- ✓ Establecer una evaluación del impacto ambiental de la migración a un entorno 4.0, basada en la reducción de residuos, consumo de energía y emisiones.

- ✓ Desarrollar una evaluación social que permita determinar el impacto positivo o negativo que tendrá el proyecto para la población del país.

ETAPA DE DIAGNÓSTICO

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Es importante establecer una metodología de investigación clara y rigurosa para la etapa de diagnóstico ya que la metodología de investigación ayuda a establecer un marco de referencia y un conjunto de pasos y procedimientos sistemáticos que guían el proceso de investigación. Esto ayuda a asegurar que los datos se recolecten y analicen de manera sistemática y confiable, lo que aumenta la validez y la confiabilidad de los resultados. Es de tener en cuenta que, además, una metodología de investigación clara y bien definida ayuda a realizar el proceso de investigación de manera más eficiente, al permitir una planificación y gestión adecuada de los recursos y tiempo disponibles.

La metodología de investigación puede ayudar a replantear y aclarar las preguntas de investigación y los objetivos de la investigación. Esto puede ayudar a enfocar la investigación en los aspectos más importantes y relevantes.

A continuación, se describen los pasos que conforman la metodología de investigación:

a. Especificar los objetivos de la etapa

Inicialmente es necesario especificar los objetivos de la etapa de diagnóstico. Esto implica definir claramente qué se espera lograr con la investigación, es decir, cuál es el alcance de la investigación.

b. Determinar el tipo de la investigación

Una vez que se han establecido los objetivos de la investigación debe determinar el tipo de la investigación. El tipo de la investigación se refiere a cómo se recopilarán los datos y qué métodos se utilizarán para analizarlos.

c. Establecer las técnicas de recolección de datos

Una vez que se han determinado el tipo de la investigación, se debe desarrollar una selección de las técnicas para la recolección de datos. Esto implica definir cómo se recopilarán los datos, qué instrumentos se utilizarán para recopilarlos.

d. Determinación del universo y muestra sujeta de estudio

Se debe determinar primero el universo que se está estudiando en el proyecto, a partir de éste determina la muestra. La muestra es un subconjunto representativo del universo que se precisa para recopilar datos, la muestra debe ser seleccionada de manera representativa para garantizar la validez y la precisión de los resultados.

e. Recolección de datos

Una vez que se ha desarrollado el procedimiento de recolección de datos y se ha determinado la muestra, se puede comenzar a recopilar datos. Esto puede involucrar la realización de encuestas, entrevistas o la observación directa de los participantes.

f. Procesamiento de los datos

Una vez que se han recopilado los datos, se deben procesar para prepararlos para el análisis. Esto puede involucrar la codificación de los datos, la eliminación de datos faltantes o incompletos y la transformación de los datos para facilitar el análisis.

g. Análisis de los datos

Una vez que se han procesado los datos, se pueden analizar para identificar patrones, tendencias y relaciones. Esto puede involucrar el uso de técnicas estadísticas y otras herramientas de análisis.

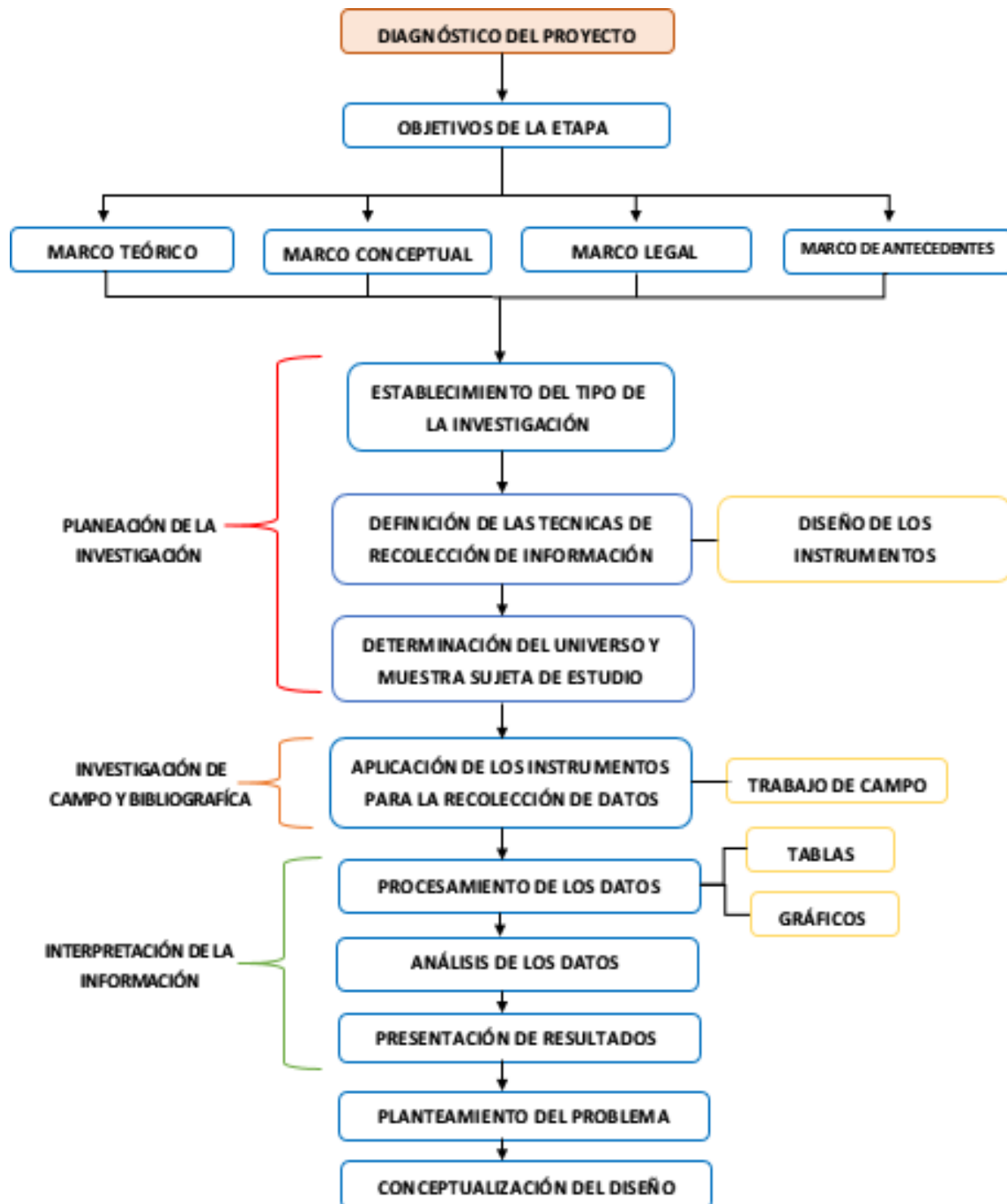
h. Presentación de resultados

Finalmente, los resultados de la investigación deben ser presentados de manera clara y concisa. Esto puede involucrar la elaboración de informes, gráficos o presentaciones para comunicar los resultados a los interesados en la organización. La presentación de los resultados debe ser rigurosa y objetiva, y debe destacar las conclusiones y recomendaciones clave que se derivan de la investigación.

Y que, además, es el punto de partida para la establecer la problemática la cual dará paso a la conceptualización del diseño de la guía metodológica que tiene como fin este proyecto.

DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Ilustración 1. Diagrama de la metodología de la investigación



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO

I

1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 Historia de la Revolución Industrial

La industria es el sector organizado de la economía de un país que produce bienes y servicios. Comprende todas las fábricas, minas, obras de construcción, campos de cultivo y otros establecimientos que producen bienes o prestan servicios a los individuos o a la sociedad en general. Aunque tiene muchos significados, la palabra industria tiene sus raíces en la palabra latina 'ingenium' que significa arte o habilidad. Evolución es el acto de evolucionar o cambiar. Por lo tanto, cuando definimos la evolución de una industria, nos referimos a cómo cambia con el tiempo a medida que las nuevas tecnologías e ideas le permiten satisfacer las necesidades actuales.

La evolución de la industria ha sido descrita como un viaje hacia una mayor eficiencia, creatividad y complejidad. Con el paso del tiempo, nuevos productos, procesos y métodos de producción están disponibles para las empresas. Este aumento continuo de la eficiencia permite que las industrias produzcan más bienes con menos tiempo y costo. Como resultado, contribuye al nivel de vida de todos los ciudadanos. Además, este crecimiento también brinda oportunidades laborales para muchas personas. La industria a lo largo de la historia ha ido evolucionando desde la producción en pequeños talleres artesanales con herramientas manuales, hasta la producción en masa con las fábricas automatizadas de hoy en día.

La primera revolución industrial, que tuvo lugar en el siglo XVII, se centró en cómo fabricar productos utilizando máquinas. Las máquinas todavía eran relativamente caras en este punto, pero fueron increíblemente útiles para crear bienes producidos en masa. Otro desarrollo vital durante este tiempo fue la invención de piezas intercambiables. Esto facilitó la creación de maquinaria compleja y condujo a métodos de producción más eficientes. Otros desarrollos vitales

Incluyeron la primera imprenta de metal y la creación de la botella de tinta indeleble. También fue entonces cuando Thomas Newcomen inventó la máquina de vapor, lo que hizo posible impulsar máquinas con vapor.

Con el auge de la industria surgieron cada vez más necesidades de innovaciones técnicas y transformaciones económicas y con esto llegó la “Segunda Revolución Industrial” la cual comenzó alrededor del año 1870 y se extendió hasta el inicio de la Primera Guerra Mundial, en 1914. Todo empezó mediante el descubrimiento de la electricidad y la producción en línea de ensamble.

Durante la segunda revolución industrial, los países se enfocaron en mejorar sus sistemas de transporte y crear nuevas tecnologías. Algunos países se centraron en la fabricación de automóviles, que en ese momento solo estaban al alcance de unas pocas familias adineradas. Otros países crearon carreteras para transportar bienes de manera más eficiente y crearon trenes para transportar personas más rápido. Otras innovaciones de la segunda revolución industrial incluyeron: ferrocarriles, automóviles, aviones y tecnología informática. Muchos creen que esta revolución fue impulsada por los métodos de producción de automóviles de Henry Ford, incluida su línea de montaje.

A raíz de esta revolución nacieron nuevas industrias con un enfoque más profundo en la mecanización lo cual sumado a las nuevas fuentes de energía y a nuevas técnicas de organización del trabajo dieron como resultado importantes cambios en la producción de bienes y servicios, esto gracias a los importantes aportes de Frederick Taylor, ya que la industria manufacturera fue basada en sus modelos de aceleración de tiempos de producción, en la cual cada obrero debía realizar una parte dentro de una pieza dentro de una cadena de montaje y en un tiempo

determinado, el cual era medido y controlado, para poder realizar un trabajo más eficiente con menores costes de producción.

Tras la segunda revolución industrial el mundo se embarcó en dos guerras mundiales que devastaron Europa y repercutieron grandemente en la economía mundial, con una crisis económica en medio llamada el “Crac del 29”, el siglo XX traía nuevos retos a la industria, la cual estuvo basada en la primera parte del siglo en la manufactura bélica y armamentista. Al término del conflicto el mundo se embarcó en una nueva etapa de evolución industrial, asentado en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la introducción y transformación de energías renovables, estos pilares son los grandes impulsores de la globalización, y de la interconectividad del mundo en el que se vive hoy en día. Con esto, los procesos de manufactura han ido evolucionando, hacia procesos cada vez más automatizados y procesos cada vez más eficientes, gestionando de formas más óptimas los recursos en todos los eslabones de la cadena de suministros.

Se cree que el siglo XX fue el pináculo de los logros tecnológicos humanos, pero muchos expertos creen que el próximo siglo será aún más revolucionario. Esto se debe a que el siglo XX vio la invención de la tecnología de aviones y automóviles, así como la creación de la bomba nuclear, sin embargo, se producirá una nueva revolución en las técnicas industriales antes de que termine el siglo. Esa nueva revolución se llama la 'cuarta revolución industrial'.

1.1.2 ¿Qué es la Industria 4.0 o ambiente 4.0?

El concepto de Industria 4.0 surgió con el gobierno de Alemania en la feria de Hannover de 2011, que es de los encuentros industriales más importantes del mundo. Esta es la designación de las fábricas inteligentes que utilizan máquinas integradas con sensores y actuadores que se comunican entre sí.

La industria 4.0 es un término que se ha vuelto cada vez más común en los últimos años, esta nueva revolución industrial está impulsada por la tecnología y la digitalización, y se espera que tenga un impacto significativo en la forma en que se diseñan, producen y entregan los productos, así como en la economía global y en la sociedad en general.

La industria 4.0 es una nueva revolución industrial que se refiere a la integración de tecnología avanzada y la digitalización en la producción industrial. Esto incluye la automatización avanzada, la interconexión de máquinas y sistemas, y la integración de datos en tiempo real en la toma de decisiones, que es el conjunto de acciones dirigidas a lograr la denominada “Fábrica Inteligente”.

Como ejemplo de la revolución de la industria 4.0 tenemos el caso de Airbus, la cual es una empresa francesa que diseña, fabrica y vende aviones civiles, la cual ha centrado grandes esfuerzos en la consolidación de la industria 4.0 en sus procesos de producción, a través del uso de wearables “Dispositivos electrónicos que se usa en el cuerpo humano y que interactúa con otros aparatos para transmitir o recoger datos.” (Qué es Wearable - Definición, significado y ejemplos), para reducir la complejidad de ensamblaje de los asientos de cabina, mediante el diseño de una aplicación para gafas inteligentes, las cuales muestran a los trabajadores las directrices para que puedan marcar el suelo más rápidamente y reduzcan los errores, y mediante las funciones de la aplicación en escaneo de códigos de barra, datos en la nube, y realidad aumentada se pudo definir con precisión milimétrica y una mejor calidad los asientos de las aeronaves, siendo posible que la tasa de error quede reducida a cero, y que la productividad aumente en un 500%.

1.1.3 ¿Cómo funciona la industria 4.0?

La Industria 4.0 se basa en la integración de tecnologías digitales avanzadas en los procesos de producción y gestión de la cadena de suministro. Algunas de las tecnologías clave que se utilizan en la Industria 4.0 incluyen la Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la robótica y la realidad aumentada.

La recopilación de datos en tiempo real a través de sensores y dispositivos IoT permite la monitorización y el control de los procesos de producción. La IA y la robótica permiten la automatización de tareas repetitivas y la toma de decisiones autónomas basadas en datos. La realidad aumentada permite la visualización de información y objetos virtuales en el mundo real.

La integración de estas tecnologías permite la creación de sistemas interconectados y autónomos capaces de adaptarse a las necesidades de producción y reducir el tiempo de inactividad. Además, la recopilación y análisis de datos en tiempo real permite una mayor eficiencia y una toma de decisiones más informada y precisa.

En resumen, la Industria 4.0 es un enfoque holístico para la producción y la gestión de la cadena de suministro que utiliza tecnologías digitales avanzadas para crear sistemas más eficientes, adaptables y autónomos.

1.1.4 Características de la industria 4.0

El ambiente 4.0 se caracteriza por la adopción de tecnologías digitales avanzadas en la industria y la sociedad en general. Algunas de las características clave del ambiente 4.0 incluyen:

1. **Conectividad:** La interconexión de dispositivos y sistemas, lo que permite una mayor eficiencia y control en los procesos productivos.

2. **Inteligencia artificial:** La capacidad de los sistemas para aprender y tomar decisiones autónomas en tiempo real.
3. **Internet de las cosas:** La conexión de objetos cotidianos a internet, lo que permite la recopilación y análisis de datos en tiempo real.
4. **Robótica:** La utilización de robots y sistemas automatizados para realizar tareas repetitivas y peligrosas, mejorando la eficiencia y reduciendo costos.
5. **Realidad aumentada y virtual:** La utilización de tecnologías que permiten la visualización de información y objetos virtuales en el mundo real.
6. **Big data:** La capacidad de procesar y analizar grandes cantidades de datos en tiempo real, lo que permite una mayor toma de decisiones basadas en datos.

En conjunto, estas características permiten la creación de entornos de trabajo más eficientes, seguros y sostenibles, mejorando la calidad de vida de las personas y la competitividad de las empresas en el mercado global.

1.1.5 Pilares de la industria 4.0

Las fábricas inteligentes se enfocan en producir bienes de manera eficiente y productiva a lo largo de la cadena de valor. Para entender cómo es esto posible, es fundamental pensar en la manufactura 4.0 y sus 9 pilares.

- | | |
|-------------------|--------------------------------------|
| ✓ Big Data | ✓ Internet de las cosas o IoT |
| ✓ Simulación | ✓ Sistemas ciber físicos de robótica |
| ✓ Impresión 3D | integrada |
| ✓ Ciberseguridad | ✓ Integración |
| ✓ Cloud Computing | ✓ Realidad aumentad |

1.1.6 La Industria 4.0 y la Cadena de Suministro

La Industria 4.0 transforma la gestión de la cadena de suministro al permitir una mayor visibilidad, control y eficiencia en todos los procesos. Algunas de las formas en que la Industria 4.0 impacta la cadena de suministro son:

1. **Mayor visibilidad:** La utilización de sensores y tecnologías de seguimiento permite una mayor visibilidad de los productos y materiales en toda la cadena de suministro.
2. **Mayor eficiencia:** La automatización de los procesos y la implementación de sistemas autónomos reduce los tiempos de espera y mejora la eficiencia en la producción y en la entrega de los productos.
3. **Personalización de la producción:** La Industria 4.0 permite una mayor personalización de la producción, lo que permite a las empresas satisfacer las necesidades de los clientes de manera más efectiva.
4. **Reducción de costos:** La seguridad y la optimización de los procesos pueden reducir los costos de producción y mejorar la rentabilidad.

La Industria 4.0 ayuda a revolucionar la gestión de la cadena de suministro al permitir una mayor eficiencia, personalización y control de los procesos. Las empresas pueden tomar decisiones más informadas y mejorar la satisfacción del cliente, lo que resulta en una mayor competitividad en el mercado global.

1.1.7 La industria 4.0 y el medio ambiente

El tema de medio ambiente no es nuevo para las industrias, hoy en día muchas empresas reconocen la responsabilidad social como una fuente de permanencia, crecimiento y rendimiento,

las empresas están obligadas a crear una política de responsabilidad con el medio ambiente a manera de contrarrestar cada uno de los efectos que recibe el medio como resultados de los procesos productivos, la industria 4.0 viene a contribuir de manera positiva en los rasgos sostenibles de las industrias, cambiando las formas de intercomunicación dentro de las fábricas y agilizando procesos. La Industria 4.0 puede tener un impacto positivo en el medio ambiente si se implementa de manera adecuada. Algunas de las formas en que la Industria 4.0 puede contribuir a la sostenibilidad son:

- 1. Eficiencia energética:** La implementación de sistemas inteligentes de gestión energética y la monitorización en tiempo real del consumo de energía pueden reducir significativamente el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero.
- 2. Reducción de residuos:** La automatización de los procesos de producción y logística puede reducir los residuos y mejorar la gestión de los mismos.
- 3. Optimización de recursos:** El uso de sistemas de monitorización y análisis de datos puede permitir una mejor gestión de los recursos naturales, como el agua y los materiales.
- 4. Transporte inteligente:** La implementación de vehículos autónomos y sistemas de gestión de la logística pueden reducir los costes de transporte y las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Industria 4.0 puede ser una herramienta poderosa para abordar los desafíos ambientales y lograr la sostenibilidad. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de estas tecnologías debe ser cuidadosa y bien planificada para maximizar su impacto positivo en el medio ambiente.

1.2. MARCO CONCEPTUAL

1.2.1 Generalidades

El marco conceptual “está compuesto de referencias y sucesos pertinentes a resultados de investigación, por tanto, un marco de antecedentes, definiciones, supuestos, etc.” (Ortiz, 2011, p4).

Citando otro concepto se observa que el marco conceptual es “un conjunto de definiciones, teorías, conceptos, sobre los temas que estructuran el desarrollo de la investigación y que sirve para interpretar los resultados que se obtengan del trabajo realizado en campo” (Aula Fácil, 2014, p.1).

1.2.2 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

1.2.3 Guía

La guía tiene muchas connotaciones, entre ellas esta; “Tratado en que se dan preceptos para encaminar o dirigir en cosas, ya espirituales o abstractas, ya puramente mecánicas.” (RAE, 2022), entendiendo como preceptos a un mandato u orden que va encaminada de un documento establecido.

Otra definición más simple nos dice que es “Aquello que dirige o encamina” (RAE, 2022).

1.2.4 Metodología

"La metodología se refiere a los métodos de investigación que se siguen con la finalidad de alcanzar los objetivos en una ciencia o estudio". (Robert K. Yin, 2002).

También se puede denotar como; "La metodología es el máximo rigor de la aplicación de los conceptos y presupuestos teóricos en máxima precisión" (Quist, 1989) en estas dos

definiciones se ve algo importante lo cual son tres palabras claves: “objetivos”, “estudio” y “aplicación”, los cuales se pueden ligar en el proyecto denotando el logro de los objetivos del estudio por medio de su aplicación.

1.2.5 Guía Metodológica

Esta se define como un “instrumento metodológico que contiene un conjunto de procesos educativos, conceptos, sugerencias e instrucciones para desarrollar de manera eficaz y sostenida diferentes actividades”. (Orellana, 1998).

De igual modo se tiene que es el “conjunto de principios pedagógicos, temas y pasos didácticos que deben tenerse en cuenta en un plan global de trabajo y hace referencia a algunos principios pedagógicos básicos que pueden ayudar en la toma de las decisiones para estructurarlas distintas actividades que se llevarán a cabo. La estructura de la guía debe sostener y dar movilidad al desarrollo de capacitación y proporcionar los elementos básicos que garanticen la coherencia e identidad del “proceso” de acuerdo con el plan y permitir la flexibilidad del diseño y la realización de las actividades” (Orellana, 1998).

1.2.6 Procesos

“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).

Por otro lado, se tiene que “un proceso es el conjunto de pasos o etapas para llevar a cabo una actividad” (Lourdes Münch Galindo, 2018, p. 91).

Con base en los anteriores actores se tienen la base, que permite simplificar el concepto para más fácil entendimiento, entonces se puede decir que un proceso es una serie de pasos que nos permiten pasar de un estado “A” a un estado “B” con el fin de lograr los objetivos deseados.

La importancia de esta perspectiva radica en que, si las empresas logran comprender los procesos, tienen mayor probabilidad de generar una “ventaja competitiva”.

“El término ventaja competitiva denota la capacidad de una empresa para alcanzar la superioridad de mercado y financiera sobre sus competidores” (David Allen Collier y James R. Evans, 2019, p.50).

Cada área cuenta con procesos que tienen que ser administrados con un margen de error mínimo para poderse lograr con éxito. En esta ocasión se pondrá como ejemplo un proceso manufacturero, viéndolo del siguiente modo; cuando se tiene la materia prima (A) esta debe pasar por una transformación que la hará convertirse en un producto (B), en esta transformación se da un proceso.

Como lo indica la siguiente definición:

“El proceso de manufactura es el conjunto de labores que se llevan a cabo para poder transformar las materias primas y convertirlas en productos manufacturados” (Myriam Quiroa, 2021).

1.2.7 Empresa manufacturera

“La empresa manufacturera es aquella que se dedica a la transformación de materias primas en producto terminado o semielaborado. Con el fin de producir esos bienes se emplea mano de obra, maquinaria y sistemas automatizados” (Chávez, 2022).

Estas son un tipo de empresa industrial, ya que sus labores consisten en recibir la materia prima de las empresas extractivas y convertirlas en productos terminados. Estos productos pueden ser destinados a distintas finalidades. Si son bienes intermedios, son puestos a un proceso secundario para ser convertidos en bienes de consumo. Si estos ya son productos terminados, son comercializados para su consumo.

Existen múltiples tipos de empresas manufactureras, las cuales son:

- ✓ Empresas de alimentos
- ✓ Empresas madereras
- ✓ Empresas de imprenta
- ✓ Empresas de plásticos
- ✓ Empresas de metalmecánica
- ✓ Empresas textiles

Esta última ha demostrado tener mayor repercusión dentro del país a lo largo del tiempo, por ello se hará hincapié en la misma, definiéndola como:

“La industria textil es la actividad económica dedicada a la manufactura de hilos, fibras, telas y otros materiales para obtener productos derivados como la ropa. La industria textil destaca, frente a otros sectores, por la gran cantidad de mano de obra que emplea a lo largo de todo el mundo”.

Bajo este enfoque, las empresas de la industria textil deben estar en constante cambio para que su efectividad no disminuya al pasar de los años. Por ello, cada vez se van presentando más sistemas automatizados que ayudan a poder mejorar la productividad de cada uno de los procesos dentro de la organización esto de la mano con las famosas “TICS” las cuales podemos denotar como sigue:

“En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica

y las telecomunicaciones; pero giran, no solo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconexionadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas”. (Cabero, 1998: 198).

Cuando se observa la definición del autor Cabero se ve algunas palabras claves; información, las telecomunicaciones y la microelectrónica estas inician una incógnita la cual es ¿cómo podría esto ayudar en los procesos de manufactura?, primero se debe conocer un concepto importante para ello, la digitalización, entonces se dice que:

“La digitalización es el proceso por el cual procesos analógicos y objetos físicos se convierten al formato digital” (Guillermo Westreicher, 2022).

Tomando en cuenta la digitalización como factor importante en la respuesta de la incógnita planteada anteriormente es más fácil responder la pregunta, puesto que muestra una transformación de estado físico a estado digital, para esto será de ayuda las denominadas “herramientas digitales” que ayudan a automatizar los procesos haciendo que sean más rápidos y con menor margen de error.

“Este término se refiere a todo aquel software o programa impalpable como también tangible que se encuentran en las computadoras o dispositivos tecnológicos en el que además de ayudarnos a interactuar más con nuestro entorno la usamos para realizar diversas actividades de nuestro día a día” (¿Qué son las Herramientas Digitales? Aprende Todo y más, 2020).

1.2.8 Industria 4.0

“La industria 4.0 consiste en la cuarta etapa de desarrollo y progreso, siendo la interconexión y la digitalización, las principales bazas tecnológicas.” (Jonathan Llamas, 2022).

En palabras más simples, si bien es cierto que en la tercera revolución industrial se llevó a cabo una transformación informativa de la industria, en esta cuarta revolución se da un proceso más fuerte de digitalización. Llevando a cabo una innovación masiva de todos sus procesos productivos y administrativos. Citando al concepto de innovación que más se apega al criterio de industria 4.0 se dice:

“La innovación como un cambio que crea una nueva dimensión del desempeño” (F. Robert Jacobs, Richard B. Chase, 2021, p.672).

Esta es una definición claramente centrada al cambio de dimensión que se enfoca el ambiente 4.0. Este cambio es posible gracias a herramientas digitales esenciales, entre las que destacan; inteligencia artificial, internet de las cosas, robótica, realidad aumentada/virtual y el big data.

Inteligencia artificial: “La Inteligencia Artificial (IA) es una rama de las ciencias de la computación que estudia la creación y diseño de máquinas capaces de resolver problemas por sí mismas, basándose en el comportamiento del cerebro humano” (Moya, 2022).

Internet de las cosas: “Es un sistema de dispositivos electrónicos interconectados que puede recopilar y transferir datos a través de una red inalámbrica sin intervención de personas.” (Kaspersky, 2022).

Robótica: “La robótica es la rama de la ingeniería mecánica, de la ingeniería electrónica y de las ciencias de la computación que se ocupa del diseño, construcción, operación, estructura, manufactura y aplicación de los robots” (colaboradores de Wikipedia, 2023).

Big data: “Este se refiere a los datos que son tan grandes, rápidos o complejos que es difícil o imposible procesarlos con los métodos tradicionales” (Big Data: Qué es y por qué importa, s. f.).

Realidad aumentada: “Es el término que se usa para describir al conjunto de tecnologías que permiten que un usuario visualice parte del mundo real a través de un dispositivo tecnológico con información gráfica añadida por este” (colaboradores de Wikipedia, 2023).

Estos pilares son importantes para el ambiente 4.0, puesto que las posibilidades que ofrecen en la rama industrial son amplias. Sus aplicaciones pueden variar desde la medición de la humedad de la tierra en un cultivo, hasta la predicción de materia prima disponible en una maquila según sea la temporada.

1.2.9 Cadena de suministros

“Una cadena de suministro se refiere a procesos que desplazan información y material con destino y origen en los procesos de manufactura y servicio de la empresa. Entre estos se encuentran los procesos de logística que mueven físicamente los productos; y los de almacenamiento que colocan los productos para su rápida entrega al cliente. La cadena de suministro, en este contexto, se refiere a proporcionar artículos y servicios a plantas y almacenes en el extremo de entrada, y también proporcionar artículos y servicios al cliente en el extremo de salida de la cadena de suministro” (F. Robert Jacobs y Richard B. Chase, 2021, p. 5).

Hay herramientas que ayudan a una mejora en la cadena de suministro y que recae en el ambiente del ambiente 4.0, los antes mencionados son ejemplo de ello; la inteligencia artificial, el internet de las cosas, etc. Pero también hay otro que ayuda en su mejora el, y este es el “Cloud Computing” el cual se define como:

“Un acceso bajo demanda, a través de Internet, a recursos informáticos, como aplicaciones, servidores (servidores físicos y servidores virtuales), almacenamiento de datos, herramientas de desarrollo, funcionalidades de red y más, alojados en un centro de datos remoto gestionado por un proveedor de servicios cloud (o CSP)” (Cloud Computing, 2023).

Además de ello hay lo que se denomina “transporte inteligente” el cual es “un conjunto de soluciones tecnológicas de las telecomunicaciones y la informática (conocida como telemática) diseñadas para mejorar la operación y seguridad del transporte terrestre, tanto para carreteras urbanas y rurales, como para ferrocarriles.” (colaboradores de Wikipedia, 2023), estos pueden brindar una mejor optimización en los procesos logísticos, disminuyendo trayectos y consecuente a esto los costos.

Con estos enfoques se realizarán múltiples mejoras desde el recibimiento de la materia prima, almacenamiento y registro en bodega, así como los procesos productivos que tendrán una precisión mayor en cálculos de corte, desgaste, etc. Disminuyendo los “residuos” en cada producto elaborado.

“Residuo es cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar” (León, s. f.).

1.3 MARCO LEGAL

En esta parte se abordan los aspectos legales que regulan a la industria manufacturera en el país, tanto de manera directa como indirecta, como lo son la Ley de fomento Industrial, Leyes Ambientales, entre otras. Mediante estas disposiciones legales se fundamenta la base de la Guía Metodológica de Migración de Procesos Manufactureros Tradicionales al Ambiente 4.0.

1.3.1 Aspectos propios a la industria

1.3.2 Ley de Fomento a la Innovación y Manufactura de Tecnologías

Según el Artículo 1 esta ley tiene por objeto contribuir al crecimiento económico y el desarrollo sostenible del país mediante el fortalecimiento de la competitividad a través del fomento de la innovación y de la manufactura de tecnología desarrollada en el territorio nacional.

Esta Ley tiene como finalidad el acelerar la innovación y manufactura tecnológica, el desarrollo de materiales innovadores y tecnologías de procesamiento, el mejorar los accesos y las interconexiones de la cadena de suministros, así como fortalecer y revitalizar los ecosistemas de innovación, manufactura tecnológica y su comercialización, todo esto a través de proporcionar incentivos para el fomento de la inversión y el desarrollo de las industrias tecnológicas en El Salvador.

1.3.3 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 los mismos 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 entre otros implementos, así como la importación de materias primas y demás artículos para la producción, según el Artículo 5.

1.3.4 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.

A través de esta ley se promueve la protección y mejoramiento 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 marco de la presente Guía Metodológica resulta de carácter indispensable 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.

1.3.5 Ley de Inversiones

Como señala el Artículo 1 de la ley de inversiones “La presente ley tiene por objeto fomentar las inversiones en general y las inversiones extranjeras en particular, para contribuir al desarrollo económico y social del país, incrementando la productividad, la generación de empleo, la exportación de bienes y servicios y la diversificación de la producción”.

El objeto de esta Ley es la de fomentar las inversiones nacionales y extranjeras para que atraigan beneficios a los sistemas económicos del país, aumentando con esto el capital social de las empresas, y las utilidades de estas, de igual forma a través de esta Ley se busca influir en el aumento de la producción.

1.3.6 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.

Por medio de la presente se busca promover el fomento de estrategias y actividades que tiendan al desarrollo científico y tecnológico, apoyando los procesos que promuevan la innovación en el país. Siendo fundamental en la implementación de los procesos de la industria 4.0, ya que esta ley fundamenta las bases para la transformación tecnológica.

1.3.7 Política Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología

Esta política tiene como finalidad contribuir al aceleramiento del crecimiento económico y productivo del país, mediante el apoyo al desarrollo del talento humano, así como al desarrollo de avances tecnológicos, y el apoyo a las mejoras en las practicas internas empresariales, y los mejoramientos de procesos.

1.3.8 Regulaciones ambientales

1.3.9 Ley de Medio Ambiente

Dentro de la Ley de Medio Ambiente se tienen diversas disposiciones acerca de la contaminación y disposición de desechos sólidos, los cuales están enmarcados en el Artículo 52 el cual dice “El Ministerio promoverá, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Gobiernos Municipales y otras organizaciones de la sociedad y el sector empresarial el reglamento y programas de reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final de los desechos sólidos. Para lo anterior se formulará y aprobará un programa nacional para el manejo Integral de los desechos sólidos, el cual incorporará los criterios de selección de los sitios para su disposición final.

1.3.10 Política Energética Nacional

Esta política tiene como finalidad el desarrollo del potencial de energía renovable del país, mediante el estímulo del comercio de las industrias locales, en la reducción de tarifas eléctricas. Bajo el enfoque de esta política el país busca garantizar el abastecimiento y consumo de recursos energéticos bajo un enfoque de sostenibilidad, modernización, eficiencia, seguridad y neutralidad de carbono durante los próximos 30 años.

En base a esta política se plantean cinco ejes estratégicos para la sostenibilidad energética nacional, estos son:

1. La modernización normativa.
2. La investigación, desarrollo e innovación.
3. El abastecimiento energético sostenible.
4. La seguridad e integración energética.
5. El consumo energético eficiente.

1.4 MARCO DE ANTECEDENTES

1.4.1 LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL SALVADOR

1.4.2 La industria Manufacturera y la Pandemia COVID-19

La pandemia de COVID-19 ha tenido un gran impacto en la industria salvadoreña, al igual que en otras partes del mundo. Sin embargo, el ambiente 4.0 puede ser una oportunidad para la recuperación y el fortalecimiento de la industria en el país. La pandemia de COVID-19, resaltó la falta de capacidad tecnológica con la que las empresas salvadoreñas hacían frente en sus procesos de abastecimiento, producción y comercialización, con llevando el desarrollo de nuevas estrategias digitales para hacer frente a la crisis económica que amenazaba a todos los sectores.

Las diferencias de impacto observadas en los distintos niveles de análisis (regiones, países, empresas y trabajadores) vuelven a poner de manifiesto las diferencias en los contextos en los que operan los actores económicos y su capacidad de respuesta a la crisis. Es decir, las diferencias en los factores preexistentes que refuerzan (o debilitan) la resiliencia socioeconómica y las diferencias en el tipo de respuestas que las empresas y los gobiernos lograron articular, condicionadas por estos factores.

En muchos países la pandemia de COVID-19 cambió la manera de actuar de las empresas obligándolas a acelerar la transformación digital para hacer teletrabajo, comprar y vender en línea, digitalizar toda su cadena de valor, mejorar sus páginas electrónicas o su presencia en redes sociales, antes de ello, este proceso se consideraba que podía tomar cinco años para implementarlo, sin embargo, esta emergencia lo convirtió en una urgencia.

La adopción de tecnologías digitales permitirá a las empresas salvadoreñas continuar operando en tiempos de pandemia, ya que muchas de las funciones pueden ser realizadas de forma remota. La inteligencia artificial y el internet de las cosas también pueden ser utilizados para monitorear y controlar la propagación del virus en los lugares de trabajo.

a. La digitalización puede facilitar la introducción de estrategias de respuesta a la crisis provocada por la pandemia de la COVID-19

Tabla 1: Estrategias de respuesta digitales ante la crisis provocada por la pandemia COVID-19

CANALES DE IMPACTO	ESTRATEGIAS DE RESPUESTA BASADAS EN TECNOLOGÍAS PDA
SUMINISTRO	RESPUESTA ESTRATÉGICA DIGITAL
Cierre parcial/total de las fábricas nacionales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gestión remota de la fábrica mediante maquinas conectadas e IdC
Alteraciones en las cadenas de valor nacionales y cadenas de valor internacionales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento de la flexibilidad de las cadenas de suministro gracias a una mayor trazabilidad de las piezas y los productos (es decir, la utilización de 0000 IDRF) ✓ Realización interna con impresión 3D de insumos y componentes no disponibles ✓ Mayores opciones de proveedores a través de plataformas digitales
Escasez de personal, que conduce a una capacidad de procesamiento reducida	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Automatización que sustituye a la mano de obra (es decir, robótica avanzada, automatización integrada de la fábrica) ✓ Uso de tecnologías digitales para minimizar el contacto físico y permitir el trabajo a distancia (es decir, supervisión a distancia, acuerdos de trabajo a distancia, reuniones virtuales) ✓ Digitalización de actividades (procesos empresariales, administración, finanzas) ✓ Desarrollo de competencias digitales
Acceso restringido al servicio especializado para atender la maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Asistencia técnica a distancia en tiempo real mediante realidad aumentada y virtual ✓ Menos intervenciones innecesarias gracias al mantenimiento predictivo

DEMANDA	RESPUESTA ESTRATÉGICA DIGITAL
Reducción del poder adquisitivo de los consumidores	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejora del seguimiento de la demanda mediante la integración con plataformas en línea ✓ Ampliación de las ventas en línea y de los canales digitales de distribución ✓ Logística avanzada y entrega sin contacto para minimizar el contacto físico con los clientes ✓ Aumento de las relaciones digitales con los clientes ✓ Diversificación hacia productos digitales personalizados de mayor valor añadido (es decir, servitización, productos inteligentes y conectados, soluciones a medida impresas en 3D) ✓ Mejora del almacenamiento de productos perecederos con sensores inteligentes; mejora de la gestión de las existencias
Aumento de la demanda de equipos médicos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiempo más rápido de salida al mercado de productos nuevos (o convertidos) debido a una modelización, creación de prototipos y pruebas más rápidas con la ayuda de RA y/o RV, gemelos digitales e impresión 3D.
<p>Nota: PDA = producción digital avanzada; RA = realidad aumentada; IdC = Internet de las cosas; IDRF = identificación por radiofrecuencia; RV = realidad virtual.</p>	

Fuente: INFORME SOBRE EL DESARROLLO INDUSTRIAL 2022, elaboración de la ONUDI basándose en los documentos de antecedentes preparados por Calza et al. (2021) y Andreoni et al (2021).

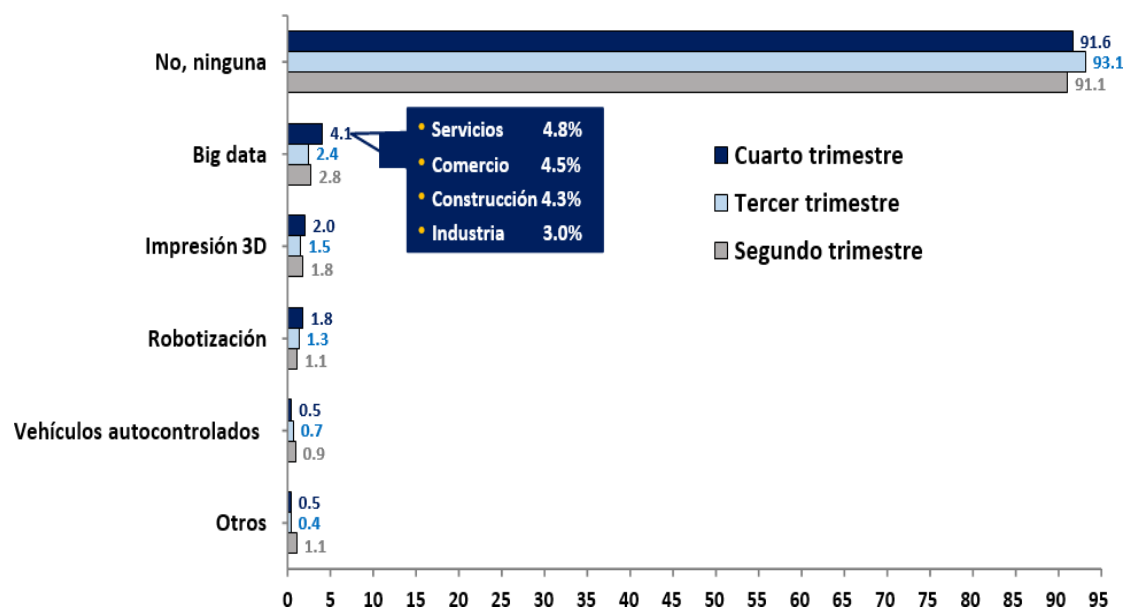
En el país las empresas deben ser capaces de adaptarse rápidamente a los cambios en las condiciones del mercado y las necesidades de los clientes, y esto implica una mentalidad y una cultura empresarial flexible y ágil. Las empresas deben aprovechar las tecnologías digitales para automatizar procesos, aumentar la eficiencia y reducir los costos. Esto incluye la implementación de herramientas de colaboración en línea, plataformas de comercio electrónico y software de gestión empresarial.

FUSADES realizó una encuesta para año de 2019, en donde buscaba obtener resultados sobre la cantidad de empresarios que realizaron alguna inversión relacionada con la industria 4.0, los resultados de dicha encuesta muestran que la mayoría con un 91.6% no realizaron inversión en relación al ambiente 4.0, y que, además, la industria manufacturera, a pesar de ser uno de los

sectores más importantes dentro de la economía, cerró el cuarto trimestre del año con el porcentaje más bajo (3.0%) de inversión en innovación.

A continuación, se presenta la gráfica que muestra los datos obtenidos en dicha encuesta:

Gráfica 1: Porcentaje de empresas que han realizado inversiones relacionadas con 4RI (resultados trimestrales en 2019)



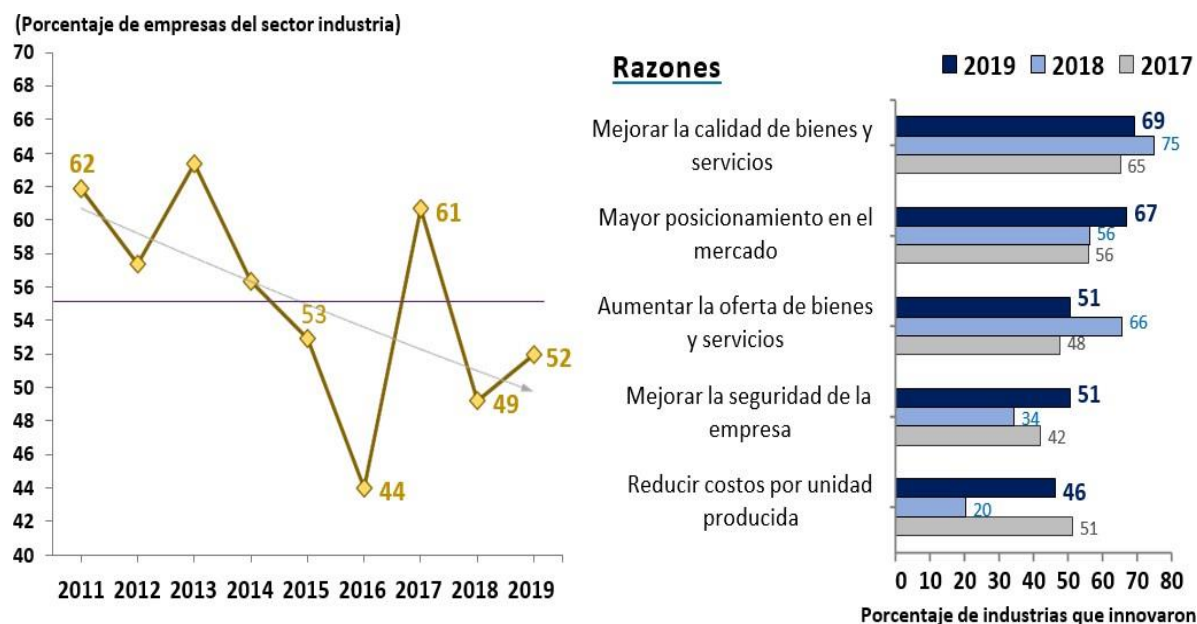
Fuente: Elaborado por FUSADES, Encuesta Dinámica Empresarial.

Con lo anterior se observa el estancamiento de las industrias, que viene de la mano con la baja cultura organizacional en las empresas, y en donde los procesos de producción, logística y ventas, deben estructurarse para que suceda con un mayor éxito la transformación digital y la comercialización.

En el país las empresas enfrentan aún, un gran reto pos-pandemia para seguir manteniéndose en el mercado y competir de manera sostenible, deben actuar en la en una inversión de transformación digital, pues el componente sobre innovación, desde 2011 presentó

una tendencia descendente, haciendo notorio que cada año el porcentaje de industrias que realizan alguna acción en esa dirección disminuye.

Gráfica 2: Industrias que realizaron innovación



Fuente: Elaborado por FUSADES, Encuesta Dinámica Empresarial, módulo: Innovación

Estos resultados dan paso a:

- ✓ Fomentar la inversión en el ambiente 4.0
- ✓ La necesidad de asesoramiento técnico para incorporar herramientas tecnológicas

1.4.3 La Industria Manufacturera y el Ambiente 4.0

El ambiente 4.0 en la industria salvadoreña, se presenta como una oportunidad para la modernización y transformación digital de las empresas. La adopción de tecnologías como la inteligencia artificial, el internet de las cosas y la robótica, permitirá a las empresas salvadoreñas mejorar su eficiencia y competitividad.

En este ambiente, la industria manufacturera podrá optimizar sus procesos productivos y reducir costos, gracias al uso de robots y sistemas automatizados de monitoreo y control.

Asimismo, la industria alimentaria podrá implementar tecnologías de seguimiento y trazabilidad de los productos, lo que determinará la seguridad alimentaria y disminuirá los riesgos de contaminación.

Por otro lado, el sector de servicios podrá mejorar la experiencia del cliente mediante el uso de chatbots y sistemas de atención al cliente automatizados, y la industria de la construcción podrá mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos mediante el uso de software de gestión de proyectos.

La industria 4.0 o ambiente 4.0 se encuentra presente desde hace varios años en países desarrollados, de acuerdo al índice de innovación mundial para el año 2022, los países que se encuentran en el top cinco son: Suiza con puntaje de 64.6, Estados Unidos con 61.8, Suecia con 61.6, Reino Unido con 59.7 y Países Bajos con 58.0. El Salvador, dentro de 132 países, ocupa la posición 100 con un puntaje de 19.9, lo que representa un nivel bajo de utilización tecnológica para competir con mercados internacionales.

La manufactura es un sector vital de la economía nacional en El Salvador, muchas empresas manufactureras obtienen materiales y mano de obra en El Salvador, pero la mayoría de estas empresas son de propiedad extranjera. El gobierno promueve el desarrollo industrial ofreciendo incentivos fiscales, concesiones de tierras y leyes laborales que protegen a los trabajadores. También deben asegurarse de que las plantas industriales sean accesibles para las personas con discapacidad. Al apoyar la fabricación, el gobierno puede mejorar la calidad de vida de los trabajadores y estimular la economía.

Las empresas están ampliando sus fábricas para satisfacer la creciente demanda de bienes manufacturados por parte de los consumidores. Además, la política industrial del gobierno ayuda

a promover el crecimiento en el sector manufacturero. Esto incluye proporcionar a los trabajadores buenos salarios y beneficios, así como asegurarse de que las regulaciones ambientales sean claras y se cumplan.

A lo largo de los años la industria manufacturera ha logrado potencializar al país, conllevando a que éste se convierta en el creador de productos que se comercializan por medio de las exportaciones, sin embargo, hoy en día y a lo largo del tiempo las empresas industriales han tenido que tener en cuenta, y es que para seguirse manteniendo y creciendo en el mercado, deben ser cada día más eficientes y rentables, esto significa incorporar nuevas herramientas que el constante cambio y evolución han traído consigo.

En El Salvador ya hay empresas que están operando bajo los procesos de innovación y digitalización, es decir, se están sumando a la industria 4.0, un término que últimamente ha generado buenas expectativas al sector. Según la Asociación Salvadoreña de Industriales, este nuevo modelo de hacer negocios permitirá a las empresas aumentar las exportaciones y la productividad.

Ahora bien, dentro del país empresas que dan el paso una brecha, aunque pequeña pero importante en el aprovechamiento de las tecnologías y la innovación, caben resaltar a Vertex Studio una empresa de realidad virtual, que se enfoca en el desarrollo de juegos y simulaciones basadas en la física, el renderizado, la simulación y el aprendizaje automático en tiempo real, por otro lado, la empresa Central American Software & Services, la cual es pionera de la exportación de servicios de software y que además desarrolla proyectos que brindan oportunidades de desarrollo del talento humano joven, que operan en el departamento de San Salvador y que demuestran que la era digital es capaz de operar en territorio salvadoreño.

Las industrias deben aceptar la nueva era digital que proporciona la industria 4.0, cada una debe aprender a manejar dichas herramientas para adaptarlas a las necesidades de las fábricas, es un hecho que la transformación de los procesos dentro de éstas es una necesidad, sin embargo, cabe resaltar que éste no se dará por sí solo.

1.4.4 Situación económica de la industria manufacturera en El Salvador

El PIB de El Salvador se calcula a través de tres métodos: producción, demanda y nivel de ingresos. Antes, solo se utilizaban los dos primeros métodos. Con el nuevo registro, se identifican veinte ramas de actividades económicas en el PIB por producción, en comparación con las doce anteriores.

Entre 2005 y 2017, las industrias manufactureras contribuyeron en promedio con un 16% al PIB, seguidas por el sector de comercio, reparación de vehículos automotores y motocicletas con un promedio del 12%. En tercer lugar, las actividades inmobiliarias aportaron aproximadamente un 7%. Por otro lado, el sector de minas y canteras fue el que menos contribuyó al PIB.

La situación económica actual de la industria manufacturera en el país se analiza a partir de las aportaciones al PIB (Producto Interno Bruto), y mediante las exportaciones de los últimos años, como se detallan a continuación:

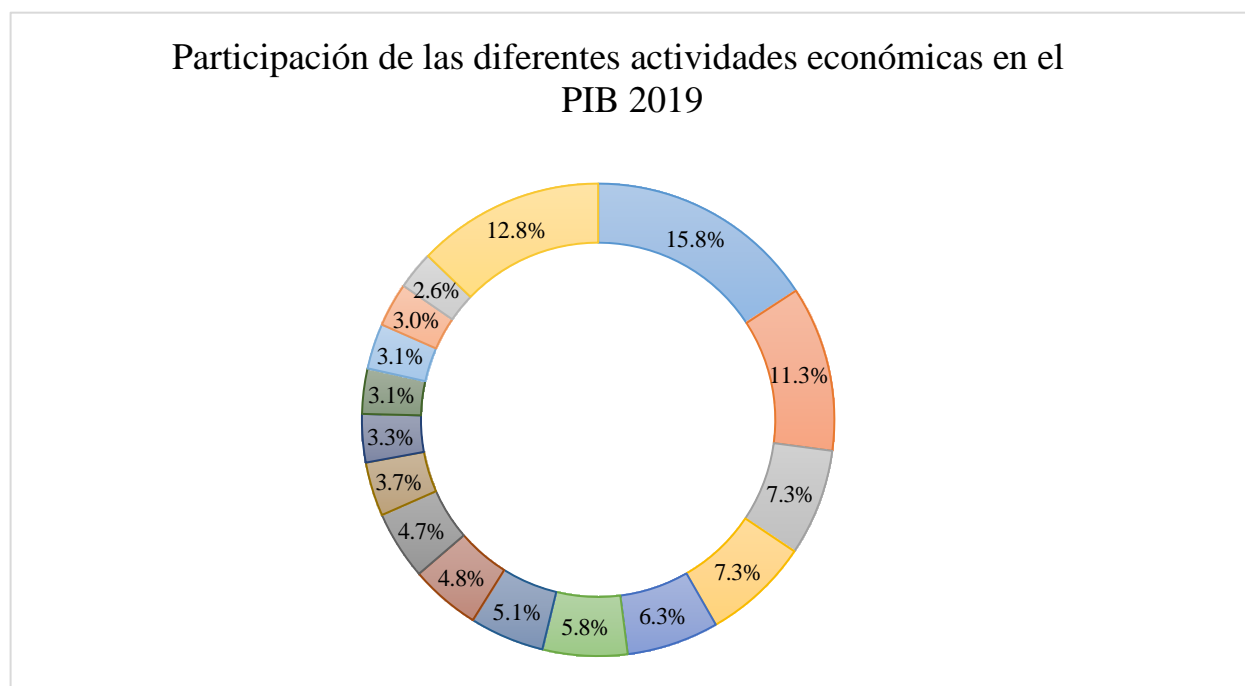
1.4.5 Participación de las diferentes actividades económicas dentro del Producto Interno Bruto, al año 2019

Se observa en la gráfica del 2019 que los sectores con menos participación (abajo del 5%) son: otras actividades de servicios, la enseñanza, las actividades de alojamiento y de servicio de comida, los suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado, la información y

telecomunicaciones, actividades de servicios administrativos y de apoyo, el transporte y el almacenamiento. Así, como las que tienen una mediana participación (entre 5% y 7.3%) las cuales son: la agricultura y ganadería, la construcción, las actividades financieras de seguridad, actividades inmobiliarias, la administración pública y defensa, los planes de seguridad social y de afiliación obligatoria. Por ultimo las que más participación tienen (arriba del 7.3) son: el comercio, la reparación de vehículos automotores y motocicletas, la industria manufacturera y demás actividades.

La industria manufacturera por su parte, hasta 2019 se encontraba dentro del sector con mayor participación. Además, hay que mencionar que la producción industrial rondó en un crecimiento promedio de 2.0%. Es evidente que el comportamiento de la industria genera altos ingresos a la economía salvadoreña.

Gráfica 3: Participación de las diferentes actividades económicas en el PIB 2019



- Industrias manufactureras.
- Comercio, reparación de vehículos automotores y motocicletas
- Administración pública y defensa, planes de seguridad social y de afiliación obligatoria
- Actividades inmobiliarias
- Actividades financieras y de seguros
- Construcción
- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
- Transporte y almacenamiento
- Enseñanza
- Actividades de servicios administrativos y de apoyo.
- Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social.
- Información y comunicaciones.
- Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
- Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
- Otras actividades de servicios
- Las demás actividades.

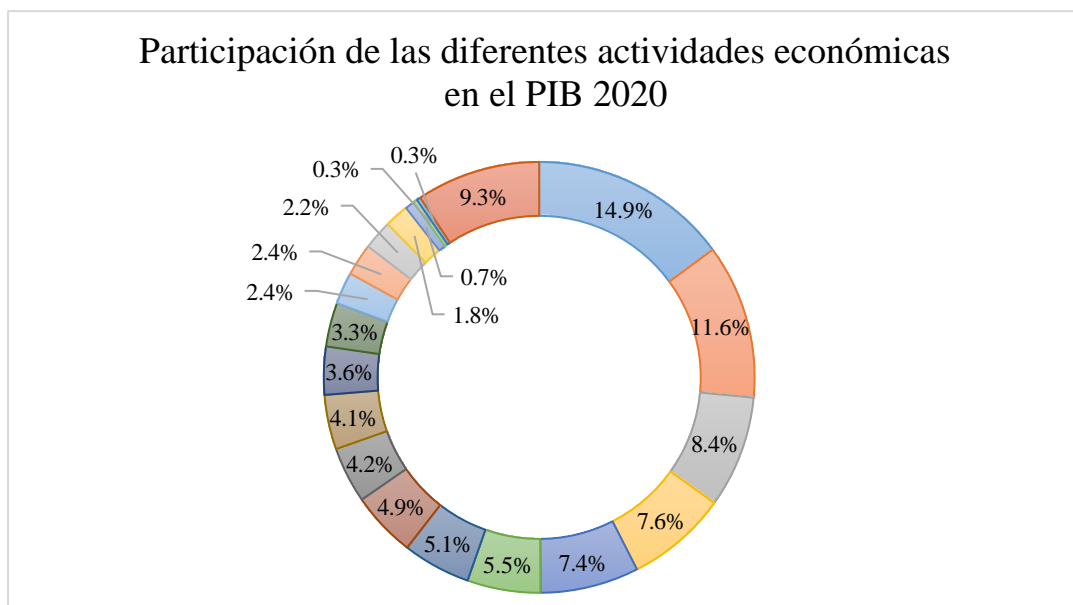
Fuente: Elaborado por ASI, con base en los datos del Banco Central de Reserva de El Salvador. Año base 2005 (año de referencia 2014), bajo el Sistema de Cuentas Nacionales actualizado.

1.4.6 Participación de las diferentes actividades económicas dentro del Producto Interno Bruto, al año 2020

Analizando la estructura productiva del país, en el año 2020, se observa que los sectores que realizan un mayor aporte a la producción nacional y crecimiento económico son: industrias manufactureras con un 14.9%, comercio y reparación de vehículos con el 11.6%, administración pública y defensa con 8.4%, actividades inmobiliarias con un 7.6% y actividades financieras y de seguros el 7.4%, cabe recalcar que para el año 2020 estos sectores aportaron aproximadamente el 49.8% de la producción nacional, mostrando un predominio de actividades económicas relacionadas con el sector terciario (comercio y servicio).

Haciendo relación a las actividades de mayor aporte en el año 2019, la industria manufacturera continuó liderando en el 2020, siendo uno de los tres sectores de mayor aporte y el cual se esperaba aumentar para los próximos años.

Gráfica 4: Participación de las diferentes actividades económicas en el PIB 2020



- Industrias manufactureras
- Comercio y reparación de vehículos
- Administración pública y defensa
- Actividades inmobiliarias
- Actividades financieras y de seguros
- Construcción
- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
- Enseñanza
- Transporte y almacenamiento
- Actividades de servicios admin. y de apoyo
- Actividades de atención de la salud
- Información y comunicaciones
- Suministro de electricidad, gas y vapor
- Actividades de alojamiento y alimentación
- Otras actividades de servicios
- Actividades profesionales, científicas y técnicas
- Suministro de agua y gestión de desechos
- Explotación de minas y canteras
- Actividades artísticas y de entretenimiento
- Las demás actividades.

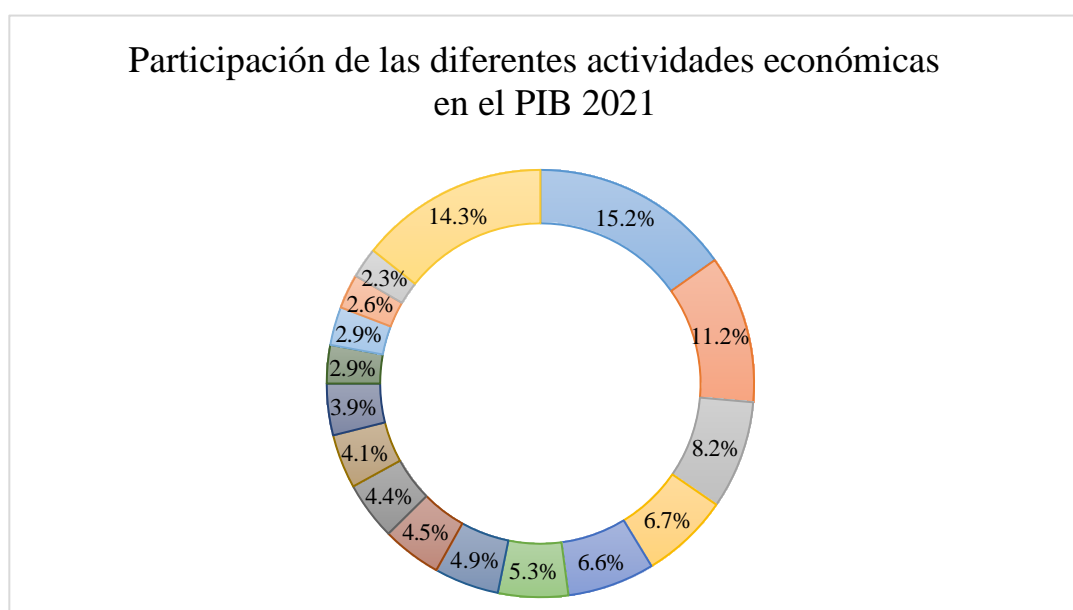
Fuente: Elaborado por la OIT a con base en datos del Banco Central de Reserva de El Salvador.

1.4.7 Participación de las diferentes actividades económicas dentro del Producto Interno Bruto, al año 2021

Con el análisis de la participación en el PIB para el 2021 se observa como la industria manufacturera mantiene sus aportes similares al de los dos años anteriores, y tomando en cuenta la paralización de la economía en el 2020 a raíz del COVID-19, se observa como este sector se está recuperando de los estragos de la pandemia. Los sectores más representativos siguen siendo además de la industria manufacturera, el comercio y reparación de vehículos automotores y motocicletas con un 11.2%, la administración pública y defensa con un 8.2%.

Al ser el sector industrial manufacturero el más representativo en el aporte al Producto Interno Bruto (PIB) del país, se vuelve una prioridad tanto para el Gobierno, como para las respectivas empresas del rubro, mejorar e innovar sus procesos, para dar paso a un mayor crecimiento a nivel integral.

Gráfica 5: Participación de las diferentes actividades económicas en el PIB 2021



- Industrias manufactureras.
- Comercio, reparación de vehículos automotores y motocicletas
- Administración pública y defensa, planes de seguridad social y de afiliación obligatoria
- Actividades inmobiliarias
- Actividades financieras y de seguros
- Construcción
- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
- Transporte y almacenamiento
- Enseñanza
- Actividades de servicios administrativos y de apoyo.
- Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social.
- Información y comunicaciones.
- Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
- Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
- Otras actividades de servicios
- Las demás actividades.

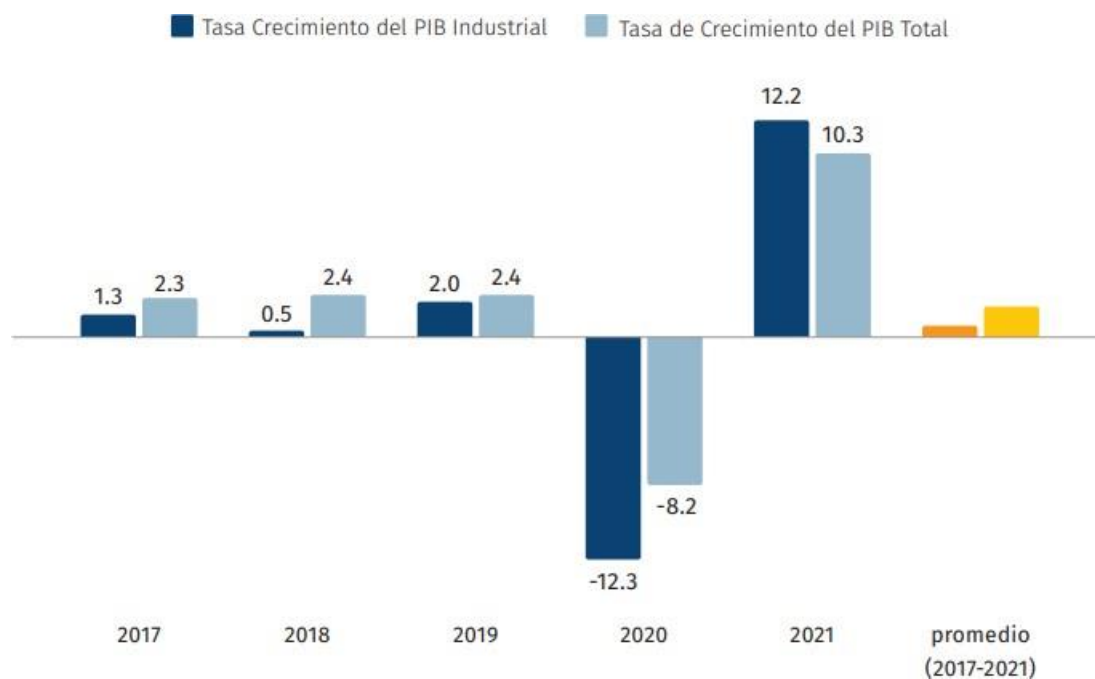
Fuente: Elaborado por ASI, con base en los datos del Banco Central de Reserva de El Salvador. Año base 2005 (año de referencia 2014), bajo el Sistema de Cuentas Nacionales actualizado.

1.4.8 Tasa de crecimiento económico y producción industrial de El Salvador 2017-2021

El Salvador ha venido atravesando por distintas etapas en el crecimiento del Producto Interno Bruto y en la producción industrial por los diversos factores tanto internos como externos de la realidad nacional, teniendo tasas de crecimiento muy bajas en los años anteriores al de la pandemia de COVID-19, y cayendo a niveles negativos en el año 2020 por el paro de actividades por las cuarentenas, hasta llegar a un crecimiento significativo en el año 2021, según los últimos datos del Banco Central de Reserva, por lo que se espera un crecimiento para los próximos años con los enfoques y las medidas que se están adoptando en la actualidad.

A continuación, se muestra la gráfica:

Gráfica 6: Tasa de crecimiento y producción industrial 2017-2021(En porcentajes %)



Fuente: Elaborado por ASI, con base en los datos del Banco Central de Reserva de El Salvador.

1.4.9 Exportaciones totales de El Salvador

Durante el período de 2000 a 2015, las exportaciones de El Salvador experimentaron cambios notables:

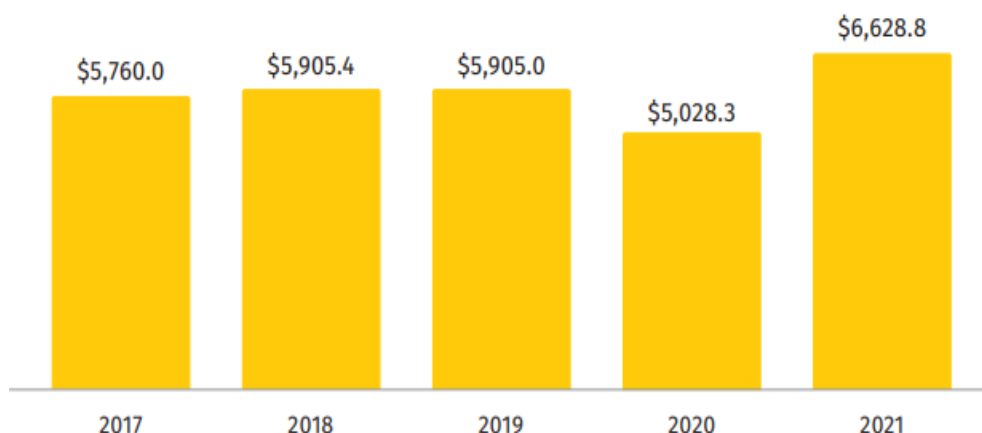
- ✓ **Diversificación:** Se diversificaron los productos exportados, además de los tradicionales como café y azúcar, los textiles de maquila ganaron importancia.
- ✓ **Principales Exportaciones (2000-2004):** Café, medicamentos, azúcar, t-shirts y aceites de petróleo. Estados Unidos fue el principal destino (25%), y Centroamérica fue crucial (55%).
- ✓ **Cambio (2006-2010):** Café siguió siendo líder, seguido por t-shirts, calzas, azúcar y suéteres. Exportaciones a EE. UU. aumentaron (30%) debido al CAFTA-DR.

- ✓ **Nuevos Líderes (2011-2015):** T-shirts lideraron, seguidas por calzas, suéteres, azúcar y plásticos. EE. UU. representó el 34%, Centroamérica el 46.6%, y China emergió como destino clave.

Estos cambios reflejan una mayor influencia de la maquila y diversificación en las exportaciones salvadoreñas, impulsados por el CAFTA-DR y cambios en los productos líderes.

Ahora bien, haciendo un recuento más reciente, en materia de exportaciones, el país se han mantenido los montos en los últimos años, experimentando un ligero aumento en el año 2021. Siendo estos parámetros indispensables para el análisis de la situación actual de las industrias manufactureras del país, y además las bases para las proyecciones a futuro del desarrollo económico del país.

Gráfica 7: Exportaciones totales de El Salvador 2017-2021 (En millones de dólares)



Fuente: Elaborado por ASI, con base en los datos del Banco Central de Reserva de El Salvador

Los destinos de las exportaciones de El Salvador en el periodo de 2020-2021 se muestran a continuación:

Tabla 2: Principales destinos de las exportaciones totales de El Salvador 2020-2021 (En millones de dólares)

Países	2020	2021	Variación absoluta	Variación porcentual	Participación
Estados Unidos	\$1,973.6	\$2,614.10	\$640.50	32.5%	39.4%
Guatemala	\$848.5	\$1,148.50	\$300.00	35.4%	17.3%
Honduras	\$776.7	\$1,088.40	\$311.70	40.1%	16.4%
Nicaragua	\$364.4	\$490.10	\$125.70	34.5%	7.4%
Costa Rica	\$232.8	\$279.70	\$46.90	20.2%	4.2%
México	\$124.1	\$140.50	\$16.40	13.2%	2.1%
Panamá	\$93.9	\$124.40	\$30.50	32.5%	1.9%
República Dominicana	\$89.5	\$111.60	\$22.10	24.7%	1.7%
Corea del Sur	\$61.1	\$82.70	\$21.60	35.3%	1.2%
República Popular China	\$77.5	\$74.90	-\$2.70	-34.0%	1.1%
Los demás países	\$386.3	\$474.10	\$87.80	22.7%	7.2%
Total Exportado	\$5,028.3	\$6,628.80	\$1,600.40	31.8%	100.0%

Fuente: Elaborado por ASI, con base en los datos del Banco Central de Reserva de El Salvador

1.4.10 Generalidades del mercado de trabajo de El Salvador 2019

A continuación, se presenta la composición de la población empleada por rama de actividad económica (2019), según los datos de la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC):

Tabla 3: Cantidad de personas empleadas por sector

EMPLEOS POR SECTOR PARA 2019	
SECTORES	CANTIDAD
Comercio, Hoteles y Restaurantes	901,818
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	432,906
Industrias Manufactureras	448,099

Fuente: Elaborado por OIT, con base en información de la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC)

La industria manufacturera de El Salvador juega un papel crucial en la economía del país, brindando numerosas oportunidades de empleo para la población salvadoreña, posicionándose en la tercera posición luego de: Comercio, hoteles y restaurantes, los cuales ocupan la posición número uno y la Agricultura, ganadería, caza y silvicultura en la posición dos, en materia de cantidad de personas empleadas hasta el año 2019.

✓ **Análisis de los principales indicadores relacionados con el nivel de competitividad, productividad, encadenamiento y valor agregado de las actividades productivas del país**

El modelo económico neoliberal en El Salvador ha dado prioridad al sector externo sobre la economía doméstica, con consecuencias significativas. Entre 1999 y 2014, la productividad mostró un aumento constante, acumulando un crecimiento del 8.1%, mientras que los costos laborales unitarios reales disminuyeron en un 17.6%. Este aumento en la productividad se debe a una mayor producción en comparación con el empleo.

Sin embargo, esta tendencia de reducción de costos laborales tiene efectos negativos, ya que implica mantener salarios bajos y deteriorar las condiciones de vida de los trabajadores. Además, esto limita la capacidad adquisitiva de la clase trabajadora y reduce el tamaño de los mercados internos. En resumen, el enfoque en la competitividad basada en costos laborales bajos tiene implicaciones importantes para la economía y el bienestar de la población asalariada en El Salvador.

1.4.11 El Gobierno de El Salvador en la incorporación de la industria 4.0 en el sector manufacturero

La incorporación de la Industria 4.0 es un proceso crucial en el desarrollo de la economía del país, esto a través del mejoramiento de los procesos, la competitividad y la eficiencia de las empresas del sector, es por ello que se vuelve indispensable el papel del Estado en la incorporación de estos procesos de innovación, a continuación, se desarrolla las líneas de acción a seguir para la incorporación óptima de la industria 4.0:

Tabla 4: Papel del Estado en la Incorporación de la Industria 4.0

El papel del Estado en la incorporación de la industria 4.0			
Línea estratégicas	Objetivos	Resultados	Aplicación
Políticas y regulaciones	El Estado puede establecer políticas y regulaciones que fomenten la adopción de tecnologías de la industria 4.0, como la automatización, la inteligencia artificial y el Internet de las cosas. Esto puede incluir incentivos fiscales, subvenciones y la eliminación de barreras burocráticas y arancelarias que dificulten la inversión en estas tecnologías.	Como resultado de estas políticas las empresas de este sector tendrán la facilidad de respaldar sus inversiones en políticas, por lo que se unificarán esfuerzos para mejorar este sector industrial.	La aplicación de políticas y regulaciones debe estar de forma estratégica conformado por el Gobierno Central, la Asamblea Legislativa, el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, la Secretaría de Innovación, y las demás instituciones afines.
Inversión en investigación y desarrollo	El Estado puede financiar la investigación y el desarrollo de tecnologías avanzadas que sean relevantes para la industria 4.0. Esto puede incluir la colaboración con universidades y empresas para impulsar la innovación en sectores clave.	El financiamiento a la investigación produciría avances tanto a la aplicación de las herramientas actuales, como en el desarrollo de nuevos métodos y tecnologías para la industria nacional.	La inversión en investigación debe hacerla el Gobierno Central a través del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, con el apoyo a la Universidad de El Salvador, como a universidades privadas

			interesadas en el desarrollo e investigación de la Industria 4.0.
Educación y capacitación	El Estado puede promover la capacitación y la educación en habilidades digitales y tecnológicas necesarias para la industria 4.0. Esto puede incluir programas de formación para trabajadores y empresarios, así como la actualización de planes de estudio en instituciones educativas.	A través de la promoción de la capacitación al sector manufacturero además de brindar nuevas herramientas de la Industria 4.0, permite ampliar la visión sobre los beneficios de aplicar estas innovaciones, implantando además los ciclos de innovación y la escalabilidad tecnológica en las empresas.	El desarrollo de estas líneas estratégicas debe hacerse a través del MINEDUCYT con el apoyo así mismo de INSAFORP, la Universidad de El Salvador, y universidades privadas afines.
Apoyo financiero	El Estado puede proporcionar acceso a financiamiento asequible para que las empresas manufactureras inviertan en tecnologías de la industria 4.0. Esto puede incluir la creación de fondos de inversión o programas de préstamos preferenciales.	A través del apoyo financiero se incentiva a las empresas del sector de invertir en tecnologías y conocimientos sobre la Industria 4.0.	El apoyo financiero debe estar apoyado por las políticas y regulaciones establecidas en la primera línea de acción, financiado a través del Banco Central de Reserva, y demás entidades financieras afines.
Promoción de la colaboración	El Estado puede fomentar la colaboración entre empresas manufactureras, instituciones académicas y centros de investigación para compartir conocimientos y recursos en áreas relacionadas con la industria 4.0.	A través de la promoción se logra que más empresas del sector manufacturero puedan migrar sus procesos tradicionales a los del ambiente 4.0, esto dando a conocer todos los beneficios que se pueden lograr a través de la incorporación de la Industria 4.0 en sus procesos.	La promoción se debe hacer a través del Ministerio de Trabajo, con apoyo del INSAFORP y otras instituciones afines.
Establecimiento de estándares y certificaciones	El Estado puede desempeñar un papel en el establecimiento de estándares y certificaciones que aseguren la calidad y la seguridad de las tecnologías de la industria 4.0. Esto puede ayudar a generar confianza	El establecimiento de estándares como la Guía Metodológica que se está desarrollando en este proyecto ayuda a tener una visión más específica sobre los pasos a dar para innovar los procesos de las empresas, por lo cual el Estado al apoyar este tipo de documentos, y estándares	Estos estándares y certificaciones deben darse con apoyo del Ministerio de Trabajo, y el Concejo Nacional de Calidad y el INSAFORP.

	tanto en los mercados nacionales como en los internacionales.	beneficia al sector manufacturero a fomentar la incorporación de componentes de la Industria 4.0.	
Monitoreo y evaluación	El Estado puede supervisar y evaluar el progreso de la adopción de la industria 4.0 en el país, identificando obstáculos y áreas que requieran atención adicional.	Los procesos de seguimiento son indispensables para evaluar la correcta aplicación de los componentes de la Industria 4.0.	El monitoreo y evaluación debe realizarse con apoyo del Ministerio de Hacienda, así como con Concejos afines.
Mejoramiento de las redes e infraestructuras de comunicaciones (TIC) y redes energéticas	El Estado debe facilitar el mejoramiento de todas las redes de comunicaciones, como las redes de internet, y redes energéticas, componentes indispensables en la industria 4.0.	A través del mejoramiento de estas redes e infraestructuras se potencia la incorporación de componentes en el internet de las cosas, con esto se puede potencializar las nuevas tecnologías.	Esto se debe realizar a través de la SIGET, y el apoyo de las compañías privadas de comunicación, y empresas energéticas.
Alianzas estratégicas con empresas tecnológicas	El Estado debe de tener un papel fundamental en la firma de acuerdos de cooperación con empresas del sector tecnológico mundial como el reciente acuerdo con GOOGLE, estos acuerdos permiten la importación de manufactura tecnológica indispensable para la integración de la Industria 4.0 al país.	Estos acuerdos y alianzas estratégicas son indispensables para la importación de productos y sistemas tecnológicos indispensables para la Industria 4.0.	Estos acuerdos deben estar liderados por el Gobierno Central, y el Ministerio de Relaciones Exteriores.
Promoción internacional	El Estado puede promover la internacionalización de las empresas manufactureras que han adoptado la industria 4.0, facilitando su acceso a mercados internacionales y promocionando sus productos y servicios en el extranjero.	La promoción internacional de productos de las empresas que hayan adoptado la industria 4.0 brinda un incentivo para las demás empresas del sector manufacturero a incorporarse a este movimiento de innovación, por lo cual se genera una escalabilidad tecnológica.	Estas promociones deben realizarse a través de los acuerdos bilaterales o multilaterales con países internaciones por medio de los Ministerios de Economía, Ministerio de Relaciones Exteriores y la supervisión del GOES.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO

II

2.1 ESTABLECIMIENTO DEL TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

Identificar el tipo de investigación es un paso fundamental en el proceso de planificación del proyecto. Hay tres tipos principales de investigación que se utilizan comúnmente en la mayoría de las áreas de estudio: la investigación cuantitativa, la investigación cualitativa y la investigación mixta.

A continuación, se describen de forma breve cada uno de estos tipos de investigación:

- ✓ **Investigación cuantitativa:** Este tipo de investigación se centra en la medición de variables y el análisis estadístico de los datos. En la investigación cuantitativa, se utilizan técnicas y herramientas que permiten medir los fenómenos o variables estudiados de manera numérica. Se recopilan datos mediante encuestas, cuestionarios, experimentos, observaciones estructuradas y otros métodos estandarizados. La investigación cuantitativa es adecuada para investigaciones que requieren una medición precisa de variables y para estudios que buscan establecer relaciones causa-efecto.
- ✓ **Investigación cualitativa:** Este tipo de investigación se centra en la comprensión profunda de los fenómenos estudiados y en la descripción detallada de las percepciones y experiencias de los participantes. La investigación cualitativa se basa en la recopilación de datos a través de entrevistas, grupos focales, observaciones no estructuradas y otros métodos no estandarizados. La investigación cualitativa es adecuada para estudios que buscan comprender el significado y la complejidad de las experiencias humanas.
- ✓ **Investigación mixta:** Este tipo de investigación combina elementos de la investigación cuantitativa y cualitativa. En la investigación mixta, se utilizan tanto técnicas de medición cuantitativa como de recopilación de datos cualitativos. La investigación mixta es

adecuada para estudios que buscan comprender tanto la complejidad de las experiencias humanas como las relaciones causa-efecto entre variables.

2.1.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta el tipo de investigación seleccionado:

INVESTIGACIÓN MIXTA

Se concluye que dadas las características del proyecto se hará uso de una investigación de tipo MIXTA, ya que se prevé la importancia de un método mixto donde se puedan sacar el máximo provecho a los métodos cuantitativos y cualitativos, debido al poco desarrollo de trabajos de esta índole en el país, el uso de la combinación de ambos métodos brinda la mejor opción.

2.2 DEFINICIÓN DE LAS TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de la información y datos se hará uso de tres herramientas de investigación, las cuales son:

1. La entrevista
2. La encuesta
3. La observación no participativa

A continuación, se detalla cada una de ellas:

La entrevista: La entrevista consta de una serie de preguntas, por lo general de índole abierta, que permiten recolectar información con personas relacionadas con la temática de forma precisa y concisa. A través de la versatilidad de esta técnica se pueden reformular las preguntas en base con las respuestas del entrevistado, permitiéndonos indagar a profundidad en los datos necesarios para el trabajo.

La encuesta: La encuesta es una técnica que hace uso de un cuestionario con preguntas a una muestra de personas específicas para la recolección de información referente a un tema en particular, a través de diversos medios tanto virtuales, como físicos. A través de estos sondeos se pueden conocer las opiniones de un grupo diverso, conociendo con esto tanto el sentir común de estos, como datos de beneficio para la guía metodológica.

La observación no participativa: A través de la observación no participativa se pueden analizar los procesos de las empresas en su estado natural, al estar como un espectador que no forma parte de estos, se genera una perspectiva más objetiva y amplia de los problemas en su desarrollo cotidiano. Por lo tanto, para la presente guía metodológica se brinda información valiosa de los procesos productivos de la industria salvadoreña.

2.3 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO Y MUESTRA SUJETA DE ESTUDIO

2.4 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO SUJETO DE ESTUDIO

El universo sujeto de estudio lo constituyen todas las empresas que integran el sector de la industria manufacturera de El Salvador, las cuales aproximadamente ascienden a 21,649 empresas (MINEC-DIGESTYC, 2012).

Dadas las dimensiones que presenta el universo sujeto de estudio, se procese a dividirlo, a manera de desglosar el sector manufacturero y detallarlo a profundidad, a fin de determinar cuál o cuáles son los subsectores más representativos del universo total, para ser estudiados bajo las diferentes técnicas de recolección de datos, anteriormente seleccionadas.

De acuerdo a ello se pueden dividir de la siguiente manera:

- a. Por tamaño: Gran empresa, mediana empresa, pequeña empresa y microempresa.
- b. Según la clasificación de la CIU.
- c. Según la tecnología.
- d. Según el tipo de proceso productivo.

2.4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS

a. CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO

Por tamaño, se pueden dividir en:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ✓ Gran empresa | ✓ Pequeña empresa |
| ✓ Mediana empresa | ✓ Microempresa |

A continuación, tenemos la clasificación de las empresas salvadoreñas según “FUSADES”:

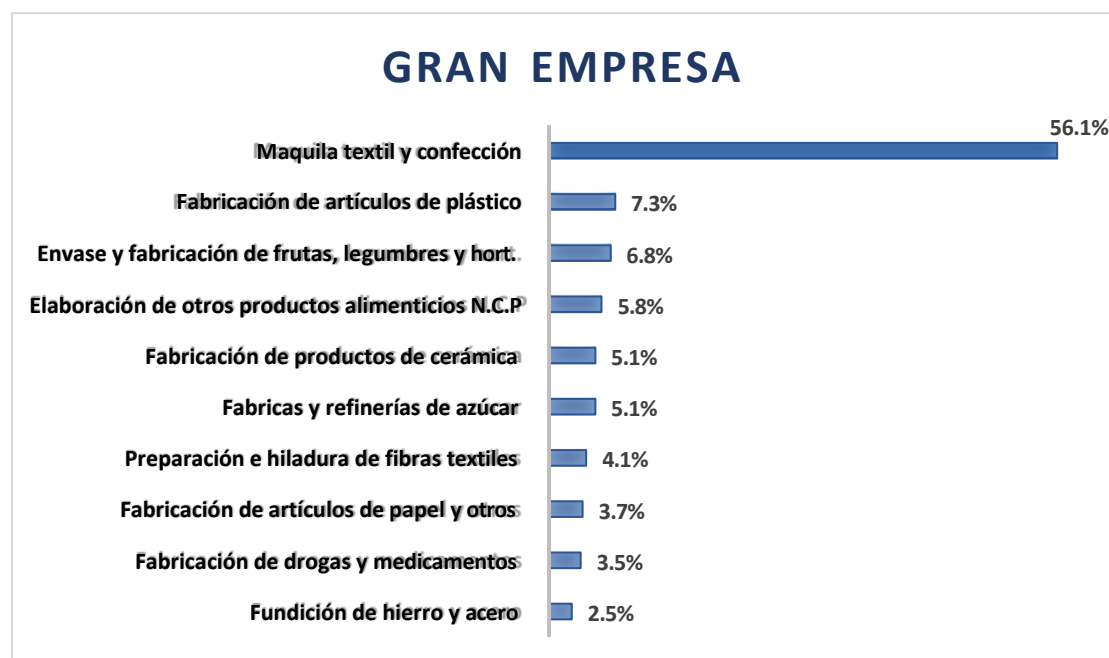
Tabla 5: Clasificación de las empresas salvadoreñas según “FUSADES”

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
GRANDE	Más de 100	Mayor de \$228,571.42	Más de tres niveles	Altamente sofisticado	Mundial

Fuente: FUSADES

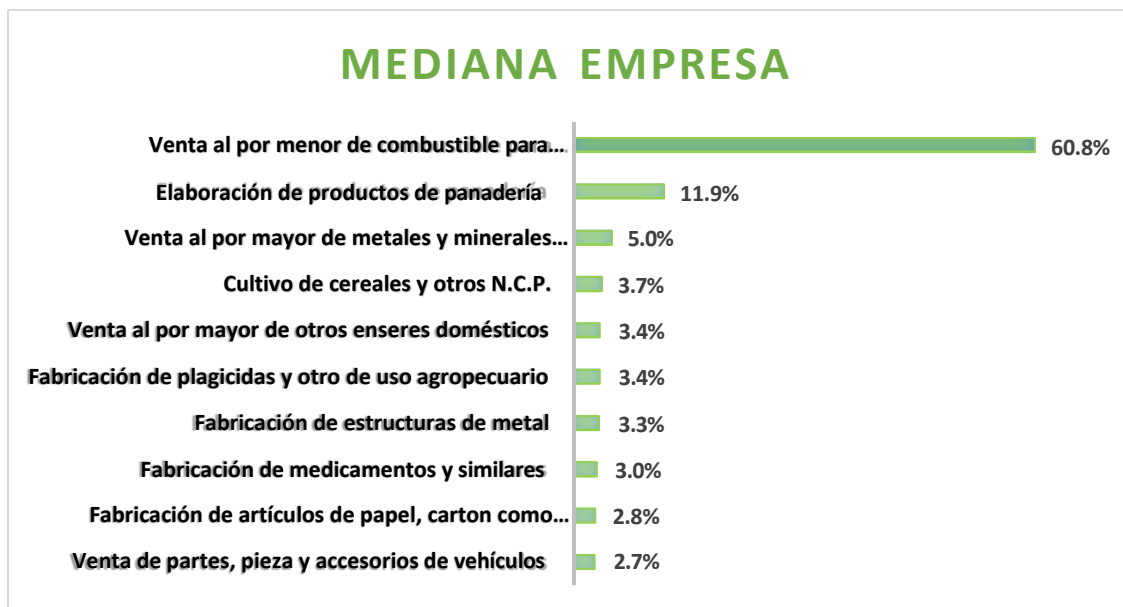
Teniendo en cuenta los principales productos de exportación, la clasificación por tamaño se encuentra hasta el año 2016 de la siguiente manera:

Gráfica 8: Valor exportado por las empresas según su clasificación CIU Rev. 3 año 2016, en porcentajes del total para Gran Empresa



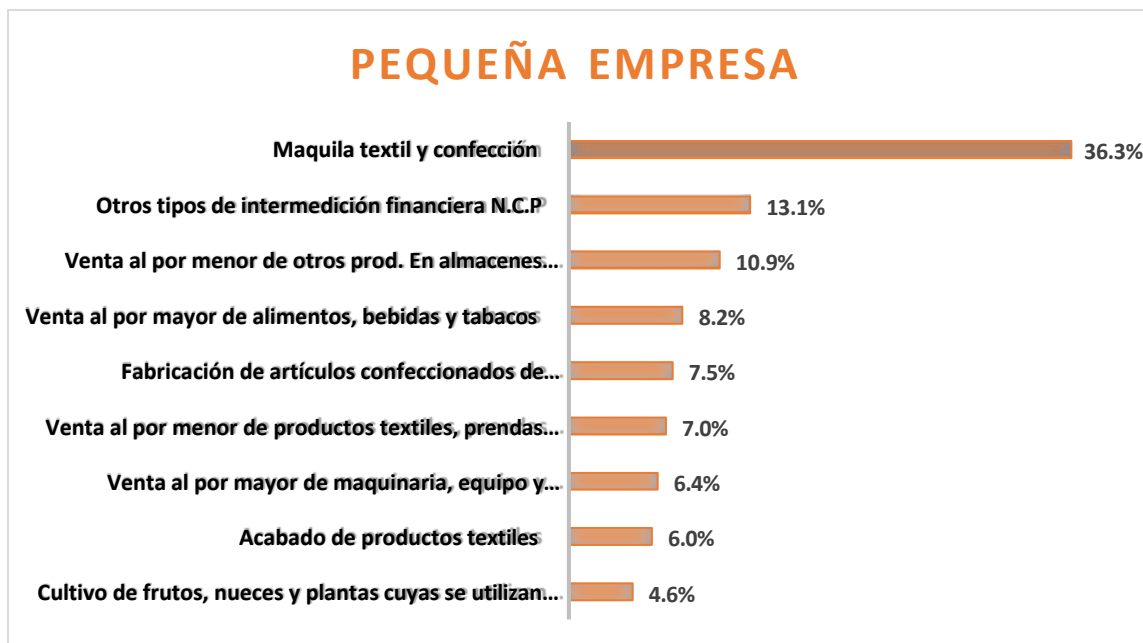
Fuente: Boletín Económico, marzo-abril 2018, del BCR.

Gráfica 9: Valor exportado por las empresas según su clasificación CIU Rev. 3 año 2016, en porcentajes del total para Mediana Empresa



Fuente: Boletín Económico, marzo-abril 2018, del BCR.

Gráfica 10: Valor exportado por las empresas según su clasificación CIU Rev. 3 año 2016, en porcentajes del total para Pequeña Empresa



Fuente: Boletín Económico, marzo-abril 2018, del BCR.

Gráfica 11: Valor exportado por las empresas según su clasificación CIU Rev. 3 año 2016, en porcentajes del total para Microempresa



Fuente: Boletín Económico, marzo-abril 2018, del BCR.

Para el caso de la Gran empresa el 56.1% son maquila textil y confección, 7.3% fabricación de artículos de plástico, 6.8% envase y fabricación de frutas, legumbres y hortalizas y otras categorías de productos, para estos resultados se realizó un ranking de las 10 principales categorías de productos y con base en ese dato se calculó la participación porcentual.

En el segmento Mediana empresa el primer producto es “venta al por menor de combustible para automotores”, este tipo de bien, aunque no es producido en El Salvador se ha registrado debido a que se nacionalizó, esto significa que el producto tiene un propietario salvadoreño, entonces cuando se vende a otro país se incluye en las estadísticas de comercio exterior.

Siguiendo con la categoría de productos, en segundo lugar, se tiene la elaboración de productos de panadería con 11.9%, venta al por mayor de metales y minerales metalíferos (Reciclaje de metales) con 5.0% y otras categorías.

En cuanto al segmento Pequeña empresa, el 36.3% de sus exportaciones están en la categoría maquila textil y confección, en segundo lugar, otros tipos de intermediación financiera (venta de prendas de oro de casas de empeño) con un 13.1% y venta al por menor de otros productos en almacenes especializados con un 10.9% y el resto en otras actividades.

Por último, se tiene la Microempresa el 61.5% de sus exportaciones son de maquila y confección, venta al por mayor de productos textiles con un 14.8% y el resto en otras categorías.

En los resultados anteriores, se observa que en tres de los cuatro segmentos un denominador común es un alto porcentaje de las exportaciones en la categoría textil y confección y otros bienes de bajo nivel agregado.

b. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA CIIU

A continuación, se presenta la clasificación de acuerdo a la CIIU para la industria manufacturera:

Tabla 6: Clasificación CIIU para la industria manufacturera

DIVISIÓN	DESCRIPCIÓN
10	Elaboración de Productos Alimenticios
11	Elaboración de Bebidas
12	Elaboración de Productos de Tabaco
13	Fabricación de Productos Textiles
14	Confección de prendas de vestir
15	Curtido y recurtido de cueros; fabricación de calzado; fabricación de artículos de viaje, maletas, bolsos de mano y artículos similares, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería; adobo y teñido de pieles
16	Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de cestería y espartería
17	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón
18	Actividades de impresión y de producción de copias a partir de grabaciones originales
19	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles

20	Fabricación de sustancias y productos químicos
21	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico
23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
24	Fabricación de productos metalúrgicos básicos
25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos
27	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.
29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques
30	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte
31	Fabricación de muebles, colchones y somieres
32	Otras industrias manufactureras
33	Instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo

Fuete: Elaboración propia con base en datos de la CIIU.

Con lo que se aprecian que existen 23 divisiones dentro de la CIIU correspondiente a las industrias manufactureras.

Dada la información anterior, se detallan cada una de divisiones mostradas en la tabla anterior, teniendo así, la clasificación por producto según la nomenclatura CIIU Rev. 4 sección C: Empresas manufactureras, donde se denota todas aquellas empresas que están incorporadas en evaluación para determinar la población la cual se basara la elaboración de la guía metodológica, (Ver Anexo 3).

c. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA TECNOLOGÍA

Las empresas industriales se pueden clasificar según su tecnología de la siguiente manera:

- ✓ Tecnología de nivel intensivo.

- ✓ Tecnología de nivel intermedio.

- ✓ Tecnología de nivel bajo.

Tecnología de nivel intensivo:

Son aquellas empresas que utilizan tecnología de punta para la producción de bienes o servicios, como la electrónica, la informática, la biotecnología, la nanotecnología y la robótica.

Estas empresas suelen requerir de una gran inversión en investigación y desarrollo para mantenerse a la vanguardia en su campo.

A continuación, se detallan algunos subsectores que se encuentran dentro de éste nivel:

- ✓ **Subsector de Electrónica:** La fabricación de componentes electrónicos, dispositivos y equipos electrónicos requiere tecnología de nivel intensivo. En El Salvador, hay empresas que se dedican a la producción de placas de circuito impreso, ensamblaje de dispositivos electrónicos y fabricación de productos electrónicos de consumo.
- ✓ **Subsector de textiles y prendas de vestir:** El sector textil y de confección en El Salvador ha adoptado tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y la calidad de los productos. La fabricación de textiles, como telas técnicas y tejidos especiales, así como la producción de prendas de vestir con tecnología de punta, se considera intensiva en tecnología.
- ✓ **Subsector Automotriz:** El sector automotriz en El Salvador ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. Las empresas dedicadas al ensamblaje de vehículos, fabricación de autopartes y componentes automotrices utilizan tecnologías avanzadas, como robótica y sistemas automatizados, lo que los clasifica como sectores intensivos en tecnología.

- ✓ **Subsector de plásticos y productos químicos:** La fabricación de productos plásticos y químicos también involucra tecnología de nivel intensivo. En El Salvador, hay empresas que se dedican a la producción de envases plásticos, productos químicos especializados y materiales compuestos, que requieren procesos y maquinarias sofisticadas.
- ✓ **Subsector de metalurgia y maquinaria:** La producción de productos metálicos, como acero, aluminio y productos derivados del metal, así como la fabricación de maquinaria y equipo, se consideran sectores intensivos en tecnología. Estos sectores involucran tecnologías avanzadas de procesamiento y fabricación, como la fundición, el mecanizado CNC y la soldadura automatizada.

Tecnología de nivel intermedio:

Son un conjunto de tecnologías que se encuentran a medio camino entre las tecnologías más avanzadas y las más básicas. Estas tecnologías son relativamente accesibles y asequibles para las empresas y organizaciones, y se utilizan en diferentes procesos productivos y de gestión. Las tecnologías de nivel intermedio suelen ser más avanzadas que las tecnologías tradicionales o de baja complejidad, pero menos avanzadas que las tecnologías de punta o de alta complejidad. A continuación, se detallan algunos subsectores que se encuentran dentro de éste nivel:

- ✓ **Subsector de la Agroindustria:** La agroindustria en El Salvador abarca la transformación de productos agrícolas en alimentos procesados y productos derivados. Esto implica el uso de tecnología de nivel intermedio en la producción de alimentos enlatados, productos lácteos, aceites vegetales, harinas, entre otros.
- ✓ **Subsector de muebles y carpintería:** El sector de fabricación de muebles y carpintería en El Salvador emplea tecnología de nivel intermedio para la producción de muebles de

madera y productos de carpintería. Esto incluye el uso de maquinaria especializada, como sierras, tornos y lijadoras eléctricas.

- ✓ **Subsector de productos de plástico y caucho:** El sector de fabricación de productos de plástico y caucho en El Salvador utiliza tecnología de nivel intermedio para la producción de una amplia gama de artículos, como envases plásticos, tuberías, artículos de caucho y juguetes. Esto involucra procesos de moldeo por inyección, extrusión y termoformado.
- ✓ **Subsector de productos químicos y cosméticos:** La fabricación de productos químicos y cosméticos también emplea tecnología de nivel intermedio en El Salvador. Esto incluye la producción de detergentes, productos de limpieza, cosméticos, productos de cuidado personal y productos de higiene, que requieren equipos y procesos de mezcla, empaque y etiquetado.
- ✓ **Subsector de envases y embalajes:** El sector de fabricación de envases y embalajes en El Salvador utiliza tecnología de nivel intermedio para la producción de cajas de cartón, bolsas de plástico, etiquetas y otros materiales de embalaje. Esto implica el uso de maquinaria para el corte, plegado y pegado de materiales de embalaje

Tecnología de nivel bajo:

Se refiere a un conjunto de herramientas o técnicas tecnológicas básicas y de baja complejidad que se utilizan en procesos productivos o de gestión de empresas. Estas tecnologías suelen ser simples y económicas, pero también pueden ser menos eficientes y efectivas que las tecnologías más avanzadas.

A continuación, se detallan algunos subsectores que se encuentran dentro de éste nivel:

- ✓ **Subsector de la industria alimentaria:** En algunas áreas de la industria alimentaria, especialmente en la producción de alimentos básicos como la molienda de granos, la

producción de aceites vegetales y la fabricación de productos de panadería tradicionales, se utiliza tecnología de nivel bajo. Estos procesos pueden implicar maquinaria y equipos básicos, como molinos de piedra, prensas manuales y hornos convencionales.

- ✓ **Subsector de artesanías:** El sector de las artesanías en El Salvador emplea principalmente técnicas y herramientas tradicionales que no requieren tecnología avanzada. La producción de cerámica, tejidos, productos de cuero, trabajos en madera y otros artículos hechos a mano se clasifican como sectores de tecnología de nivel bajo.
- ✓ **Subsector de manufactura de productos de madera:** En la fabricación de muebles de madera de estilo tradicional, así como en la producción de objetos decorativos y artículos de madera, se emplea tecnología de nivel bajo. Esto puede incluir el uso de herramientas manuales y procesos artesanales.
- ✓ **Subsector de pequeñas industrias de transformación:** En ciertas pequeñas industrias de transformación, como la fabricación de productos de limpieza a pequeña escala, productos de cuidado personal artesanales y productos de papel y cartón básicos, se utiliza tecnología de nivel bajo que no requiere maquinaria compleja.
- ✓ **Subsector de confección de prendas de vestir de baja complejidad:** En algunas fábricas de confección de prendas de vestir, se pueden emplear tecnologías de nivel bajo para la producción de prendas de baja complejidad, como camisetas básicas, ropa interior y uniformes sencillos. Esto puede incluir máquinas de coser convencionales y equipos manuales de corte y acabado.

d. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE PROCESO PRODUCTIVO

Los sectores manufactureros de El Salvador pueden ser clasificadas según el tipo de proceso productivo que realizan. En general, se pueden encontrar varios tipos de procesos productivos en la industria manufacturera, tales como la fabricación en serie, la producción en masa, la producción por lotes, entre otros.

A continuación, la clasificación de los sectores manufactureros en cada una de estas categorías:

Producción por lote:

Es un enfoque de fabricación en el cual los productos se producen en grupos o lotes específicos, en lugar de producirse de manera continua o individual. En este método, se agrupan varias unidades de un producto y se producen juntas antes de pasar a la siguiente etapa de fabricación. En la producción por lotes, el proceso de fabricación se divide en diferentes etapas, y cada lote de productos pasa por cada una de estas etapas en secuencia. Por lo general, cada etapa se completa por completo antes de pasar al siguiente lote.

A continuación, se detallan algunos subsectores que se encuentran dentro de éste tipo de producción:

- ✓ **Subsector alimentos:** Empresas que producen alimentos en lotes, como productos de panadería, dulces o alimentos procesados.
- ✓ **Subsector farmacéutico:** Empresas que fabrican medicamentos y productos farmacéuticos en lotes, siguiendo estándares y regulaciones específicas.
- ✓ **Subsector de productos lácteos:** Empresas que elaboran productos lácteos como quesos, yogures o leche en lotes específicos.

- ✓ **Subsector de productos cosméticos:** Compañías que fabrican cosméticos y productos de cuidado personal en lotes determinados.

Producción en serie:

La producción en serie, también conocida como producción en línea, es un método de fabricación en el cual los productos se producen de manera continua y secuencial en grandes cantidades. En este enfoque, se establece una cadena de producción con diferentes estaciones de trabajo o procesos, y los productos pasan por cada una de estas estaciones en orden secuencial. A continuación, se detallan algunos subsectores que se encuentran dentro de éste tipo de producción:

- ✓ **Subsector textil:** Empresas dedicadas a la producción en serie de prendas de vestir, como camisetas, pantalones o ropa interior.
- ✓ **Subsector automotriz:** Compañías que fabrican vehículos en serie, ensamblando componentes y partes para producir automóviles.
- ✓ **Subsector de productos de limpieza:** Empresas dedicadas a la fabricación en serie de productos de limpieza, como detergentes, jabones o productos de higiene personal.
- ✓ **Subsector de muebles:** Compañías que producen muebles en serie, como sillas, mesas o armarios, siguiendo un proceso estandarizado.

Producción en masa:

La producción en masa es un método de fabricación que se caracteriza por la producción de grandes cantidades de productos estandarizados de manera rápida y eficiente. En este enfoque, se utilizan procesos altamente mecanizados y automatizados para producir volúmenes masivos de productos idénticos o muy similares. La producción en masa se basa en la estandarización de

productos y procesos. Los productos se diseñan de manera que sean fácilmente reproducibles y se fabrican en grandes cantidades para aprovechar economías de escala.

A continuación, se detallan algunos subsectores que se encuentran dentro de este tipo de producción:

- ✓ **Subsector electrónico:** Empresas que producen dispositivos electrónicos de consumo, como teléfonos móviles, televisores o electrodomésticos, en grandes cantidades.
- ✓ **Subsector de plásticos:** Compañías que fabrican productos de plástico en masa, como envases, utensilios desechables o productos de empaquetado.
- ✓ **Subsector de calzado:** Empresas que fabrican calzado en grandes volúmenes, utilizando líneas de producción automatizadas para producir zapatos en masa.
- ✓ **Subsector de productos de plástico desechables:** Compañías que producen productos de plástico de un solo uso, como vasos, platos o cubiertos, en grandes cantidades.

Es importante destacar que estas son solo algunos ejemplos de empresas manufactureras en El Salvador clasificadas según los procesos de producción por lote, en serie y en masa. La clasificación específica puede variar dependiendo de los sectores industriales y las características particulares de cada empresa.

2.4.2 PROCESO PARA DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO SUJETO DE ESTUDIO

Como se detalló anteriormente, dadas las dimensiones del universo comprendido por todas las empresas del sector manufacturero, se seleccionará el subsector o los subsectores representativos de éste, por lo cual, para el establecimiento del universo sujeto de estudio, se seguirá un proceso, el cual implica los siguientes pasos:

- 1. Identificación de criterios:** Se identifican los diferentes criterios o factores que deben considerarse en la toma de decisiones o evaluaciones comparativas. Estos criterios deben ser claros, medibles y relevantes para el problema o contexto en cuestión.
- 2. Caracterización de los sectores:** Se fundamentan los criterios seleccionados, a manera de dar validez y credibilidad a los mismos, a fin de tener una base mediante la cual se de paso a la ponderación de cada criterio.
- 3. Ponderación de criterios:** Se asigna un peso o valor relativo a cada uno de los criterios. Esto se puede hacer utilizando diferentes métodos, como la asignación de porcentajes, escalas numéricas o técnicas más avanzadas.
- 4. Comparación y evaluación:** Se realiza una comparación y evaluación de las opciones o alternativas considerando los diferentes criterios ponderados. Se utiliza la valoración de criterios para tener en cuenta la importancia relativa de cada criterio al tomar decisiones o seleccionar la mejor opción.
- 5. Toma de decisiones:** Se utilizan los resultados de la valoración de criterios para tomar decisiones informadas y fundamentadas. Las opciones o alternativas que mejor se ajusten a los criterios ponderados más importantes tendrán una mayor probabilidad de ser seleccionadas.

2.4.3 CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL UNIVERSO SUJETO DE ESTUDIO

A continuación, se presentan los criterios que se tendrán en cuenta para efectuar la selección de la muestra sujeta de estudio:

Ilustración 2: Esquema de los criterios para selección de la muestra sujeta de estudio



Fuente: Elaboración propia

A continuación se detallan cada uno de ellos:

1. **Según inversiones en innovaciones:** Las empresas que han realizado innovaciones previas, dan la pauta para determinar que tienen interés en seguir realizándolas, por lo que son sectores con potencial para la adopción de la guía metodológica.
2. **Según el tamaño de empresa:** Dado que son los sectores con mayor capital financiero, lo que posibilita la oportunidad de realizar inversiones en innovación tecnológica, puesto que este tipo de inversión necesita de una gran fuente de financiación.

- 3. Según la participación en exportaciones:** Que las empresas de éste sector realicen exportaciones dan la pauta de que no se limita al comercio nacional por lo tanto, son productos con mayor demanda, por lo que para potencializar su comercio exterior la guía representa una oportunidad de crecimiento y mejoras en materia de: producción, calidad, costos y flexibilidad.
- 4. Según el tipo de proceso:** El tipo de proceso en el que las empresas produzcan es punto de partida para la facilidad o complejidad en la incorporación de innovaciones del ambiente 4.0, por lo que es importante enfocarse en aquellos sectores que produzcan bajo un tipo de producción adaptable y/o compatible con innovaciones del ambiente 4.0.
- 5. Según la cantidad de empresa:** Al buscar un universo que sea representativo para el proyecto, la cantidad de empresas influye en la presencia dentro del país de cada sector y en la cantidad de información que se puede obtener para la estructuración de la guía metodológica.
- 6. Según el aporte al PIB:** Los sectores que tienen mayores aportaciones al Producto Interno Bruto contribuyen en el desarrollo económico del país, sin embargo, dentro de la industria manufacturera los sectores tienen aportes no mayores al 10%, por lo que la guía metodológica se presenta como una oportunidad de fortalecer a los principales sectores y brindarles crecimiento económico para una mayor representación nacional.

2.4.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUBSECTORES MANUFACTUREROS

Los subsectores a considerar son 23 según la CIIU, los cuales se procederá a caracterizar de acuerdo a los criterios establecidos en el apartado anterior, a fin de realizar una evaluación que permita determinar el universo sujeto de estudio.

a. MONTOS DE INVERSIÓN EN ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN POR SUBSECTOR

En la siguiente tabla se presentan los montos que cada subsector han realizado en materia de inversión en innovaciones:

Tabla 7: Montos de inversión realizados en innovación por subsector

Subsector	Empresas con Actividades innovadoras 2012	
	Total	%
10. ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	\$82,967,171.25	40.89%
11. ELABORACIÓN DE BEBIDAS	\$24,413,257.20	12.06%
17. FABRICACIÓN DE PAPEL Y PRODUCTOS DE PAPEL	\$18,078,154.49	9.93%
22. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO	\$17,606,305.59	8.70%
13. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES	\$9,556,721.34	4.72%
20. FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS	\$8,944,282.71	4.42%
24. FABRICACIÓN DE METALES COMUNES	\$7,753,318.56	3.83%
18. IMPRESIÓN Y REPRODUCCIÓN DE GRABACIONES	\$7,346,980.79	3.63%
21. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, SUSTANCIAS QUÍMICAS MEDICINALES	\$6,243,585.20	3.08%
14. FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	\$5,235,665.82	2.59%
25. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE METAL, EXCEPTO MAQUINARIA Y EQUIPO	\$3,751,291.39	1.85%
31. FABRICACIÓN DE MUEBLES	\$2,067,263.33	1.02%
15. FABRICACIÓN DE CUEROS Y PRODUCTOS CONEXOS	\$1,626,029.46	0.80%
19. FABRICACIÓN DE COQUE Y PRODUCTOS DE REFINACIÓN DE PETRÓLEO	\$1,553,988.00	0.77%
28. FABRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO NCP	\$1,497,706.09	0.74%

32. OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	\$1,050,000.00	0.52%
23. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS	\$950,269.40	0.47%
26. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE INFORMÁTICA, ELECTRÓNICA Y ÓPTICA	\$868,100.00	0.43%
<i>Fuente: Elaborado por la Dirección de Innovación y Calidad, Ministerio de Economía con datos con base en la Primera Encuesta Nacional de Innovación (Capítulo Industrial) en El Salvador, 2013.</i>		

Anteriormente, se mencionaron los subsectores más innovadores del país y los sectores con innovaciones propiamente tecnológicas, y como era de esperarse, los subsectores que se encuentran dentro de la gran empresa son los que tiene esa mayor participación en la Inversión. Teniendo que los subsectores que más han invertido son: Elaboración de Productos Alimenticios, Elaboración de Bebidas, y Fabricación de Papel y Productos de Papel, como puede observar en la tabla anterior.

b. INVERSIONES REALIZADAS EN INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

En cuanto a la Investigación y Desarrollo, a continuación, se presentan los montos de inversión que realiza cada subsector en función de Investigaciones y Desarrollo tecnológico, de manera interna y externa:

Tabla 8: Montos de inversión realizado en investigación y desarrollo tecnológico por subsector

Subsector económico	Gasto en investigación y desarrollo interna	Gasto en investigación y desarrollo externa
	2012	2012
	Total	Total
21. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, SUSTANCIAS QUÍMICAS MEDICINALES	\$4,107,747.68	\$29,538.46
20. FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS	\$3,580,982.87	\$11,250.00
10. ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	\$3,389,231.92	\$432,408.89

14. FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	\$1,423,114.72	\$0.00
11. ELABORACIÓN DE BEBIDAS	\$935,026.40	\$0.00
22. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO	\$748,228.59	\$0.00

Fuente: Elaborado por la Dirección de Innovación y Calidad, Ministerio de Economía con datos en base a la Primera Encuesta Nacional de Innovación (Capítulo Industrial) en El Salvador, 2013.

Se puede observar que los subsectores que se enfocan en invertir en investigaciones y desarrollo tecnológico, tienen un enfoque más interno que externo lo que demuestra que existen empresas interesadas en cambiar su situación interna en materia tecnológica, dando apertura al potencial que puede tener, la guía metodológica para migrar a las empresas de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0, ya que su enfoque es un cambio interno.

c. LOS SUBSECTORES MÁS INNOVADORES EN EL SALVADOR

Se presenta la cantidad y el porcentaje de empresas que expresaron haber realizado algún tipo de innovación en su propio subsector. Este ayudara para identificar ventanas de oportunidad en las empresas a efectos de adoptar herramientas de innovación para la mejora de su posición competitiva, para ello se presenta el siguiente cuadro:

Tabla 9: Subsectores más innovadores en El Salvador

Subsector	Cantidad de Empresas	% Empresas innovadoras	% Acumulado
10. ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	149	29.39%	29.39%
14. FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	62	12.31%	41.71%
21. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, SUSTANCIAS QUÍMICAS MEDICINALES	33	6.56%	48.26%
18. IMPRESIÓN Y REPRODUCCIÓN DE GRABACIONES	27	5.25%	53.51%

22. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO	26	5.09%	58.60%
20. FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS	25	4.97%	63.57%
15. FABRICACIÓN DE CUEROS Y PRODUCTOS CONEXOS	23	4.61%	68.18%
23. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS	23	4.55%	72.73%
17. FABRICACIÓN DE PAPEL Y PRODUCTOS DE PAPEL	21	4.21%	76.95%
31. FABRICACIÓN DE MUEBLES	20	4.00%	80.95%
28. FABRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO NCP	18	3.63%	84.58%
25. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE METAL, EXCEPTO MAQUINARIA Y EQUIPO	18	3.63%	88.22%
13. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES	18	3.57%	91.79%
11. ELABORACIÓN DE BEBIDAS	13	2.64%	94.43%

Fuente: Elaborado por la Dirección de Innovación y Calidad, Ministerio de Economía con datos con base en la Primera Encuesta Nacional de Innovación (Capítulo Industrial) en El Salvador, 2013.

- ✓ Cabe denotar que no presentaron todos los datos, por eso refleja un máximo acumulado de 94.43%.

d. EMPRESAS CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Hasta el momento se han presentado datos de empresas que en términos generales han innovado, pero existen dos tipologías de innovación, estas son las tecnológicas y las no tecnológicas. En esta ocasión nos centraremos en las tecnológicas que recaen en la temática de industria 4.0 puesto que son aquellas que se han enfocado en áreas de producción y producto, es decir han innovado en los siguientes rubros:

- ✓ Bien nuevo
- ✓ Bien significativamente mejorado

- ✓ Proceso nuevo
- ✓ Proceso significativamente mejorado

Los subsectores que más han realizado Innovación Tecnológica se encuentran a continuación:

Tabla 9: Subsectores con mayor número de innovaciones tecnológicas

SUBSECTOR	INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	
	EMPRESAS	PORCENTAJE DEL TOTAL
10. ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	115	27%
14. FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	51	12%
18. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, SUSTANCIAS QUÍMICAS MEDICINALES	29	7%
21. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO	23	5%
11. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS	23	5%

Fuente: Elaborado por la Dirección de Innovación y Calidad, Ministerio de Economía con datos en base a la Primera Encuesta Nacional de Innovación (Capítulo Industrial) en El Salvador, 2013.

e. INDUSTRIAS MANUFACTURERAS MÁS IMPORTANTES EN EL SALVADOR SEGÚN SUS EXPORTACIONES

Tabla 11: Industrias manufactureras más importantes de El Salvador según sus exportaciones

Tipo de producto	Valor de exportaciones (en millones de dólares)	Porcentaje de exportaciones (%)
Textiles y prendas de vestir	1,928	38.34
Productos alimenticios	792	15.75
Plástico o caucho	388	7.71
Productos químicos	376	7.48
Madera	331	6.59

Maquinaria y electricidad	281	5.59
Reino vegetal	247	4.91
Metales	240	4.77
Combustibles	158	3.13
Reino animal	76	1.5
Piedras y vidrio	72	1.43
Calzado	25	0.5
Transporte	23	0.46
Minerales	8	0.15
Cueros y pieles	7	0.14
Varios	78	1.55
TOTAL	5,028	100

Fuente: Elaboración propia en base a datos Comerciales de El Salvador.

En donde se puede observar que las industrias más importantes según las exportaciones son la textil y prendas de vestir, productos alimenticios y productos de plásticos o cauchos.

f. PRINCIPALES SUBSECTORES DE PARTICIPACIÓN INDUSTRIAL DEL PAÍS

A continuación, se presentan los subsectores con mayor proporción industrial:

Tabla 12: Subsectores con mayor proporción industrial

No.	Subsector económico	Porcentaje de participación (%)
1	10. ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	25.20
2	14. FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	17.40
3	18. IMPRESIÓN Y REPRODUCCIÓN DE GRABACIONES	6.60
4	31. FABRICACIÓN DE MUEBLES	6.40
5	22. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO	5.30
	TOTAL	60.90

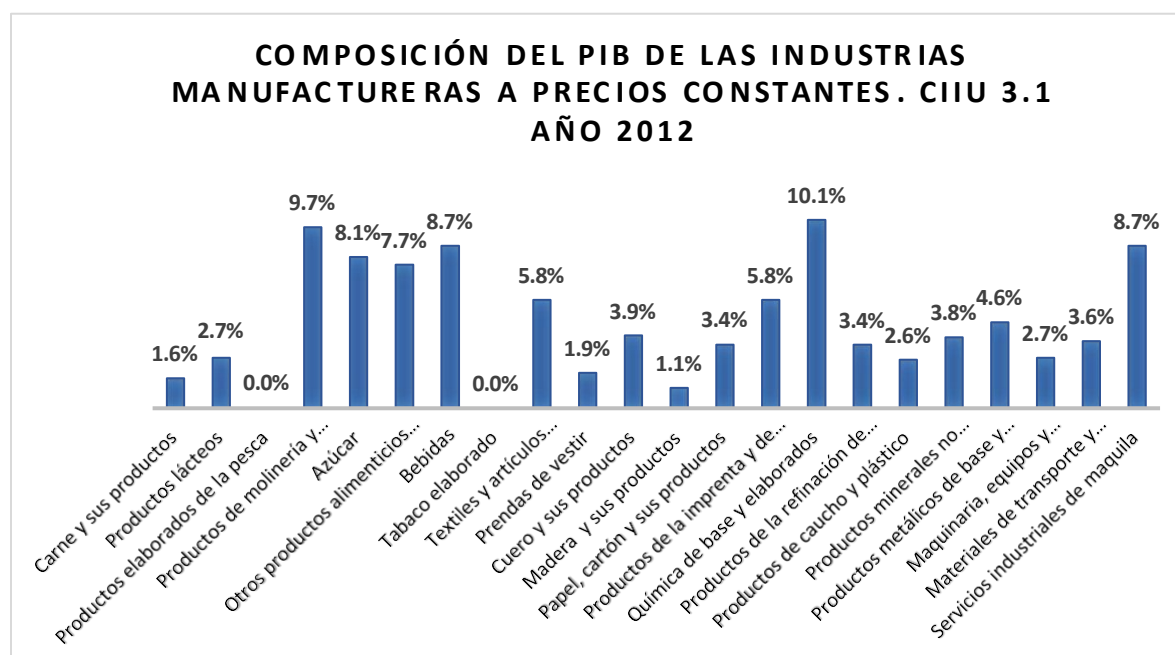
Fuente: Elaborado la Dirección de Innovación y Calidad, Ministerio de Economía con datos en base a la Primera Encuesta Nacional de Innovación (Capítulo Industrial) en El Salvador, 2013.

Se puede observar que los cinco principales subsectores representan más del 60% de producción industrial, lo que los convierte en subsectores potenciales para el país y de gran interés para el desarrollo económico.

g. APORTE AL PIB DE CADA SUBSECTOR

A continuación, se presenta la información de los datos provenientes de las Cuentas Nacionales publicadas por el Banco Central de Reserva de El Salvador en base a agrupaciones de divisiones de la CIIU Rev. 3.1, en donde se pueden observar los porcentajes de composición del PIB de algunos de los subsectores manufactureros del país para el año 2012:

Gráfica 12: Composición del PIB de las industrias manufactureras a precios constantes. CIIU 3.1 año 2012



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del Banco Central de Reserva.

Se puede observar que los subsectores líderes en aportación al PIB son: Productos de la imprenta y de industrias conexas con un 10.1%, seguido de productos de molinería y panadería

con 9.7%, y por último se resaltan los subsectores de industria de maquila y otros productos alimenticios, los cuales tuvieron un aporte del 8.7% cada uno.

h. PROCESOS PRODUCTIVOS Y LAS INNOVACIONES DEL AMBIENTE

4.0

En el contexto de la innovación del ambiente 4.0, el proceso de producción en masa tiende a ser el menos indicado, mientras que la producción por lote y en serie ofrecen más oportunidades para implementar innovaciones.

A continuación, se detallan los argumentos para los diferentes tipos de clasificación según su proceso productivo:

Producción en masa: La producción en masa se caracteriza por la fabricación de grandes volúmenes de productos de manera estandarizada y con una alta eficiencia. Sin embargo, este enfoque de producción tiene menos flexibilidad para adaptarse rápidamente a las innovaciones tecnológicas del ambiente 4.0. Los procesos de producción en masa suelen estar altamente automatizados y optimizados para la producción a gran escala, lo que dificulta realizar cambios rápidos en la configuración de la línea de producción. Por lo tanto, la producción en masa puede ser menos adecuada para implementar innovaciones del ambiente 4.0 que requieren adaptabilidad y personalización.

Producción por lote: La producción por lote implica la fabricación de productos en cantidades específicas y bien definidas. Este enfoque permite una mayor flexibilidad y adaptabilidad en comparación con la producción en masa. Al fabricar productos en lotes, es posible introducir cambios en los procesos de producción y en la configuración de la línea de producción para incorporar nuevas tecnologías y mejoras del ambiente 4.0. Los lotes pueden

adaptarse más fácilmente a las necesidades cambiantes del mercado y a las demandas de personalización.

Producción en serie: La producción en serie también ofrece cierta flexibilidad y adaptabilidad, aunque en menor medida que la producción por lotes. La producción en serie implica la fabricación de productos en volúmenes más altos y con procesos de producción estandarizados y repetitivos. Si bien puede haber ciertas limitaciones en términos de personalización y adaptabilidad a cambios rápidos, todavía existe la posibilidad de implementar innovaciones del ambiente 4.0 a través de mejoras incrementales en los procesos de producción, la automatización y el uso de tecnologías avanzadas.

En conclusión, si se busca aprovechar al máximo las oportunidades de innovación del ambiente 4.0, la producción en masa puede ser la menos indicada debido a su menor flexibilidad y adaptabilidad. Por otro lado, la producción por lote y en serie brindan mayor margen para implementar innovaciones y adaptarse a las demandas cambiantes del entorno 4.0.

A continuación, se presenta el cuadro resumen de la caracterización de los subsectores manufactureros:

Tabla 13: Cuadro resumen de la caracterización de los subsectores manufactureros

SUBSECTOR	Cantidad de empresas por subsector	Participación del subsector en base a las exportaciones	Participación en la proporción industrial por subsector	Cantidad de empresas que realizan innovaciones		Porcentaje de avances tecnológicos Realizados por subsector	Monto de inversión que realizan en innovación AÑO: 2012	Monto de inversión que realizan en investigaciones y desarrollo AÑO: 2012		Aportación al PIB
				#	%			INTERNO	EXTERNO	
10. ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	344	15.75%	25.20%	149	23.39	27%	\$82,967,171.25	\$3,389,231.92	\$432,408.89	7.7%
11. ELABORACIÓN DE BEBIDAS	35	-	-	13	2.64	12.06%	\$24,413,257.20	\$748,228.59	-	8.7%
13. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES	44	38.34%	-	18	3.57	4.72%	\$9,556,721.34	-	-	5.8%
14. FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	238	38.34%	17.40%	62	12.31	12%	\$5,235,665.82	\$1,423,114.72	\$0.00	1.9%
15. FABRICACIÓN DE CUEROS Y PRODUCTOS CONEXOS	40	7	-	23	4.61	-	\$1,626,029.46	-	-	3.9%
17. FABRICACIÓN DE PAPEL Y PRODUCTOS DE PAPEL	34	-	-	21	4.21	-	\$18,078,154.49	-	-	3.4%
18. IMPRESIÓN Y REPRODUCCIÓN DE GRABACIONES	90	-	6.60%	27	5.25	-	\$7,346,980.79	-	-	5.8%

20. FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS	59	376	-	25	4.97	-	\$8,944,282.71	\$3,580,982.87	\$11,250.00	10.1%
21. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, SUSTANCIAS QUÍMICAS MEDICINALES	52	7.48%	-	33	6.56	7%	\$6,243,585.20	\$4,107,747.68	\$29,538.46	10.1%
22. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO	73	-	5.30%	26	5.09	5%	\$17,606,305.59	\$748,228.59	\$0.00	2.6%
23. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS	68	-	-	23	4.55	5%	\$950,269.40	-	-	3.8%
25. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE METAL, EXCEPTO MAQUINARIA Y EQUIPO	70	4.77%	-	18	3.63	1.85%	\$3,751,291.39	-	-	4.6%
28. FABRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO NCP	58	-	-	18	3.63	0.74%	\$1,497,706.09	-	-	2.7%
31. FABRICACIÓN DE MUEBLES	87	-	6.40%	20	4.0	1.02%	\$2,067,263.33	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

2.4.5 VALORACIÓN DE CRITERIOS

La valoración de criterios, también conocida como evaluación de criterios o ponderación de criterios, es un proceso mediante el cual se asigna un valor o peso a diferentes criterios o factores relevantes para tomar decisiones o realizar evaluaciones comparativas. En diferentes contextos y situaciones, es común que se presenten múltiples criterios o aspectos que deben considerarse al tomar decisiones o realizar evaluaciones. Estos criterios pueden tener diferentes importancias o niveles de relevancia. La valoración de criterios busca asignar un peso o valor relativo a cada uno de estos criterios, de manera que se refleje su importancia o impacto en la toma de decisiones.

Para cada criterio se utilizó una escala de valoración de 1 a 4, siendo 1 el nivel más bajo de cumplimiento del criterio y 4 el nivel más alto de cumplimiento, a excepción del cuarto criterio, en donde se utilizó una escala de valoración de 1 a 3, dado que la cantidad de elementos que evalúa dicho criterio son únicamente 3.

VALORACIÓN	
4	Alto cumplimiento
3	Medio Cumplimiento
2	Bajo cumplimiento
1	Nulo cumplimiento

A continuación, se presenta la valoración para cada uno de los criterios establecidos:

1. Según inversiones en innovaciones:

SEGÚN INVERSIONES EN INNOVACIONES	
DEFINICIÓN DE LOS PUNTAJES DE EVALUACIÓN	
4	Alto, el subsector tiene una alta inversión en innovaciones

3	Medio, el subsector realiza considerablemente inversión en innovaciones
2	Bajo, el subsector realiza poca inversión en innovaciones
1	Nulo, el subsector no realiza inversión en innovaciones

2. Según el tamaño de empresa:

SEGÚN EL TAMAÑO DE LA EMPRESA	
DEFINICIÓN DE LOS PUNTAJES DE EVALUACIÓN	
4	Pertenece Gran empresa
3	Pertenece a la Mediana empresa
2	Pertenece a la Pequeña empresa
1	Pertenece a la Micro empresa

3. Según la participación en exportaciones:

SEGÚN LA PARTICIPACIÓN EN EXPORTACIONES	
DEFINICIÓN DE LOS PUNTAJES DE EVALUACIÓN	
4	Alto, el subsector realiza un gran número de exportaciones
3	Medio, el subsector realiza considerablemente exportaciones
2	Bajo, el subsector realiza pocas exportaciones
1	Nulo, el subsector no realiza exportaciones

4. Según el tipo de proceso:

SEGÚN EL TIPO DE PROCESO	
DEFINICIÓN DE LOS PUNTAJES DE EVALUACIÓN	
3	El subsector mayormente tiene una producción en lote
2	El subsector mayormente tiene producción por serie
1	El subsector mayormente tiene producción en masa

5. Según la cantidad de empresas:

SEGÚN EL TAMAÑO DE LA EMPRESA	
DEFINICIÓN DE LOS PUNTAJES DE EVALUACIÓN	
4	Alto, El subsector tiene un alto número de empresas
3	Medio, El subsector tiene considerablemente un número de empresas
2	Bajo, El subsector cuenta con pocas empresas
1	Nulo, el subsector no cuenta con empresas

6. Según el aporte al PIB:

SEGÚN EL APORTE REALIZADO AL PIB	
DEFINICIÓN DE LOS PUNTAJES DE EVALUACIÓN	
4	Alto, realiza un gran aporte al PIB
3	Medio, realiza considerablemente aporte al PIB
2	Bajo, realiza poco aporte al PIB
1	Nulo, no realiza aporte al PIB

La evaluación de cada subsector, se realizó bajo dos criterios:

1. La información presentada en la parte de caracterización.
2. EL criterio de cada miembro del equipo.

Por lo que, el desarrollo de la evaluación consistió en asignar una ponderación por cada uno de los miembros del equipo (tres miembros) de acuerdo a la valoración de cada criterio y en base a la información detallada en el apartado de caracterización, a fin de obtener una puntuación de cada criterio para cada sector.

A continuación, se presenta la tabla en donde se detallan los resultados de la evaluación de cada criterio respecto a cada subsector:

Especificaciones:

C1: Criterio según la inversión en innovaciones

C2: Criterio según el tamaño de empresa

C3: Criterio según el nivel de exportaciones

C4: Criterio según el tipo de proceso

C5: Criterio según la cantidad de empresas

C6: Criterio según el aporte al PIB

Tabla 14: Resultados de la evaluación de cada criterio respecto a cada subsector

EVALUACIÓN							
SUBSECTOR	PUNTAJE POR CADA CRITERIO DE EVALUACIÓN						PUNTAJE TOTAL
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	12	12	9	9	12	11	65
FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	8	6	11	6	12	6	49
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, SUSTANCIAS QUÍMICAS MEDICINALES	8	12	7	6	9	11	53
IMPRESIÓN Y REPRODUCCIÓN DE GRABACIONES	9	6	7	3	9	9	43
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO	11	12	6	3	10	6	48
FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS	9	9	12	9	7	12	58
FABRICACIÓN DE CUEROS Y PRODUCTOS CONEXOS	6	3	6	5	6	6	32
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS	6	9	7	3	8	7	40
FABRICACIÓN DE PAPEL Y PRODUCTOS DE PAPEL	12	12	6	4	6	6	46
FABRICACIÓN DE MUEBLES	6	6	6	6	11	3	38
FABRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO NCP	6	6	6	3	6	6	33
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE METAL, EXCEPTO MAQUINARIA Y EQUIPO	6	12	6	3	6	8	41
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES	9	12	11	9	6	9	56
ELABORACIÓN DE BEBIDAS	12	9	6	9	6	11	53

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, los subsectores que obtuvieron la mayor puntuación al realizar la evaluación son:

1. Elaboración de productos alimenticios
2. Fabricación de sustancias y productos químicos
3. Fabricación de productos textiles

Conclusión: Con los resultados obtenidos, se consideró establecer como **UNIVERSO SUJETO DE ESTUDIO** a los tres sectores con mayor puntaje en la evaluación, es decir que, los subsectores: **ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES**, serán los subsectores a estudiar para este proyecto.

2.5 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA SUJETA DE ESTUDIO

La determinación de muestra sujeta de estudio se refiere al proceso de seleccionar una porción o subconjunto de una población para estudiarla en lugar de analizar o recopilar datos de toda la población. En muchos casos, el estudio de una población completa es impracticable o demasiado costoso, por lo que se utiliza una muestra representativa para obtener conclusiones y generalizaciones sobre la población en su conjunto.

Teniendo el universo sujeto de estudio para el proyecto, se procede a establecer la muestra sujeta de estudio, en donde primeramente se definen los tres subsectores representativos, que resultaron de la evaluación por puntos realizada en el apartado anterior, y los datos de cantidad de empresas de cada uno, a fin de obtener los datos numéricos que serán de utilidad para aplicar la fórmula de determinación de muestras.

2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SUBSECTORES DEL UNIVERSO SUJETO DE ESTUDIO

a. SUBSECTOR FABRICACIÓN DE ALIMENTOS EL SALVADOR

El subsector de alimentos en El Salvador es uno de los sectores económicos más importantes el país. La agricultura y la industria alimentaria desempeñan un papel fundamental en la economía salvadoreña, generando empleo y contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) del país. La industria alimentaria en El Salvador se ha desarrollado considerablemente en los últimos años, con la creación de nuevas empresas y la modernización de las existentes. Las principales actividades de la industria alimentaria incluyen la producción de alimentos procesados, la fabricación de productos lácteos, la elaboración de pan y productos de panadería, la producción de carnes y embutidos, entre otros.

Según datos proporcionados por la Dirección de General de Estadística y Censos (DYGESTIC) en 2018 se encontraban un total de 393 empresas de alimentos.

Clasificación de empresas: Según el listado de empresas en registro de DYGESTIC se tienen la siguiente clasificación de empresas, según la cantidad de personal ocupado:

Tabla 15: Clasificación de empresas de fabricación de alimentos según la cantidad de personas ocupadas

Clasificación de empresas	Cantidad de empresas
Grande	76
Mediana	31
Pequeña	286
TOTAL	393

Fuente: DYGESTIC

Empresas por departamento: Las empresas de alimentos en El Salvador se distribuyen por Departamento de la siguiente manera:

Tabla 16: Empresas de fabricación de alimentos por departamentos

Departamento	Número de empresas por Departamento
Ahuachapán	2
Cabañas	4
Chalatenango	5
Cuscatlán	5
La Libertad	79
La Paz	13
La Unión	2
Morazán	4
San Miguel	21
San Salvador	196
San Vicente	2
Santa Ana	39
Sonsonate	18
Usulután	3
Total	393

Fuente: DYGESTIC

b. SUBSECTOR DE FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS

Este subsector comprende la transformación de materias primas orgánicas e inorgánicas mediante un proceso químico y la transformación de productos. Se distingue entre la producción de sustancias químicas básicas, que constituye el primer grupo de actividades industriales, y la producción de productos intermedios y finales mediante la elaboración posterior de sustancias químicas básicas y que constituye el resto de las clases de actividades

Empresas por departamento: Las empresas de sustancias y productos químicos en El Salvador se distribuyen por Departamento de la siguiente manera:

Tabla 17: Empresas de fabricación de sustancias y productos químicos por departamentos

Departamento	Número de empresas por departamento
La Libertad	3
San Salvador	39
Santa Ana	1
Total	43

Fuente: Elaboración propia con datos de páginas amarillas

c. SUBSECTOR DE FABRICACIÓN TEXTIL

El subsector textil en El Salvador ha sido históricamente una parte importante de la economía del país. Durante varias décadas, la industria textil ha desempeñado un papel significativo en la generación de empleo y en las exportaciones de El Salvador.

El Salvador ha destacado en la fabricación de prendas de vestir, textiles para el hogar, ropa deportiva y productos de marroquinería. Las empresas textiles salvadoreñas han sido

reconocidas por su capacidad para producir grandes volúmenes de productos a precios competitivos y con altos estándares de calidad.

Sin embargo, el subsector textil en El Salvador también ha enfrentado desafíos en los últimos años. La competencia de otros países en la región, como Honduras y Guatemala, ha advertido, lo que ha llevado a una mayor presión sobre los costos de producción y los márgenes de beneficio, por otro lado, la industria textil ha logrado inversiones tanto nacionales como extranjeras y ha establecido relaciones comerciales con diversas marcas internacionales.

Subsector Textil: Clasificación de las Empresas

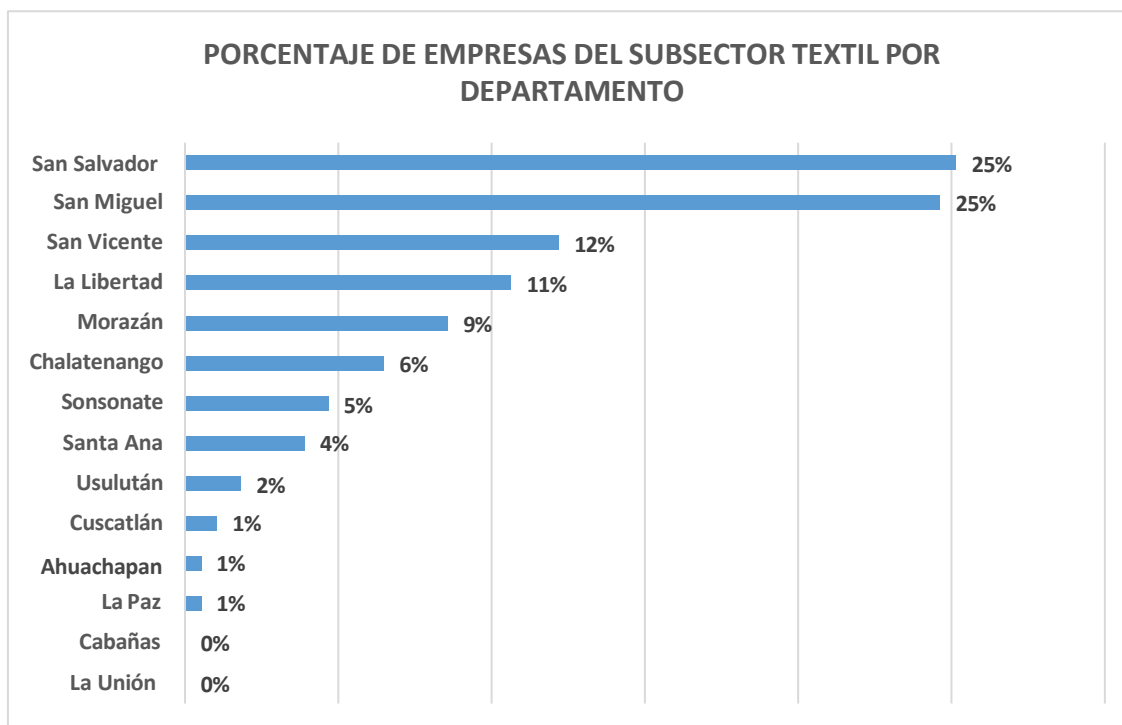
Tabla 18: Clasificación de empresas textiles según la cantidad de personas ocupadas.

CLASIFICACIÓN	RANGO DE PERSONAL REMUNERADO	N°. DE EMPRESAS
Grande	Más de 100	20
Mediana	Entre 51 y 100	7
Pequeña	Entre 11 y 50	32
Micro	Hasta 10	61
TOTAL		120

Fuente: ISSS según clasificación del MINEC

A continuación, se presenta la gráfica en donde se detalla el porcentaje de empresas por departamento del subsector textil:

Gráfica 13: Porcentaje de empresas del subsector textil por departamento



Fuente: ISSS según clasificación del MINEC

El número de establecimiento del subsector textil, está altamente concentrado en pocos departamentos., 85% de los establecimientos del subsector textil se concentra en 5 departamentos del país, siendo los más representativos los departamentos de San Salvador y San Miguel.

2.5.2 CÁLCULO DE LA MUESTRA SUJETA DE ESTUDIO

Para el cálculo de la muestra sujeta de estudio, dada la naturaleza del universo sujeto de estudio se hará uso del método probabilístico, haciendo uso de la fórmula para población finita, dado que en este caso se conoce el número de la población, es decir, el número de empresas que conforman cada subsector de estudio.

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

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

n: Tamaño de la muestra buscado

N: Tamaño de la Población o Universo

Z: Nivel de confianza

e: Error de estimación máximo

p: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito). En este caso, se refiere a la proporción o probabilidad de éxito de la migración, es decir, "p" representa la probabilidad de que la migración a un entorno 4.0 en empresas manufactureras sea exitosa.

q: Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (fracaso). En este caso, "q" es la probabilidad de que la migración a un entorno 4.0 en empresas manufactureras no sea exitosa.

A continuación, se presentan los datos que se utilizarán para efectuar el cálculo de la muestra sujeta de estudio:

DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA MUESTRA	
N	177
Z	90% el cual estadísticamente representa 1.65
e	10%
p	50%
q	50%

A continuación, se explican los valores asignados:

- ✓ Para el caso de N, se tomó en cuenta la cantidad de empresas que pertenecen a la gran y mediana empresa, siguiendo con el segundo criterio establecido para la determinación del universo sujeto de estudio, siendo la sumatoria de los tres subsectores establecidos 177.

- ✓ El valor aceptable para el porcentaje de error en la fórmula de cálculo de muestra finita es fijo y depende del contexto específico de estudio, los requisitos de precisión y la confianza deseada en las estimaciones, se puede establecer un umbral máximo de error admisible, como un 5% o un 10%, lo que significa que las estimaciones obtenidas no deben desviarse más allá de ese porcentaje del valor real de la población.
- ✓ En la fórmula de cálculo de muestra finita, el porcentaje de que ocurra el evento y el porcentaje de que no ocurra el evento son valores que dependen del contexto específico de estudio y la naturaleza del evento en cuestión, no hay un valor único o estándar que se considere indicado utilizar en todos los casos. Para determinar los porcentajes adecuados, los expertos en estadística consideran varios factores, estos pueden incluir estudios previos o investigaciones similares que proporcionen una estimación inicial de la probabilidad del evento, la magnitud del evento en la población objetivo, la disponibilidad de datos históricos o registros relevantes, y el contexto específico en el que se lleva a cabo el estudio, dado que en este caso existe la falta de investigaciones previas de la temática, es decir en ausencia de datos históricos o información previa, es importante tener en cuenta que los porcentajes establecidos serán estimaciones iniciales y estarán sujetos a incertidumbre. En estos casos, los expertos en estadística pueden aplicar métodos conservadores y utilizar porcentajes que reflejen un escenario de máxima incertidumbre, como asignar igual probabilidad tanto a la ocurrencia como a la no ocurrencia del evento (por ejemplo, 50% - 50%).

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

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

$$n = \frac{177 * (1.65)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.1)^2(177 - 1) + (1.65)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{120.470625}{2.440625}$$

$$n = 49 \text{ empresas}$$

Conclusión: La muestra sujeta de estudio está compuesta por 49 empresas, las cuales se distribuirán entre los tres sectores que componen el universo sujeto de estudio.

Los porcentajes de la distribución de la muestra sujeta de estudio, se realizó bajo un criterio, la asignación de porcentaje para cada subsector será proporcional al puntaje obtenido en la evaluación por puntos, la distribución se presenta de la siguiente manera:

Tabla 19: Distribución de la muestra sujeta a estudio

DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA SUJETA DE ESTUDIO			
SUBSECTOR	PUNTAJE OBTENIDO EN LA EVALUACIÓN POR PUNTOS	PORCENTAJE ASIGNADO DE LA MUESTRA SUJETA DE ESTUDIO	CANTIDAD DE EMPRESAS CORRESPONDIENTE A CADA SUBSECTOR
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS	65	36%	18
FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS	58	33%	16
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES	56	31%	15
TOTAL	179	100%	49

Fuente: Elaboración propia

2.6 MATRIZ DE CONGRUENCIA

La matriz de congruencia se utiliza como una herramienta para establecer la relación entre los objetivos o resultados esperados de la investigación y las diferentes etapas o componentes del proyecto.

La matriz de congruencia en un proyecto de tesis es una estructura que permite al investigador visualizar y verificar la correspondencia entre los elementos clave del proyecto, como los objetivos, las preguntas de investigación, las hipótesis, entre otros.

Es decir que:

1. Relacionar los objetivos de investigación con las preguntas de investigación: La matriz de congruencia permite verificar que cada objetivo de investigación se respalde con las preguntas de investigación adecuadas.
2. Asociar los métodos con las preguntas de investigación: La matriz de congruencia ayuda a asegurarse de que los métodos de investigación seleccionados sean apropiados y estén alineados con las preguntas de investigación.

A continuación, se presenta la matriz de congruencia:

Tabla 20: Matriz de congruencia

MATRIZ DE CONGRUENCIA							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	PREGUNTAS	DIRIGIDA A	TÉCNICA E INSTRUMENTO
	Objetivo general	Hipótesis general	Variable general	Indicador general			
¿Cómo diseñar una guía metodológica para migrar a las empresas manufactureras de El Salvador de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0?	O1 Determinar la postura positiva o negativa que tienen las empresas respecto a la temática del ambiente 4.0 y la incorporación de las herramientas dentro de sus procesos.	H1 Las diversas empresas estarán a favor de migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0	VD Incorporación de ambiente 4.0 en sus empresas	✓ Interés por la temática	¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos?	GERENTE ADMINISTRATIVO	Entrevista
					¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?	GERENTE DE PRODUCCIÓN	Entrevista
					¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?	OPERARIOS	Encuesta
			VI Empresas a favor de migrar los procesos	✓ Beneficios que se obtienen a partir de tener un ambiente 4.0	¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué?	GERENTE ADMINISTRATIVO	Entrevista
		H2 Existen empresas manufactureras que están interesadas en migrar sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0			¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?	GERENTE ADMINISTRATIVO/ OPERARIOS	Entrevista/Encuesta

Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable específica	Indicador específico	Preguntas	DIRIGIDA A	técnica e instrumento
<p>O1 Definir el porcentaje de empresas que consideran atractivo y viable la incorporación de herramientas del ambiente 4.0 en sus procesos productivos.</p>	<p>H1 Las empresas manufactureras ven más atractivo tener tecnología 4.0 en sus empresas que la que actualmente poseen.</p>	<p>VD Empresas con mayor desempeño en sus procesos actuales</p>	<p>✓ índice de productividad alto</p>	<p>¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en las empresas salvadoreñas aumentara su productividad?</p>	<p>OPERARIOS</p>	<p>Encuesta</p>
		<p>¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen?</p>				
		<p>VI Las empresas ven más atractivo un ambiente 4.0 en sus procesos actuales</p>	<p>✓ índice de productividad bajo</p>	<p>¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos?</p>	<p>GERENTE DE PRODUCCIÓN</p>	<p>Entrevista</p>
		<p>¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa?</p>	<p>GERENTE DE PRODUCCIÓN</p>	<p>Entrevista</p>		
		<p>¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos?</p>	<p>OPERARIOS</p>	<p>Encuesta</p>		

	O2 Establecer los factores claves en los que se verá impulsado el sector manufacturero al incorporar un ambiente 4.0 en sus procesos productivos.	H2 El sector cumpla con los criterios de selección que se han identificado con datos históricos recolectados	VD El sector es seleccionado para la implementación de migración	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tamaño de empresa ✓ Nivel de exportaciones ✓ Tipo de proceso ✓ Cantidad de empresas ✓ Aporte al PIB 	¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?	GERENTE ADMINISTRATIVO	Entrevista
			VI El sector cumple con los requisitos implementados				
	O3 Determinar el porcentaje de empresas que se encuentran capaces de realizar inversiones en herramientas del ambiente 4.0	H3 Hay suficientes empresas manufactureras interesadas en abrir sus puertas para realizar una migración de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0	VD Las empresas abrirán sus puertas para la recolección de información	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Interés por parte de las empresas ✓ Número de empresas interesadas 	¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa?	OPERARIOS	Encuestas
					¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos?	OPERARIOS	Entrevista
			VI Empresas interesadas en migrar sus procesos a un ambiente 4.0		¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles?	GERENTE DE PRODUCCIÓN	Entrevista

	O4 Establecer la manera en que se encuentran los procesos productivos de los sectores manufactureros respecto al ambiente 4.0.	H4 Existen empresas manufactureras que poseen problemas en sus procesos actuales	VD Problemas en sus procesos actuales	✓ Cantidad de problemas en los procesos	¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?	GERENTE ADMINISTRATIVO	Entrevista
				¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?	GERENTE DE PRODUCCIÓN	Entrevista	
				¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?	GERENTE DE PRODUCCIÓN	Entrevista	
				¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?	GERENTE DE PRODUCCIÓN	Entrevista	
				VI Procesos obsoletos y poco eficientes	✓ Numero de procesos ineficientes	¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?	GERENTE ADMINISTRATIVO / OPERARIOS
			¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?		GERENTE DE PRODUCCIÓN	Entrevista	
		H5 Las empresas manufactureras potenciarán el mejoramiento de la economía nacional comercial al migrar sus procesos tradicionales a	VD Las empresas potencian el mejoramiento de la economía nacional	✓ Índice de rendimiento en la economía nacional	¿Cómo podrían incidirán las empresas manufactureras en el desarrollo económico nacional?	GERENTE ADMINISTRATIVO	Entrevista

		un ambiente 4.0					
	<p>O5 Establecer los aspectos claves que debe contener la guía metodológica para efectuar su diseño y permita migrar a las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0</p>	<p>H6 Las empresas manufactureras están interesadas en adquirir la forma de guía metodológica que les sirva de ayuda para migrar sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0</p>	<p>VD Obtendrán una guía que les ayude a migrar sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0</p>	✓ Rendimiento de implementación de ambiente 4.0	¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?	GERENTE ADMINISTRATIVO	Entrevista
			<p>VI Empresas interesadas en adquirir una guía metodológica</p>	✓ Conocimiento previos de guías metodológicas	¿Qué atributos deberá tener una guía metodológica para que sea de fácil entendimiento?	GERENTE DE PRODUCCIÓN	Entrevista
					¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?	GERENTE DE PRODUCCIÓN	Entrevista

Fuente: Elaboración propia

2.7 DISEÑO DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El diseño de los instrumentos para la recolección de datos se refiere al proceso de crear y estructurar las herramientas que se utilizarán para recopilar la información necesaria en una investigación o estudio. Dentro de este diseño para el presente trabajo se hace uso de los instrumentos de la entrevista, la encuesta y la observación no participativa, con el fin de recolectar información de la situación actual de los subsectores obtenidos con anterioridad, tras la evaluación por puntos, de la industria manufacturera del país.

El diseño de los instrumentos para la recolección de datos es esencial para asegurar que se obtengan datos precisos, válidos y confiables.

A continuación, se presentan los instrumentos a utilizar para la recolección de datos del presente proyecto:

Tabla 21: Instrumentos a utilizar para la recolección de datos

Instrumentos	Descripción	Finalidad
Entrevista a los gerentes administrativos	En la entrevista se presenta abordar a los gerentes administrativos de las empresas de los subsectores seleccionados con el fin de recolectar información referente a la situación actual de la empresa con respecto a la industria 4.0, así como sus condiciones económicas y de desarrollo actuales.	Conocer la situación en la que se encuentran las empresas de los subsectores seleccionados en materia tecnológica y sus disposiciones para la migración al ambiente 4.0.
Entrevista a los gerentes de producción	A través de esta entrevista se busca abordar a los gerentes de producción para la recolección de datos en materia de los procesos productivos de la empresa,	Recolectar datos sobre la situación actual de los procesos productivos y sus disposiciones para la migración al ambiente 4.0, así como los principales

	y sus principales innovaciones en materia de las herramientas del Ambiente 4.0.	puntos a tomar en cuenta en el desarrollo de la Guía Metodológica.
Encuesta a los operarios del área de producción.	Recolectar datos de los procesos manufactureros en los diferentes niveles de la cadena de producción.	Recolectar la información del funcionamiento de las empresas manufactureras para diseñar la guía metodológica en base a las necesidades de los subsectores industriales.
Observación no participativa de los procesos de las empresas	Análisis por medio de la observación de los procesos de producción de las empresas manufactureras, para conocer de primera mano su funcionamiento.	Conocer los procesos para poder adaptarlos de mejor manera a la guía metodológica.

Fuente: Elaboración propia

Para observar los formatos de Entrevistas, Encuesta y Checklist véase el Anexo 4.

2.8 RESULTADOS DE LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

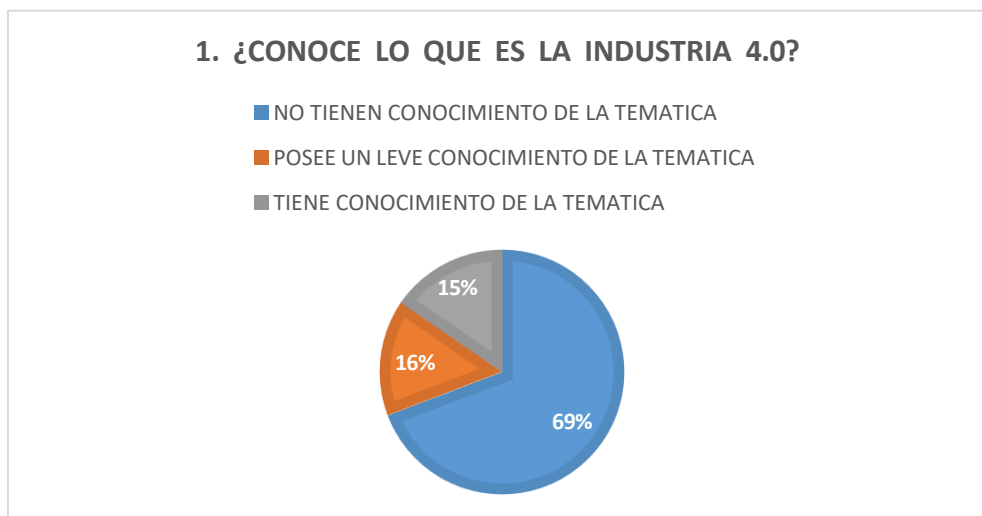
Habiéndose aclarado las fuentes de información a utilizar, los métodos de recolección de datos y los tamaños de la muestra, se realizaron las diferentes investigaciones de campo que la investigación requería, a continuación se presentan los resultados obtenidos mediante las diferentes técnicas empleadas para la recolección de información, en los anexos 3, 4 y 5 se muestran la información detallada de las respuestas por parte de los entrevistados y encuestados, siendo la base de los resultados que se muestran a continuación.

2.8.1 RESULTADOS DE INFORMACIÓN RECOLECTADA DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS A GERENTES ADMINISTRATIVOS

PREGUNTA 1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0?

CATEGORÍA	N°
NO TIENE CONOCIMIENTO DE LA TEMÁTICA	9
POSEEN UN LEVE CONOCIMIENTO DE LA TEMÁTICA	2
TIENEN CONOCIMIENTO DE LA TEMÁTICA	2
TOTAL	13

Gráfica 14: Resultado de los conocimientos de los gerentes administrativos de la Industria 4.0



Fuente: Elaboración propia

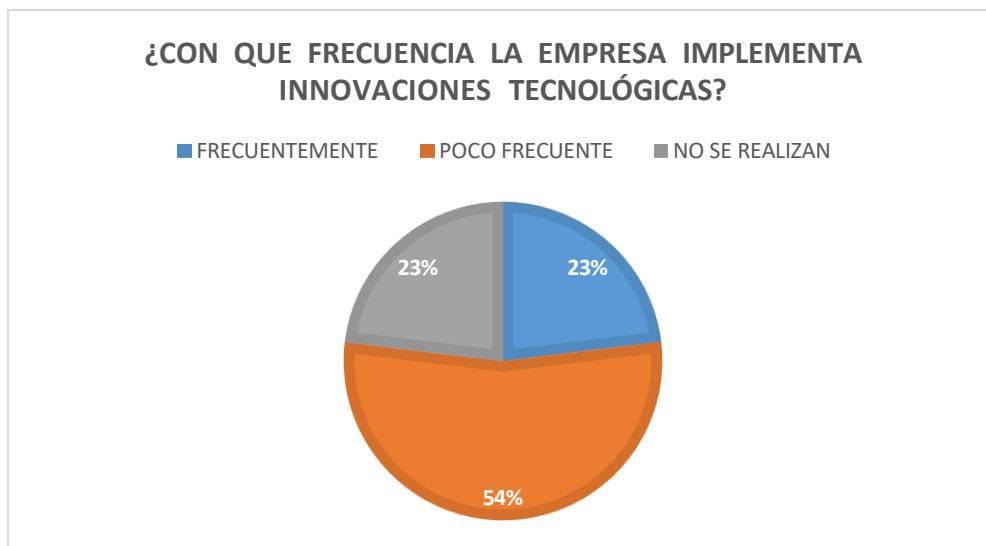
Descripción: El 69% de los entrevistados no tienen conocimiento alguno sobre la temática de la industria 4.0, otro 16% posee un leve conocimiento del mismo y solo un 15% tiene conocimiento de lo que es la industria 4.0%.

Análisis: La mayoría de las personas encuestadas pertenecientes al 69% desconoce la temática de industria 4.0, esto debido a que es una temática relativamente nueva en el país, otro factor que aumenta el desconocimiento es el poco interés que tienen estas empresas por la tecnología de la industria 4.0 puesto que tienen un alto costo de adquisición lo que las descarta como innovación viable para ellos, el 16% que tiene un leve conocimiento se debe a que tienen una noción vaga de lo que es la temática, el último 15% que es una porción menor conoce la temática algunos de ellos mencionaron haberlo investigado con anterioridad para tener una noción de la temática antes de la entrevista. Estos resultados denotan una fuerte impopularidad de la industria 4.0 dentro de las empresas manufactureras del país, quedando denotada la infravaloración que esta tiene teniendo en cuenta los múltiples beneficios que conlleva su implementación.

PREGUNTA 2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

CATEGORÍA	Nº
NO REALIZAN	3
POCO FRECUENTE	7
FRECUENTEMENTE	3
TOTAL	13

Gráfica 15: Respuesta de los gerentes administrativos a la frecuencia en la que se implementan innovaciones tecnológicas en sus empresas



Fuente: *Elaboración propia*

Descripción: El 54% de los gerentes administrativos han dicho que sus empresas generan innovaciones poco frecuentes, en cambio un 23% de los entrevistados dicen que realizan frecuentemente innovaciones, teniendo sus empresas a la vanguardia tecnológica, pero del mismo modo un 23% dice no hacer ningún tipo de innovación en sus empresas.

Análisis: El 54% de los entrevistados han denotado que sus empresas realizan innovaciones, pero estas de manera poco frecuente, esto debido a que la mayoría de estas se centran en el área de producción lo que conlleva en comprar maquinaria que es de alto costo, esto hace que la planeación de su adquisición sea de largo plazo, puesto que deben conseguir el capital de importación y compra de esta. Un 23% han visto ver que realizan innovaciones de manera frecuente, esto porque sus innovaciones son en áreas administrativas como en incorporación de software de inventarios, contables, etc. Otros porque habían realizado compra de maquinaria reciente a la visita de los entrevistadores. Por último, otra porción (23%) no realizan ningún tipo de innovación en su empresa, muchos de estos porque tenían desconocimiento si la empresa las

realizaba, pero algunos denotaron que no las necesitaban, puesto que sus procesos ya daban frutos óptimos para la elaboración de producto final.

PREGUNTA 3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué?

CATEGORÍA	N°
SI	11
NO	0
NO SABEN CON EXACTITUD	2
TOTAL	13

Gráfica 16: Consideración de los gerentes administrativos sobre si la incorporación de nueva tecnología les traería beneficios económicos



Fuente: Elaboración propia

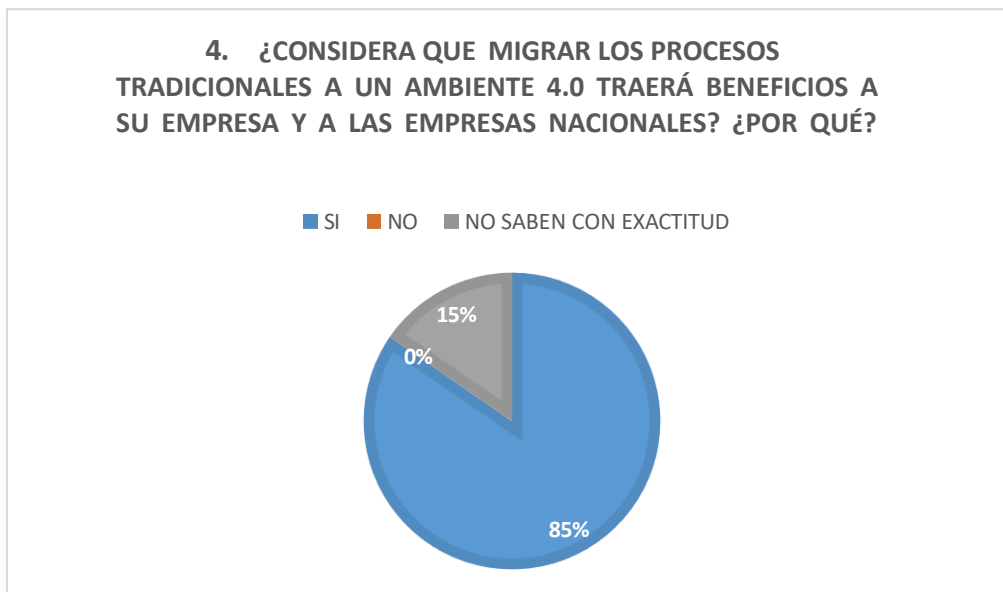
Descripción: La mayoría de los entrevistados (85%) piensan que la incorporación de nuevas tecnologías traerá beneficios a sus empresas, en cambio solo el 15% de estos no están seguros si esto sería fiable.

Análisis: La mayoría de los entrevistados (85%) están conscientes que la incorporación de nueva tecnología a sus empresas sería de alto beneficio para mejorar la producción denotando en sus respuestas un factor común que es “mayor rapidez en producción” lo que haría que aumentaran su producción y sus ventas en términos generales, otro 15% vio más allá y denotaron no estar seguros si era factible puesto que tendrían que revisar el costo de estas para poder hacer una planeación de recuperación de inversión que les diera certeza.

PREGUNTA 4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué?

CATEGORÍA	N°
SI	11
NO	0
NO SABEN CON EXACTITUD	2
<i>TOTAL</i>	<i>13</i>

Gráfica 17: Respuesta de los gerentes administrativos sobre si considerarían migrar sus procesos a un ambiente 4.0



Fuente: Elaboración propia

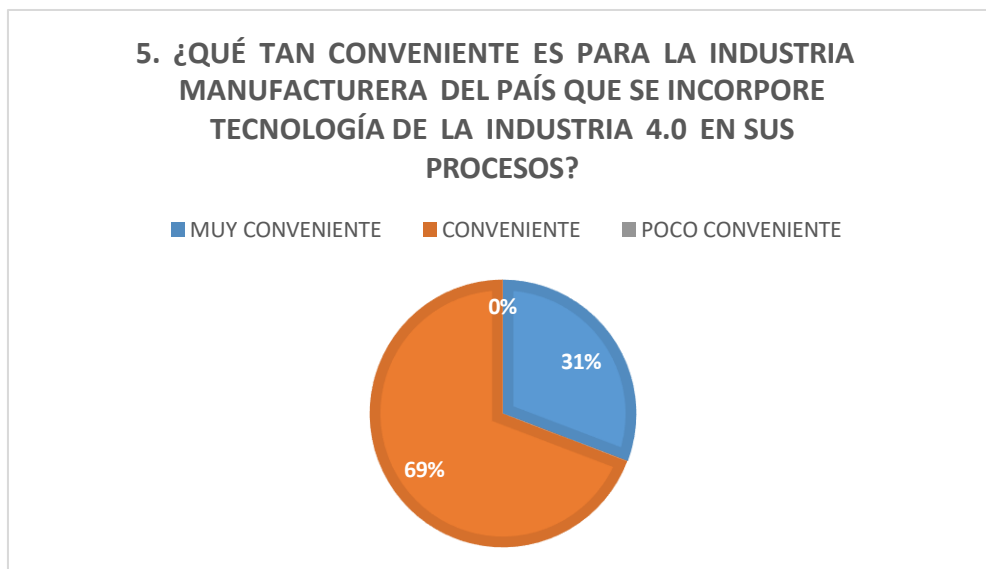
Descripción: El 85% de los entrevistados, que forman la mayoría, consideran que migrar los procesos que poseen actualmente a un ambiente 4.0 les será beneficioso dentro de las empresas y en cambio solo un 15% no están certeros si será de ayuda.

Análisis: La mayoría de los usuarios encuestados dijeron que si sería beneficioso para las empresas nacionales que se implementara un ambiente 4.0 dentro de estas, esto dado que se les explico en qué consistía el ambiente 4.0, conscientes de ello muchos mencionaron que traerá mayor productividad dado que se reemplazarán los procesos manuales a unos completamente automatizados aumentando la utilidad de la empresa y disminuyendo los costos en mano de obra, otro 15% no saben con exactitud muchos de ellos porque quisieran hacer un mayor análisis a la temática para dar una respuesta certera, puesto que los costos de la tecnología es lo que los deja en duda.

PREGUNTA 5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos?

CATEGORÍA	N°
MUY CONVENIENTE	4
CONVENIENTE	9
POCO CONVENIENTE	0
TOTAL	13

Gráfica 18: Respuesta de los gerentes administrativos sobre si es conveniente para el país incorporar la industria 4.0



Fuente: Elaboración propia

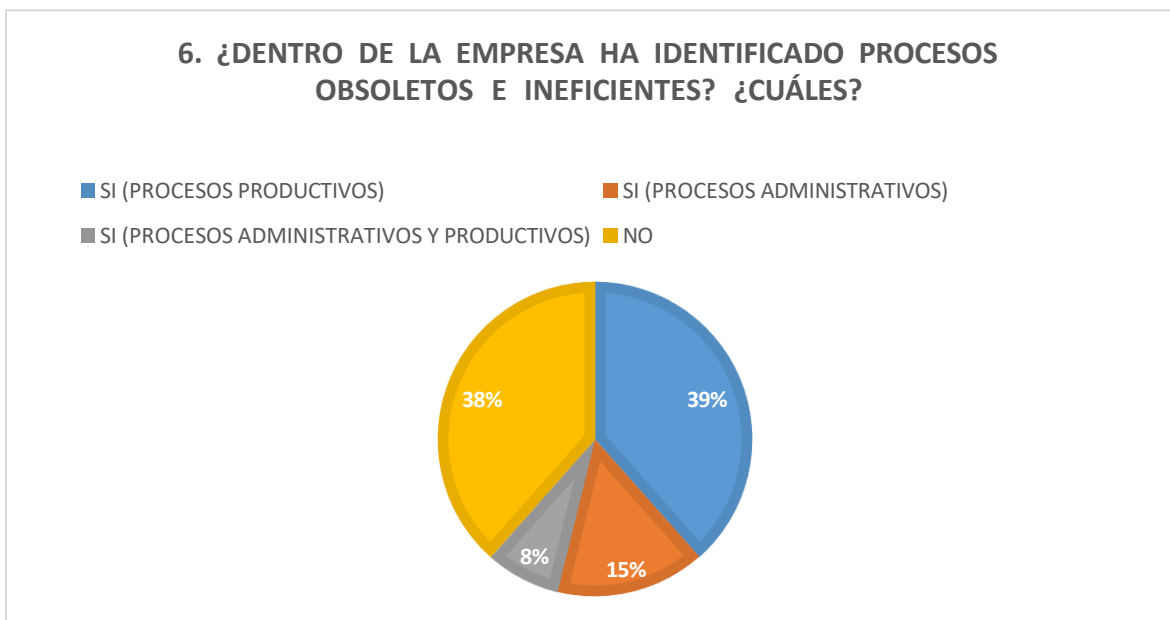
Descripción: La tecnología de la industria 4.0 agiliza los procesos y automatiza los procesos repetitivos por eso el 60% de los entrevistados piensas que es conveniente implementar esta tecnología en las empresas, y el otro 31% piensan que es muy conveniente la incorporación de la misma.

Análisis: La mayoría de las empresas siempre está buscando agilizar sus procesos, aumentar la producción, disminuir costos para aumentar sus utilidades por eso han dado un veredicto positivo al preguntarle si incorporar tecnología de la industria 4.0 sería conveniente, la gran mayoría dejaron ver que están en busca siempre de nueva maquinaria que les ayude a aumentar su producción denotando algunos que sus procesos ocupaban mucha mano de obra la cual tenía un margen de error mayor al que tendría una máquina.

**PREGUNTA 6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?
¿Cuáles?**

CATEGORÍA	Nº
SI (PROCESOS PRODUCTIVOS)	5
SI (PROCESOS ADMINISTRATIVOS)	2
SI (PROCESOS ADMINISTRATIVOS Y PRODUCTIVOS)	1
NO	5
TOTAL	13

Gráfica 19: Procesos obsoletos o ineficientes identificados en las empresas



Fuente: Elaboración propia

Descripción: El 39% de los entrevistados aseguran que, si tienen procesos obsoletos en su empresa, estos pertenecientes al área productiva, otro 38% ha dicho que no poseen tales procesos obsoletos puesto que todos ayudan al desarrollo del producto final, en cambio un 15% de los usuarios entrevistados han mencionado que hay procesos obsoletos en la administración y un 8% han dicho que existen estos procesos en áreas administrativas y productivas.

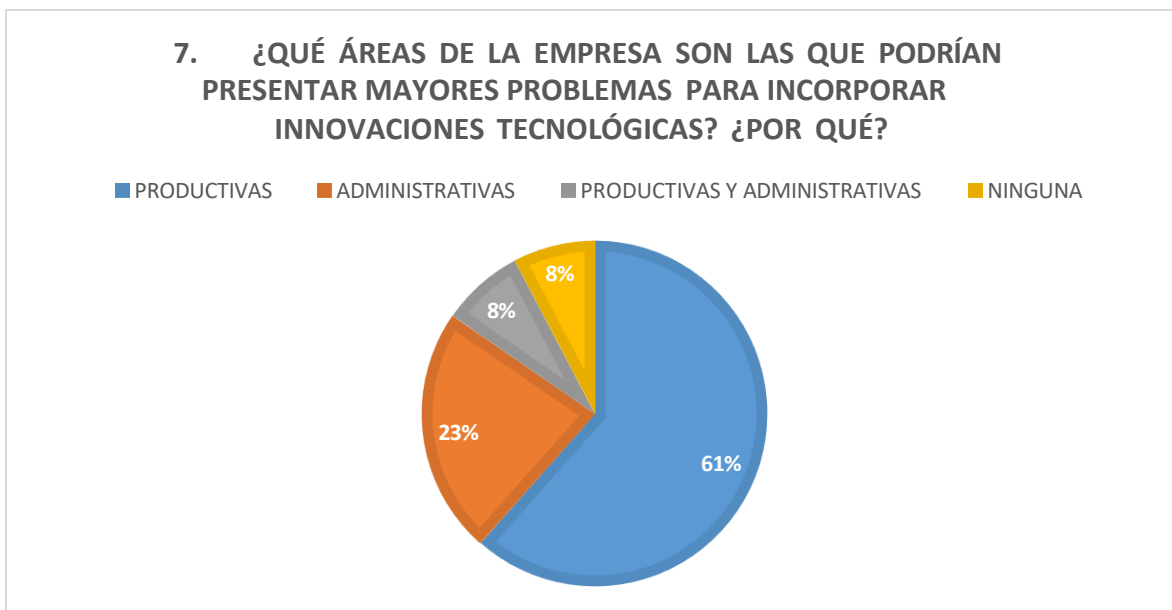
Análisis: Se ha dado un contraste entre los usuarios que han presentado procesos productivos obsoletos y los que no presentan ningún proceso obsoleto, los que han mencionado

un proceso productivo obsoleto lo mostraron en su maquinaria puesto muchas de ellas necesitaban de un operario que realizara una acción repetitiva para poder realizar el producto, teniendo muchas veces errores que hacían que un mínimo de material se perdiera. En contraste con esto los que dijeron que no presentaban procesos obsoletos usaron de justificante que todos sus procesos ayudaban a la elaboración del producto final, pero esto no es suficiente para demostrar que su proceso no era obsoleto puesto que en muchos casos la maquinaria ya era muy antigua pudiendo tener una actualización de la misma que les ayudara a mejorar más aun la productividad. Un 15% menciona que, si tienen esta clase de procesos, pero en áreas administrativas esto dado que se manejan de manera física, conllevando a mayor esfuerzo para el personal encargado, eso sin contar el costo mayor que se genera a comprar todo el equipo de oficina necesario para su registro. Asimismo, un 8% de los usuarios han dicho que los procesos tanto administrativos como productivos estaban desfasados queriendo demostrar que quieren ir más a la vanguardia, para poder posicionarse mejor junto a su competencia.

PREGUNTA 7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?

CATEGORÍA	N°
PRODUCTIVAS	8
ADMINISTRATIVAS	3
PRODUCTIVAS Y ADMINISTRATIVAS	1
NINGUNA	1
TOTAL	13

Gráfica 20: Áreas de las empresas que podrían presentar mayores problemas para incorporar nuevas tecnologías



Fuente: Elaboración propia

Descripción: La mayoría de los entrevistados, un 61%, menciono que el área que mayor problema daría a la hora de innovar tecnológicamente sería el área productiva esto por los altos costos de maquinaria que podría presentar, así como paros en producción y capacitaciones que conllevan subcontrataciones, por otro lado, un 23% dicen que sería el área administrativa la que presentaría menor flexibilidad, un 8% le dan su voto a las dos áreas puesto que piensan que la incorporación de tecnología siempre trae problemas, de igual modo un 8% dice que ninguna daría problemas.

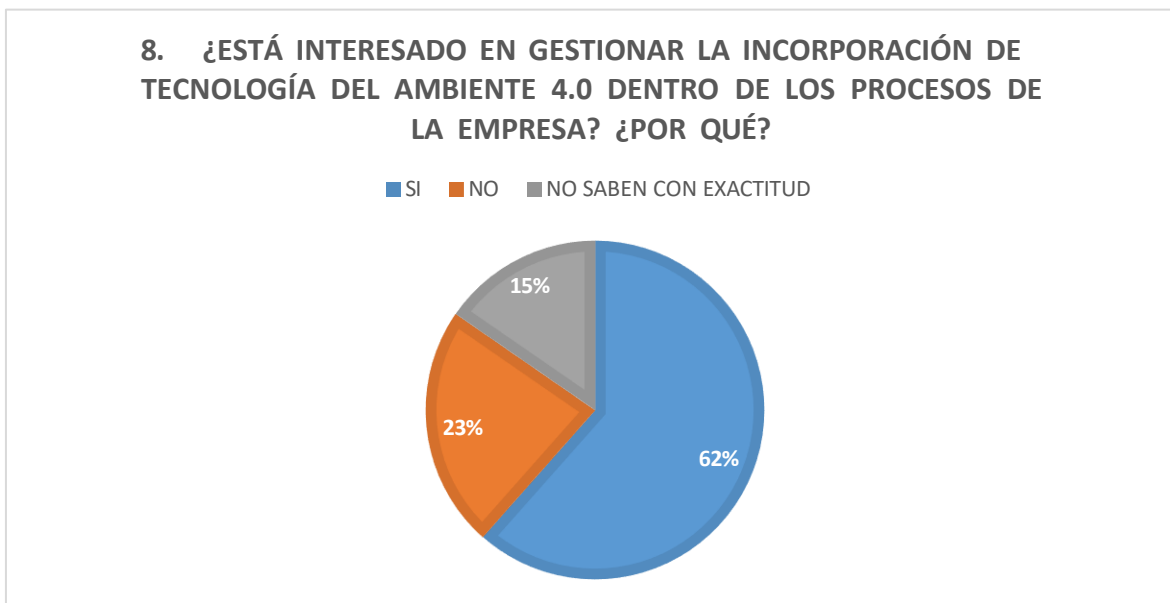
Análisis: La mayor área que presentaría problemas al implementar innovaciones según los usuarios sería las productivas, esto dado que presentaría altos costos de maquinaria, así como paros en producción y capacitaciones que conllevan subcontrataciones, otra gran parte menciona que el área administrativa sería de problema puesto que habría que capacitar al personal para poder manejar correctamente los software, una pequeña porción denotó que serían las dos áreas

antes mencionadas las que serían de problemática. Asimismo, un mismo porcentaje dijo que ningún área le sería de problema.

PREGUNTA 8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?

CATEGORÍA	N°
SI	8
NO	3
NO SABEN CON EXACTITUD	2
TOTAL	13

Gráfica 21: Interés de los entrevistados en incorporar tecnologías de la industria 4.0 en sus empresas



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Un 62% de los entrevistados están interesados en gestionar la incorporación del ambiente 4.0 dentro de sus empresas, esto por sus múltiples beneficios en productividad, en cambio un 23% dicen que no están interesados en esta, dejando muchos en

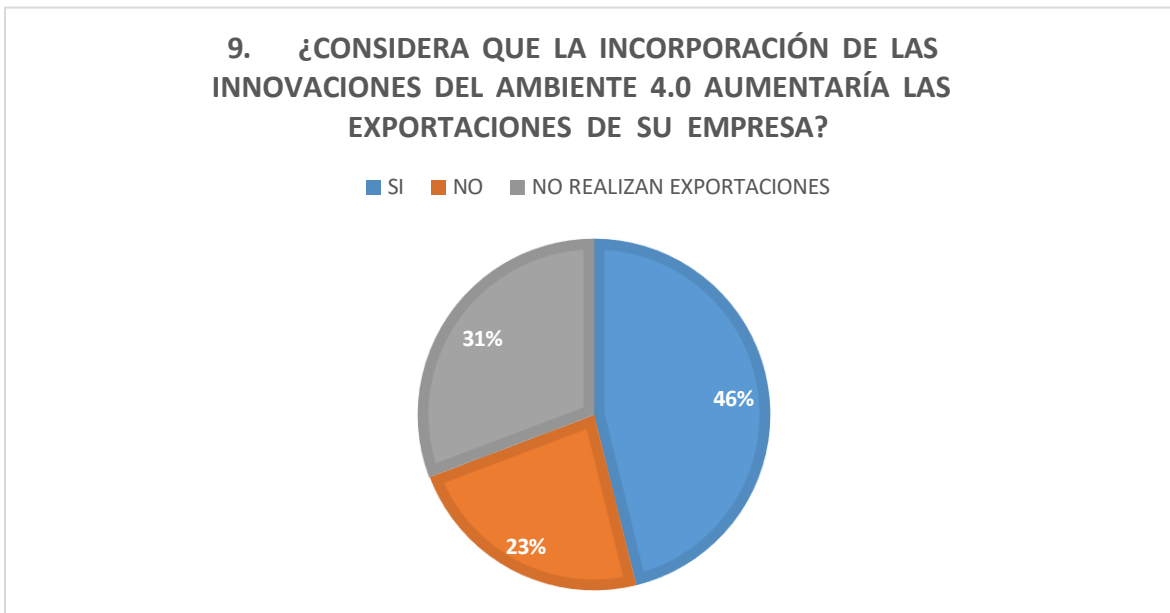
claro que sería de alto costo su incorporación, y solo un 15% no está seguro si le gustaría implementarlo en sus empresas.

Análisis: La mayoría de las empresas muestran una postura positiva ante una gestión de incorporación de tecnologías del ambiente 4.0 puesta que ante una explicación breve han entendido que esta conlleva múltiples ventajas como principalmente mencionan los usuarios “Una mayor rapidez de producción” por ello ven factible el uso de las mismas. Otro porcentaje menos (23%) presentan una negativa por los altos costos de maquinaria que estas podrían tener y no se sienten aptos para realizarlos, sólo un mínimo porcentaje no saben con exactitud pues hay muchas variables que se ven implicadas.

PREGUNTA 9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

CATEGORÍA	N°
SI	6
NO	3
NO SABEN CON EXACTITUD	4
TOTAL	13

Gráfica 22: Respuesta de los entrevistados a si la incorporación del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Una gran parte de los encuestados (46%) están certeros que un ambiente 4.0 en sus empresas aumentara las exportaciones de sus empresas, esto dado que han denotado que el aumento de eficiencia por la misma que conlleve un efecto domino que aumente la producción por tanto pudiendo tener mayor exportación, un 23% ha dicho que esto no sería de ayuda puesto que son otros factores los predominantes para las exportaciones y un 31% ha mencionado no realizar exportaciones.

Análisis: Una gran parte de las empresas han denotado que las exportaciones que realizan se incrementarían puesto que al momento de implementar un ambiente 4.0 la eficiencia aumenta pudiendo exportar una mayor cantidad de producto, cabe recalcar que este no es el único factor que recae en un aumento de exportaciones, pero es uno de los cuales pertenece a los puntos iniciales para poder llegar a ese objetivo. Por ello, un 23% de los usuarios han pensado en este punto y han dado su negativa respecto a la pregunta, se puede ver la gran cantidad de empresas

entrevistadas que no realizan exportaciones, unas porque la competencia les hizo cesar, otros tantos porque nunca han realizado.

PREGUNTA 10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

CATEGORÍA	N°
DE MANERA RÁPIDA Y SENCILLA	1
PAULATINAMENTE POR MEDIO DE FASES	11
NO CONSIDERAN LA INCORPORACIÓN EN LA EMPRESA	1
TOTAL	13

Gráfica 23: Consideración de los entrevistados a incorporar las tecnologías 4.0



Fuente: Elaboración propia

Descripción: El 84% de los entrevistados que conforman la mayoría de estos dejaron denotar que la incorporación de la tecnología 4.0 en sus procesos debe de ser paulatinamente por

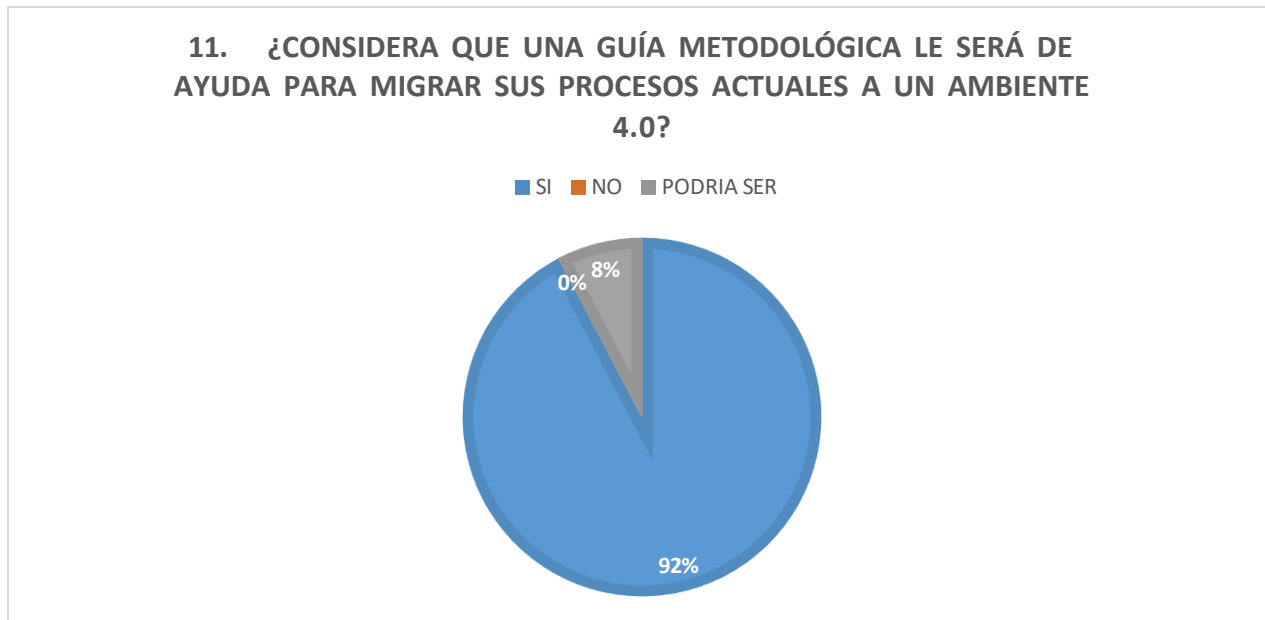
medio de fases en las cuales la más mencionada fue una “capacitación al personal” esto para que sepan manejar la nueva máquina o instrumentos que se les están asignando, por otro lado sólo un 8% ha dicho que sea de manera rápida y sencilla su incorporación, del mismo modo un 8% no consideran fiable la incorporación de la tecnología 4.0 en sus empresas.

Análisis: La mayoría de los entrevistados han mencionado que la incorporación de la tecnología del ambiente 4.0 debe de ser de manera paulatina, teniendo una serie de pasos que hagan entendible y sencilla la introducción de este ambiente en la empresa. Cabe mencionar que la fase que más resalto entre las entrevistas fue la “capacitación del personal” pues de esta dependerá si el personal se adaptara de una manera óptima o sucumbirá al fracaso en su proceso. Sólo un bajo porcentaje dijo que la incorporación debe de ser de manera rápida y sencilla no profundizando en los factores que sirven de pilar para la implementación de esta. Del mismo modo, un 8% no piensa en incorporar esta tecnología.

PREGUNTA 11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

CATEGORÍA	N°
SI	12
NO	0
PODRÍA SER	1
TOTAL	13

Gráfica 24: Consideración de los entrevistados sobre una guía metodológica para migrar al ambiente 4.0



Fuente: Elaboración propia

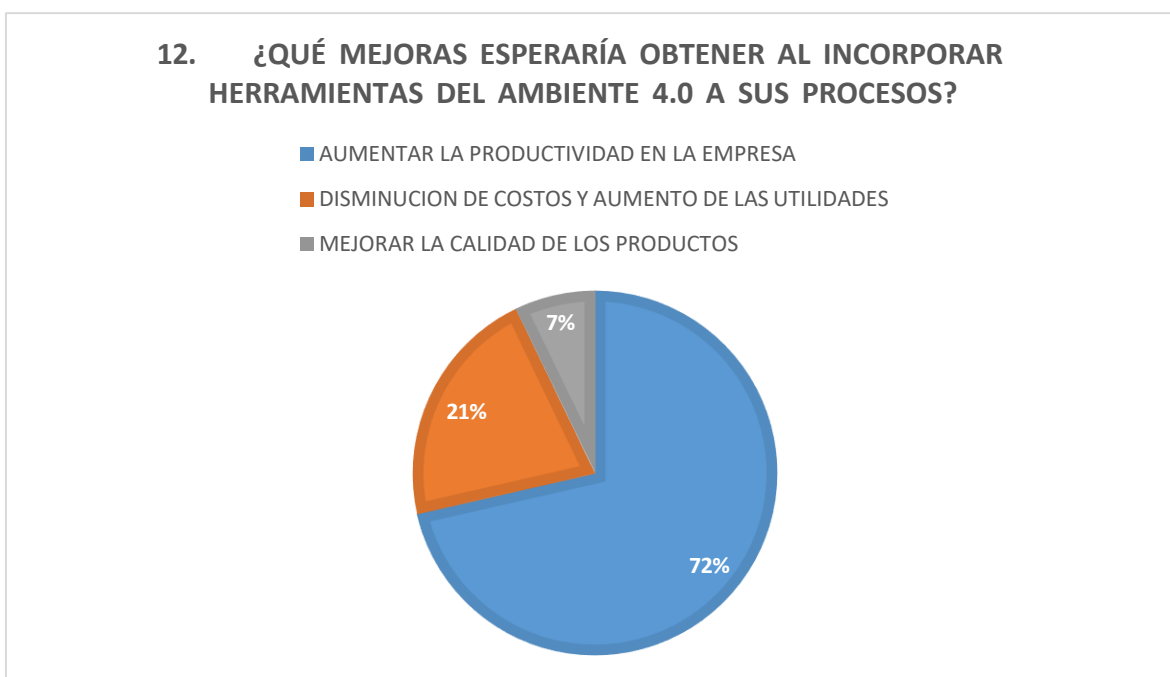
Descripción: Un 92% ha dicho que si sería de ayuda una guía para poder llevar paso a paso la metodología del ambiente 4.0, y solo un 8% no está certero si sería la mejor herramienta para poder incorporar un ambiente 4.0 en la empresa.

Análisis: Una guía metodológica es la sistematización y documentación de una metodología, es por ello que resume de una manera sencilla y práctica la migración de los procesos tradicionales de la empresa a un nuevo ámbito que será la industria 4.0, por ello la mayoría de los usuarios entrevistados han estado de acuerdo que una guía metodológica sería una manera de fácil entendimiento para realizar este proceso.

PREGUNTA 12. ¿Qué mejoras esperaba obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

CATEGORÍA	Nº
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA	9
DISMINUCIÓN DE COSTOS Y AUMENTO DE LAS UTILIDADES	3
MEJORAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS	1
TOTAL	13

Gráfica 25: Mejoras que los entrevistados esperan obtener con el ambiente 4.0



Fuente: Elaboración propia

Descripción: El 72% de los entrevistados mencionaron un posible aumento de la productividad en sus procesos gracias al ambiente 4.0, otro 21% se fueron al ámbito monetario denotando que disminuirá los costos aumentando las utilidades y por ultimo un 7% menciona que mejoraría la calidad de los productos.

Análisis: El aumento de la eficiencia, eficacia y productividad se ve reflejada en las respuestas de los usuarios entrevistados, pues estas fueron las principales razones por la cuales se

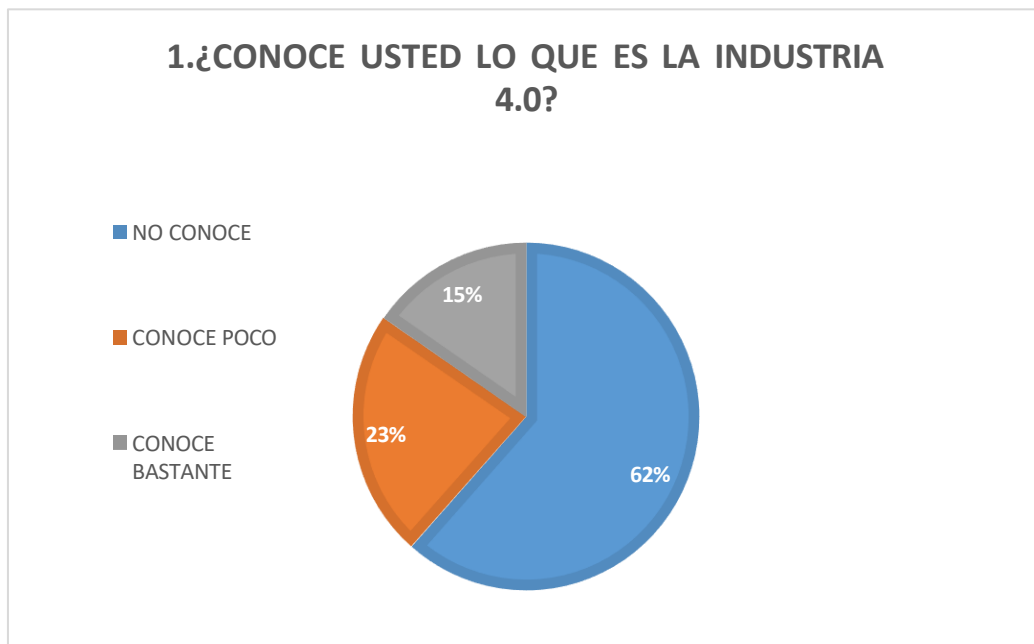
implementa el ambiente 4.0, llegando a poner en competitividad a las empresas que las logren implementar y hasta poner en la cima de la competitividad si se lleva de la mano con otros factores relevantes dentro del mercado. Asimismo, una gran parte de los entrevistados han denotado que se vería un aumento de las utilidades principalmente por el aumento de producción que se daría.

2.8.2 RESULTADOS DE INFORMACIÓN RECOLECTADA DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS A GERENTES DE PRODUCCIÓN

PREGUNTA 1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0?

CATEGORÍA	N°
NO TIENE CONOCIMIENTO DE LA TEMATICA	8
POSEEN UN LEVE CONOCIMIENTO DE LA TEMATICA	3
TIENEN CONOCIMIENTO DE LA TEMATICA	2
TOTAL	13

Gráfica 26: Conocimiento de los gerentes de producción sobre la Industria 4.0



Fuente: Elaboración propia

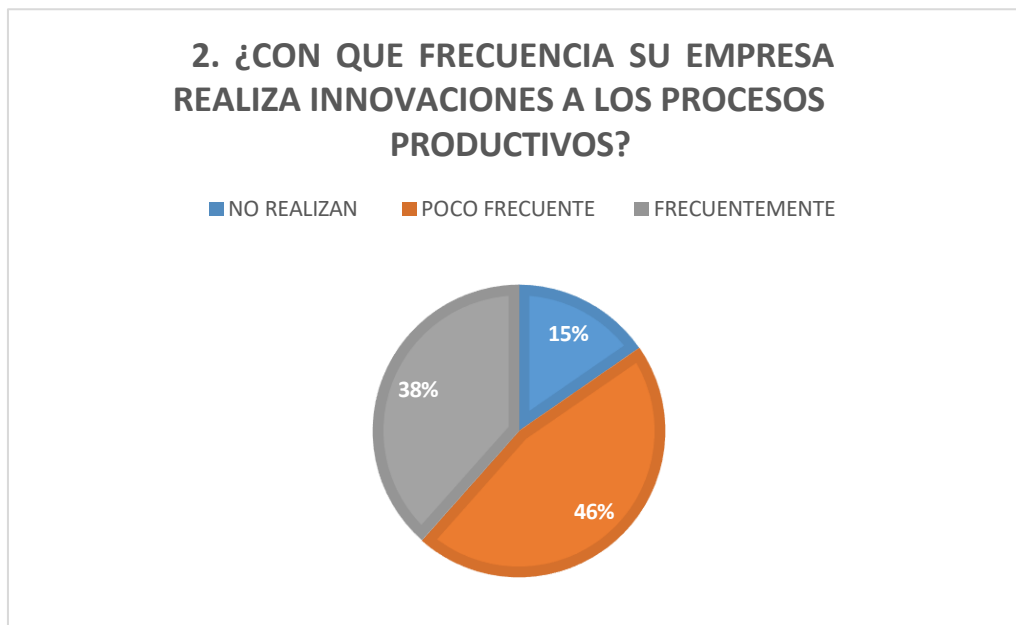
Descripción: La gran mayoría de los entrevistados, un 62% de los gerentes de producción no conoce lo que es la industria 4.0, un 23% de ellos conoce un poco sobre la temática, mientras que solo un 15% tiene un conocimiento amplio de lo que trata la industria 4.0.

Análisis: A raíz del diagnóstico realizado se puede observar que en su gran mayoría los gerentes productivos de las empresas manufactureras no conocen lo que es la industria 4.0, o tienen solamente una pequeña noción de lo que esta significa, por lo que se puede apreciar un claro atraso en materia de la temática, y nos brinda una clara idea de la situación en la que las empresas del sector se encuentran con respecto al ambiente 4.0, siendo también un indicio de algunos problemas que se tienen en los programas educativos a nivel medio y superior del país, ya que no se ha inculcado desde sus inicios la cultura de la innovación e investigación, por lo que los nuevos avances y desarrollos científicos y tecnológicos suelen pasar bastante desapercibidos.

PREGUNTA 2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos?

CATEGORÍA	N°
NO REALIZAN	2
POCO FRECUENTE	6
FRECUENTEMENTE	5
TOTAL	13

Gráfica 27: Frecuencia con la que innovan los procesos en las empresas según los entrevistados



Fuente: Elaboración propia

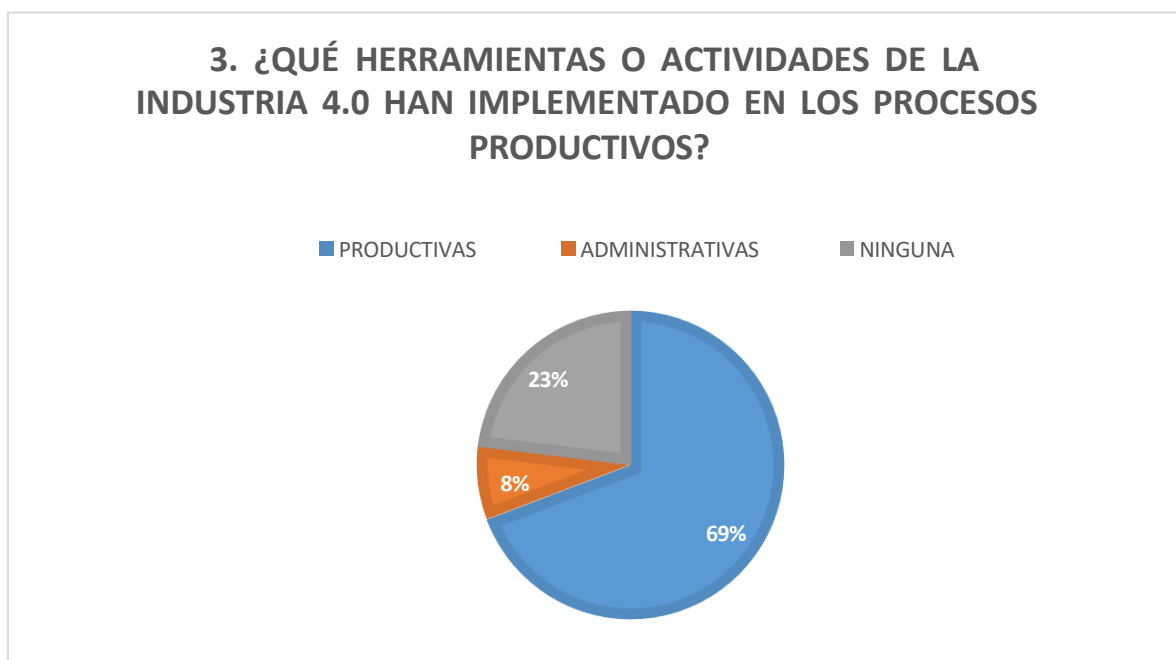
Descripción: Un 46% de los entrevistados comentan que las innovaciones en los procesos productivos son poco frecuentes en sus empresas, un 38% expresa que se realizan innovaciones frecuentemente, mientras que un 15% dice que no se realizan innovaciones a los procesos productivos de sus empresas, esto en parte por ser procesos ya bien establecidos y/o procesos muy tradicionales.

Análisis: La mayoría de las empresas no realizan innovaciones de forma constante y una buena parte las realiza únicamente cuando su maquinaria ha quedado desfasada o ha dado su vida útil, por lo que a través de los datos recolectados se puede apreciar poca cultura de innovación en una gran parte de las empresas del sector manufacturero, a través de estas respuestas se puede concluir de igual forma que las empresas están más preocupadas en seguir el día a día con los procesos y maquinarias con las que cuentan, y no se realiza demasiado esfuerzo en la innovación, desarrollo y adopción de las nuevas tecnologías como las que propone la industria 4.0.

PREGUNTA 3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa?

CATEGORÍA	N°
PRODUCTIVAS	9
ADMINISTRATIVAS	1
NINGUNA	3
TOTAL	13

Gráfica 28: Herramientas que se implementan en los procesos productivos según los entrevistados



Fuente: Elaboración propia

Descripción: El 69% de los entrevistados comenta que han implementado algunas herramientas de innovación en sus procesos en el área productiva, un 23% dice que no ha implementado ninguna herramienta, ni ninguna innovación en ninguno de sus procesos, mientras que un 8% ha implementado algunos avances en sus procesos administrativos.

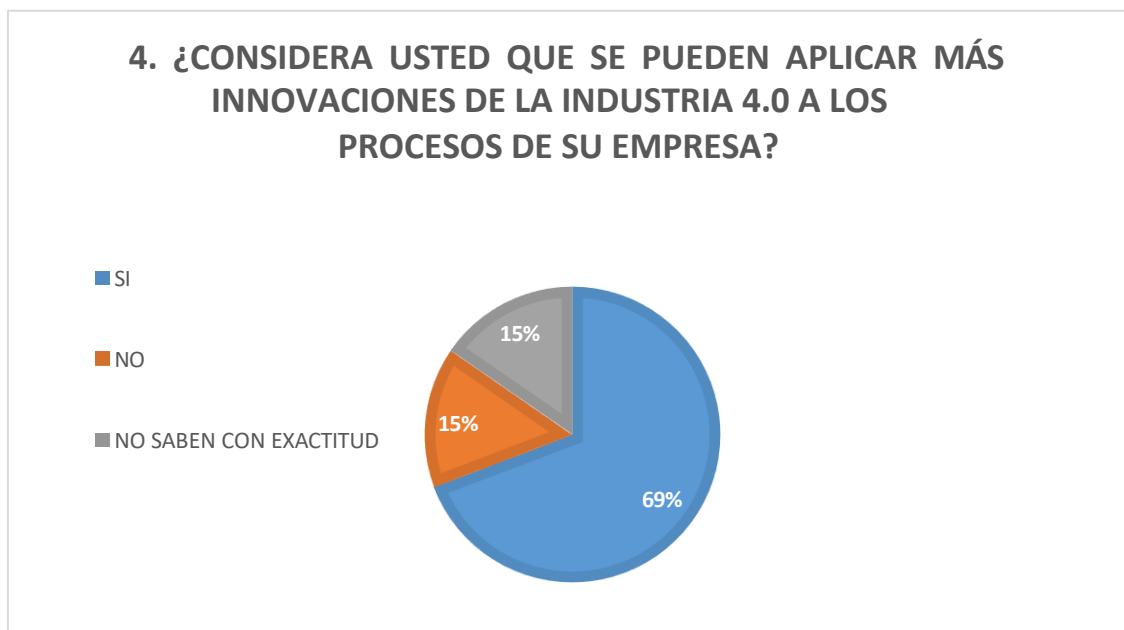
Análisis: Las empresas consultadas a través de esta etapa diagnóstica presentan ciertas innovaciones en maquinaria o equipo de las diferentes áreas productivas, más no se encontraron

como tal herramientas o innovaciones de la industria 4.0, y en su mayoría se limita simplemente a maquinaria un poco más reciente y con cierto grado de automatización para los procesos productivos de las empresas indagadas.

PREGUNTA 4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles?

CATEGORÍA	N°
SI	9
NO	2
NO SABEN CON EXACTITUD	2
TOTAL	13

Gráfica 29: Consideraciones sobre la aplicación de la industria 4.0 a los procesos de las empresas



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Un 69% de los entrevistados considera que se si pueden realizar innovaciones de la industria 4.0 en sus empresas, y lo ven como una oportunidad para el crecimiento y desarrollo continuo, mientras que un 15% considera que no se pueden implementar

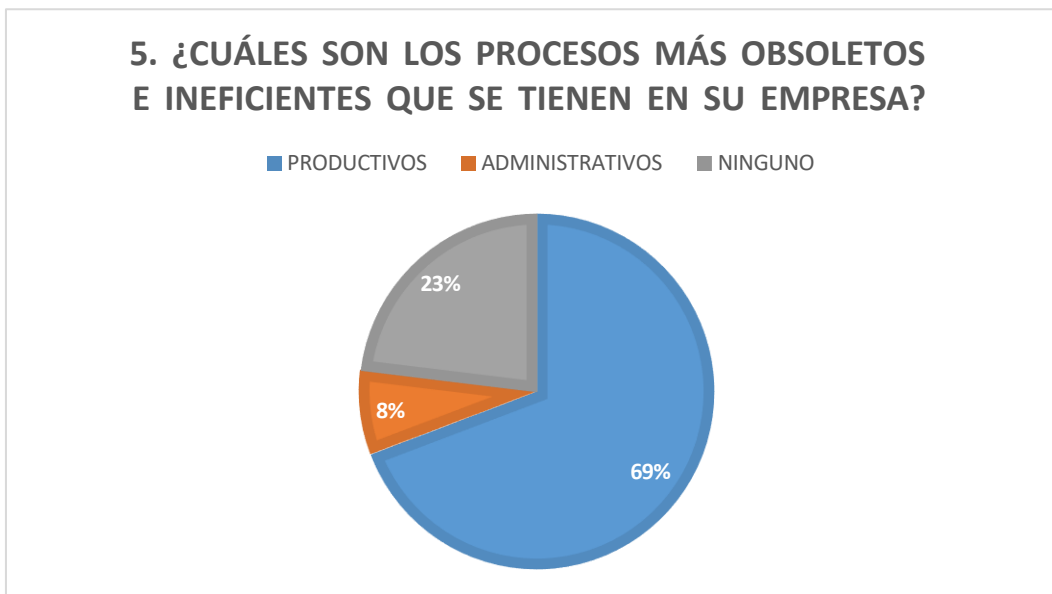
innovaciones de la industria 4.0 por las elevadas inversiones que esto conllevaría, así como a algunas restricciones que se podrían poner desde las altas esferas de las empresas, y un 15% no sabe con exactitud si sería posible, por falta de conocimiento.

Análisis: Al recolectar los datos en esta pregunta se puede observar como una buena parte de los empleados consultados, al haberles explicado en lo que consiste la industria 4.0 a los que no tenían el conocimiento sobre la temática, ven como una gran oportunidad de mejorar los procesos y herramientas que brinda el ambiente 4.0 a las empresas manufactureras, aunque se pudo conocer de igual forma que una buena parte contesto que los avances dependen de las disposiciones de la alta gerencia y si estos lo consideran conveniente para su empresa, por lo que se puede analizar nuevamente la poca cultura de innovación que se tiene en muchas empresas del sector.

PREGUNTA 5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?

CATEGORÍA	N°
PRODUCTIVOS	9
ADMINISTRATIVOS	1
NINGUNO	3
TOTAL	13

Gráfica 30: Procesos obsoletos o ineficientes detectados



Fuente: Elaboración propia

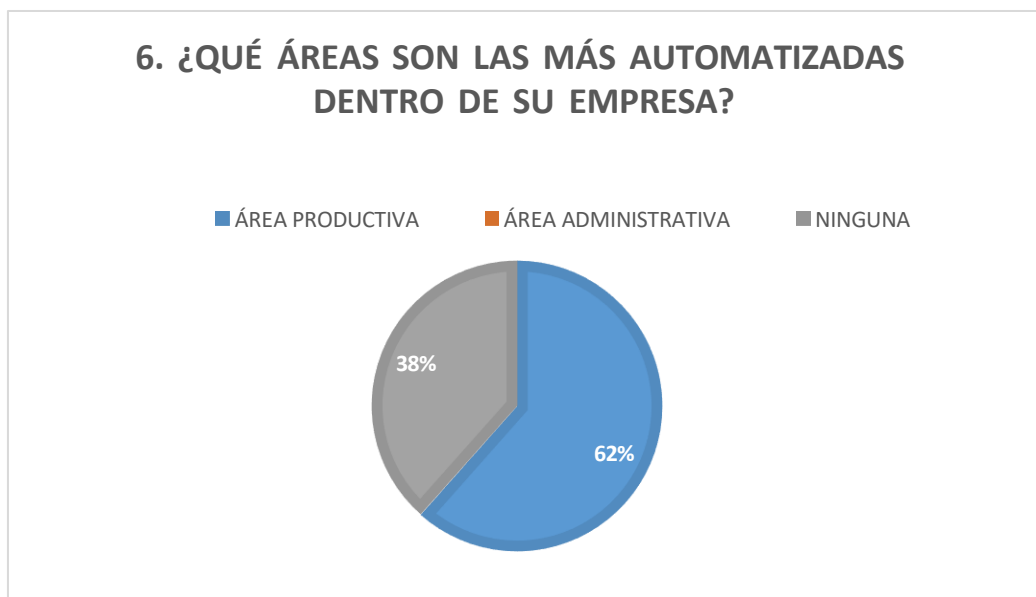
Descripción: Dentro de los procesos más obsoletos o ineficientes en su gran mayoría se encuentran en el área productiva con un 69% de las respuestas, un 23% considera que no tienen ningún proceso obsoleto o ineficiente y que su empresa funciona de forma correcta, y un 8% considera que tiene procesos obsoletos o ineficientes en el área administrativa.

Análisis: Dentro de esta área se puede conocer que una buena parte de las empresas tienen muchos procesos tradicionales donde se necesita de una buena cantidad de operarios para realizar sus procesos productivos, así como maquinaria bastante análoga, y poca digitalización de sus procesos administrativos, por lo que se puede observar todavía una gran cantidad de procesos tradicionales en las empresas, y poca inversión en automatización tanto de maquinaria como de procesos, y en algunos casos se llegó a conocer cierto grado de conformismo en la forma en la que han estado realizando las actividades dentro de la empresa.

PREGUNTA 6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?

CATEGORÍA	N°
ÁREA PRODUCTIVA	8
ÁREA ADMINISTRATIVA	0
NINGUNA	5
TOTAL	13

Gráfica 31: Áreas más automatizadas en las empresas según los entrevistados



Fuente: Elaboración propia

Descripción: El 62% de las respuestas están orientadas en que las áreas más automatizadas se encuentran en el área productiva, teniendo estas grandes inversiones en maquinarias y mejoramiento de procesos, mientras que un 38% comenta que no considera que ningún área de la empresa este lo suficientemente automatizada.

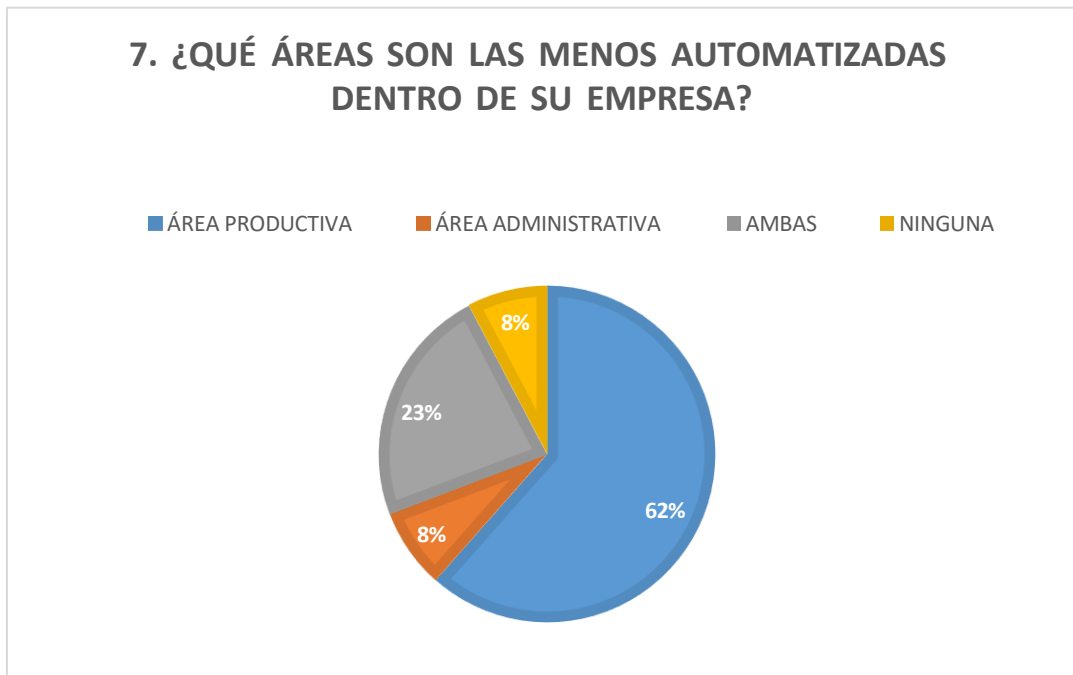
Análisis: Se puede concluir a través de las respuestas brindadas por los entrevistados que las mayores automatizaciones se encuentran en diferentes procesos del área productivo, esto en parte a las constantes innovaciones que se encuentran, aunque también se puede observar que

una parte de los entrevistados considera que los avances que hay en sus empresas no son suficientes para ser consideradas como automatizadas, por lo que se puede apreciar que aún existe una brecha muy grande en los procesos productivos de las empresas salvadoreñas con respecto a las innovaciones que trae consigo la industria 4.0.

PREGUNTA 7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?

CATEGORÍA	N°
ÁREA PRODUCTIVA	8
ÁREA ADMINISTRATIVA	1
AMBAS	3
NINGUNA	1
TOTAL	13

Gráfica 32: Áreas menos automatizadas según los entrevistados



Fuente: Elaboración propia

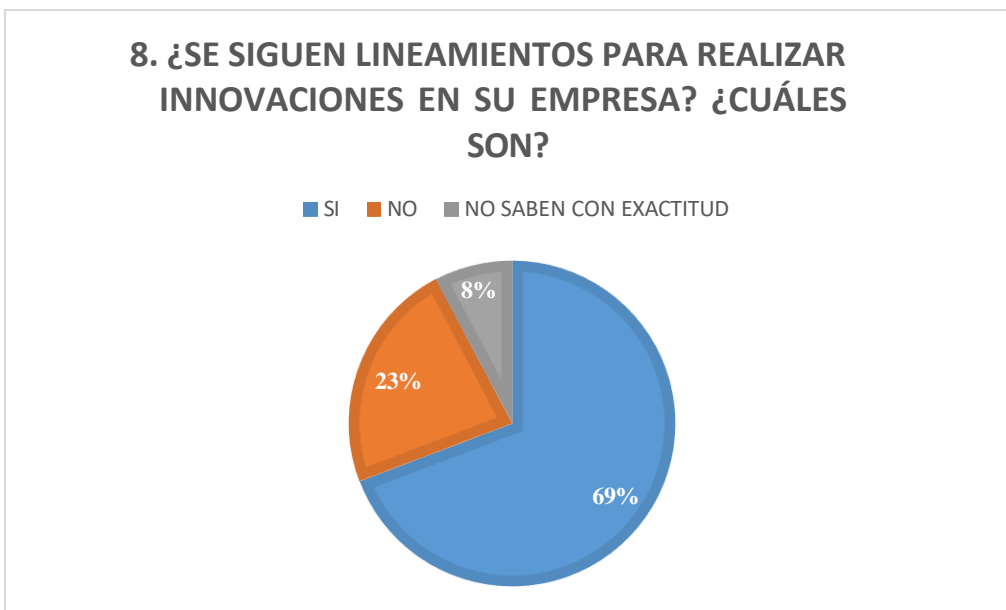
Descripción: Un 62% de los entrevistados dice que algunas áreas producción son las menos automatizadas, por lo que se da un contraste con la pregunta anterior, siendo el área productiva la más automatizada, pero que a su vez es la que tiene más oportunidades de mejora para seguir desarrollándose, un 23% de ellos comenta que tanto el área productiva como el área administrativa se han quedado desfasadas, un 8% considera que el área administrativa es la menos automatizada, y un 8% considera no tener problemas de automatización en ninguna de las áreas de la empresa.

Análisis: Esta interrogante está en consonancia con la pregunta anterior y a raíz de esta se puede observar como el área productiva a pesar de ser la más automatizada en la mayoría de empresas, también es donde se encuentran la mayoría de procesos tradicionales todavía, esto se puede explicar a raíz que hay muchos procesos en los productos estrella de las empresas que no se han cambiado y se han mantenido debido a la importancia de estos y el miedo al cambio, también resalta la poca automatización en procesos administrativos, por lo que se concluye que muchos de estos procesos siguen sin ser automatizados, y se llega en una parte de ellos a incluir nada más cierta digitalización en hojas de cálculo de Excel o programas similares, por lo que todavía es un área donde se deben realizar muchas mejoras si se quiere aprovechar al máximo las oportunidades del ambiente 4.0.

PREGUNTA 8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?

CATEGORÍA	N°
SI	9
NO	3
NO SABEN CON EXACTITUD	1
TOTAL	13

Gráfica 33: Respuesta de la pregunta de si se siguen lineamientos para realizar innovaciones en las empresas



Fuente: Elaboración propia

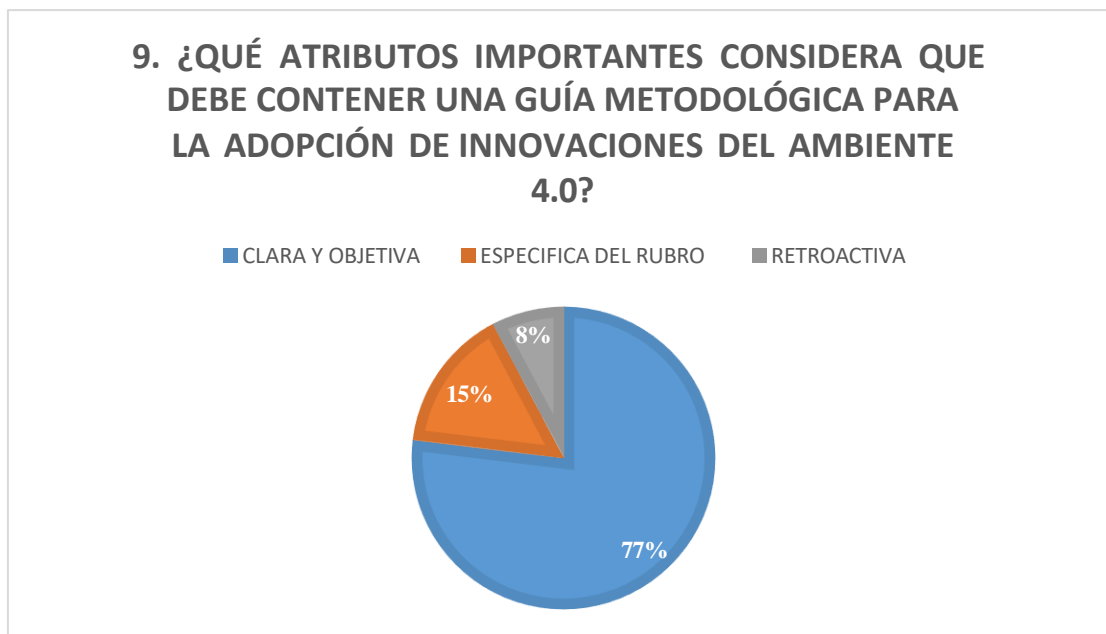
Descripción: En su gran mayoría de las respuestas con 69% comenta que se tienen lineamientos establecidos para realizar innovaciones en sus empresas, mientras que un 23% no sabe con exactitud si la empresa cuenta con lineamientos establecidos, y un 8% no cuenta con ningún tipo de lineamientos.

Análisis: A raíz de las repuestas se puede ver que una gran parte de las empresas tienen establecidos diversos lineamientos a la hora de realizar innovaciones, por lo que al momento de proporcionar la guía metodológica que se plantea en este trabajo primero debe pasar por los procesos que en su mayoría tienen las empresas, por lo que se vuelve de gran relevancia conocer algunos de estos procedimientos para poder adaptarlos a la guía.

PREGUNTA 9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

CATEGORÍA	Nº
CLARA Y OBJETIVA	10
ESPECIFICA DEL RUBRO	2
RETROACTIVA	1
TOTAL	13

Gráfica 34: Atributos que según los entrevistados debería tener una guía metodológica



Fuente: Elaboración propia

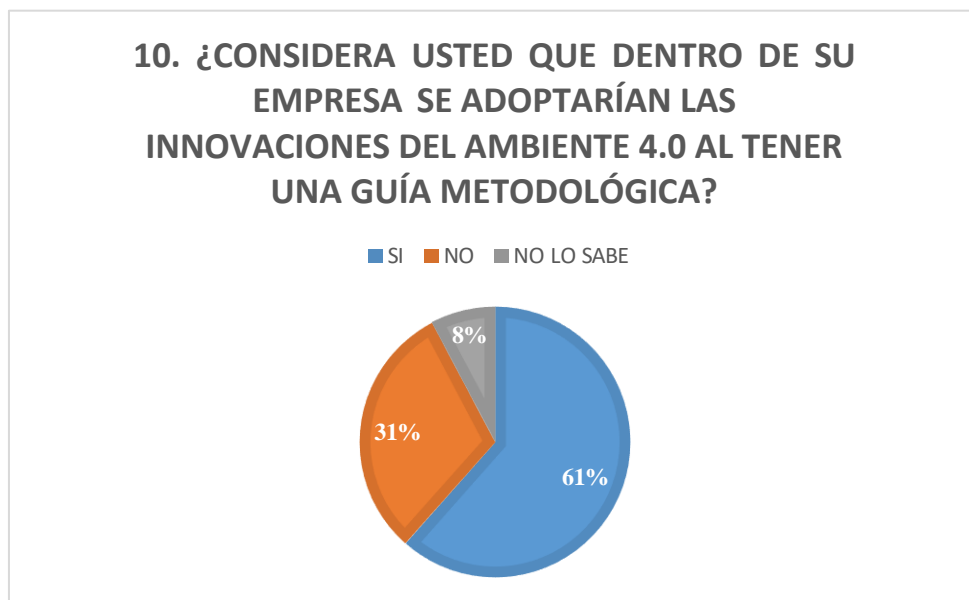
Descripción: Un 77% de los entrevistados expresa que los atributos más importantes para ellos en una guía metodológica es que esta sea clara y objetiva, fácil de entender y que sea concisa, un 15% expresa que para ellos los atributos más importantes es que la guía este orientada específicamente para su rubro, y un 8% considera que es importante que la guía sea retroactiva, es decir que los ayude a hacer una evaluación de la forma en la que ellos han estado operando sus procesos productivos.

Análisis: Dentro de los atributos principales que los entrevistados consideran indispensables en una guía es que esta pueda diseñarse de una forma entendible y clara, y que puedan plantearse objetivos y metas a las cuales llegar, para que ellos mismos introduzcan las innovaciones a sus procesos productivos a su propio ritmo y capacidades, además se resalta que sería muy importante realizar el enfoque específico a los diferentes rubros dentro del sector manufacturero, aunque esto representa un gran desafío al ser una gran cantidad de giros y subsectores.

PREGUNTA 10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

CATEGORÍA	N°
SI	8
NO	4
NO LO SABE	1
<i>TOTAL</i>	<i>13</i>

Gráfica 35: Consideraciones sobre la adopción del ambiente 4.0 al tener una guía metodológica



Fuente: Elaboración propia

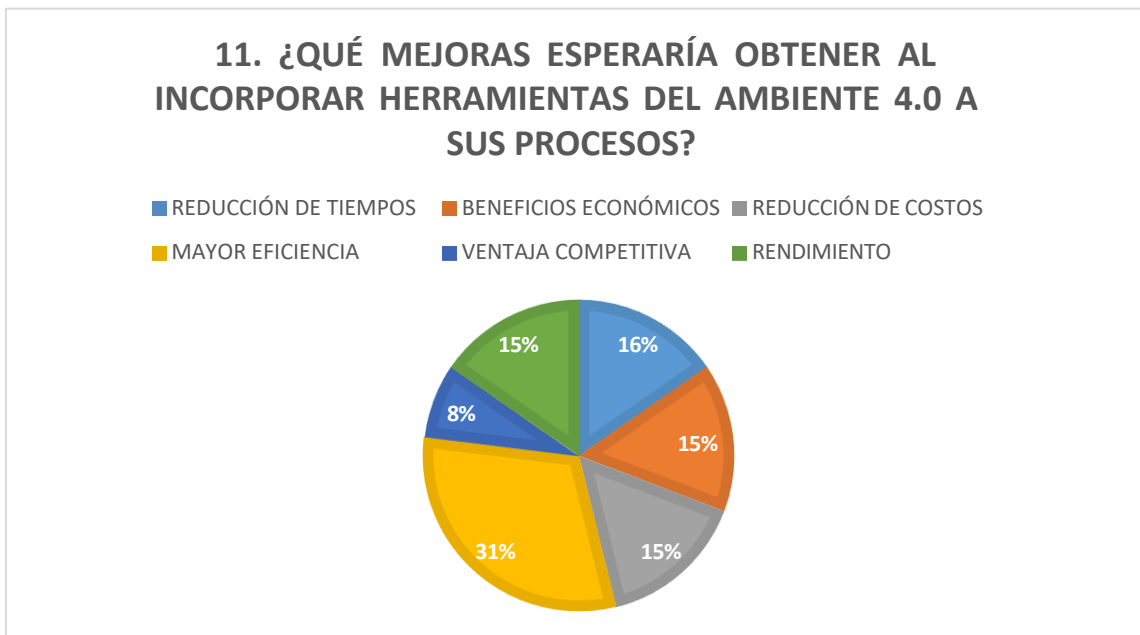
Descripción: En su gran mayoría los entrevistados, un 61%, expresan que si se adoptaría el uso de la guía metodológica sobre el ambiente 4.0, mientras que un 31% comenta que no se adoptaría en sus empresas, y un 8% no se encuentra seguro de si se adoptaría al comentar que son las esferas más altas las encargadas de determinar este tipo de cosas.

Análisis: Un poco más de la mitad de los entrevistados consultados considera que en sus empresas si se realizarían las innovaciones propuestas en la guía, sin embargo, un buen porcentaje expresa que al no ser una decisión que ellos tomarían de forma directa se volvería bastante complicado adoptar estas innovaciones a sus procesos productivos, por las inversiones que esto implicaría, volviendo a surgir el tema de la poca cultura de innovación que se tiene en las empresas salvadoreñas.

PREGUNTA 11. ¿Qué mejoras esperarías obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

CATEGORÍA	N°
REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN	2
BENEFICIOS ECONÓMICOS	2
REDUCCIÓN DE COSTOS	2
MAYOR EFICIENCIA	4
VENTAJA COMPETITIVA	1
MEJORA DE RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD	2
TOTAL	13

Gráfica 36: Mejoras que los entrevistados esperan tener con el ambiente 4.0



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Un 31% de los entrevistados comenta que al incorporar herramientas del ambiente 4.0 esperaba obtener mejoras en la eficiencia de los procesos de la empresa, un 16% espera obtener una reducción en los tiempos de producción, un 15% espera que los beneficios económicos crezcan significativamente, un 15% espera obtener mejoras en el rendimiento de toda la empresa, y otro 15% espera obtener con estas herramientas una reducción en los costos de producción y otros costos asociados, y por último un 8% espera generar una ventaja competitiva con la incorporación de herramientas de la industria 4.0 a sus procesos productivos.

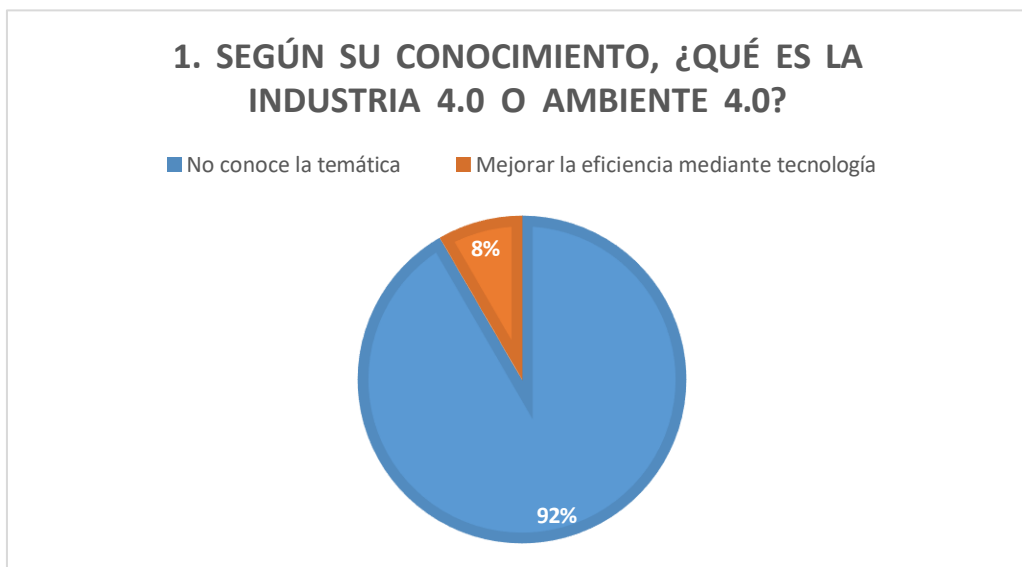
Análisis: Dentro de las mejoras que a los entrevistados les gustaría obtener con la introducción de herramientas de la industria 4.0 hay una amplia amalgama de respuestas, pero estas en su mayoría están orientadas al aumento de la eficiencia en sus procesos productivos, así como aumento en la rentabilidad y las utilidades de los productos que estas producen, generando una ventaja con respecto a sus competidores.

2.8.3 RESULTADOS DE INFORMACIÓN RECOLECTADA DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A OPERARIOS Y/O TÉCNICOS EN MANTENIMIENTO

PREGUNTA 1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0?

CATEGORÍA	Nº
NO CONOCE LA TEMÁTICA	11
MEJORAR LA EFICIENCIA MEDIANTE TECNOLOGÍA	1
TOTAL	12

Gráfica 37: Conocimiento de los operarios/ técnicos en mantenimiento sobre la industria 4.0



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Un 92% de los encuestados han desconocido la temática de industria 4.0, y solo un 8% mencionan que es mejorar la eficiencia mediante la tecnología.

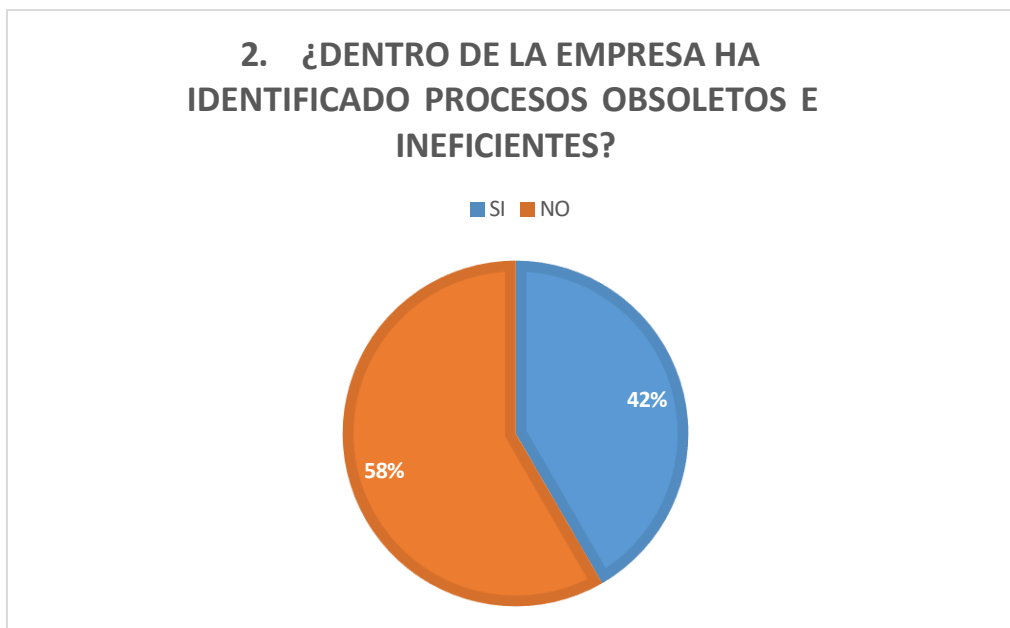
Análisis: La industria 4.0 es una temática aun nueva en el país, por ello muchas empresas todavía no han indagado en los beneficios que esta conllevaría a la hora de su implementación, solo un poco porcentaje de los encuestados tenía noción de lo que era la

temática denotando que era la eficiencia por medio de la tecnología, que en grandes rasgos aplica para definirlo.

PREGUNTA 2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?

CATEGORÍA	N°
SI	5
NO	7
TOTAL	12

Gráfica 38: Procesos obsoletos o ineficientes identificados por los encuestados



Fuente: Elaboración propia

Descripción: La mayoría de los encuestados, el 58%, ha afirmado que no tiene procesos obsoletos dentro de la empresa, en cambio un 42% de estos ha determinado que si se presentan.

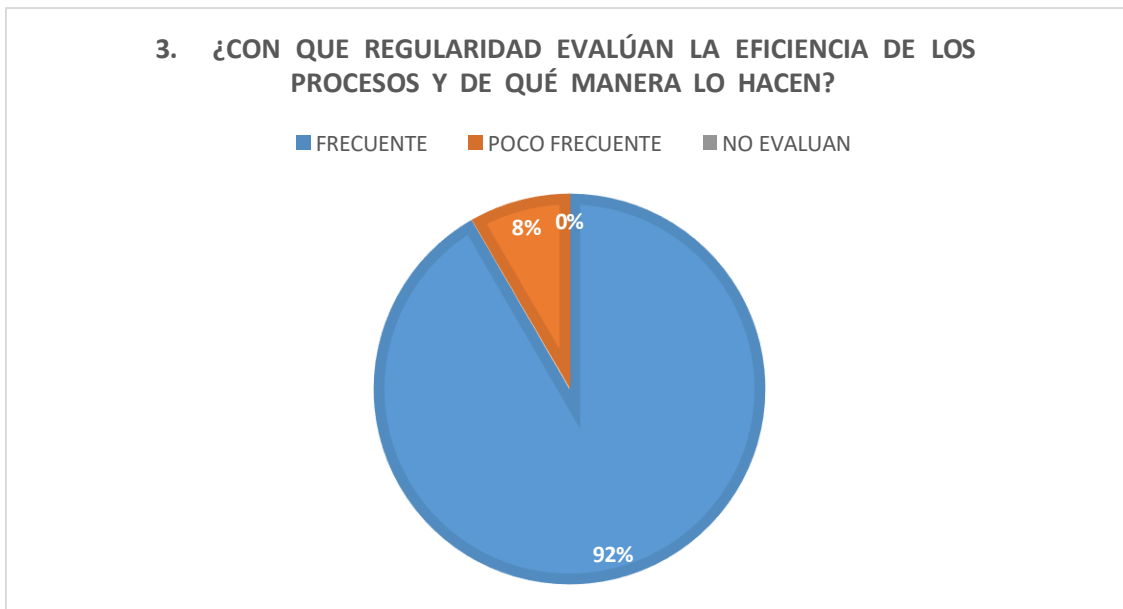
Análisis: Dentro de las encuestas a diferencia de las entrevistas se ha visto un contraste mayor entre las personas que mencionaron no tener procesos ineficientes a aquellas que mencionaron tenerla, aun así la mayoría denoto que no presentaban este tipo de procesos dado

que en mayor parte se centraban más en el concepto de ineficiente e ignoraban el concepto de obsoleto, puesto que usaban de justificación que todos los procesos eran aptos de tiempos para poder sacar el producto final, por otra parte, un alto número de encuestados también denoto que si había procesos que no ayudaban en el rendimiento de la empresa puesto estos se mantenían manuales desde hace varias años pero por cuestiones monetarias no se han implementado cambios.

PREGUNTA 3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen?

CATEGORÍA	N°
FRECUENTE	11
POCO FRECUENTE	1
NO EVALÚAN	0
TOTAL	12

Gráfica 39: Regularidad con la que se evalúa la eficiencia en las empresas



Fuente: Elaboración propia

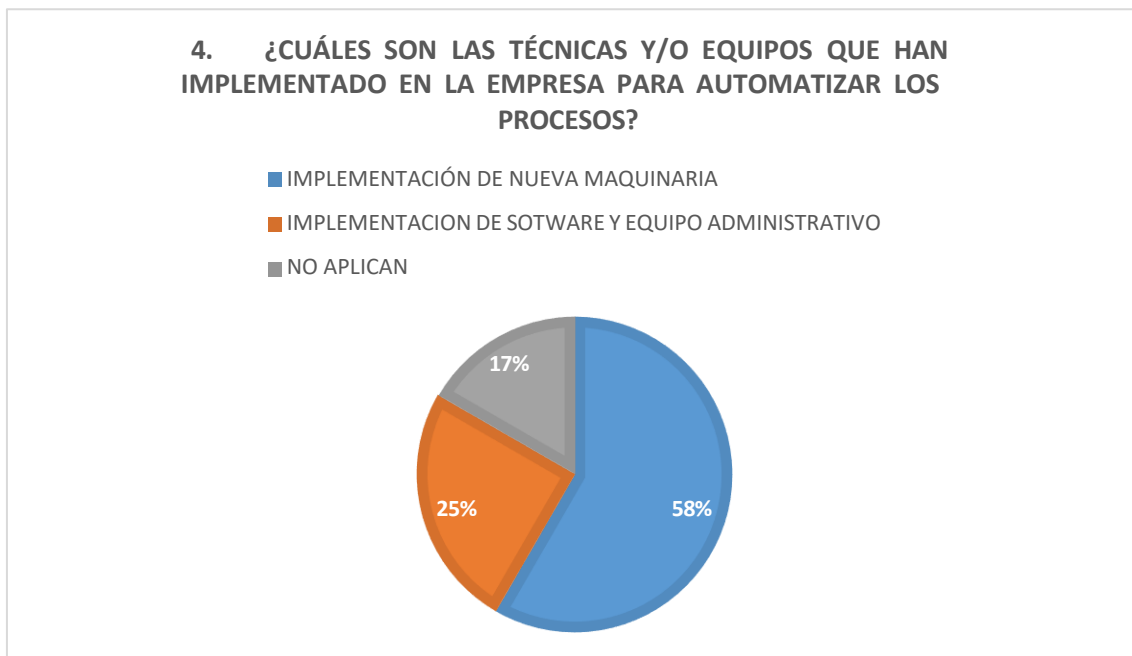
Descripción: El 92% de los operarios/jefe de mantenimiento, han mencionado que se realizan evaluaciones de eficiencia frecuentemente denotando algunos que se evalúa diariamente por medio de los supervisores, otros semanalmente y algunos mensualmente, por otro lado, un 8% evalúan poco frecuente dejando un margen mayor siendo este de un año o más.

Análisis: En la mayor parte de las empresas que se realizó las encuestas se podrían apreciar que había personal autorizado para realizar diariamente supervisiones en el área de producción, los operarios que denotaron una evalúan diaria de la eficiencia en mayor medida se referían a estas supervisiones que como tal no se sabe con certeza si lo sean, por ello se debe mencionar que lo más próximo que se hacen las evaluaciones de eficiencia en estas empresas es semanalmente, un pequeño porcentaje las realiza poco frecuentes que equivale a cada año.

PREGUNTA 4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos?

CATEGORÍA	Nº
IMPLEMENTACIÓN DE NUEVA MAQUINARIA	7
IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE Y EQUIPO ADMINISTRATIVO	3
NO APLICAN	2
TOTAL	12

Gráfica 40: Técnicas y/o equipos implementados para la automatización



Fuente: Elaboración propia

Descripción: Un 58% de los encuestados han mencionado que se han implementado nuevas maquinarias dentro del área productiva haciendo más fácil y rápidos sus procesos, otro 15% han mencionado implementación de software en sus inventarios y equipos de oficina que les ayudan a optimizar la administración, por otro lado, solo un 17% no han visto este tipo de acciones en la empresa.

Análisis: La mayor parte de las empresas manufactureras optan por comprar maquinaria que les ayude a poder aumentar la producción dentro de la empresa, pues con esta pueden tener una mayor cartera de clientes para suplir aumentando así sus utilidades, otro porcentaje mejora los software y equipos administrativos puesto que se habían manejado por mucho tiempo con registros físicos para llevar inventarios, contabilidad etc. Lo que hacía tedioso y tardío los procesos. Por otro lado, un 17% de los encuestados asegura no aplicar ningún tipo de técnica para automatizar sus procesos puesto que prefieren trabajar de manera tradicional.

PREGUNTA 5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos?

CATEGORÍA	Nº
SI	8
NO	4
TOTAL	12

Gráfica 41: Consideraciones sobre la inversión en proyectos de automatización



Fuente: Elaboración propia

Descripción: El 67% de los encuestados que son la mayoría de estos están de acuerdo que una inversión en proyectos de autorización sería de gran ayuda para la empresa, en cambio un 33% se han negado a esta práctica.

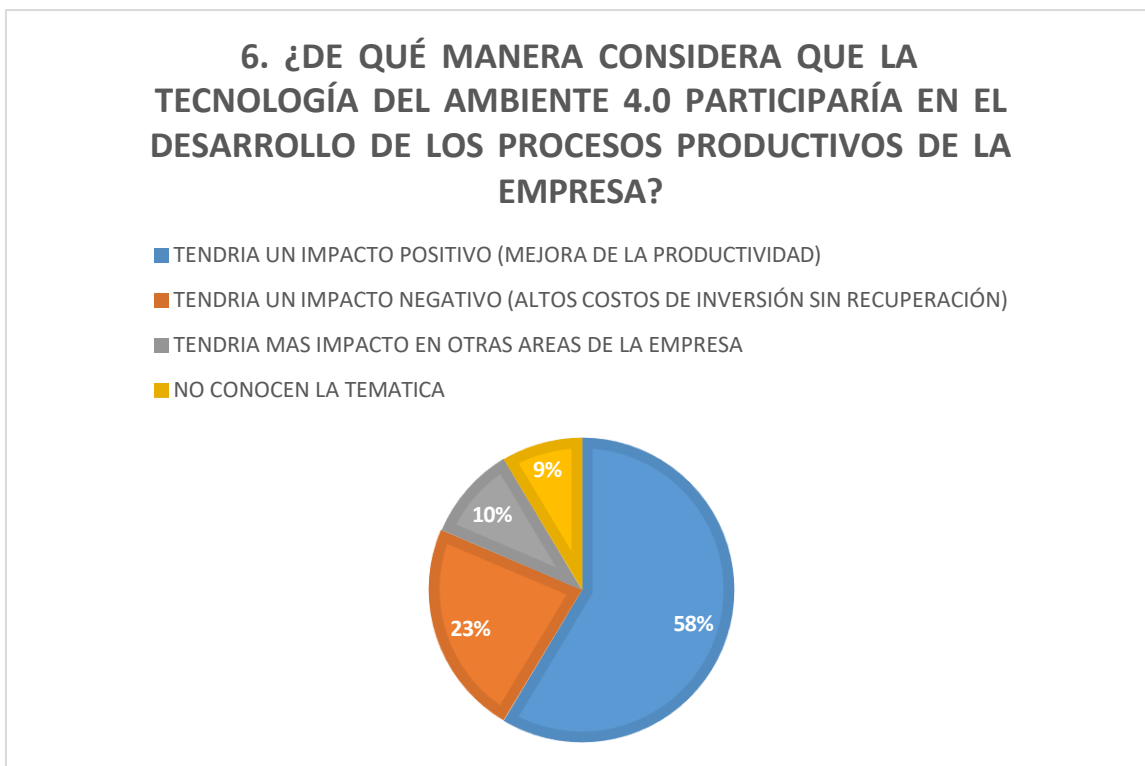
Análisis: Las inversiones suelen ser procesos riesgosos para las empresas, puesto que hay muchos factores que se tienen en cuenta antes de hacerlas, para que no resulten en un fracaso a futuro. Teniendo esto en cuenta la mayor parte de los involucrados ponen mayor

importancia en la automatización de sus procesos puesto que eso les conllevaría una mayor competitividad en el mercado, otro menor porcentaje prefiere no correr este riesgo.

PREGUNTA 6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa?

CATEGORÍA	N°
TENDRÍA UN IMPACTO POSITIVO (MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD)	7
TENDRÍA UN IMPACTO NEGATIVO (ALTOS COSTOS DE INVERSIÓN SIN RECUPERACIÓN)	1
TENDRÍA MAS IMPACTO EN OTRAS AREAS DE LA EMPRESA 2	2
NO CONOCEN LA TEMÁTICA	1
TOTAL	12

Gráfica 42: Consideraciones sobre el papel del ambiente 4.0 en el desarrollo de las empresas



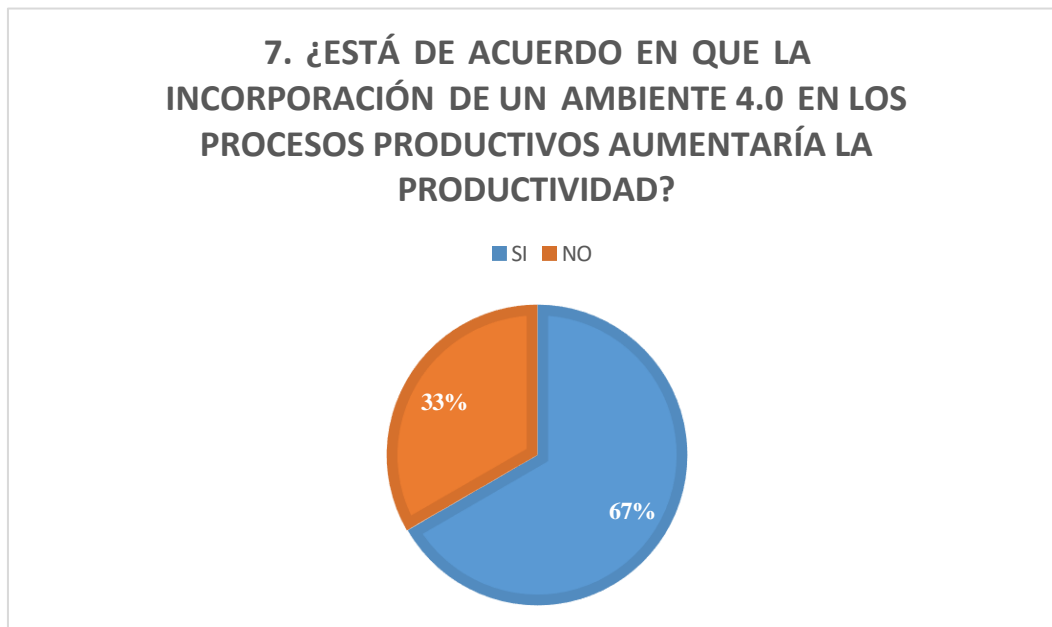
Fuente: Elaboración propia

Análisis: Se ha demostrado que los usuarios encuestados están a favor del ambiente 4.0 puesto que piensan que tendrá un impacto positivo en su productividad, aumentando los tiempos de producción, así como el número de productos elaborados. Asimismo, se presentó un porcentaje menor que piensa que tendrá más impacto en otras áreas como es la administrativa o la atención al cliente. Por otro lado, se presenta un contraste puesto que el 23% dicen que la maquinaria e implementación del ambiente 4.0 tendría un alto costo que conllevaría un riesgo para la empresa.

PREGUNTA 7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad?

CATEGORÍA	N°
SI	8
NO	4
TOTAL	12

Gráfica 43: Consideraciones sobre si la incorporación del ambiente 4.0 aumentaría la productividad



Fuente: Elaboración propia

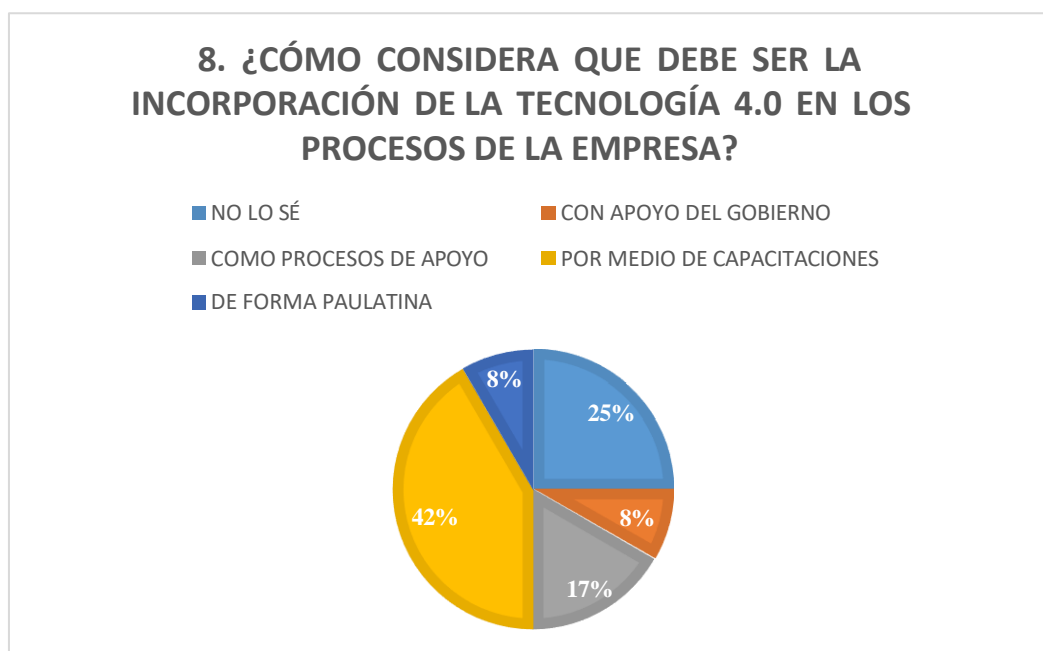
Descripción: La mayoría de los encuestados el 67% está de acuerdo en que la incorporación del ambiente 4.0 aumentaría la productividad en la empresa, mientras que un 33% de los encuestados considera que la productividad no se vería influida por la incorporación del ambiente 4.0 en la empresa.

Análisis: Una parte importante de los encuestados está de acuerdo en que la incorporación de la industria 4.0, y expresan que les gustaría porque les facilitaría el trabajo y los procesos podrían ejecutarse de forma más eficiente, sin embargo hay un porcentaje significativo que no se encuentra de acuerdo con la incorporación de las tecnologías de la industria 4.0, esto se debe a factores tanto de desconocimiento, como al hecho que la incorporación de estas tecnologías de automatización significa la reducción de personal, y por ende una parte significativa de operarios ya no tendrían mayores funciones en las empresas.

PREGUNTA 8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

CATEGORÍA	N°
NO LO SÉ	3
CON APOYO DE INSTITUCIONES DEL GOBIERNO	1
COMO PROCESOS DE APOYO	2
POR MEDIO DE CAPACITACIONES	5
DE FORMA PAULATINA	1
TOTAL	12

Gráfica 44: Posición de los encuestados sobre la incorporación de las tecnologías 4.0 en las empresas



Fuente: Elaboración propia

Descripción: El 42% de los encuestados considera que la incorporación de la tecnología de la industria 4.0 debe realizarse mediante capacitaciones, un 25% de ellos considera que debe realizarse la incorporación de todos los avances tecnológicos de manera paulatina en los procesos de sus empresas, un 17% cree que debe realizarse la incorporación únicamente en procesos de apoyo y no en todos los procesos de las empresas, mientras tanto un 8% de los encuestados considera que para incorporar estos avances las entidades gubernamentales deben ser las que respalden la incorporación de estos avances tanto en la promoción como en el apoyo de la incorporación, de igual forma un 8% no sabe cómo deberían realizarse estas incorporaciones de la industria 4.0 por falta de conocimiento de la temática.

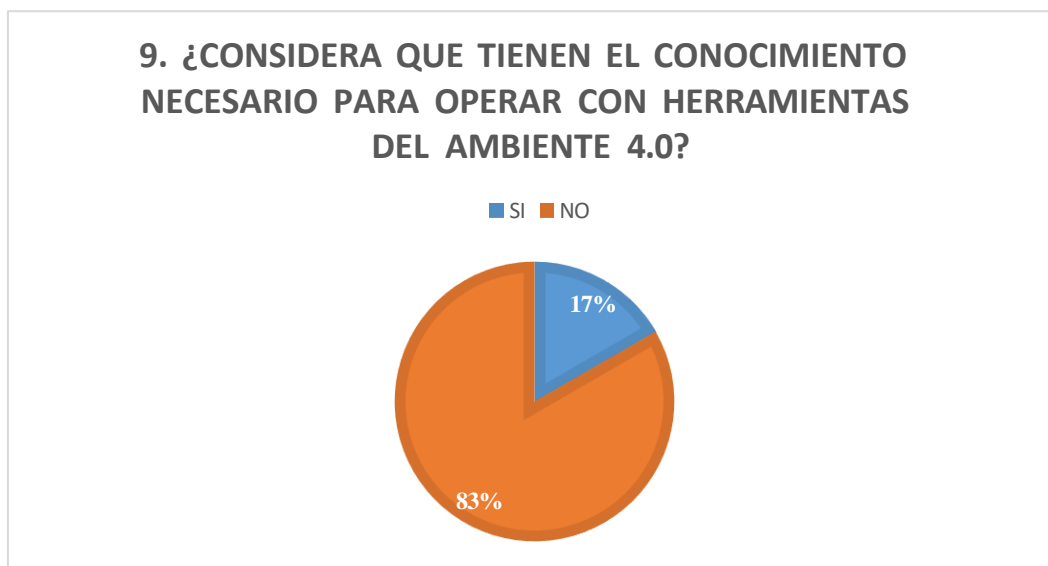
Análisis: Dentro de las respuestas más concurridas en estas encuestas está la de la incorporación de estas tecnologías por medio de capacitaciones constantes al personal, y la introducción de forma paulatina, esto puede indicar la necesidad que sienten los operarios de

aprender de estas nuevas tecnologías y que están dispuestos a adquirir todos los conocimientos necesarios para poder adaptarse, otras de las cosas que se pueden resaltar es que ellos valoran estas incorporaciones solamente en algunos procesos de la empresa, no en todos ellos, esto se puede deber a lo expuesto en la pregunta anterior y el temor a perder funciones y tareas con la automatización de todos los procesos.

PREGUNTA 9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?

CATEGORÍA	Nº
SI	2
NO	10
TOTAL	12

Gráfica 45: Consideraciones sobre si se tiene el conocimiento necesario para operar herramientas del ambiente 4.0



Fuente: Elaboración propia

Descripción: La gran mayoría con un 83% considera que no tiene el conocimiento necesario para operar las herramientas tecnológicas de la industria 4.0, mientras que solo un 17% si se considera capaz de operar todas las herramientas tecnológicas del ambiente 4.0.

Análisis: Casi la totalidad de los encuestados expresaron no tener los conocimientos para operar tecnologías de la industria 4.0, esto por el desconocimiento de todo lo que engloba esta revolución, pero en la línea de la pregunta anterior y a algunas de sus respuestas, una buena parte de los encuestados expresa que están dispuestos a aprender sobre todo lo que conlleva, a través de capacitaciones tanto sobre la temática, como sobre las innovaciones desprendidas de la industria 4.0.

PREGUNTA 10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?

CATEGORÍA	N°
SI	6
NO	6
TOTAL	12

Gráfica 46: Programas de capacitaciones en las empresas



Fuente: Elaboración propia

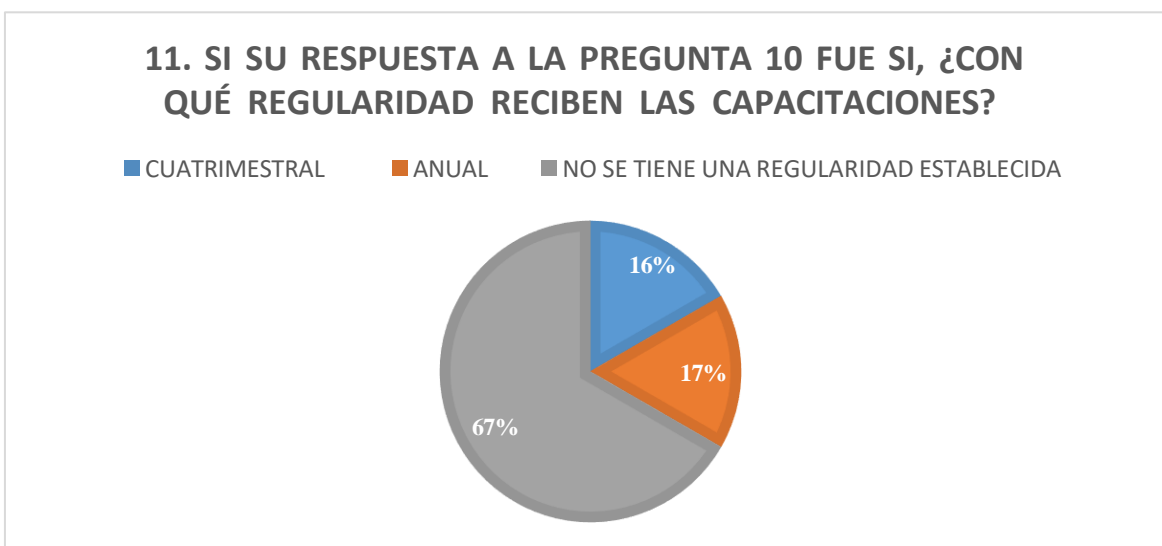
Descripción: Este apartado está completamente dividido ya que la mitad de los encuestados, es decir el 50% respondió que, si poseen un plan de capacitaciones dentro de la empresa, mientras que la otra mitad el otro 50% de ellos no posee un programa de capacitaciones.

Análisis: En esta interrogante se puede apreciar una clara división en las respuestas, esto debido a que cada empresa tiene políticas diferentes con el tema de las capacitaciones, así como metas diferentes a las cuales orientar estos procesos de aprendizaje, aunque en su gran mayoría utiliza las capacitaciones solamente cuando quieren introducir nueva maquinaria o realizar cambios en los procesos productivos o administrativos de la empresa.

PREGUNTA 11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

CATEGORÍA	N°
CUATRIMESTRAL	1
ANUAL	1
NO SE TIENE UNA REGULARIDAD ESTABLECIDA	4
TOTAL	6

Gráfica 47: Regularidad con las que se reciben las capacitaciones



Fuente: Elaboración propia

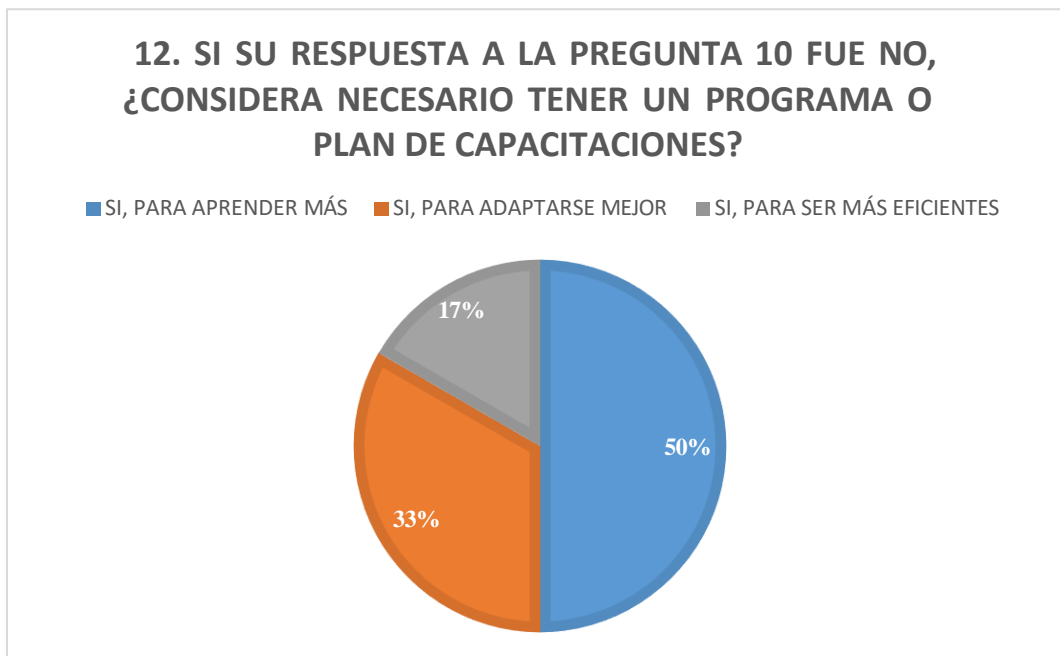
Descripción: El porcentaje mayor de los encuestados el 67% contestó que no tienen una regularidad establecida para recibir capacitaciones, sino que estas se realizan cuando la empresa las considera necesarias, un 17% recibe capacitaciones de forma anual, y el 16% las recibe de forma cuatrimestral, es decir cada cuatro meses.

Análisis: Dentro de los encuestados que contestaron que, si poseen un programa de capacitación en la pregunta anterior, la gran mayoría dice que no se tiene una regularidad establecida para recibir las capacitaciones, sino que estas se realizan cuando la empresa las considera pertinentes, por lo que como tal no hay calendarización de estas definida con anticipación, y solamente una pequeña parte de los encuestados afirma que si tiene un plan calendarizado, teniéndose que las empresas se desenfocan de la importancia de actualizar a su personal mediante constantes capacitaciones y se olvidan que es un factor crucial para competir y marcar diferencia en el mercado, además que un trabajador que se va superando constantemente en habilidades es más productivo y valioso.

PREGUNTA 12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

CATEGORÍA	N°
SI, PARA APRENDER MÁS	3
SI, PARA ADAPTARSE MEJOR	2
SI, PARA SER MÁS EFICIENTES	1
TOTAL	6

Gráfica 48: Consideraciones sobre la necesidad de contar con un plan de capacitaciones



Fuente: Elaboración propia

Descripción: La mitad de los encuestados, es decir el 50% de ellos, considera que si es necesario tener un plan de capacitaciones para adaptarse de una buena manera a los avances que ofrece la cuarta revolución industrial, el 33% de ellos considera que si es necesario para adquirir nuevos conocimientos sobre las nuevas tecnologías y avances que surgen a raíz de la industria 4.0, mientras que el 17% considera que si es necesario tener un programa de capacitaciones para ser más eficientes en las empresas.

Análisis: Todos los encuestados que fueron consultados contestaron que para ellos es necesario tener un programa de capacitación bien establecido, sin embargo, la diferencia de porcentajes radica en el enfoque de utilidad al que se refiere cada encuestado, en su mayoría lo consideran de esta manera para poder adquirir nuevos conocimientos ya sea en su área de trabajo o en innovaciones para toda la empresa, por otro lado, para poder adaptarse a las nuevas tecnologías y ser más eficientes; de esto se puede concluir que dentro de las empresas los

empleados si poseen el deseo de aprender sobre las nuevas tecnologías y avances de la industria 4.0, pero al no haber programas de capacitación en muchas de las empresas del sector no se ha explotado el potencial de la mano de obra calificada y no calificada, por lo que plantea un gran reto con el fin de adaptarse a la cuarta revolución industrial.

CAPÍTULO

III

3.1 ENFOQUE DE MARCO LÓGICO

Debido a las numerosas causas y efectos encontrados mediante la recolección de información por medio de los instrumentos empleados, es necesario redireccionar todas las causas a un solo problema, el cual mejoré los efectos generados. Se aplicará la metodología del Análisis de Marco Lógico (AML) para reformular el planteamiento del problema. Dicha metodología consiste en realizar los siguientes pasos:

Ilustración 3: Esquema del enfoque de marco lógico

MATRIZ DE INVOLUCRADOS

- Se enlista todas las entidades que estarán involucradas, ya sea directa o indirectamente con el proyecto.

ÁRBOL DE PROBLEMAS

- Se identifican y analizan los problemas que presenta el proyecto, mediante un esquema de causa y efecto, respaldado por la información recolectada mediante los instrumentos de entrevistas y encuestas realiadas.

ÁRBOL DE OBJETIVOS

- Se identifican y analizan los objetivos a partir del árbol de problemas, es decir, se especifica el resultado para cada una de las causas y efectos identificados en el árbol de problemas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Se presenta la problemática central del proyecto, respaldada por los problemas identificados mediante el árbol de problemas.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el desarrollo de cada uno de los pasos anteriormente descritos para el proyecto, a fin de reformular el planteamiento del problema.

3.1.1 MATRIZ DE INVOLUCRADOS

Tabla 22: Matriz de involucrados

ACTORES	NIVEL DE INTERÉS	NIVEL DE PODER	ROL	EXPECTATIVAS	ESTRATEGIAS DE COMPROMISO
EMPRESAS MANUFACTURERAS	Alto	Alto	Su rol es adoptar la metodología propuesta y colaborar activamente en el desarrollo de la guía sufrir realimentaciones y experiencias prácticas.	Las empresas manufactureras son el grupo principal afectado por la migración a un ambiente 4.0. Esperan una guía clara y efectiva para llevar a cabo esta transición de manera eficiente y segura.	Colaboración cercana en la elaboración de la guía, realización de pruebas piloto y recopilación de datos de implementación real.
GOBIERNO DE EL SALVADOR	Alto	Alto	Su rol es proporcionar soporte normativo, financiero y promover la adopción.	El gobierno está interesado en impulsar la modernización industrial para mejorar la competitividad del país. Espera que la guía contribuya a este objetivo y que las empresas adopten tecnologías 4.0.	Colaboración en la elaboración de políticas y supervisión, provisión de fondos para proyectos de modernización y promoción de la adopción tecnológica.
ASAMBLEA LEGISLATIVA	Alto	Alto	Promulgar leyes y regulaciones que respalden la adopción de tecnologías 4.0, proporcionando incentivos fiscales, exenciones o beneficios para empresas que migren a tecnologías más avanzadas.	Esperan que el proyecto contribuya al desarrollo económico del país y que se fomente la innovación en la industria manufacturera.	Desarrollar y aprobar leyes que otorguen incentivos financieros, fiscales y regulatorios a empresas que adopten tecnologías 4.0. Colaborar con otros organismos gubernamentales para establecer un marco legal coherente.

INDUSTRIA TECNOLÓGICA	Medio	Alto	Su rol es asesorar y proporcionar herramientas y tecnologías para la migración.	La industria tecnológica busca oportunidades para ofrecer soluciones tecnológicas a las empresas manufactureras.	Ofrecer asesoramiento técnico, demostraciones de tecnología y colaboración en la implementación de soluciones.
MINISTERIO DE ECONOMÍA	Alto	Alto	Definir políticas y estrategias para el desarrollo económico y la modernización industrial. Promover la adopción de tecnologías 4.0 para mejorar la competitividad.	Espera que el proyecto impulse la modernización de la industria manufacturera y contribuya al crecimiento económico sostenible.	Colaborar con otras entidades gubernamentales y asociaciones empresariales para establecer un marco de políticas que respalde la adopción tecnológica. Facilitar recursos financieros y técnicos para empresas.
MINISTERIO DE TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL	Medio	Medio	Establecer regulaciones laborales y de seguridad relacionadas con la implementación de tecnologías 4.0. Asegurar que los trabajadores sean capacitados y que se mantengan condiciones laborales adecuadas.	Espera que las empresas implementen tecnologías 4.0 de manera segura y que los trabajadores sean capacitados para operar en el nuevo entorno.	Desarrollar pautas y regulaciones que aborden aspectos como la capacitación de los trabajadores, la seguridad laboral y la transición hacia tecnologías avanzadas.
SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES (SIGET)	Medio	Medio	Regular y supervisar los servicios de electricidad y telecomunicaciones. Puede estar involucrada en la infraestructura tecnológica necesaria para la migración a tecnologías 4.0 y la eficiencia energética.	Espera que la migración tecnológica se realice de manera eficiente y que las empresas adopten prácticas que reduzcan el consumo de energía.	Colaborar con empresas y otros organismos reguladores para asegurar la disponibilidad de servicios de electricidad y telecomunicaciones adecuados para la adopción tecnológica. Promover la eficiencia energética.

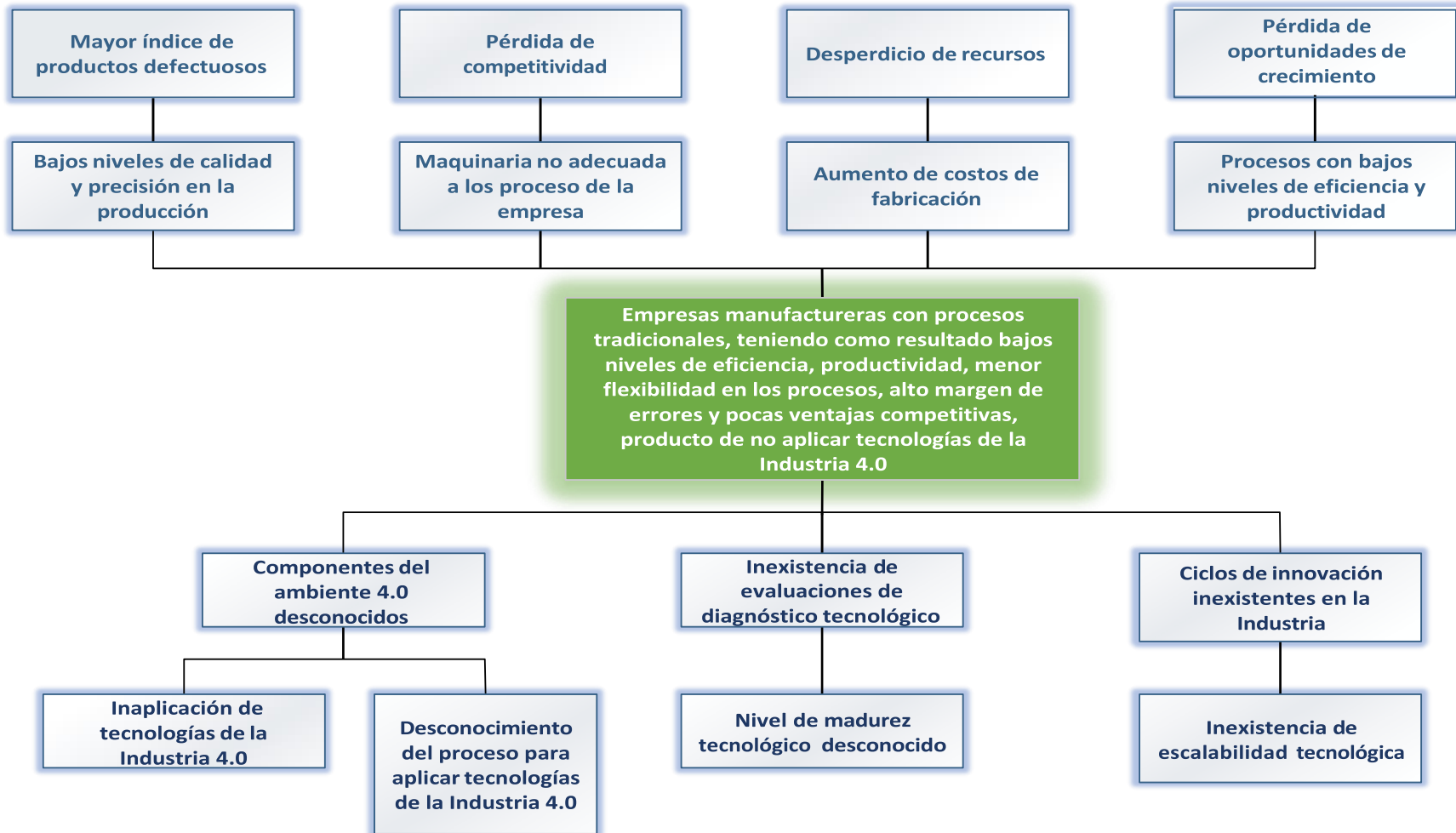
ORGANISMO SALVADOREÑO DE REGLAMENTACIÓN TÉCNICA (OSARTEC)	Alto	Medio	Establecer normativas técnicas y estándares de calidad en diversos sectores. Puede intervenir en la certificación y regulación de tecnologías 4.0.	Espera que las empresas adopten tecnologías 4.0 que cumplan con los estándares de calidad y seguridad establecidos.	Trabajar con expertos técnicos y empresas para desarrollar regulaciones claras y certificaciones para las tecnologías 4.0. Brindar asesoramiento sobre la adaptación de normativas existentes.
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	Alto	Medio	Establecer ajustes ambientales y promover prácticas sostenibles en la industria. Puede intervenir en términos de impacto ambiental y mitigación.	Espera que la adopción tecnológica se realice de manera sostenible y que las empresas minimicen su impacto ambiental.	Trabajar con empresas para asegurarse de que consideren los aspectos ambientales en su proceso de migración. Ofrecer asesoramiento sobre prácticas sostenibles y cumplimiento de condiciones ambientales.
INSTITUCIONES FINANCIERAS	Medio	Medio	Proveer financiamiento y recursos para proyectos de migración a tecnologías 4.0 en las empresas manufactureras. Evaluar la viabilidad financiera de los proyectos.	Esperan que las empresas tengan fundamentos sólidos y claros para la migración, y que puedan garantizar la devolución de los fondos.	Ofrecer líneas de crédito o préstamos preferenciales para la adopción de tecnologías 4.0. Colaborar con empresas para evaluar sus necesidades financieras y brindar asesoramiento sobre cómo financiar la migración.
TRABAJADORES	Medio	Medio	Su rol es recibir capacitación y participar en pruebas y definiciones.	Los trabajadores esperan una formación adecuada para adaptarse a las nuevas tecnologías y procesos.	Capacitación constante, participación en pruebas piloto y retroalimentación.
ASOCIACIONES EMPRESARIALES	Medio	Medio	Su rol es promover la adopción de tecnologías 4.0 entre sus miembros y brindar consultoría en etapas clave del proyecto.	Las asociaciones empresariales buscan el desarrollo económico sostenible.	Consulta regular, difusión de información y colaboración en talleres.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	Alto	Bajo	Su rol es proporcionar asesoramiento técnico y apoyar con investigaciones relevantes.	La universidad desea contribuir con investigación y conocimiento especializado.	Colaboración en investigaciones, seminarios y conferencias sobre la transformación 4.0.
PROVEEDORES	Medio	Bajo	Su rol es comunicar los requisitos y ajustar la oferta.	Los proveedores deben adaptar sus suministros a las nuevas tecnologías requeridas por las empresas manufactureras.	Comunicación constante sobre necesidades y cambios en la oferta.
COMPETIDORES	Medio	Bajo	Su rol es monitorear y adaptar a los cambios para mantener la competitividad.	Los competidores observarán las transiciones tecnológicas en la industria.	Monitoreo de las actividades del proyecto y ajuste de estrategias.
COMUNIDADES LOCALES	Bajo	Bajo	Su rol es estar informado sobre los beneficios locales y los impactos mínimos.	La comunidad local espera que la migración genere empleo y tenga un impacto mínimo en el entorno.	Difusión de información sobre empleo y sostenibilidad local.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 ÁRBOL DE PROBLEMAS

Ilustración 4: Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia

a. ANÁLISIS DEL ÁRBOL DE PROBLEMAS

El árbol de problemas identifica las causas subyacentes que contribuyen al problema central de Empresas manufactureras con procesos tradicionales, teniendo como resultados bajos niveles de eficiencia, productividad, menor flexibilidad en los procesos, alto margen de errores y pocas ventajas competitivas, producto de no aplicar tecnologías de la Industria 4.0. A continuación, se presentan algunas observaciones claves:

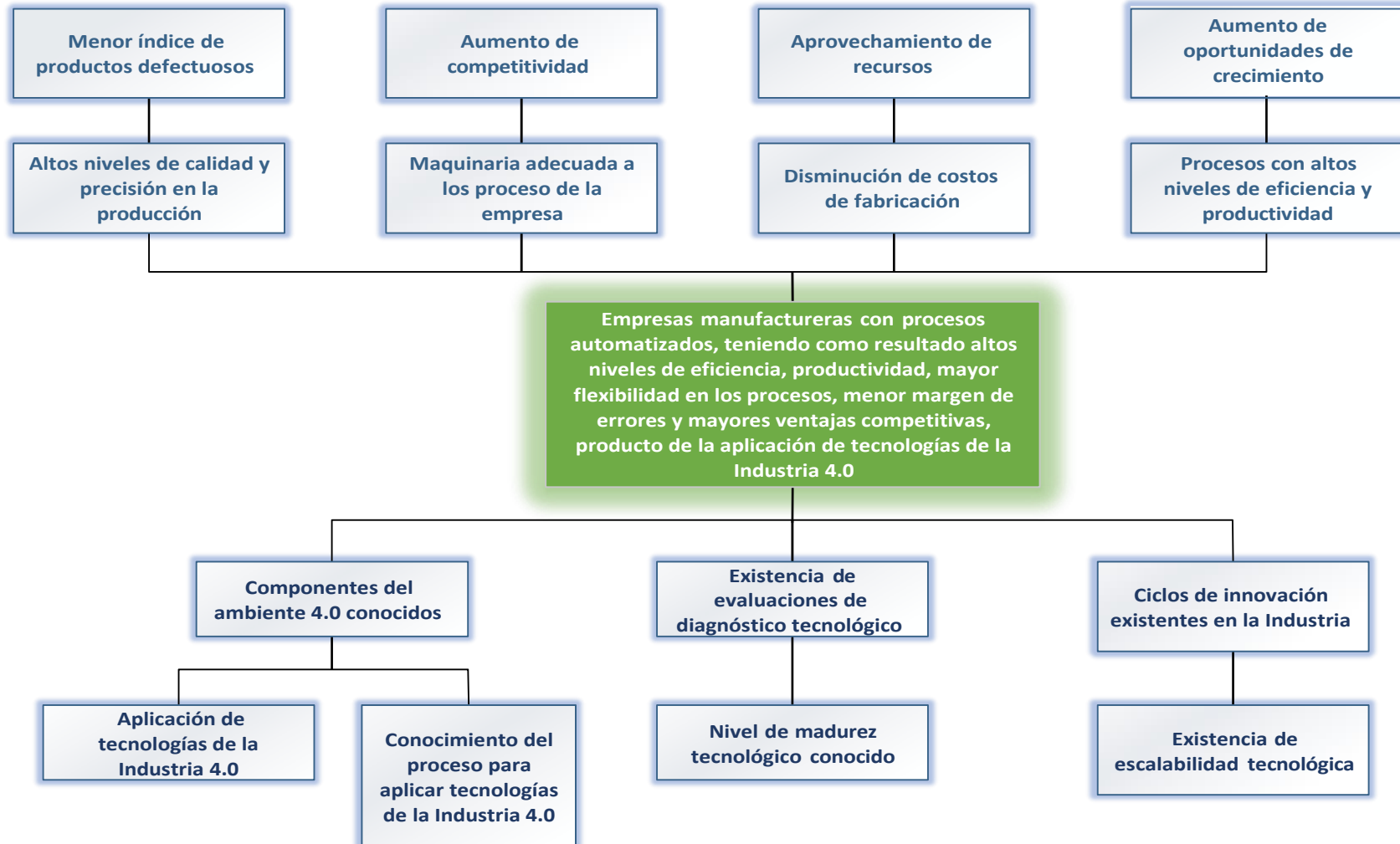
1. Las empresas manufactureras desconocen los elementos clave del ambiente 4.0, como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el big data, la automatización avanzada y otros, esta falta de conocimiento sobre las tecnologías y conceptos asociados a la Industria 4.0 les impide comprender cómo estas tecnologías pueden beneficiar sus operaciones y mejorar su competitividad. Se puede observar mediante la investigación de campo realizada que el 69% de gerentes administrativos y el 62% de gerentes de producción no conocen al respecto de la temática, por otro lado, debido al desconocimiento de los componentes del ambiente 4.0, las empresas manufactureras no aplican tecnologías de la Industria 4.0 en sus operaciones, lo que resulta en una falta de modernización y eficiencia en sus procesos, además de no comprender las tecnologías, las empresas carecen de una metodología que les indique cómo implementar estas tecnologías de manera efectiva en sus operaciones.
2. La naturaleza compleja de las tecnologías 4.0 puede ser abrumadora para las empresas que no están familiarizadas con ellas. La adopción de estas tecnologías puede parecer desafiante debido a la falta de comprensión técnica y a la percepción de que son difíciles de implementar. Las tecnologías 4.0, como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas y el análisis de datos, a menudo requieren un conocimiento técnico sólido. La falta

de acceso a expertos o a recursos educativos sobre estas tecnologías puede aumentar la percepción de su complejidad, pues dentro de la investigación de campo al consultar a los operarios y técnicos sobre si se consideraban capaces de operar herramientas de la industria 4.0 el 83% de los encuestados respondieron que no, desaprovechando de esta manera las ventajas competitivas que brinda el ambiente 4.0.

3. Las empresas manufactureras no realizan evaluaciones de diagnóstico tecnológico para evaluar su nivel de preparación y capacidad para adoptar tecnologías de la Industria 4.0, resaltando que, la falta de evaluación dificulta la identificación de áreas de mejora y la planificación estratégica, por otro lado, la ausencia de evaluaciones de diagnóstico tecnológico impide a las empresas comprender su nivel de madurez tecnológico actual y determinar qué tecnologías son más adecuadas para su situación particular.
4. La industria en El Salvador carece de ciclos de innovación establecidos y ágiles. Esto significa que la adopción de nuevas tecnologías y prácticas es lenta y que las empresas pueden quedarse atrás en términos de competitividad y eficiencia, además, la falta de ciclos de innovación y la lentitud en la adopción tecnológica limitan la capacidad de las empresas para escalar y adaptar nuevas tecnologías a medida que evolucionan las necesidades y demandas del mercado.

3.1.3 ÁRBOL DE OBJETIVOS

Ilustración 5: Árbol de Objetivos



Fuente: Elaboración propia

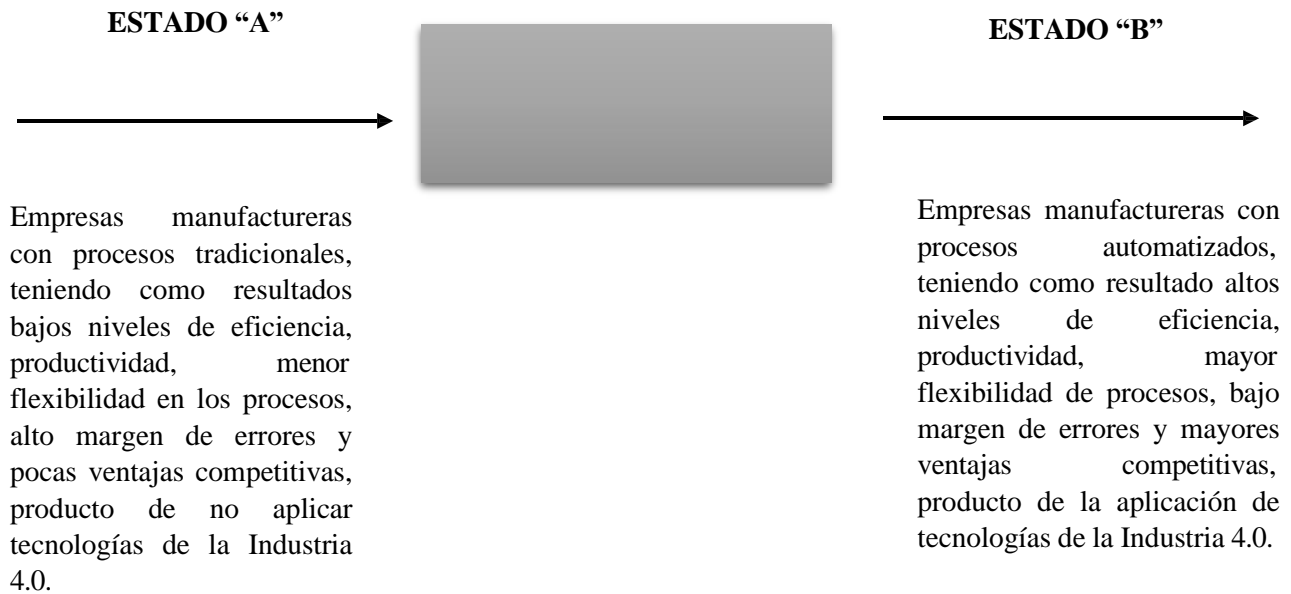
a. ANÁLISIS DEL ÁRBOL DE OBJETIVOS

El árbol de objetivos refleja los resultados deseados para abordar las causas subyacentes del problema central de empresas manufactureras con procesos tradicionales, teniendo como resultados bajos niveles de eficiencia, productividad, menor flexibilidad en los procesos, alto margen de errores y pocas ventajas competitivas, producto de no aplicar tecnologías de la Industria 4.0. A continuación, se presentan algunas observaciones claves:

- 1.** Al mejorar el conocimiento y la comprensión de los componentes y las ventajas de la industria 4.0, las empresas manufactureras estarán más dispuestas a considerar la migración, ya que se proporcionará una metodología a seguir para realizarla, además, se fomentarán campañas de concientización y recursos educativos, generando trabajadores más capaces y procesos automatizados, aumentando los niveles de eficiencia y producción significativamente.
- 2.** El desarrollo la parte de diagnóstico, fomentará la conciencia sobre la importancia de las evaluaciones de diagnóstico tecnológico en las empresas manufactureras, detallando cada uno de los aspectos que se deben evaluar en las diferentes áreas, para comprender su nivel de madurez tecnológico actual y sus necesidades de adopción de tecnologías 4.0.
- 3.** El proyecto, además, propone fomentar la promoción de alianzas estratégicas entre empresas, universidades y organismos gubernamentales para fomentar la colaboración en la investigación y desarrollo de tecnologías 4.0, para establecer ciclos de innovación en la industria, que aceleren la adopción de tecnologías 4.0 y la creación de soluciones innovadoras, incentivando la innovación nacional y extranjera, promoviendo políticas gubernamentales que agilicen la aprobación y regulación de proyectos relacionados con la industria 4.0.

4. A través de la incorporación de las herramientas de la Industria 4.0, se facilita la identificación y adopción de tecnologías escalables que permitan a las empresas ajustarse a las cambiantes demandas del mercado y escalar sus operaciones de manera efectiva, aumentando la calidad y precisión de los procesos productivos, generando disminución de costos al reducir los índices de error y proyectando mayores márgenes de utilidad para las empresas.

3.1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



3.1.5 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Cómo se podría diseñar una guía metodológica para las empresas manufactureras del país de manera que puedan aprovechar y aplicar las técnicas que brinda la industria 4.0, creando de esta manera un ambiente 4.0 a fin de mejorar la eficiencia, eficacia, productividad y flexibilidad de sus procesos productivos?

3.2 MATRIZ DE ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Tabla 23: Matriz de análisis de problemas y soluciones

PROBLEMÁTICA	DECISIONES	ACCIONES	PROPÓSITO	RESULTADOS	SUPUESTOS	RIESGOS
Conocimiento de los componentes del ambiente 4.0	¿Qué se necesita para mejorar el conocimiento y la comprensión de los componentes del ambiente 4.0?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar campañas de difusión sobre los beneficios de las tecnologías de la industria 4.0. ✓ Crear materiales educativos y casos de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Impulsar la industria 4.0 en El Salvador, y velar por su difusión a nivel empresarial, profesional y educativo. ✓ Exponer en lo que consiste la Industria 4.0, y sus principales beneficios para el sector manufacturero de El Salvador. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introducción de los conocimientos de la nueva revolución industrial a los diferentes niveles empresariales y profesionales del país. ✓ Mejor entendimiento de la temática en las empresas del sector manufacturero del país. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceso a empresas manufactureras dispuestas a participar en el estudio piloto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resistencia al cambio por parte de las empresas participantes.
Inexistencia de evaluaciones de diagnóstico tecnológico	¿Cómo se pueden resolver la inexistencia de evaluaciones de diagnóstico tecnológico?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar una guía de evaluación de la situación actual de las empresas manufactureras a nivel tecnológico. ✓ Difundir la guía de evaluación tecnológica en 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tener un documento estandarizado para conocer la situación actual de las empresas manufactureras del país. ✓ Realizar un diagnóstico de 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Una mejor consistencia en la medición de los niveles tecnológicos de las industrias salvadoreñas. ✓ Conocer los niveles 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Colaboración del sector público y privado del país en la composición de la guía de diagnóstico. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poco apoyo de los diferentes sectores.

PROBLEMÁTICA	DECISIONES	ACCIONES	PROPÓSITO	RESULTADOS	SUPUESTOS	RIESGOS
		las empresas del sector.	las condiciones en las que se encuentran a nivel tecnológico las industrias salvadoreñas.	tecnológicos en el que se encuentran las empresas del sector manufacturero del país.		
Ciclos de innovación inexistentes en la industria	¿Cómo se pueden crear ciclos de innovación en la industria?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar campañas de promoción sobre los beneficios de los avances de las tecnologías 4.0. ✓ Promover programas en conjunto con organizaciones gubernamentales para incentivar a las empresas que realicen innovaciones de la Industria 4.0. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dar a conocer los beneficios a las empresas que adopten innovaciones tecnológicas. ✓ Que las empresas tengan el apoyo gubernamental para poder migrar sus procesos a un Ambiente 4.0. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Empresas motivadas a invertir en innovaciones y desarrollo tecnológico. ✓ Desarrollo empresarial y económico en los diferentes sectores del país. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apoyo gubernamental y de asociaciones empresariales para la promoción de políticas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Renuencia de parte de las empresas a las innovaciones de la Industria 4.0. ✓ Cambios geopolíticos en el país.

CAPÍTULO

IV

4.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL DISEÑO

La conceptualización del diseño es la etapa que se refiere al proceso de desarrollar y articular las ideas fundamentales, conceptos y enfoques que guiarán la creación y desarrollo del diseño de la guía metodológica. En este proceso, se definen los principios, objetivos y aspectos clave que orientarán la creación y ejecución del diseño, se establece una visión clara de lo que se quiere lograr con el proyecto y cómo se conecta con las necesidades y deseos de los usuarios, en este caso las empresas manufactureras.

La conceptualización se dividió de la siguiente manera, tomando de base los aspectos obtenidos mediante el árbol de problemas:

- ✓ Líneas de acción
- ✓ Componentes del ambiente 4.0
- ✓ Evaluaciones de diagnóstico
- ✓ Ciclos de innovación y escalabilidad

A continuación, se detallan cada uno de estos aspectos de la conceptualización:

4.1.1 LÍNEAS DE ACCIÓN

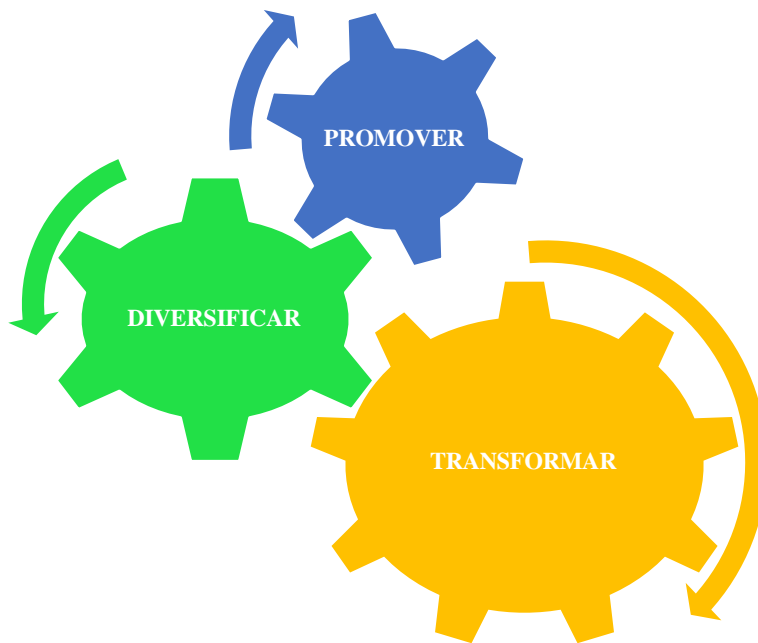
La definición de líneas de acción desempeña un papel esencial en la formulación de la conceptualización del diseño de la guía metodológica para la migración de empresas manufactureras a un entorno 4.0. Estas líneas de acción actúan como los cimientos sobre los cuales se construirá la guía, proporcionando un enfoque claro, una estructura organizativa sólida y una dirección coherente para el proyecto.

Por otro lado, al establecer estas líneas de acción, se están definiendo los objetivos clave, esto no solo ayuda a mantener la claridad y la coherencia en el contenido, sino que también

facilita la comunicación efectiva de los objetivos a todas las partes interesadas e involucradas en el proyecto.

A continuación, se presentan las líneas estratégicas o de acción:

Ilustración 6: Líneas de acción



Fuente: Elaboración propia

a. Promover la adopción de tecnologías del ambiente 4.0

El primer paso es generar el interés y la disposición para adoptar tecnologías del ambiente 4.0 en las empresas manufactureras. Esto implica crear una base sólida de conocimiento y confianza en las nuevas herramientas y enfoques.

A continuación, se presentan algunas acciones concretas:

- ✓ **Sensibilización inicial:** Comienza con la creación de conciencia sobre la importancia de la transformación hacia la Industria 4.0. Esto implica la demostración de los beneficios estratégicos de la adopción tecnológica para directivos y empleados.
- ✓ **Instrucción sobre la temática y sus herramientas:** Proporciona recursos educativos, como los conceptos de la Industria 4.0 de manera accesible, detalles de las tecnologías y sus beneficios a fin de reducir la resistencia al cambio al aumentar la comprensión.

b. Diversificar las estrategias de implementación

Cada empresa es única en términos de su estructura, procesos y necesidades. Por lo tanto, es esencial desarrollar enfoques flexibles que se adapten a la situación específica de cada organización.

A continuación, se presentan algunas acciones concretas:

- ✓ **Selección de soluciones:** Evaluar y seleccionar tecnologías y sistemas que sean compatibles con los procesos y objetivos de las empresas.
- ✓ **Integración gradual:** Implementar las nuevas tecnologías de manera gradual y escalonada. Comenzar con proyectos piloto en áreas específicas para minimizar riesgos y aprender de la experiencia antes de una adopción completa.

c. Transformar los procesos productivos

La verdadera transformación ocurre cuando los procesos fundamentales de la empresa se rediseñan para aprovechar al máximo las capacidades de la Industria 4.0, esto implica cambios en la forma en que se opera y se toman decisiones. Además, la transición a la industria 4.0 es más que una simple actualización tecnológica, también implica un cambio en la mentalidad y la

cultura de la empresa, por lo que, aquí la organización juega un papel crucial para desarrollar, promover y mantener la transformación.

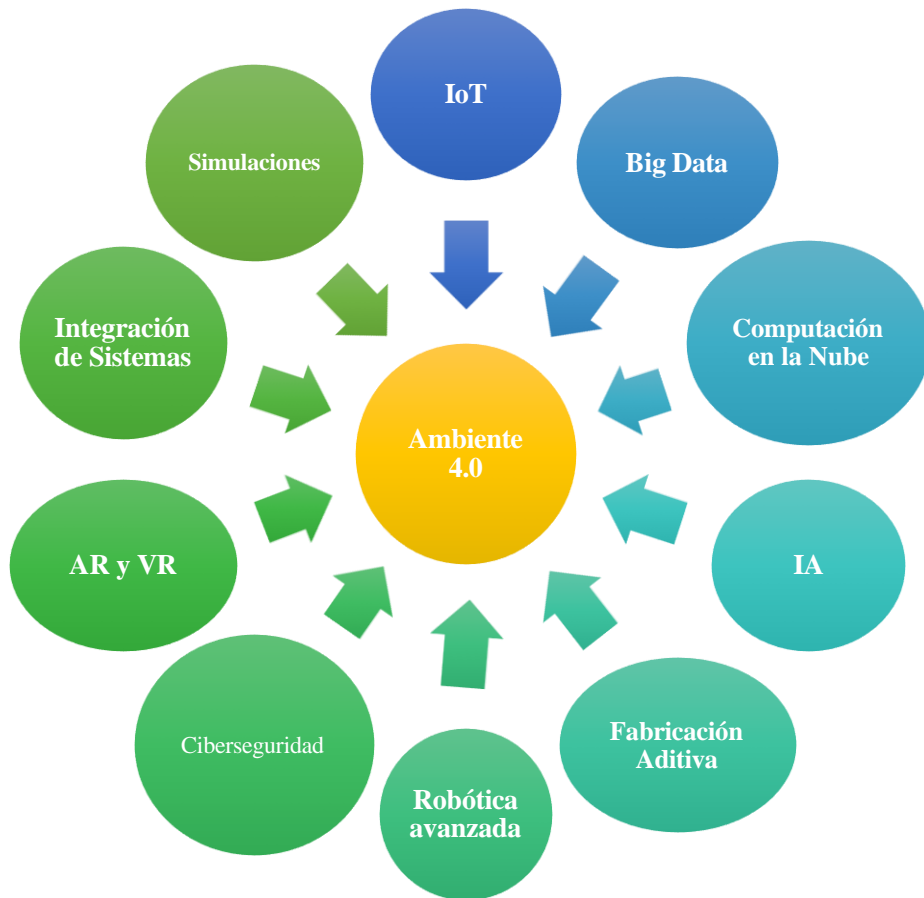
A continuación, se presentan algunas acciones concretas:

- ✓ **Detallar el proceso de automatización y optimización:** Detallar el proceso a seguir para la implementación de la automatización donde sea posible, aprovechando la IoT y la IA para optimizar la producción, el monitoreo y la toma de decisiones en tiempo real.
- ✓ **Cambio cultural:** Fomentar una cultura de innovación y adaptabilidad en la empresa. Esto implica empoderar a los empleados para que adopten nuevas formas de trabajar y estén abiertos a la experimentación y el aprendizaje continuo.
- ✓ **Capacitación continua:** Proporcionar capacitación continua a los empleados para que adquieran las habilidades necesarias para para operar y aprovechar al máximo las nuevas tecnologías y sistemas.

4.1.2 COMPONENTES DEL AMBIENTE 4.0

El Ambiente 4.0 está compuesta por diversos componentes y tecnologías avanzadas con la búsqueda de la mejora en la eficiencia, la productividad y la automatización en todos los procesos industriales, dentro de los componentes claves tenemos los siguientes:

Ilustración 7: Componentes del ambiente 4.0



Fuente: Elaboración propia

Industria 4.0 en los procesos: La composición de la industria 4.0 en los procesos industriales de las empresas se basan primordialmente en la automatización y la interconectividad de los diferentes eslabones de la cadena de suministros, dentro de los componentes en los procesos tenemos:

- ✓ **Internet de las cosas (IoT):** La IoT implica la conexión de dispositivos y máquinas a través de Internet para recopilar datos en tiempo real. Esto permite el monitoreo y control remoto de equipos y procesos industriales. A través de la IoT tenemos las siguientes aplicaciones:

Tabla 24: Aplicaciones para el internet de las cosas (IoT)

Internet de las cosas (IoT)		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Mantenimiento Predictivo	Los sensores instalados en maquinaria y equipos pueden monitorear constantemente su estado, por lo que esto permite reducir la interrupción no planificada.	<p>Detección de signos tempranos de desgaste o fallas y mejoras en la programación del mantenimiento preventivo, lo que reduce el tiempo de inactividad y los costos de reparación.</p> <p>Mejoras en la planificación de los mantenimientos preventivos</p>
Gestión de Activos	La IoT ayuda a rastrear y gestionar activos como maquinaria, herramientas y equipos. Se pueden utilizar etiquetas RFID (Radio-Frequency Identification) o GPS.	Obtención de información sobre la ubicación, el estado y el uso de estos activos en tiempo real.
Control de Calidad	Sensores de calidad pueden identificar defectos o variaciones en los productos durante el proceso de fabricación.	Corrección inmediata y mejora la calidad del producto final.
Optimización de la Producción	La recopilación de datos en tiempo real de la producción permite ajustar los procesos en función de las condiciones cambiantes. Esto puede incluir la optimización de la velocidad de producción, la reducción de residuos y la mejora de la eficiencia energética.	Mejoras en la eficiencia, la productividad, y la disminución de costos productivos.

Gestión de Inventarios	Los sensores en estanterías y almacenes pueden ayudar a las empresas a llevar un registro en tiempo real de los niveles de inventario y a gestionar automáticamente los pedidos de reposición.	Mejoras en la gestión de inventario.
Seguridad del Trabajador	La IoT puede mejorar la seguridad de los trabajadores mediante la monitorización de condiciones peligrosas o la detección de movimientos inusuales en áreas de alto riesgo. Además, los dispositivos portátiles pueden alertar a los trabajadores sobre riesgos inminentes.	Disminución de riesgos de accidentes laborales, y mejoras en la seguridad y salud ocupacional.
Seguimiento de la Cadena de Suministro	Los sensores en envíos y productos pueden proporcionar visibilidad en tiempo real sobre la ubicación y las condiciones de los productos durante su transporte.	Mejoras en la gestión de la cadena de suministro y tomas de decisiones más informadas.
Eficiencia Energética	La IoT puede ayudar a reducir el consumo de energía al monitorear y controlar dispositivos y sistemas de iluminación, calefacción y refrigeración en función de la ocupación y las condiciones ambientales.	Reducción de los consumos de energía.
Gestión de Residuos	Los sensores pueden ayudar a rastrear y optimizar la gestión de residuos.	Reducción del impacto ambiental de las operaciones manufactureras.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Big Data y Análisis de Datos:** La recopilación masiva de datos generados por sensores y dispositivos en la planta de producción se utiliza para el análisis. Los algoritmos de análisis de datos pueden proporcionar información valiosa para la toma de decisiones y la optimización de procesos.

Tabla 25: Aplicaciones para el Big Data y análisis de datos

Big Data y Análisis de Datos		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Diseño de productos y servicios	Mediante la recolección del uso de contenidos de redes sociales y portales especializados, la comprensión de los gustos y opiniones de los clientes, se pueden mejorar los productos y servicios que las empresas ofrecen.	Productos y servicios más especializados y personalizados, así como una optimización de características y funcionalidades de estos.
Sensores RFID en los productos	A través de los sensores de identificación de radio frecuencia se pueden recibir datos de telemetría, Estos dispositivos se emplean para proporcionar servicios de comunicación, seguridad y seguimiento.	Esta telemetría puede revelar patrones de utilización, tasas de fallos y posibles mejoras en los productos que pueden resultar en la reducción de costos en el desarrollo, la producción y el ensamblaje.
Atención al cliente	A través del aprovechamiento de la voluminosa información histórica de los centros de atención al cliente se posibilita una mejora en la agilidad en las interacciones con los clientes.	Incremento en la satisfacción de los clientes.
Publicidad	A través de la proliferación de teléfonos inteligentes y otros dispositivos, las oportunidades de dirigirse a los consumidores de una forma más ágil.	Mejora en las oportunidades de llegar a más clientes.
Informática	La utilización de registros de logs de servicios informáticos mejora la capacidad para resolver problemas relacionados con las TIC.	Detección de violaciones de seguridad y optimizaciones a la velocidad, eficiencia y prevención de sucesos futuros.
Transacciones financieras	Detección y prevención de actividades fraudulentas en cualquier sector que realice transacciones financieras en línea, como compras, operaciones bancarias, inversiones, seguros y atención médica.	Mejoras en la seguridad de transacciones financieras.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Computación en la nube (Cloud Computing):** La nube ofrece almacenamiento y capacidad de procesamiento escalable, lo que permite a las empresas acceder a recursos informáticos cuando los necesiten. Esto es fundamental para manejar grandes cantidades de datos en tiempo real.

Tabla 26: Aplicaciones para el Cloud Computing

Computación en la nube (Cloud Computing)		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Almacenamiento de datos	La nube ofrece una forma segura y escalable de almacenar grandes cantidades de datos generados por sensores y dispositivos en la planta de producción.	Esto facilita el acceso y la gestión de datos masivos.
Procesamiento de Datos en Tiempo Real	Las plataformas de nube pueden proporcionar la capacidad de procesamiento necesaria para analizar datos en tiempo real.	Detección de problemas y la toma de decisiones instantáneas.
Mantenimiento Predictivo	Los datos recopilados de sensores pueden ser enviados a la nube para su análisis. Los algoritmos de aprendizaje automático y análisis de datos en la nube pueden predecir el mantenimiento necesario y evitar tiempos de inactividad no planificados.	Predicciones de mantenimiento preventivo, lo que reduce el tiempo de inactividad y los costos de reparación.
Gestión de la Cadena de Suministro	La nube facilita la coordinación y visibilidad en tiempo real de la cadena de suministro.	Permite una gestión más eficiente de los recursos y la optimización de rutas de envío.
Diseño Colaborativo	Las herramientas de diseño en la nube permiten a los equipos de diseño colaborar en tiempo real.	Aceleración del proceso de diseño y reducción de los costos.
Automatización Industrial	La nube se utiliza para gestionar y controlar sistemas de automatización industrial.	Programación remota y la supervisión de robots y sistemas de producción.

Gestión de Activos y Mantenimiento de Flotas	Las empresas pueden rastrear y gestionar activos y flotas de vehículos utilizando soluciones basadas en la nube para optimizar la asignación de recursos y la programación de mantenimiento.	Seguimiento en tiempo real de los activos y flotas de vehículos, así como la programación de mantenimientos preventivos.
---	--	--

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático:** La IA y el aprendizaje automático se utilizan para automatizar tareas, predecir fallos en maquinaria, optimizar la producción y mejorar la calidad.

Tabla 27: Aplicaciones para la inteligencia artificial y aprendizaje automático

Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Detección de objetos	Cuando los ordenadores reciben la información visual, pueden relacionarla con los patrones aprendidos con anterioridad y, de esta forma, identificar el objeto y diferenciarlo.	Aprendizaje de la IA para optimización de procesos.
Análisis de video	Al tener la capacidad de identificar cada uno de los objetos, se puede utilizar las IA para la identificación de patrones concretos y búsqueda de estos dentro de un video. Una aplicación especialmente útil es en estrategias de seguridad y control.	Aprendizaje de la IA para optimización de procesos.
Control de calidad	Mediante el contraste entre la visión captada y el patrón ideal, se puede automatizar la detección de piezas errónea en el suministro o con defectos de fabricación.	Mejoras en la calidad de los productos.
Embalajes	Inspeccionar si existen las etiquetas y marcadores necesarios para la correcta expedición de los paquetes	Mejoras en la calidad de los productos.

Inventario de almacenes	Recuento de existencias de un producto mediante la identificación visual del mismo en sus ubicaciones dentro del almacén.	Mejoras en el almacenamiento de materias primas y productos terminados.
--------------------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Fabricación Aditiva (Impresión 3D):** La fabricación aditiva permite la producción de piezas personalizadas y complejas de manera eficiente, lo que reduce los costos y los tiempos de producción, la impresión 3D a través de una conexión a un sistema informático de tipo CAD realiza una extrusión de plástico por modelado.

Tabla 28: Aplicaciones para la Fabricación aditiva (impresión 3D)

Fabricación Aditiva (Impresión 3D)		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Prototipado rápido	La impresión 3D permite a las empresas crear prototipos rápidamente, acelerando el proceso de desarrollo de productos y reduciendo los costos asociados con la fabricación de prototipos tradicionales.	Reducción de costos, aceleración del desarrollo de productos y flexibilidad en el diseño de estos.
Producción personalizada	La fabricación aditiva facilita la producción de piezas y productos personalizados en masa.	Ajuste fácil en el diseño de un producto para satisfacer las necesidades específicas de cada cliente.
Producción de piezas de repuesto	En lugar de mantener grandes inventarios de piezas de repuesto, las empresas pueden utilizar la impresión 3D para fabricar piezas a medida según sea necesario.	Reducción de los costos de almacenamiento y los tiempos de inactividad.
Diseño y optimización de productos	La tecnología de impresión 3D permite a los diseñadores crear geometrías y estructuras que serían difíciles o imposibles de lograr con métodos de fabricación tradicionales.	Productos más ligeros y eficientes en términos de recursos.
Herramientas y accesorios personalizados	Las empresas pueden imprimir herramientas, utillajes y accesorios	Mejora de la eficiencia y la seguridad en el lugar de trabajo.

	personalizados para sus operaciones de fabricación.	
Fabricación de componentes complejos	La impresión 3D es especialmente útil para la producción de componentes altamente complejos y con formas intrincadas, como conductos de flujo de aire, estructuras internas de motores, entre otros.	Disminución de costos y de tiempos de producción.
Producción local y distribuida	La impresión 3D permite la producción local y distribuida de productos, lo que reduce la necesidad de transportar productos grandes distancias y disminuye las emisiones de carbono.	Disminución de costos y disminución de emisiones contaminantes.
Reparación y mantenimiento	Las empresas utilizan la impresión 3D para reparar y mantener equipos y maquinaria en lugar de comprar piezas costosas o descontinuadas.	Disminución de costos.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Robótica avanzada:** Los robots industriales se utilizan para realizar tareas repetitivas y peligrosas, así como para colaborar con los trabajadores humanos en entornos de producción. Un robot industrial de manipulación es una máquina automática y reprogramable con múltiples funciones, equipada con tres o más ejes que le permiten posicionar y orientar materiales, piezas, herramientas o dispositivos específicos para llevar a cabo una variedad de tareas en distintas etapas de la producción industrial. Estas tareas pueden realizarse tanto en una ubicación estática como en movimiento.

Tabla 29: Aplicaciones para la Robótica Avanzada

Robótica avanzada		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Automatización de la producción	Los robots industriales avanzados pueden realizar una amplia gama de tareas de fabricación, desde el	Reducción de la dependencia de la mano de obra humana y aumento de la eficiencia.

	ensamblaje de productos hasta el manejo de materiales.	
Colaboración hombre-robot	Los robots colaborativos (cobots) son diseñados para trabajar junto a los empleados humanos de manera segura.	Mayor flexibilidad en las operaciones de fabricación y la automatización de tareas que requieren precisión y repetibilidad.
Inspección y control de calidad	Los sistemas robóticos avanzados pueden realizar inspecciones precisas y repetibles de productos para garantizar la calidad y la conformidad con los estándares.	Mejoras en la calidad y en la eficiencia de los procesos productivos.
Logística y gestión de almacenes	Los robots autónomos son utilizados en la gestión de almacenes para el transporte de mercancías, el seguimiento de inventario y la organización eficiente de los productos.	Agilización de las operaciones logísticas, reducción de los errores y de costos.
Mantenimiento predictivo	Los robots equipados con sensores avanzados pueden realizar el monitoreo constante de maquinaria y equipos, identificando signos de desgaste o problemas antes de que se produzcan fallas importantes.	Reducción de los tiempos de inactividad y reducción de costos.
Fabricación aditiva y 3D	Los robots pueden ser utilizados en la impresión 3D y la fabricación aditiva para crear piezas y productos con geometrías complejas y materiales diversos.	Reducción de costos de fabricación y mejoras a la eficiencia.
Agricultura de precisión	Los robots agrícolas avanzados pueden ser programados para realizar tareas como la siembra, la cosecha y el monitoreo de cultivos de manera autónoma.	Aumento de la eficiencia y reducción de la dependencia de la mano de obra agrícola.
Energía renovable	Los robots son utilizados en la inspección y el mantenimiento de parques eólicos y paneles solares.	Garantiza un funcionamiento óptimo y prolongado de las instalaciones de energía.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Ciberseguridad:** Dado que la industria 4.0 implica una mayor conectividad y recopilación de datos, la ciberseguridad es esencial para proteger sistemas y datos contra

amenazas cibernéticas. La ciberseguridad se refiere a un conjunto de tecnologías, procedimientos y prácticas desarrolladas con el propósito de salvaguardar las redes informáticas, computadoras, software y datos contra ataques, perjuicios o accesos no autorizados.

Tabla 30: Aplicaciones para la ciberseguridad

Ciberseguridad		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Protección de la infraestructura crítica	La industria 4.0 involucra sistemas críticos como plantas de energía, sistemas de distribución de agua y sistemas de transporte inteligentes. La ciberseguridad es esencial para proteger estas infraestructuras de ataques que podrían causar interrupciones significativas y peligrosas.	Protección de infraestructuras que atenten contra la integridad de estas.
Seguridad en la fabricación inteligente	La adopción de la fabricación inteligente (Smart Manufacturing) implica la interconexión de máquinas, robots y sistemas de control. La ciberseguridad garantiza que estos sistemas no sean vulnerables a ataques que puedan detener la producción o manipular la calidad de los productos.	Protección a los sistemas productivos interconectados, lo que permite tener una producción continua.
Internet de las cosas (IoT)	En la industria 4.0, los dispositivos IoT se utilizan para monitorear y controlar procesos industriales. La ciberseguridad es crucial para proteger estos dispositivos y evitar que se conviertan en puntos de entrada para ataques cibernéticos.	Protección de los dispositivos IoT que se utilizan en los procesos industriales.
Ciberseguridad en la cadena de suministro	La cadena de suministro en la industria 4.0 está altamente digitalizada. La ciberseguridad es esencial para proteger la integridad de los datos y evitar interrupciones en la cadena de suministro, lo que podría afectar la producción y la entrega de productos.	Seguridad en los diferentes eslabones de la cadena de suministros.

Seguridad de datos y propiedad intelectual	La industria 4.0 implica el procesamiento y el intercambio de grandes cantidades de datos. La ciberseguridad protege estos datos, incluida la propiedad intelectual, contra robos, fugas o manipulaciones no autorizadas.	Protección de la propiedad intelectual de las empresas.
Seguridad en la nube	La ciberseguridad en la nube es esencial para proteger la información y garantizar que sea accesible solo para usuarios autorizados.	Restricciones de acceso a los datos subidos a la nube.
Automatización y robótica segura	La seguridad de los sistemas de automatización y robótica es fundamental para garantizar que los robots y sistemas autónomos no sean manipulados para causar daños físicos o interrupciones en la producción.	Aumentos a la seguridad de los sistemas automatizados y robótica.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR):** AR y VR se utilizan para mejorar la capacitación de los trabajadores, el mantenimiento y la visualización de datos en el entorno de producción.

Tabla 31: Aplicaciones para la Realidad aumentada(AR) y Realidad virtual (VR)

Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR)		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Formación y capacitación de empleados	La VR se utiliza para simular entornos de trabajo y situaciones de capacitación realistas, lo que La AR también se utiliza para proporcionar instrucciones paso a paso y superponer información útil en tiempo real mientras los trabajadores realizan tareas.	Permite a los trabajadores adquirir habilidades y conocimientos de manera más efectiva antes de entrar en un entorno de producción real.
Diseño y prototipado de productos	La VR permite a los diseñadores e ingenieros crear modelos 3D interactivos y prototipos virtuales de productos antes de que se construyan físicamente.	Aceleración del proceso de diseño, reducción de costos e iteraciones más rápidas.
Mantenimiento y reparación	La AR se utiliza para proporcionar a los técnicos de mantenimiento información	Reducción de los tiempos de inactividad y mejoras de

	en tiempo real sobre cómo reparar o mantener equipos y maquinaria.	la eficiencia en la resolución de problemas.
Visualización de datos y análisis	La VR se utiliza para visualizar grandes conjuntos de datos en un entorno tridimensional, lo que facilita la identificación de patrones y tendencias. La AR también puede superponer datos en el entorno real.	Toma de decisiones basada en datos.
Diseño de fábrica y planificación de la producción	La VR se utiliza para crear representaciones virtuales de fábricas y líneas de producción, lo que facilita la planificación y optimización de procesos.	Los cambios en el diseño pueden ser evaluados virtualmente antes de implementarse físicamente.
Colaboración remota	Tanto la AR como la VR permiten a los expertos colaborar de forma remota en tareas de resolución de problemas y mantenimiento.	Reducción de los costos de viaje y aceleración de las soluciones.
Control de procesos y monitorización	La VR y la AR se utilizan para visualizar el estado de las operaciones de fabricación en tiempo real.	Permite a los operadores supervisar y controlar procesos de manera más efectiva.
Simulación de procesos industriales	La VR se utiliza para simular procesos industriales completos, lo que permite a las empresas probar nuevas estrategias y sistemas antes de implementarlos en el mundo real.	Reducción de costos.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Integración de Sistemas:** Los sistemas de producción, gestión y logística se integran mediante software para mejorar la eficiencia y la visibilidad de toda la cadena de valor.

Tabla 32: Aplicaciones para la Integración de sistemas

Integración de Sistemas		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Integración de procesos de fabricación	La integración de sistemas permite conectar y coordinar máquinas, robots, sensores y sistemas de control en una línea de producción o una fábrica.	Mejoras en la eficiencia y la calidad de la fabricación.

Gestión de la cadena de suministro	La integración de sistemas permite un flujo de información más suave entre los proveedores, los fabricantes y los distribuidores.	Mejoras en la visibilidad de la cadena de suministro, acorte de los tiempos de entrega y reducción de los costos operativos.
Automatización de procesos empresariales	La integración de sistemas empresariales, como sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) y CRM (Customer Relationship Management), optimiza la gestión de recursos, la toma de decisiones y la comunicación interna.	Mejoras en la toma de decisiones y la comunicación interna.
Seguimiento y trazabilidad de productos	La integración de sistemas permite rastrear y registrar la información de producción y distribución de productos desde su origen hasta su destino final.	Facilita la identificación y solución de problemas en caso de defectos o retiros de productos.
Optimización energética	La integración de sistemas de gestión energética permite monitorear y controlar el consumo de energía en tiempo real.	Aumento de la eficiencia energética y ahorros significativos.

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Simulaciones o Gemelos digitales:** Una simulación o gemelo digital es una réplica virtual de un producto, proceso o sistema en el mundo físico. Permite simular y probar escenarios antes de implementarlos en el entorno real, lo que ayuda a evitar problemas y optimizar operaciones.

Tabla 33: Simulaciones o Gemelos Digitales

Simulaciones o Gemelos Digitales		
Aplicaciones	Descripción	Resultados
Diseño de productos y prototipado virtual	Las simulaciones permiten a las empresas diseñar y probar productos en un entorno virtual antes de construir prototipos físicos.	Reducción de costos y tiempos de desarrollo al identificar problemas de diseño antes de la producción.
Optimización de procesos de fabricación	Los gemelos digitales de líneas de producción permiten a las empresas simular y mejorar la eficiencia de los procesos de fabricación, incluyendo la programación de	Mejoras en la eficiencia.

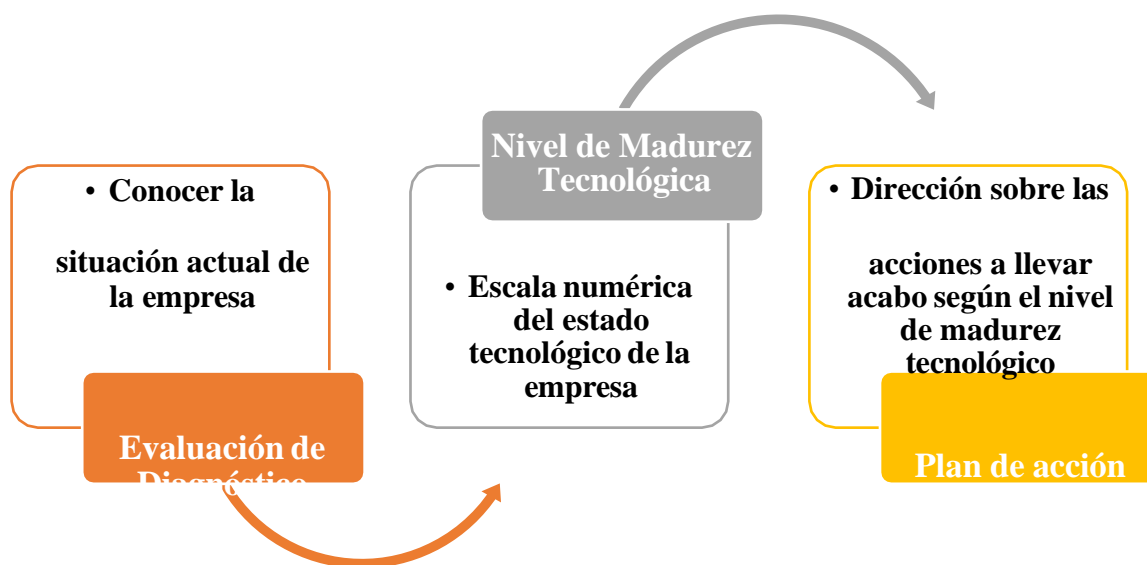
	máquinas, la gestión de inventario y la logística de la cadena de suministro.	
Optimización energética	Las simulaciones pueden modelar y optimizar el consumo de energía en plantas de producción y edificios industriales.	Uso más eficiente de la energía y ahorros significativos.
Entrenamiento y capacitación	Los gemelos digitales se utilizan para crear entornos de entrenamiento virtuales que permiten a los trabajadores practicar y adquirir habilidades en un ambiente seguro y realista, sin riesgos para la seguridad o la producción.	Aprendizaje de mano de obra más seguro.
Planificación de la cadena de suministro	Las simulaciones permiten a las empresas modelar y analizar diferentes escenarios en la cadena de suministros.	Optimización de la gestión de inventario, la programación de entregas y la logística.
Simulación de escenarios de crisis y emergencias	Las empresas pueden utilizar simulaciones para prepararse para situaciones de crisis, como incendios, desastres naturales o accidentes industriales.	Respuestas más efectiva en caso de emergencia.
Mejora de la calidad y reducción de desperdicios	Las simulaciones pueden identificar problemas de calidad en la producción y ayudar a implementar mejoras en los procesos para reducir desperdicios y defectos.	Reducción de desperdicios y desperfectos en los productos.
Diseño de fábricas y planificación de espacio	Los gemelos digitales de instalaciones industriales permiten a las empresas diseñar y optimizar el diseño de fábricas y almacenes.	Maximización del uso del espacio y mejoramiento de la eficiencia operativa.

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO

Para ejecutar una migración de procesos tradicionales al ambiente 4.0. es necesario inicialmente conocer la situación actual de la empresa, a manera de obtener un resultado que permita determinar el nivel de madurez tecnológica en que ésta se encuentra y a partir de ello, establecer que acciones debe de desarrollar para migrar al ambiente 4.0, teniendo como base que la realidad de cada sector y empresa no es el mismo.

Ilustración 8: Proceso de la evaluación de diagnóstico



Fuente: Elaboración propia

a. Dimensiones de evaluación

La propuesta comprende evaluar las siguientes dimensiones:

1. Dirección Estratégica y Planificación Empresarial
2. Procesos Productivos y Flujos de Trabajo

3. Gestión de Capital Humano y Cultura Organizacional
4. Recursos Físicos
5. Cartera de Productos

A continuación, detalla cada una de ellas:

Análisis de dirección Estratégica y Planificación Empresarial: Evaluar la alineación de la estrategia de mercado y negocio con las tendencias tecnológicas actuales y futuras, permitirá identificar oportunidades para la diferenciación competitiva a través de la tecnología.

Se evaluarán aspectos como:

- ✓ Las estrategias tecnológicas de la empresa
- ✓ El desarrollo de los procesos
- ✓ La capacidad de inversión de la empresa

Procesos Productivos y Flujos de trabajo: Analizar la eficiencia de los procesos empresariales existentes y su capacidad para integrar tecnologías avanzadas. Lo que permitirá identificar cuellos de botella y áreas de mejora.

Se evaluarán aspectos como:

- ✓ Las tecnologías existentes
- ✓ Niveles de digitalización actuales
- ✓ Grado de automatización de los procesos

Gestión de Capital Humano y Cultura Organizacional: Evaluar las habilidades y competencias del equipo actual en relación con las tecnologías 4.0. Identificando las necesidades de capacitación y desarrollo de talento.

Se evaluarán aspectos como:

- ✓ El conocimiento y habilidades del personal respecto a tecnologías de la industria 4.0
- ✓ Cultura organizacional respecto a la innovación tecnológica

Recursos Físicos: Examinar la infraestructura tecnológica actual, incluyendo hardware, software y redes. Determinar la capacidad de adaptación a la automatización, la conectividad y la analítica avanzada.

Se evaluarán aspectos como:

- ✓ Estado de la infraestructura de TI.
- ✓ Capacidad de escalabilidad y adaptabilidad de la infraestructura física.

Cartera de Productos: Evaluar la oferta actual de productos en términos de su capacidad para integrar tecnologías 4.0, como IoT, IA, y blockchain. Identificando oportunidades para la innovación de productos y servicios.

Se evaluarán aspectos como:

- ✓ Nivel de digitalización de los productos
- ✓ Reelección de información de los productos

b. Nivel de madurez tecnológica

El nivel de madurez tecnológica es una medida que evalúa en qué etapa se encuentra una organización en términos de su capacidad para adoptar, implementar y utilizar tecnologías de manera efectiva para alcanzar sus objetivos estratégicos. Esta métrica proporciona una visión de cuán avanzada o atrasada está una empresa en su camino hacia la adopción tecnológica y la transformación digital, tras la evaluación de las dimensiones anteriormente presentadas.

c. Planes de acción

Una vez efectuado la evaluación de diagnóstico y obtenido el resultado de nivel de madurez tecnológica, la propuesta presentará una serie de acciones a desarrollar para implementar, según su realidad tecnológicas de la industria 4.0. El objetivo es brindar según la realidad de cada empresa las acciones a seguir para efectuar la migración al ambiente 4.0, es decir, que tecnologías es necesario que implemente, a que áreas y de qué manera hacerlo, para obtener resultados positivos y de acuerdo a las necesidades reales.

4.1.4 CICLOS DE INNOVACIÓN Y ESCALABILIDAD

En un mundo empresarial cada vez más competitivo y dinámico, las empresas manufactureras se enfrentan a desafíos críticos relacionados con la innovación inexistente y la escalabilidad. La falta de ciclos de innovación efectivos puede llevar al estancamiento y a la pérdida de ventaja competitiva, mientras que la incapacidad para escalar puede limitar el crecimiento y la rentabilidad. En esta ejecución de solución, presentaremos un enfoque estratégico para abordar estos problemas y promover el éxito sostenible de las empresas manufactureras.

La implementación de ciclos de innovación es un elemento crítico para el éxito sostenible de las empresas manufactureras en la era actual. Estos ciclos permiten a las organizaciones no solo mantenerse al día con las cambiantes demandas del mercado, sino también liderar la vanguardia de la tecnología y la eficiencia en su industria.

A continuación, abordaremos la fórmula clave para la implementación de ciclos de innovación, que se encuentra en el corazón de la mejora continua y la evolución de las empresas manufactureras.

Ilustración 9: Fórmula de Ciclos de Innovación y Escalabilidad



Fuente: Elaboración propia

La implementación de ciclos de innovación no es un evento único, sino un proceso continuo que se convierte en una parte fundamental de la cultura organizacional. Al seguir esta metodología, las empresas manufactureras pueden mantenerse competitivas, adaptarse a las demandas cambiantes del mercado y prosperar en la economía actual.

a. Evaluaciones de diagnóstico continuas

✓ **Identificación de Áreas de Innovación Potenciales**

Realizar un análisis exhaustivo de los procesos internos, los productos y los servicios existentes tras la migración al ambiente 4.0. para identificar nuevas áreas que podrían beneficiarse con mejoras o innovaciones. Esto puede involucrar la reducción más de costos, la mejora de la calidad o la creación de nuevos productos y servicios.

✓ **Priorización y Selección de Proyectos de Innovación**

Los resultados del diagnóstico cada vez arrojarán diferentes estados tecnológicos de la empresa, lo que produce la generación de nuevos proyectos de implementación, sin embargo, la estructura de una evaluación propone determinar el proyecto más prometedor para avanzar. de acuerdo con su potencial de impacto, viabilidad y alineación con la estrategia empresarial,

✓ **Implementación y Medición del Impacto**

El establecimiento de métricas claras para medir el impacto de estas innovaciones en términos de eficiencia, calidad y satisfacción del cliente, son factores que se pueden usar en cada ciclo, sin embargo, se pueden hacer ajustes según sea necesario.

b. Selección e Integración de Tecnologías de la Industria 4.0

En la era de la Industria 4.0, la adopción de tecnologías avanzadas se ha convertido en una necesidad imperante para las empresas manufactureras que desean mantenerse competitivas y eficientes. La parte de Selección e Integración de Tecnologías de la Industria 4.0 es un componente vital en el proceso de transformación digital de una empresa, sobretodo en la búsqueda de fomentar ciclos de innovación y escalar de manera continua y efectiva en el proceso de transformación tecnológica dentro de las empresas.

Metodología de Selección e Integración de Tecnologías de la Industria 4.0:

✓ Selección de Tecnologías Adecuadas

Basándose en la evaluación, se seleccionan las tecnologías que mejor se adapten a las necesidades y objetivos de la empresa. Esto debe considerar factores como la escalabilidad, la compatibilidad con sistemas existentes y la capacidad de generar un retorno de la inversión positivo.

✓ Planificación de la Integración

Desarrollar un plan detallado que incluya la secuencia de implementación, los plazos y los recursos necesarios para integrar las tecnologías seleccionadas en los procesos de fabricación.

✓ Capacitación del Personal

Preparar al personal para trabajar con las nuevas tecnologías es fundamental. Se deben desarrollar programas de capacitación y ofrecer oportunidades de aprendizaje para asegurar que los empleados estén equipados con las habilidades necesarias.

✓ Pruebas Piloto y Evaluación:

La realización de pruebas piloto en un entorno controlado permite evaluar el rendimiento de las tecnologías seleccionadas. Lo que significa identificar problemas potenciales y realizar ajustes antes de la implementación completa.

Al desarrollar los anteriores pasos de manera continua dentro de las empresas se estarán creando y desarrollando como resultados CICLOS DE INNOVACIÓN y con ello una ESCALABILIDAD TECNOLÓGICA, dos aspectos cruciales en el camino hacia el éxito sostenible de una empresa manufacturera. En un mundo impulsado por la Industria 4.0, donde la digitalización y la tecnología avanzada están transformando la forma en que se hacen los negocios, la capacidad de escalar y expandirse se vuelve aún más esencial.

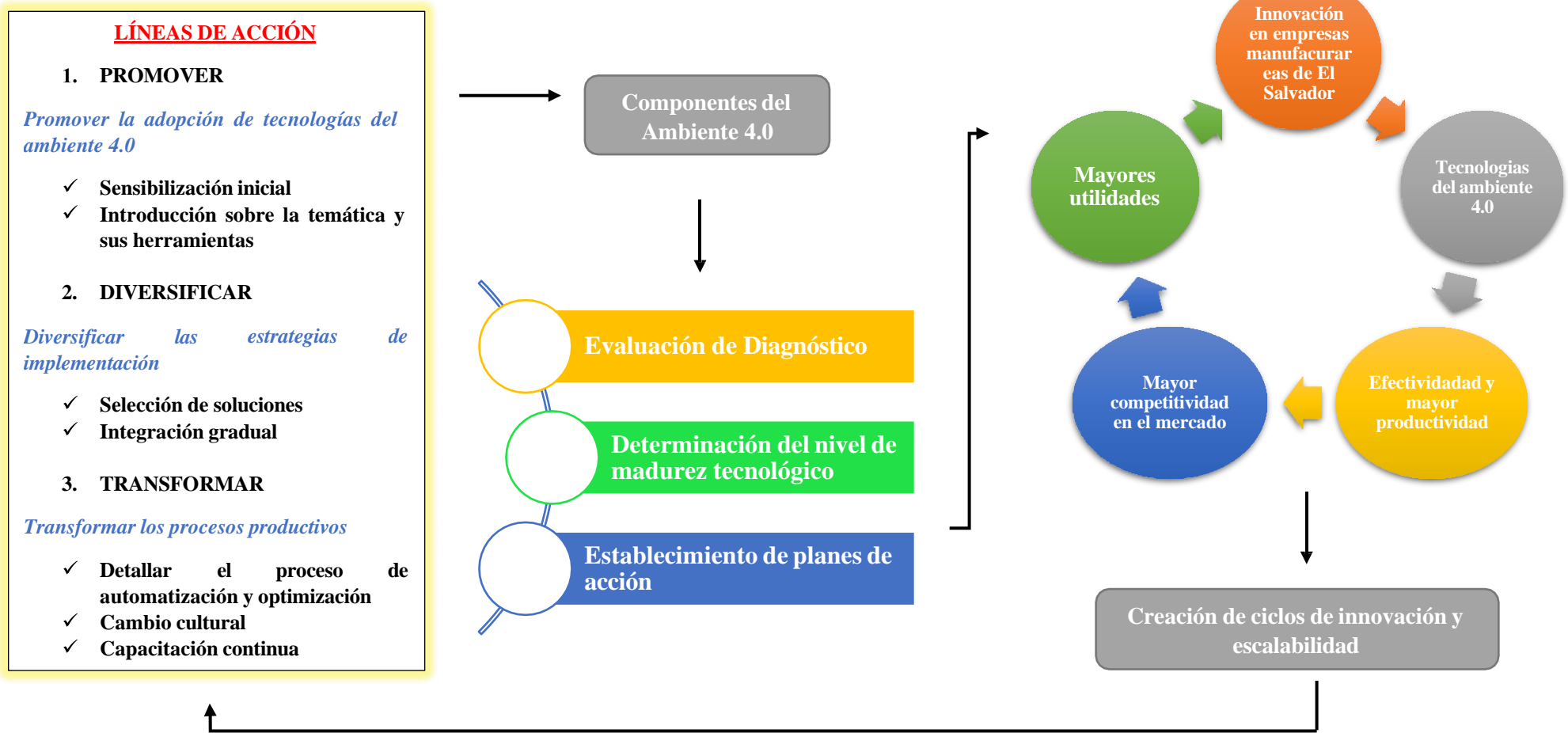
El proyecto, además, de efectuar una migración a un ambiente 4.0 se centra en cómo aprovechar la revolución de la Industria 4.0 para lograr un crecimiento sostenible y una expansión efectiva de manera continua.

4.1.5 ESQUEMA DE LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA

A continuación, se presenta el esquema de la conceptualización de la propuesta, esta ha sido diseñada incluyendo todos elementos definidos en las secciones anteriores.

Además, el presente esquema es el producto de la investigación y refleja todo los resultados obtenidos y el punto de partida de la elaboración de la guía metodológica para migrar a las empresas manufactureras de El Salvador de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0.

Ilustración 10: Esquema de Conceptualización de la Propuesta



Fuente: Elaboración propia

ETAPA DE DISEÑO

METODOLOGÍA DE DISEÑO

a. Objetivos de la etapa

Inicialmente es necesario especificar los objetivos de la etapa de diseño. Esto implica definir claramente qué se espera desarrollar en la etapa.

b. Elementos de guía metodológica

Es importante para definir y explicar los elementos que forman parte de la guía ya que son los componentes o secciones que constituyen la estructura y el contenido de la guía. Este apartado ayuda a los usuarios a comprender qué tipo de información pueden esperar o encontrar en ella.

c. Destinatarios de la guía metodológica

Se debe aclarar para qué tipo de empresas manufactureras está diseñada la guía (por ejemplo: pequeñas, medianas o grandes empresas) y si está destinada a sectores específicos de la industria.

d. Objetivos de la guía metodológica

Aquí se definen claramente los objetivos específicos de la guía, es decir, los puntos claves que se van a abordar con el diseño y ejecución de la guía. Los objetivos deben ser medibles y alcanzables.

e. Alcances de la guía

Es de suma importancia para definir claramente las áreas o aspectos específicos que cubrirá la guía. Por ejemplo: se detalla si la guía tiene un enfoque regional o geográfico específico.

f. Diseño de la guía

Componentes de la guía: Se detallan y profundizan las divisiones que tendrá la guía, por ejemplo: se enumeran las áreas funcionales dentro de la empresa que serán abordadas por la guía, como producción, logística, gestión de la cadena de suministro, mantenimiento, etc.

Estructura de Checklist: Se formulan las preguntas con las que cada empresa efectuará la evaluación de diagnóstico, de acuerdo a cada área funcional de la empresa, a fin de abordar todos los aspectos de relevancia e interés para tener un resultado real.

Escala tecnológica: Se establece la escala a utilizar para medir los niveles de tecnologías existentes dentro de las empresas. El nivel de madurez tecnológico es un tipo de escala de medida que dará paso a resumir la situación actual para establecer el plan de acción a seguir.

Tecnologías para la selección: Se hace referencia a las tecnologías específicas que se deben considerar y seleccionar durante el proceso de implementación de acuerdo a cada escala de nivel tecnológico.

g. Planes de acción y diseño de implementación

Se detalla cómo se llevará a cabo la implementación de tecnologías en los procesos de la empresa y de acuerdo a cada escala de nivel de madurez tecnológico y teniendo en cuenta las tecnologías a implementar correspondiente a cada nivel.

h. Plan de Evaluación

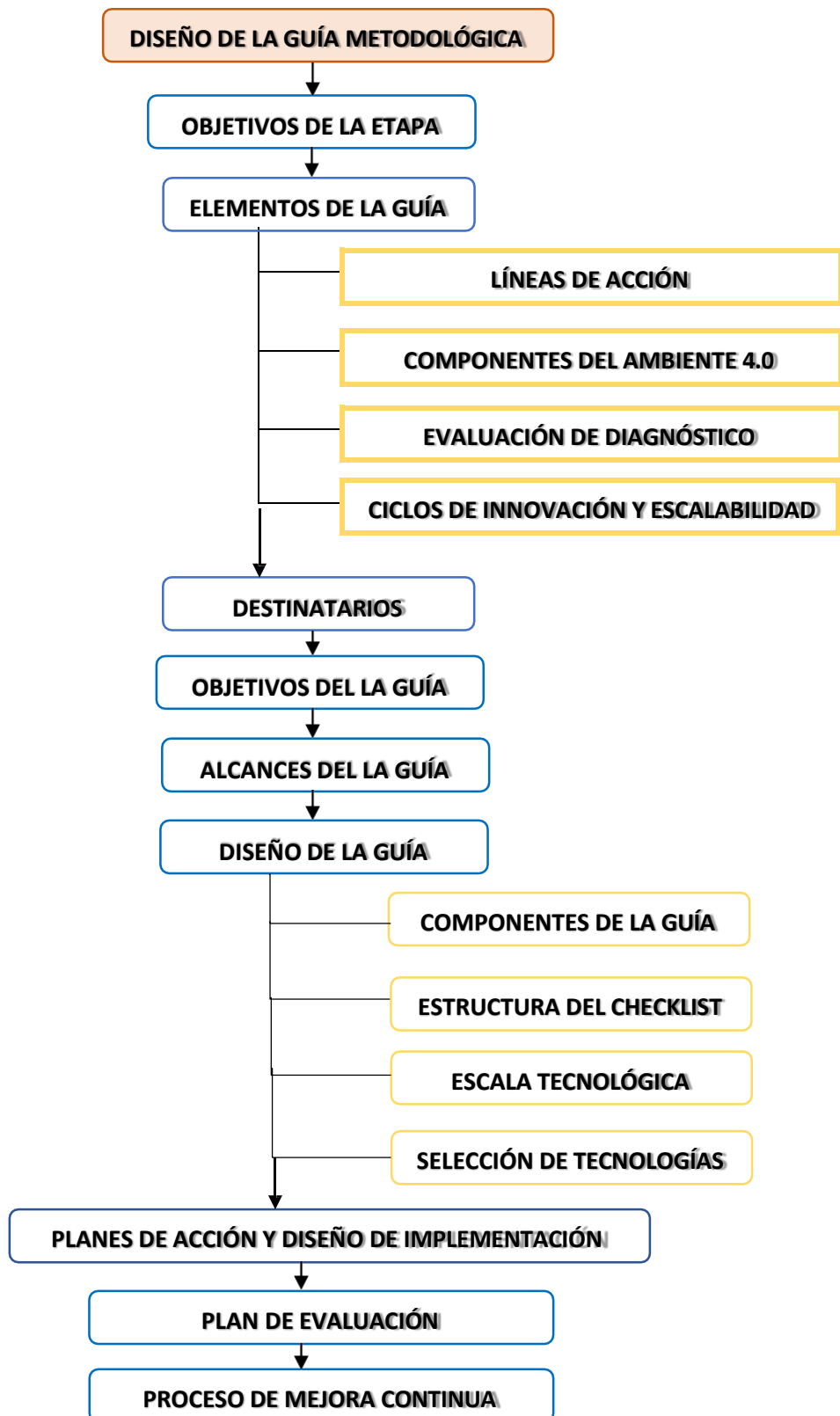
Se describen los indicadores claves de rendimiento (KPIs) que se utilizarán para medir el progreso y el éxito de la aplicación de la guía, de esta manera, establecer un proceso de evaluación periódica para asegurarse de que la migración esté logrando sus objetivos.

i. Proceso de mejora continua

Se establece un proceso a seguir para la generación de prácticas y principios que fomenten la evaluación constante, el aprendizaje y la optimización continua de las tecnologías implementadas.

ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA DE DISEÑO

Ilustración 1: Metodología del diseño



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO

V

5.1 ELEMENTOS DE LA GUÍA METODOLÓGICA

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 empresas manufactureras a un ambiente 4.0.

Los elementos de la guía metodológica:

Ilustración 11: Elementos de la guía metodológica



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan cada uno de ellos:

5.1.1 LÍNEAS DE ACCIÓN

Las líneas de acción incluyen estrategias para fomentar la adopción de tecnologías, diversificar los sistemas existentes y transformar los procesos operativos. Cada línea de acción se desarrolla con pasos específicos, recursos necesarios y métricas de evaluación para asegurar una implementación efectiva y medible de la metodología propuesta.

A continuación, se presentan las líneas estratégicas de acción:

- a. Promover la adopción de tecnologías del ambiente 4.0
- b. Diversificar las estrategias de implementación
- c. Transformar los procesos productivos

5.1.2 COMPONENTES DEL AMBIENTE 4.0

Conocer los componentes del Ambiente 4.0 proporciona la base necesaria para diseñar una guía metodológica que sea completa y alineada con los objetivos específicos de la transformación digital, en el contexto de las empresas manufactureras, además, cada empresa es única en términos de estructura y operaciones, es por ello que, conocer los componentes del Ambiente 4.0 permite adecuar las soluciones propuestas en la guía para satisfacer las necesidades específicas de cada organización.

5.1.3 DIAGNÓSTICO DE EVALUACIÓN

La evaluación del diagnóstico es un proceso profundo y esencial en el camino hacia la migración de empresas manufactureras a un entorno 4.0. Su objetivo principal es proporcionar una comprensión completa de la situación actual de la empresa en términos de tecnología, cultura organizacional y procesos empresariales.

La evaluación del diagnóstico proporciona una imagen detallada de la situación de la empresa en su viaje hacia la transformación digital. Este análisis en profundidad permite a la empresa tomar decisiones informadas sobre qué tecnologías adoptar, cómo integrarlas en sus procesos y cómo desarrollar a su personal. Con esta comprensión sólida, se pueden crear planes de acción específicos y estratégicos para llevar a cabo la migración hacia un entorno 4.0 de manera efectiva y sostenible.

5.1.4 CICLOS DE INNOVACIÓN Y ESCALABILIDAD

En el contexto de la Industria 4.0, los ciclos de innovación y escalabilidad son fundamentales para que las empresas manufactureras no solo se adapten al cambio tecnológico, sino que también prosperen y crezcan en un entorno empresarial cada vez más competitivo y dinámico. Estos ciclos representan un proceso continuo de mejora y evolución que permite a las organizaciones mantenerse a la vanguardia de la tecnología, garantizar la eficiencia operativa y mantener o ganar ventajas competitivas.

5.2 DESARROLLO DE LOS ELEMENTOS DE LA GUÍA

5.2.1 LÍNEAS DE ACCIÓN

Las líneas de acción para el diseño de una guía son las estrategias y pasos específicos que se establecen para orientar la creación de la guía metodológica. Estas líneas de acción son fundamentales para estructurar y planificar el proceso de diseño de manera efectiva, es decir, las líneas de acción proporcionan una estructura sólida con un enfoque claro y ordena al proceso de diseño de la guía, al definir líneas de acción, se establece un enfoque estratégico para el diseño, que permita demostrar la existencia de metas claras y un plan bien estructurado para lograr la transformación hacia el entorno 4.0.

A continuación, se presentan las líneas de acción:

Ilustración 12: Líneas de acción

a. Promover la adopción de tecnologías del ambiente 4.0

- **a.1 Sensibilización inicial**
- **a.2 Instrucción sobre la temática y sus herramientas**

b. Diversificar las estrategias de implementación

- **b.1 Selección de soluciones**
- **b.2 Integración gradual**

c. Transformar los procesos productivos

- **c.1 Detallar el proceso de automatización y optimización**
- **c.2 Cambio cultura**

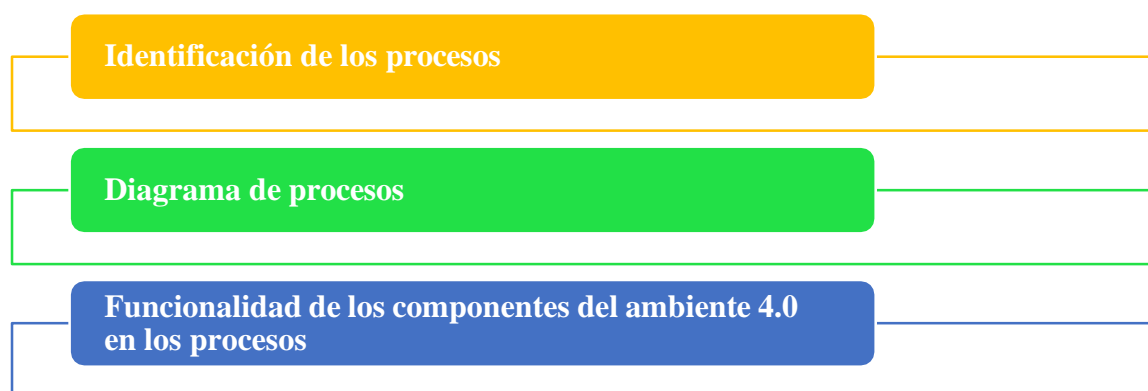
Fuente: Elaboración propia

5.2.2 COMPONENTES DEL AMBIENTE 4.0

Para presentar los componentes del ambiente 4.0, se realiza una caracterización de cada subsector de estudio respecto a cada componente, a fin de obtener de una manera específica, aspectos claves en los diversos macroprocesos con respecto a tecnologías 4.0.

A continuación, se presentan los elementos que forman parte de la caracterización de cada subsector:

Ilustración 13: Elementos de caracterización de los subsectores



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el desarrollo de cada uno de ellos respecto a cada subsector:

5.2.3 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSECTOR DE ALIMENTOS

5.2.3.1 PROCESOS EN LA “ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS”

Para la industria manufacturera de "Elaboración de productos alimenticios" en El Salvador, los macroprocesos pueden variar según la empresa y la escala de producción, pero a nivel general, se pueden identificar los siguientes macroprocesos comunes:

1. Recepción y Almacenamiento de Materias Primas:

- ✓ Recepción de materias primas químicas.
- ✓ Almacenamiento y gestión de inventario de materias primas.

2. Preparación de Materias Primas:

- ✓ Limpieza, pelado, corte y trituración de ingredientes según sea necesario.
- ✓ Mezcla de ingredientes para crear la base de los productos alimenticios.

3. Procesamiento:

- ✓ Cocinado, horneado, fritura, esterilización u otros métodos de procesamiento para cocinar los ingredientes y dar forma al producto.
- ✓ Pasteurización o esterilización para conservar los alimentos.

4. Control de Calidad y Seguridad Alimentaria:

- ✓ Pruebas de calidad para verificar que los productos cumplan con los estándares.
- ✓ Control microbiológico y de seguridad para garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo.

5. Envasado y Etiquetado:

- ✓ Llenado de los productos en envases adecuados como: latas, botellas, bolsas o envases de cartón.
- ✓ Sellado y etiquetado de los envases.

6. Enfriamiento:

- ✓ Enfriamiento rápido de los alimentos para preservar la calidad y la seguridad.

7. Almacenamiento de Productos Terminados:

- ✓ Almacenamiento de productos terminados en condiciones controladas de temperatura y humedad para mantener la frescura y la seguridad.

8. Distribución y Logística:

- ✓ Distribución de productos a minoristas, mayoristas o restaurantes.
- ✓ Gestión de la cadena de suministro para garantizar la frescura y disponibilidad.

9. Gestión Ambiental y de Residuos:

- ✓ Disposición adecuada de los residuos generados durante la producción y el envasado.

10. Ventas y Comercialización:

- ✓ Promoción y venta de productos alimenticios a través de diversos canales, como tiendas, supermercados y en línea.

5.2.3.2 DIAGRAMA DE PROCESOS DE “ELABORACIÓN DE PRODUCTOS

ALIMENTICIOS”

Ilustración 14: Diagrama de procesos de la elaboración de productos alimenticios



Fuente: Elaboración propia

5.2.3.3 FUNCIONALIDAD DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LOS PROCESOS DE LA “ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS”

Tabla 34: Ejemplos de aplicación de las herramientas de la industria 4.0 en los procesos de elaboración de productos alimenticios

Proceso	Internet de las cosas (IoT)	Big Data	Computación en la nube	Inteligencia Artificial (IA)	Fabricación aditiva	Robótica avanzada	Realidad Aumentada (AR)	Integración de sistemas	Simulaciones o Gemelos Digitales
Recepción y Almacenamiento de Materias Primas	Sensores de peso y nivel para un seguimiento preciso a las materias primas.	Análisis de datos de la calidad y seguridad de las materias primas.	Gestión y seguimiento del inventario de materias primas en tiempo real.	Predicción de la demanda de materias primas.	Diseño de contenedores y embalajes personalizados.	Robots automatizados de etiquetado y seguimiento de materias primas.	Etiquetado y marcado virtual con superposición de etiquetas virtuales en las materias primas.	Integración de sistemas de automatización de procesos de recepción y almacenamiento de materias primas.	Modelos de condiciones ambientales del almacén de materias primas.
Preparación de Materias Primas	Sistemas de dosificación y mezcla precisa.	Control de calidad y trazabilidad, mediante el análisis de datos.	Herramientas de colaboración basadas en la nube de comunicación.	Interfaces de usuario inteligente para la operación y supervisión de equipos y procesos.	Diseño de moldes y cortadores personalizados.	Robots para manipulación y mezcla de ingredientes.	Dispositivos AR para la inspección de calidad.	Integración con sistemas de control de procesos.	Simulaciones de dosificación y mezcla.
Procesamiento	Sensores de monitoreo en tiempo real.	Análisis de datos para la gestión de la cadena de suministros.	Robótica y automatización conectada y gestionada por medio de la nube.	Planificación de la producción por IA.	Creación de equipos de prueba y prototipos.	Robots automatizados en tareas repetitivas.	AR aplicada a la guía de procesos y las instrucciones visuales para el procesamiento de productos terminados.	Integración de automatización de maquinaria.	Simulaciones de diagnósticos de problemas en tiempo real.
Control de Calidad y Seguridad Alimentaria	Sensores y cámaras IoT para el control de calidad automatizado.	Análisis Big Data para rastrear y registrar parámetros para la seguridad alimentaria y el cumplimiento de regulaciones.	Control de procesos en tiempo real.	Sistemas de aprendizaje automático para el control de calidad automático.	Diseño de sensores y dispositivos de monitoreo.	Robótica avanzada en el manejo de la seguridad alimentaria.	Sistemas de visión AR para la detección de contaminantes.	Integración de sistemas de supervisión y control de los procesos.	Simulaciones de validación de procedimientos de seguridad alimentaria.

Envasado y Etiquetado	Sensores de control de llenado y sellado.	Optimización de la cadena de suministro de envases.	Gestión de datos de etiquetas y envases.	Inspección y clasificación automatizada de envases y etiquetas.	Prototipos de envases y etiquetas inteligentes.	Sistemas de robótica en el manejo de diferentes formatos de envasado y etiquetado preciso.	AR aplicado en el etiquetado personalizado de lotes de producción.	Integración de sistemas de automatización de envasado y etiquetado.	Validación de etiquetas y empaques antes de su impresión en el producto terminado.
Enfriamiento	Sistemas de control y ajuste de la velocidad de enfriamiento por IoT.	Análisis para Mantenimiento predictivo de equipos de enfriamiento.	Monitoreo en tiempo real de las temperaturas.	Algoritmos de IA para el análisis y optimización de procesos de enfriamiento.	Equipo personalizado y herramientas de manipulación de productos enfriados.	Gestión de sistemas de almacenaje y recuperación automatizados.	Datos visualizados sobre calidad de la cadena de frío mediante AR.	Integración de sistemas de regulación de humedad y enfriamiento.	Modelados de la transferencia de calor.
Almacenamiento de Productos Terminados	Sensores IoT para la optimización del espacio de almacenamiento	Gestión en la cadena de frío para el registro del historial de los productos en almacenamiento.	Gestión de inventario colaborativa en tiempo real.	Recolección de datos históricos para la optimización de la disposición de productos en el almacén.	Diseño de dispositivos de seguridad y bloqueo.	Robots clasificadores y organizadores del inventario terminado.	Selección de productos de almacén mediante dispositivos AR.	Sistemas de alerta y notificaciones automáticas en caso de problemas en el almacenamiento.	Simulaciones de planificación de la capacidad de almacenamiento
Distribución y Logística	Sensores IoT de monitoreo de flota de vehículos para distribución.	Análisis Big Data para la optimización de rutas de entrega.	Gestión de pedidos y entregas automatizadas.	Asignación dinámica de recursos en función de la demanda.	Diseño de sistemas de amarre y sujeción.	Sistemas de paletización y despaletización .	Guías de instrucción de embalaje y carga.	Sistemas integrados de monitoreo del mantenimiento de las flotas.	Simulación de rutas y programación de entregas.
Gestión Ambiental y de Residuos	Sensores IoT de gestión de residuos alimentarios.	Monitoreo de residuos y reciclaje en tiempo real.	Monitoreo de emisiones y huella de carbonos en la nube.	Monitoreo ambiental en tiempo real con sensores en la nube.	Reciclaje y reutilización de materiales para impresión 3D.	Robots equipados con sensores para clasificar residuos.	Educación y capacitación mediante AR.	Integración de sistemas para la eficiencia energética.	Diseño de envases sostenibles.
Ventas y Comercialización	Etiquetas inteligentes en productos con información adicional con códigos QR.	Segmentación de clientes por análisis de datos demográficos y de comportamientos de compra.	Automatización de marketing en la nube.	Algoritmos de IA para la personalización de productos y ofertas.	Creación de objetos promocionales y muestras.	Robots interactivos en los puntos de venta para una mejor experiencia en el cliente.	Visualización de productos mediante superposición de imágenes en 3D en AR.	Sistemas integrados de seguimiento de ventas.	Pruebas de estrategias de marketing.

Fuente: Elaboración propia

5.2.4 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSECTOR QUÍMICO

5.2.4.1 PROCESOS EN LA “FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS”

Para la industria manufacturera de "Fabricación de sustancias y productos químicos" en El Salvador, los macroprocesos pueden variar según la empresa y la escala de producción, pero a nivel general, se pueden identificar los siguientes macroprocesos comunes:

1. Recepción y Almacenamiento de Materias Primas:

- ✓ Recepción de materias primas químicas.
- ✓ Almacenamiento y gestión de inventario de materias primas.

2. Preparación de Materias Primas:

- ✓ Mezcla y preparación de materias primas para la producción de sustancias químicas.
- ✓ Dosificación y pesaje de ingredientes.

3. Procesamiento Químico:

- ✓ Reacciones químicas y procesos de síntesis para la fabricación de productos químicos.
- ✓ Destilación, cristalización y otros procesos de separación y purificación.

4. Producción de Productos Químicos:

- ✓ Fabricación de productos químicos como: solventes, reactivos químicos, plásticos, pinturas, detergentes, entre otros.

5. Control de Calidad:

- ✓ Inspección y pruebas de calidad de productos químicos.

- ✓ Aseguramiento de la calidad y cumplimiento de normativas.

6. Envasado y Etiquetado:

- ✓ Envasado de productos químicos en recipientes adecuados.
- ✓ Etiquetado con información de seguridad y especificaciones del producto.

7. Almacenamiento de Productos Terminados:

- ✓ Almacenamiento de productos químicos terminados en condiciones adecuadas.

8. Distribución y Logística:

- ✓ Gestión de la distribución de productos químicos a clientes o centros de venta.
- ✓ Gestión de la cadena de suministro.

9. Gestión Ambiental y de Residuos:

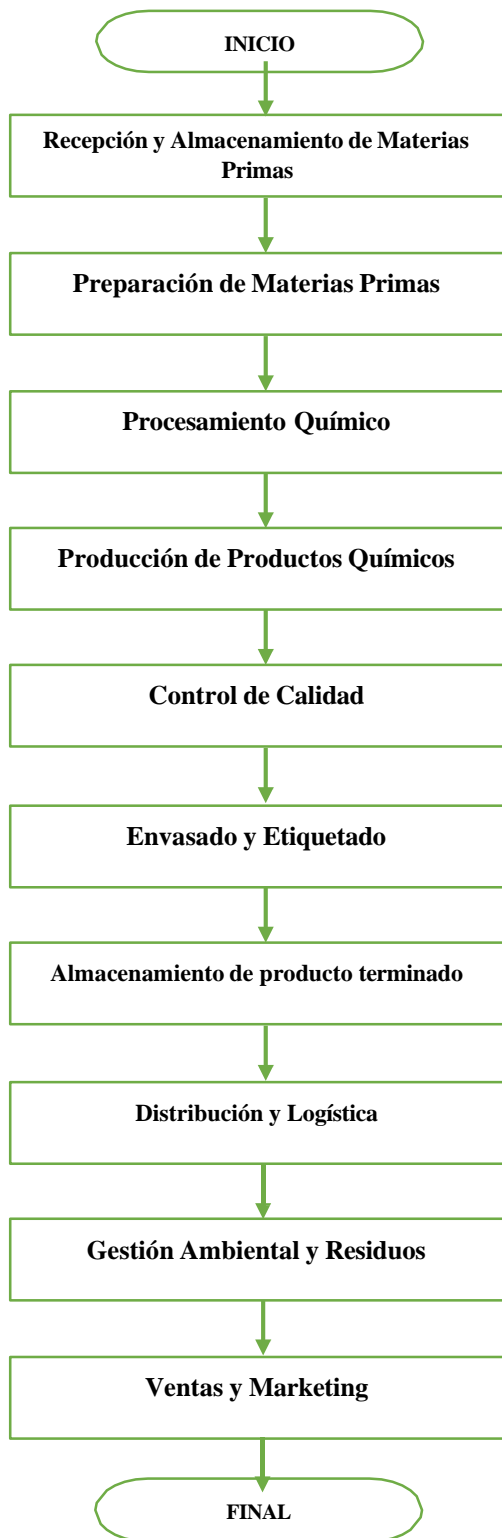
- ✓ Tratamiento adecuado de residuos químicos y gestión ambiental conforme a regulaciones locales.

10. Ventas y Marketing:

- ✓ Desarrollo de estrategias de ventas y marketing para promover los productos químicos en el mercado.
- ✓ Identificación de nuevos clientes y mercados potenciales.
- ✓ Publicidad, promoción y estrategias de ventas para aumentar la demanda y las ventas de productos químicos.

5.2.4.2 DIAGRAMA DE PROCESOS DE “FRABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS”

Ilustración 15: Diagrama de procesos de la elaboración de productos químicos



Fuente: Elaboración propia

5.2.4.3 FUNCIONALIDAD DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LOS PROCESOS DE LA “FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS”

Tabla 35: Ejemplos de aplicación de las herramientas de la industria 4.0 en los procesos de elaboración de productos químicos

Proceso	Internet de las cosas (IoT)	Big Data	Computación en la nube	Inteligencia Artificial (IA)	Robótica avanzada	Realidad Aumentada (AR)	Integración de sistemas	Simulaciones o Gemelos Digitales	Fabricación Aditiva
Recepción y Almacenamiento de Materias Primas	Sensores de temperatura y humedad para monitorear condiciones de almacenamiento.	Análisis de datos de inventario y demanda de materias primas.	Almacenamiento de datos en la nube para acceso remoto.	Predicción de necesidades de reposición de materias primas.	Robótica para carga y descarga de materiales.	Visualización de datos de inventario en tiempo real.	Integración con sistemas de gestión de inventario.	Modelos de simulación para optimizar la gestión de inventario.	Impresión 3D de piezas y componentes de repuesto.
Preparación de Materias Primas	Sensores de peso y dosificación automatizada.	Análisis de datos de dosificación y calidad.	Almacenamiento y acceso a recetas y fórmulas en la nube.	Control automático de dosificación con IA.	Robots para manipulación y mezcla de ingredientes.	Realidad aumentada para guiar al personal en la dosificación.	Integración con sistemas de control de procesos.	Simulaciones de procesos de dosificación.	Fabricación de piezas de maquinaria con impresión 3D.
Procesamiento Químico	Sensores de procesos químicos para monitoreo en tiempo real.	Análisis de datos para optimización de procesos químicos.	Almacenamiento de datos de procesos en la nube.	Sistemas de control basados en IA para reacciones químicas.	Robótica avanzada en tareas de procesamiento.	Visualización de datos de procesos en AR.	Integración de sistemas de control de procesos.	Gemelos digitales para simulación de procesos químicos.	Impresión 3D de componentes químicos específicos.
Producción de Productos Químicos	Sensores en maquinaria para monitorear el rendimiento.	Análisis de datos de producción para detectar defectos o mejoras.	Almacenamiento y acceso a especificaciones de productos en la nube.	Sistemas de control de calidad basados en IA.	Robótica para tareas de producción.	Visualización de especificaciones en AR.	Integración con sistemas de gestión de producción.	Simulaciones de la línea de producción.	Fabricación aditiva de equipos y componentes de producción.
Control de Calidad	Sensores de calidad para inspección automatizada.	Análisis de datos de calidad para identificar tendencias.	Almacenamiento de datos de calidad en la nube.	IA para detección de defectos y clasificación.	Robótica para pruebas y análisis.	Visualización de resultados de calidad en AR.	Integración con sistemas de gestión de calidad.	Simulaciones de pruebas de calidad.	Fabricación aditiva de piezas de inspección y medición.
Envasado y Etiquetado	Sensores en máquinas de envasado para control de procesos.	Análisis de datos de envasado para eficiencia y calidad.	Almacenamiento de datos de envasado en la nube.	Etiquetado automatizado con IA.	Robótica para el proceso de envasado.	Realidad aumentada en la verificación de etiquetas.	Integración con sistemas de etiquetado y envasado.	Simulaciones de procesos de envasado.	Impresión 3D de herramientas y accesorios de envasado.

Almacenamiento de Productos Terminados	Sensores de condiciones de almacenamiento para asegurar calidad.	Análisis de datos de almacenamiento para optimización.	Almacenamiento de datos en la nube para seguimiento de inventario.	IA para predecir la demanda de productos terminados.	Robots para la gestión y movimiento de productos terminados.	Visualización de datos de inventario en AR.	Integración con sistemas de gestión de inventario.	Simulaciones de gestión de inventario y almacenamiento.	Fabricación aditiva de soluciones de almacenamiento personalizadas.
Distribución y Logística	Sensores en vehículos de transporte para monitoreo de carga.	Análisis de datos de rutas y tiempos de entrega.	Almacenamiento de datos de logística en la nube.	IA para optimización de rutas y programación de entregas.	Robótica en almacenes y procesos de carga y descarga.	Realidad aumentada en la logística de carga y entrega.	Integración de sistemas de gestión de la cadena de suministro.	Simulaciones de rutas y planificación logística.	Impresión 3D de piezas para vehículos de transporte y logística.
Gestión Ambiental y de Residuos	Sensores ambientales para el monitoreo de residuos y emisiones.	Análisis de datos para cumplimiento ambiental y gestión de residuos.	Almacenamiento de datos ambientales en la nube.	IA para el control de emisiones y gestión de residuos.	Robótica para la manipulación segura de residuos químicos.	Visualización de datos ambientales en AR.	Integración con sistemas de gestión ambiental.	Simulaciones de gestión de residuos y procesos ambientales.	Fabricación aditiva de equipos y sistemas de tratamiento de residuos.
Ventas y Marketing	IoT para recopilación de datos del mercado y clientes.	Análisis de datos de ventas y tendencias del mercado.	Almacenamiento de datos de ventas y marketing en la nube.	IA para personalización de estrategias de marketing.	Realidad aumentada en campañas publicitarias.	Integración de sistemas	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia

5.2.5 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSECTOR TEXTIL

5.2.5.1 PROCESOS EN LA “FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES”

A continuación, se presenta el proceso de fabricación y elaboración de productos textiles, dicho proceso se muestra de forma general, pues este puede variar según las condiciones de cada empresa, además, cada una de estas fases tiene especificaciones detalladas y está sujeta a rigurosas pruebas para garantizar la calidad del producto final y cumplir con estándares éticos y ambientales.

1. Diseño y desarrollo:

- ✓ Creación de conceptos y diseños de prendas.
- ✓ Desarrollo de prototipos y pruebas de materiales.

2. Abastecimiento de materiales:

- ✓ Adquisición de materias primas como: hilos, telas y tintes.

3. Producción:

En el proceso de producción se pueden dar etapas como:

- a. **Hilado:** La fase de hilado es el punto inicial donde las fibras como: el algodón, poliéster o lana, se transforman en hilos. Las especificaciones detalladas como: el tipo de fibra, la longitud y la torsión, son críticas para determinar la suavidad y resistencia del producto final. El proceso puede ser continuo o peinado, este último utilizado para eliminar

impurezas. El control de la tensión y la humedad durante esta etapa es crucial, y las pruebas de resistencia, conteo de hilos y uniformidad garantizan la calidad del hilado.

Especificaciones de Material:

- ✓ Tipo de Fibra: Algodón, poliéster, lana, etc.
- ✓ Longitud de Fibra: Define la suavidad y resistencia.
- ✓ Torsión: Nivel de torsión para dar fuerza al hilo.

Hilado Continuo o Peinado:

- ✓ Hilado Continuo: Fibra continua para mayor suavidad.
- ✓ Hilado Peinado: Fibra peinada para eliminar impurezas.

Control de Tensión y Humedad:

- ✓ Afecta la calidad y resistencia del hilado.

Pruebas:

- ✓ Pruebas de resistencia, conteo de hilos, y uniformidad.

b. Corte: En la fase de corte, los patrones diseñados minuciosamente dictan cómo se cortarían las telas para maximizar la eficiencia del material. Desde cuchillas manuales hasta máquinas CNC de alta precisión, el corte es una operación donde la exactitud es esencial. La identificación de las telas marcadas asegura un proceso de confección fluido. Las pruebas se centran en la verificación precisa de dimensiones y patrones.

- c. Confección:** Las técnicas de costura varían desde las simples costuras rectas hasta costuras decorativas complejas. Las máquinas de costura especializadas son utilizadas para diferentes operaciones, y los detalles finales, como el planchado y la aplicación de accesorios, son esenciales. Las pruebas se centran en la resistencia de las costuras, el ajuste y la comodidad general de la prenda.
- d. Teñido:** Desde la elección de tintes naturales o sintéticos hasta el proceso de teñido, que puede involucrar agua caliente, vapor o tintura en frío, cada decisión afecta el resultado final del color. El control preciso de pH y temperatura es esencial para obtener colores consistentes, las especificaciones exactas pueden variar según el tipo de tinte y fibra, pero generalmente, el control del pH se mantiene en un rango específico (por ejemplo: entre 4 y 6 para tintes ácidos) y la temperatura se ajusta según las necesidades del proceso (puede variar desde temperaturas ambiente hasta temperaturas elevadas dependiendo del tipo de teñido) y las pruebas se centran en la solidez del color, resistencia al lavado y pruebas de frotamiento.
- e. Estampados:** La elección de tintas, ya sean a base de agua, plastisol o de descarga, es crucial en esta fase. Métodos como la serigrafía o la impresión digital ofrecen opciones variadas. Garantizar el secado y la fijación adecuados es esencial para la durabilidad de la impresión, y las pruebas se centran en la resistencia al lavado y la fijación del color.

4. Control de calidad:

La inspección visual meticulosa, pruebas de resistencia para asegurar durabilidad y muestreo aleatorio para pruebas periódicas son fundamentales en esta fase. Las pruebas de calidad del acabado, que incluyen detalles finales como botones y etiquetas, garantizan que cada producto cumpla con los estándares más altos.

5. Distribución y logística:

- ✓ Manejo de inventario.
- ✓ Distribución eficiente de productos a mayoristas o directamente al consumidor.

6. Ventas y marketing:

- ✓ Estrategias de marketing y publicidad.
- ✓ Venta de productos a través de diferentes canales.

7. Sostenibilidad:

Integrar materiales reciclados, minimizar desechos y consumo de agua, obtener certificaciones ambientales reconocidas y realizar auditorías de proveedores para asegurar prácticas sostenibles en la cadena de suministro son pasos cruciales en la búsqueda de la sostenibilidad en la producción textil.

8. Innovación en diseño y producción:

Desde la investigación de nuevos materiales y el diseño paramétrico hasta la aplicación de tecnologías de costura avanzadas, esta fase impulsa la industria hacia adelante. Las pruebas de

desempeño, que evalúan nuevas tecnologías en condiciones reales, son esenciales para la adopción exitosa de innovaciones.

9. Regulaciones y normativas:

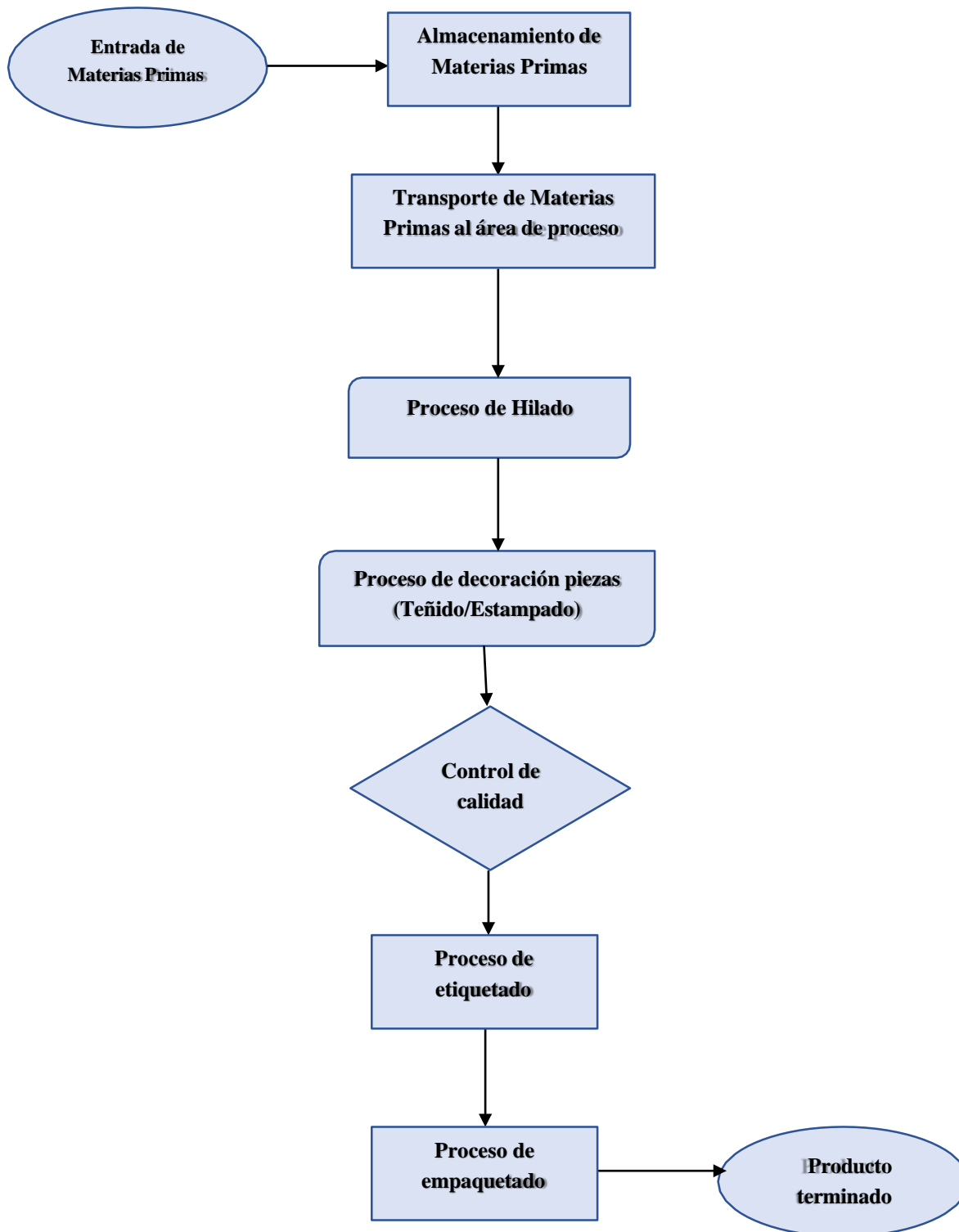
Cumplir con estándares de seguridad para productos textiles, adherirse a regulaciones ambientales que limitan ciertos químicos, respetar normativas laborales éticas y obtener certificaciones de calidad reconocidas son imperativos para garantizar la integridad y la responsabilidad en cada paso del proceso.

Existen varias organizaciones y estándares reconocidos a nivel internacional para la producción de productos textiles. A continuación, se detallan algunos:

- ✓ **ISO (International Organization for Standardization):** ISO 9001 para gestión de calidad, ISO 14001 para gestión ambiental, e ISO 45001 para gestión de salud y seguridad ocupacional.
- ✓ **OEKO-TEX Standard:** Enfocado en la seguridad de textiles y la ausencia de sustancias nocivas.
- ✓ **GOTS (Global Organic Textile Standard):** Para productos textiles orgánicos.
- ✓ **WRAP (Worldwide Responsible Accredited Production):** Se enfoca en condiciones de trabajo éticas y buenas prácticas de fabricación.

5.2.5.2 DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA “PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES”

Ilustración 16: Diagrama de procesos de la elaboración de productos textiles



Fuente: Elaboración propia

5.2.5.3 FUNCIONALIDAD DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LOS PROCESOS DE LA “FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES”

Tabla 36: Ejemplos de aplicación de las herramientas de la industria 4.0 en los procesos de elaboración de productos textiles

Proceso	Internet de las cosas (IoT)	Big Data	Computación en la nube	Inteligencia Artificial (IA)	Fabricación aditiva	Robótica avanzada	Realidad Aumentada (AR)	Integración de sistemas	Simulaciones o Gemelos Digitales
Diseño y Desarrollo	Sensores en estaciones de diseño para rastrear la utilización de herramientas y equipos, proporcionando datos sobre patrones de trabajo y eficiencia del diseño.	Análisis de grandes conjuntos de datos de tendencias de la industria y preferencias del consumidor para informar el diseño de productos de moda.	Plataforma de diseño colaborativo en la nube que permite a equipos dispersos geográficamente trabajar en tiempo real en proyectos de diseño compartidos.	Predicción de la demanda de materias primas.	Creación de prototipos de diseños mediante impresión 3D para evaluar la viabilidad y estética del producto antes de la producción en masa.	Empleo de robots para realizar tareas repetitivas en el diseño y desarrollo, como la creación de muestras, liberando a los diseñadores para tareas más creativas.	Diseñadores utilizando gafas de realidad aumentada para visualizar modelos 3D de prendas en tiempo real, permitiendo ajustes y mejoras inmediatas.	Plataforma centralizada que conecta herramientas de diseño, permitiendo una colaboración eficiente y una gestión fluida de versiones de diseño.	Creación de un gemelo digital que simula el rendimiento de un nuevo diseño en diferentes condiciones antes de la producción física.
Abastecimiento	Sensores de inventario en almacenes de materias primas para monitorear niveles y facilitar la reordenación automática.	Análisis de datos de proveedores y condiciones del mercado para seleccionar proveedores que ofrezcan mejores condiciones y precios.	Sistema centralizado de gestión de proveedores en la nube que permite un acceso fácil y colaboración entre departamentos.	Algoritmos predictivos que anticipan cambios en la oferta y demanda para optimizar las decisiones de compra.	Utilización de impresión 3D para crear prototipos de componentes de suministro antes de la producción a gran escala.	Robots autónomos en almacenes que facilitan la gestión eficiente del inventario y la reposición automática.	-----	Sistemas de gestión de cadena de suministro que integran datos en tiempo real de proveedores y almacenes, optimizando la gestión de inventarios.	Gemelos digitales que simulan diferentes escenarios de demanda para optimizar las decisiones de compra y almacenamiento
Hilado	Sensores en máquinas de hilado para monitorear la	Análisis de datos de producción de hilos para mejorar la calidad y la	Almacenamiento y acceso a datos de producción de hilos desde	Optimización de configuraciones de máquinas	Uso de impresión 3D para crear boquillas personalizadas	Robótica colaborativa para el manejo seguro de	-----	Integración de sistemas de monitoreo en tiempo real en	Gemelos digitales que simulan diferentes

	velocidad, la temperatura y la calidad del hilo en tiempo real.	eficiencia del proceso.	cualquier ubicación.	basada en análisis predictivo para mejorar la calidad del hilo.	para máquinas de hilado, mejorando la eficiencia del proceso.	materiales en las etapas de preparación y carga de máquinas de hilado.		máquinas de hilado para identificar y corregir problemas de manera proactiva.	ajustes de máquinas de hilado para optimizar la calidad del hilo.
Teñido	Sensores en tanques de teñido para monitoreo de pH y temperatura.	Análisis de datos de calidad del color para ajustes precisos.	Almacenamiento de recetas de teñido para acceso instantáneo.	Optimización de procesos de teñido basada en análisis predictivo.	Uso de tecnologías de impresión 3D para crear moldes personalizados que mejoren la consistencia del proceso de teñido.	-----	-----	Sistemas de control de pH y temperatura integrados para un monitoreo preciso y ajustes automáticos durante el teñido.	Gemelos digitales que simulan diferentes fórmulas de tinte para optimizar la calidad del color.
Estampado	Sensores en máquinas de estampado para monitoreo y mantenimiento predictivo.	Análisis de datos de resistencia al lavado y fijación del color.	Almacenamiento de diseños de estampado para acceso instantáneo.	Optimización de procesos de estampado basada en datos históricos.	-----	Sistemas robóticos para aplicar patrones de estampado complejos y precisos.	Operadores utilizando gafas de realidad aumentada para alinear y aplicar estampados de manera precisa.	Integración de sistemas de inspección de calidad después de la fase de estampado.	Simulaciones digitales que evalúan la resistencia al lavado y la fijación del color de los estampados.
Control de Calidad	Sensores en puntos clave de producción para detección temprana de defectos.	Análisis de datos de calidad para identificar patrones y causas raíces de defectos.	Almacenamiento centralizado de informes de control de calidad para acceso inmediato.	Análisis predictivo para prevenir defectos y mejorar procesos de calidad.	-----	Uso de robots para inspecciones detalladas de prendas, identificando defectos no visibles a simple vista.	-----	Integración de sistemas de inspección visual y pruebas de calidad en una plataforma centralizada.	Gemelos digitales que simulan diferentes escenarios de pruebas de calidad para mejorar la precisión.
Distribución y Logística	Sensores en almacenes para monitoreo de inventario en tiempo real.	Análisis de datos logísticos para optimizar rutas de envío.	Acceso a información logística desde cualquier ubicación.	Optimización de procesos logísticos basada en análisis predictivo.	-----	Robots autónomos para la preparación y empaquetado	-----	Integración de sistemas de gestión de inventario y rutas de envío para	Gemelos digitales que simulan diferentes rutas de distribución

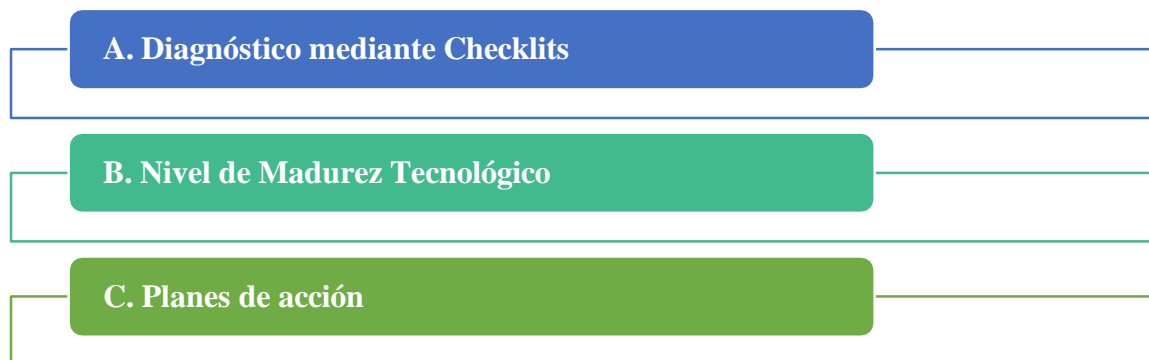
						de pedidos en almacenes.		una logística eficiente.	para optimizar la eficiencia.
Ventas y Marketing	Analítica de ventas en tiendas físicas mediante sensores de tráfico.	Análisis de datos de comportamiento del consumidor para personalización de estrategias de marketing.	Almacenamiento de datos de ventas y marketing para acceso compartido.	Sistemas de recomendación personalizados basados en análisis de datos de ventas y preferencias del cliente.	Aplicaciones de realidad aumentada que permiten a los clientes "probarse" virtualmente prendas antes de comprar en línea.	-----	-----	Integración de sistemas de análisis de datos de ventas y marketing para personalizar estrategias.	Simulaciones digitales que pronostican la demanda de productos basadas en datos históricos de ventas.

Fuente: Elaboración propia

5.3 DIAGNÓSTICO DE EVALUACIÓN

El apartado de evaluación de diagnóstico comprende tres factores, los cuales se muestran a continuación:

Ilustración 17: Factores o elementos del diagnóstico de evaluación



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan cada una de ellas:

5.3.1 DIAGNÓSTICO MEDIANTE CHECKLIST

El diagnóstico mediante el Checklist comprende elaborar una serie de preguntas que permitan evaluar de manera completa las empresas a fin de conocer el estado actual de toda la empresa respecto a tecnologías del ambiente 4.0.

Para realizar dicha evaluación se presentan cinco áreas que comprenden el análisis de toda la organización, las cuales son:

Ilustración 18: Áreas a evaluar en las Checklist



Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, se detallan cada una de ellas:

5.3.2 DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y PLANIFICACIÓN EMPRESARIAL

En esta área se realizarán evaluaciones enfocadas en:

Evaluación de estrategias tecnológicas: Se analiza cómo la empresa integra las estrategias tecnológicas en su planificación a largo plazo. Esto incluye la identificación de cómo la tecnología puede respaldar y mejorar la estrategia general de la empresa.

Desarrollo de procesos: Se evalúa la capacidad de la empresa para adaptar y desarrollar procesos de trabajo que aprovechen las tecnologías de la Industria 4.0. Esto implica identificar áreas donde la automatización y la digitalización pueden mejorar la eficiencia y la calidad.

Capacidad de inversión: Se examina la capacidad financiera de la empresa para invertir en tecnologías 4.0. Esto incluye la evaluación de presupuestos disponibles para proyectos de transformación digital y la asignación estratégica de recursos financieros.

5.3.3 PROCESOS PRODUCTIVOS Y FLUJOS DE TRABAJO

En esta área se realizarán evaluaciones enfocadas en:

Evaluación de tecnologías existentes: Se identifican y evalúan las tecnologías y sistemas actuales en uso en la empresa. Se analiza si estas tecnologías pueden integrarse con las soluciones 4.0 o si requieren actualización.

Niveles de digitalización actuales: Se mide el grado de digitalización de los procesos empresariales existentes. Esto implica evaluar la capacidad de la empresa para recopilar, analizar y utilizar datos digitales en sus operaciones.

Grado de automatización: Se evalúa el nivel de automatización de los procesos de fabricación. Esto incluye identificar áreas donde la automatización avanzada, como la robótica y la inteligencia artificial, puede mejorar la productividad y la calidad.

5.3.4 GESTIÓN DE CAPITAL HUMANO Y CULTURA ORGANIZACIONAL

En esta área se realizarán evaluaciones enfocadas en:

Evaluación de conocimientos y habilidades del personal: Se analiza el nivel de conocimiento y las habilidades del personal en relación con las tecnologías de la Industria 4.0. Esto puede implicar la identificación de brechas de habilidades que deben abordarse mediante capacitación.

Cultura organizacional: Se evalúa la cultura empresarial en relación con la innovación tecnológica. Se busca fomentar una cultura que promueva la adaptabilidad, la creatividad y la apertura al cambio.

5.3.5 RECURSOS FÍSICOS

En esta área se realizarán evaluaciones enfocadas en:

Estado de la infraestructura de TI: Se examina la condición de la infraestructura tecnológica actual, incluyendo hardware, software y redes. Esto asegura que la infraestructura sea compatible con las tecnologías 4.0 que se planean implementar.

Capacidad de escalabilidad: Se determina la capacidad de la infraestructura física para adaptarse y escalar a medida que se introduzcan nuevas tecnologías y se expandan las operaciones.

5.3.6 CARTERA DE PRODUCTOS

En esta área se realizarán evaluaciones enfocadas en:

Nivel de digitalización de los productos: Se evalúa el grado en que los productos actuales pueden integrar tecnologías 4.0, como sensores IoT, análisis de datos avanzado y conectividad en tiempo real.

Recolección de información de los productos: Se analiza cómo se recopila, almacena y utiliza información relacionada con los productos. Esto puede incluir el uso de datos para mejorar la calidad de los productos y la toma de decisiones.

Al realizar todas las evaluaciones en las diferentes áreas, el resultado dará la pauta para conocer las necesidades específicas de cada empresa y a partir de ello las acciones pertinentes que deben seguir cada una para lograr efectuar una migración al ambiente 4.0.

5.4 NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICO

Los niveles de madurez tecnológica son una forma de evaluar el grado de adopción y utilización de tecnologías en una organización o industria. Estos niveles se utilizan para medir la sofisticación tecnológica y la capacidad de una entidad para aprovechar las tecnologías en su beneficio.

A continuación, se describen cinco niveles de madurez tecnológica:

1. Nivel 1: Inicial:

- ✓ En este nivel, la entidad tiene una adopción mínima de tecnología.
- ✓ Las operaciones se realizan principalmente de manera manual o con tecnología obsoleta.
- ✓ La organización no tiene una estrategia clara de tecnología de la información (TICs) ni una infraestructura tecnológica establecida.

2. Nivel 2: Emergente:

- ✓ En este nivel, la entidad comienza a reconocer la importancia de la tecnología.
- ✓ Puede haber inversiones iniciales en TICs, pero la integración y la estrategia siguen siendo limitadas.
- ✓ Los procesos manuales comienzan a ser reemplazados por sistemas de TICs en ciertas áreas.

3. Nivel 3: Definido:

- ✓ En este nivel, la entidad ha establecido una estrategia de TI y una infraestructura tecnológica sólida.
- ✓ Los procesos clave se automatizan y se utilizan sistemas de gestión de datos.

- ✓ Se busca la eficiencia y la mejora continua a través de la tecnología.

4. Nivel 4: Gestionado:

- ✓ En este nivel, la entidad ha alcanzado un alto grado de madurez tecnológica.
- ✓ Se implementan prácticas avanzadas de gestión de proyectos y seguridad cibernética.
- ✓ Se busca la innovación tecnológica y se mide el rendimiento de TICs regularmente.

5. Nivel 5: Óptimo:

- ✓ En este nivel, la entidad ha alcanzado la excelencia en la madurez tecnológica.
- ✓ Se fomenta la innovación constante y se adaptan rápidamente a las cambiantes tendencias tecnológicas.
- ✓ La tecnología es una parte integral de la estrategia de la entidad y contribuye significativamente a su éxito.

5.5 PLAN DE ACCIÓN

El plan de acción proporciona una hoja de ruta detallada para la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 de manera efectiva y adaptada a las necesidades específicas de cada empresa manufacturera en El Salvador. El enfoque es la adaptación gradual, la capacitación del personal y la evaluación continua, garantizando un proceso de transformación tecnológica exitoso y sostenible a largo plazo.

A. Evaluación de Diagnóstico:

Realizar un diagnóstico completo que abarque las dimensiones de evaluación mencionadas anteriormente. Esto incluirá una evaluación exhaustiva de la situación actual de la empresa en términos de su dirección estratégica, procesos productivos, gestión de capital humano, recursos físicos y cartera de productos. Este diagnóstico proporcionará una visión detallada de la situación tecnológica de la empresa y su nivel de madurez en cada una de estas dimensiones.

B. Identificación de Áreas de Mejora:

Con base en los resultados del diagnóstico, identificar las áreas que requieren mejoras tecnológicas. Esto podría incluir la identificación de procesos que son ineficientes y que podrían beneficiarse de la automatización, la evaluación de la capacidad del personal para trabajar con tecnologías avanzadas, la identificación de brechas en la infraestructura tecnológica, y la evaluación de la cartera de productos en términos de su capacidad para integrar tecnologías de la Industria 4.0.

C. Priorización de Acciones:

Priorizar las acciones basadas en el diagnóstico. Esto implica determinar qué áreas o procesos deben abordarse primero y cuáles son las más críticas para la transformación tecnológica. Por ejemplo, si se identifican procesos clave que son ineficientes, estos pueden ser priorizados para mejoras tecnológicas inmediatas.

D. Definición de Tecnologías Necesarias:

Identificar las tecnologías de la Industria 4.0 que son necesarias para abordar las áreas de mejora identificadas en el diagnóstico. Esto podría incluir tecnologías como la Internet de las Cosas (IoT) para la monitorización en tiempo real, la Inteligencia Artificial (IA) para la toma de decisiones autónomas y la analítica avanzada para la optimización de procesos.

E. Planificación de Implementación:

Desarrollar un plan detallado que incluya la secuencia de implementación de las tecnologías seleccionadas. Esto debe incluir plazos específicos para la ejecución de cada etapa del plan, asignación de recursos necesarios y el establecimiento de indicadores claves de rendimiento (KPI) para evaluar el progreso.

F. Capacitación del Personal:

Preparar al personal para trabajar con las nuevas tecnologías. Esto implica desarrollar programas de capacitación que equipen a los empleados con las habilidades necesarias para operar y aprovechar al máximo las nuevas tecnologías. La capacitación debe ser continua y adaptarse a medida que evolucionan las tecnologías.

G. Pruebas Piloto y Evaluación:

Antes de implementar completamente las tecnologías, llevar a cabo pruebas piloto en un entorno controlado. Esto permitirá evaluar el rendimiento de las tecnologías, identificar problemas potenciales y realizar ajustes antes de la implementación completa.

H. Implementación Gradual:

Implementar las tecnologías de la Industria 4.0 de manera gradual y escalonada, comenzando con proyectos piloto en áreas específicas. Esto ayuda a minimizar riesgos y a aprender de la experiencia antes de una adopción completa en toda la empresa.

I. Monitoreo y Ajuste Continuo:

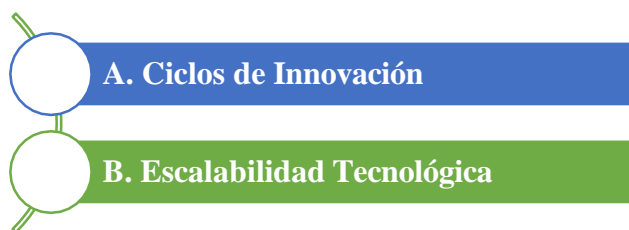
Realizar evaluaciones periódicas para medir el progreso y el impacto de las acciones implementadas. Esto implica el seguimiento de los KPI establecidos en la planificación.

Es pertinente tener en cuenta que, será necesario ajustar el plan de acción según los resultados y las necesidades cambiantes de la empresa, asegurando una adaptación constante a los avances tecnológicos y las demandas del mercado.

5.6 CICLOS DE INNOVACIÓN Y ESCABILIDAD

En un entorno empresarial dinámico y altamente competitivo, existen dos elementos cruciales para que las empresas manufactureras puedan prosperar en la era de la Industria 4.0, además, estos dos elementos son fundamentales para asegurar el éxito sostenible y el liderazgo en un mercado en constante cambio, dichos elementos son:

Ilustración 19: Elementos para el sostenimiento en el mercado



Fuente: Elaboración propia

5.6.1 CICLOS DE INNOVACIÓN

Los ciclos de innovación son procesos continuos que permiten a las empresas mantenerse a la vanguardia de la tecnología, adaptarse a las cambiantes demandas del mercado y mejorar constantemente sus operaciones.

A continuación, se profundiza en la metodología de los ciclos de innovación:

1. Evaluaciones de Diagnóstico Continuas:

- ✓ **Identificación de Áreas de Innovación Potenciales:** A través de análisis exhaustivos de los procesos internos, productos y servicios, se detectan áreas que pueden beneficiarse de mejoras o innovaciones. Esto puede incluir la reducción de costos, la mejora de la calidad o la creación de nuevos productos y servicios.

- ✓ **Priorización y Selección de Proyectos de Innovación:** A medida que se obtienen resultados de las evaluaciones, se generan proyectos de implementación. Es crucial priorizar y seleccionar el proyecto más prometedor, considerando su potencial de impacto, viabilidad y alineación con la estrategia empresarial.

- ✓ **Implementación y Medición del Impacto:** Se establecen métricas claras para evaluar el impacto de las innovaciones en términos de eficiencia, calidad y satisfacción del cliente. Estas métricas se utilizan para evaluar el éxito de los proyectos y realizar ajustes cuando sea necesario.

2. Selección e Integración de Tecnologías de la Industria 4.0

En la era de la Industria 4.0, la selección e integración de tecnologías avanzadas es esencial. El proceso implica:

- ✓ **Selección de Tecnologías Adecuadas:** Basándose en la evaluación, se seleccionan las tecnologías que mejor se adapten a las necesidades y objetivos de la empresa. Se consideran factores como la escalabilidad, la compatibilidad con sistemas existentes y la capacidad de generar un retorno de la inversión positivo.

- ✓ **Planificación de la Integración:** Se desarrolla un plan detallado que incluye la secuencia de implementación, los plazos y los recursos necesarios para integrar las tecnologías seleccionadas en los procesos de fabricación.

- ✓ **Capacitación del Personal:** La preparación del personal para trabajar con las nuevas tecnologías es fundamental. Se desarrollan programas de capacitación y se ofrecen oportunidades de aprendizaje para asegurar que los empleados estén equipados con las habilidades necesarias.

- ✓ **Pruebas Piloto y Evaluación:** La realización de pruebas piloto en un entorno controlado permite evaluar el rendimiento de las tecnologías seleccionadas. Esto ayuda a identificar problemas potenciales y realizar ajustes antes de la implementación completa.

Los ciclos de innovación son un proceso continuo que se convierte en una parte fundamental de la cultura organizacional. Al seguir esta metodología, las empresas manufactureras pueden mantenerse competitivas, adaptarse a las demandas cambiantes del mercado y prosperar en la economía actual.

5.6.2 ESCALABILIDAD TECNOLÓGICA

La escalabilidad tecnológica es la capacidad de una empresa para crecer de manera efectiva en el proceso de transformación tecnológica, aprovechando al máximo las ventajas de la Industria 4.0. A continuación, se amplía en cómo lograr la escalabilidad tecnológica:

1. **Evaluaciones de Diagnóstico Continuas:** La escalabilidad comienza con la evaluación continua de la infraestructura tecnológica y la capacidad de adaptación a medida que la empresa crece. Las evaluaciones regulares identifican posibles cuellos de botella y áreas que requieren mejoras.

2. **Planificación Estratégica:** El desarrollo de un plan estratégico que considere la expansión y el crecimiento tecnológico es esencial. Esto incluye la identificación de oportunidades de escalabilidad y la asignación de recursos para el crecimiento.

3. **Inversión en Tecnologías Escalables:** La elección de tecnologías y sistemas que sean escalables es crucial. Esto significa optar por soluciones que puedan crecer con la empresa sin necesidad de cambios significativos en la infraestructura existente.

4. **Cultura de Innovación y Adaptabilidad:** Fomentar una cultura de innovación y adaptabilidad en la empresa es fundamental para la escalabilidad. Los empleados deben estar abiertos a la experimentación y al aprendizaje continuo para adaptarse a nuevas tecnologías y procesos a medida que la empresa crece.

La escalabilidad tecnológica permite que una empresa manufacturera crezca de manera sostenible y aproveche al máximo las ventajas de la Industria 4.0. La combinación de ciclos de innovación y escalabilidad garantiza que la empresa esté preparada para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades en un entorno empresarial en constante evolución.

Ambos elementos, los ciclos de innovación y la escalabilidad tecnológica, son esenciales para asegurar el éxito sostenible en un mundo empresarial cada vez más impulsado por la tecnología y la digitalización. Estas estrategias permiten a las empresas manufactureras adaptarse y prosperar en un entorno altamente competitivo y en constante cambio.



MANUAL DE LA GUÍA METODOLÓGICA

INDICE

INTRODUCCION	3
OBJETIVOS DE LA GUÍA	4
ALCANCES DE LA GUÍA	5
CONDICIONES PARA APLICAR LA GUÍA METODOLÓGICA.....	6
LÍNEAS DE ACCIÓN.....	7
EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO.....	9
DIAGNÓSTICO MEDIANTE CHECKLIST	9
GUÍA METODOLÓGICA.....	9
NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICO.....	28
EQUIPO DE TRABAJO	30
ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO.....	31
PLAN DE ACCIÓN	44
CICLOS DE INNOVACIÓN Y ESCALABILIDAD	61
FICHA EVALUATIVA DE LA GUÍA.....	63

INTRODUCCIÓN

El presente Manual de la guía metodológica para migrar a las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0, está dirigido a las empresas manufactureras de El Salvador, el cual es una herramienta normativa que describe el paso a paso de cada elemento que conforma la guía metodológica, es decir, de qué manera se aplicarán y la secuencia lógica de cada uno de ellos, así como la estructura organizacional y otros aspectos de interés para los colaboradores de la misma. La lectura de este documento permite a los directivos, encargados, delegados y colaboradores dentro de la empresa manufacturera reconocer el proceso a llevar a cabo para iniciar la migración.

La presente guía se fundamenta bajo tres ejes principales que son: **PROMOVER**, **DIVERSIFICAR** y **TRANSFORMAR**, dichos ejes son las líneas de acción que forman parte de la guía, las cuales son fundamentales para estructurar y planificar el proceso de diseño de manera efectiva, es decir, las líneas de acción proporcionan una estructura sólida con un enfoque claro y ordena al proceso de diseño de la guía, al definir líneas de acción, se establece un enfoque estratégico para el diseño, que permita notar la existencia de metas claras y un plan bien estructurado para lograr la transformación hacia el entorno 4.0.

Todo esto, con la finalidad de proporcionar la información necesaria para que el personal de la empresa tenga conocimiento y sea capaz de desarrollar las tareas correspondientes, logrando así el alcance los niveles de desempeño esperados.

OBJETIVOS DE LA GUÍA

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar una estructura a seguir que facilite la transición de las empresas manufactureras de procesos tradicionales a un entorno 4.0, integrando tecnologías avanzadas y digitales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Detallar los componentes que comprende el ambiente 4.0 a fin de brindar un conocimiento y comprensión inicial acerca de la temática.
- ✓ Realizar un análisis exhaustivo de los procesos actuales de las empresas manufactureras para identificar áreas específicas que puedan beneficiarse de la integración de tecnologías 4.0.
- ✓ Evaluar la infraestructura tecnológica actual, identificando las brechas y oportunidades para la implementación de tecnologías 4.0 en áreas clave.
- ✓ Establecer directrices que permitan a las empresas mejorar significativamente la eficiencia operativa mediante la optimización de procesos, la reducción de tiempos de producción y la eliminación de desperdicios.
- ✓ Detallar KPI's relevantes que ayuden a las empresas a medir el éxito de la migración, permitiendo una evaluación continua y la mejora de procesos.

ALCANCES DE LA GUÍA

- ✓ La Guía Metodológica abordará la creación de líneas estratégicas para que actúen como los cimientos de la incorporación de ésta a las empresas manufactureras.
- ✓ Se abordará la evaluación de la situación actual mediante un instrumento de diagnóstico, comenzando por realizar una evaluación exhaustiva de los procesos actuales de las empresas manufactureras, identificando con esto las áreas que requieren mejoras y modernización para adaptarse a los principios de la Industria 4.0.
- ✓ Concientización y capacitación sobre los componentes de la Industria 4.0, generando la comprensión adecuada de los conceptos clave y las tecnologías involucradas.
- ✓ Identificación de tecnologías habilitadoras con investigación y selección de las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 que sean relevantes para las empresas manufactureras en El Salvador.
- ✓ La Guía Metodológica aborda el diseño de un plan de implementación, desarrollando una estructura detallada para la implementación de las tecnologías seleccionadas. Definiendo los recursos necesarios y las etapas del proceso de implementación.
- ✓ A través del Monitoreo y evaluación mediante KPIs, se establecen mecanismos de monitoreo y evaluación para medir el impacto de la implementación de la Industria 4.0, para realizar de esta forma ajustes y mejoras continuas según sea necesario.

CONDICIONES PARA APLICAR LA GUÍA METODOLÓGICA

A continuación, se presentan las condiciones que toda empresa que quiera hacer uso de la guía metodológica debe considerar antes de iniciar su aplicación esto con el fin de garantizar una apropiada funcionalidad de la misma:

- 1. Operación activa:** Que la empresa se encuentre operando de manera activa para garantizar la aplicación efectiva de la guía, así como la generación de ingresos y la existencia de procesos identificables.
- 2. Tiempo de operacional en el mercado:** Que la empresa cuente con un tiempo no menos a cinco años de operar en el mercado sin indicios de quiebra y/o inestabilidad en el mercado y ventas.
- 3. Compromiso de la alta dirección:** Verificar si la alta dirección está alineada y comprometida con la transformación digital, lo que se refleja en asignación de presupuesto, recursos y tiempo para el proyecto.
- 4. Disponibilidad de recursos internos y externos:** Evaluar si la empresa cuenta con los recursos internos, como habilidades técnicas y financieras, así como acceso a recursos externos, como consultores, proveedores, etc.

a. Promover la adopción de tecnologías del ambiente 4.0

- **a.1 Sensibilización inicial**
- **a.2 Instrucción sobre la temática y sus herramientas**

b. Diversificar las estrategias de implementación

- **b.1 Selección de soluciones**
- **b.2 Integración gradual**

c. Transformar los procesos productivos

- **c.1 Detallar el proceso de automatización y optimización**
- **c.2 Cambio cultura**

a. Promover la adopción de tecnologías del ambiente 4.0:

Este primer paso es crítico para establecer una base sólida para la transformación hacia la Industria 4.0 en empresas manufactureras en El Salvador. Aquí se trata de preparar a la organización y su personal para abrazar la tecnología y los cambios que vendrán con ella.

a.1 Sensibilización inicial

Objetivo: Crear conciencia entre los miembros de la organización sobre la importancia y beneficios de adoptar tecnologías del entorno 4.0, mediante la exposición de información dentro de la guía.

a.2 Instrucción sobre la temática y sus herramientas

Objetivo: Proporcionar a los empleados el conocimiento necesario sobre las tecnologías del ambiente 4.0 y cómo se aplican en el contexto de la empresa.

b. Diversificar las estrategias de implementación

La diversificación de las estrategias de implementación es fundamental para garantizar que cada empresa pueda adaptarse de manera efectiva a la Industria 4.0. Esto significa reconocer que no

b.1 Selección de soluciones

Objetivo: Identificar y seleccionar las soluciones tecnológicas más apropiadas para las necesidades específicas de la empresa.

b.2 Integración gradual

Objetivo: Implementar las soluciones seleccionadas de manera escalonada y coordinada para minimizar impactos negativos y permitir ajustes continuos.

c. Transformar los procesos productivos

La transformación de los procesos productivos es el núcleo de la migración hacia la Industria 4.0. Esto va más allá de la adopción de tecnologías, implica una revisión profunda de cómo se operan las empresas y cómo se toman las decisiones.

c.1 Detallar el proceso de automatización y optimización

Objetivo: Definir de manera detallada cómo se implementarán la automatización y optimización en los procesos productivos de la empresa.

c.2 Cambio cultura

Objetivo: Fomentar una cultura organizacional que respalde la transformación digital y la adopción de nuevas tecnologías.

DIAGNÓSTICO DE EVALUACIÓN

El diagnóstico de evaluación presenta tres partes las cuales son:

A. Diagnóstico mediante Checklits

B. Nivel de Madurez Tecnológico

C. Planes de acción

DIAGNÓSTICO MEDIANTE CHECKLIST

¿CÓMO REALIZAR EL DIAGNÓSTICO MEDIANTE CHECKLIST?

Se presenta una serie de Checklist, los cuales contienen una serie de preguntas para ser evaluadas dentro de las empresas manufactureras.

Cada Checklist cuenta con una puntuación de 1 a 5, siendo 1: Nulo y 5: Muy alto.

Para su realización se debe, realizar un análisis exhaustivo y profundo de cada área de la empresa según corresponda el Checklist, puntuando de acuerdo a la realidad de cada empresa a fin de completar cada pregunta de manera sincera y real. Dicha aplicación de esta guía es recomendable hacerla una vez año como mínimo.

A continuación, se presentan los Checklist:

GUÍA METODOLÓGICA

Nombre del Lugar de Trabajo:				
Fecha:				
Total de Personas Trabajadoras:		Mujeres:		Hombres:

1. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LA DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y PLANIFICACIÓN EMPRESARIAL EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Dirección Empresarial	1	2	3	4	5
¿En qué medida los Directivos de la Empresa comprenden los conceptos y beneficios de la Industria 4.0?					
¿En qué medida se encuentra alineada la estrategia empresarial y los objetivos de la empresa con la industria 4.0?					
¿Qué tan importante es la industria 4.0 para los directivos de la empresa?					
¿La alta dirección está comprometida en promover una cultura organizacional orientada a la innovación y adaptabilidad?					
¿En qué medida se evalúa la inversión de la empresa en tecnologías de la Industria 4.0 en comparación con sus competidores?					
¿En qué grado existe un plan estratégico claro para la incorporación de tecnologías de la Industria 4.0 en la empresa?					
¿Cuál es el nivel en que se involucran en la investigación de oportunidades para la personalización y la adaptación de productos y servicios en el contexto de la Industria 4.0?					
2. Desarrollo de Procesos					
¿Con qué regularidad los directivos se interesan en la realización de sesiones de capacitación sobre la industria 4.0 para el personal?					
¿Se han desarrollado planes tácticos a corto plazo para implementar tecnologías específicas de manera efectiva?					

¿En qué medida se han integrado sistemas para facilitar la comunicación y la colaboración entre diferentes departamentos?					
¿En qué grado se garantiza la alineación de los sistemas de comunicación y colaboración con los objetivos estratégicos de la empresa?					
¿Cuál es el nivel de fomento de la participación de los empleados en la identificación y propuesta de soluciones basadas en la Industria 4.0?					
¿En qué medida se han establecido indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con la colaboración entre departamentos para el desarrollo de la Industria 4.0?					
3. Mercado					
¿Con qué regularidad la dirección realiza análisis del entorno empresarial considerando las tendencias y avances tecnológicos relevantes?					
¿Cuál es el grado de utilización de tecnología 4.0 para realizar análisis de mercado y entender las tendencias del sector?					
¿En qué medida se utilizan herramientas de análisis competitivo basadas en tecnologías 4.0 para evaluar la posición de la empresa en el mercado?					
¿Cuál es el nivel de integración de herramientas digitales en las estrategias de marketing?					
¿En qué medida se realizan evaluaciones periódicas para determinar cómo las tecnologías están contribuyendo a la posición					

de la empresa en el mercado?					
¿En qué grado se utilizan sistemas de inteligencia basados en tecnologías 4.0 para anticipar movimientos de la competencia?					
¿En qué grado se están utilizando análisis de datos en tiempo real para tomar decisiones de marketing más informadas?					
¿En qué medida se utiliza la retroalimentación de los clientes y las métricas de satisfacción para mejorar las estrategias de marketing digitales?					
4. Capacidad de Inversión					
¿Qué nivel de capacidad financiera tiene la empresa para realizar innovaciones tecnológicas periódicas?					
¿Existe un presupuesto específico asignado para la implementación y desarrollo de tecnologías 4.0?					
¿La empresa considera asociaciones estratégicas con inversores externos para respaldar proyectos de transformación digital?					
¿Qué nivel de importancia tiene para la empresa designar un presupuesto a tecnologías 4.0?					
¿En qué medida se considera la inversión continúa en tecnologías emergentes como parte integral de la estrategia financiera?					
¿Se realizan análisis de viabilidad financiera antes de emprender proyectos de innovación tecnológica?					
¿En qué medida la empresa ha explorado la posibilidad de buscar financiamiento externo para proyectos de transformación digital?					

En caso de que incorporan tecnologías 4.0 ¿Se realiza un seguimiento continuo de los gastos y el retorno de la inversión en tecnologías 4.0?					
--	--	--	--	--	--

2. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y LOS FLUJOS DE TRABAJO EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Procesos Productivos y Flujos de Trabajo	1	2	3	4	5
¿Qué tan avanzada está la implementación de tecnologías de automatización en los procesos de producción para mejorar la eficiencia y calidad de sus productos?					
¿Qué nivel de monitorización en tiempo real de la maquinaria y la producción se realiza para prevenir fallos y mejorar la toma de decisiones?					
¿Cuán avanzada es la implementación de sistemas de gestión de la cadena de suministro basados en tecnología 4.0 para la optimización de la logística, gestión de inventario y reducción de costos?					
¿En qué medida se utiliza el Internet de las Cosas (IoT) para mejorar la eficiencia? Véase como ejemplo: el seguimiento de activos, mantenimiento predictivo o control de calidad.					
¿En qué medida se utiliza tecnología de gemelos digitales para simular y optimizar procesos antes de la producción real?					
2. Integración de Tecnologías Emergentes					
¿Qué nivel de utilización de tecnologías de realidad aumentada o virtual se ha alcanzado para asistir a los trabajadores en tareas de montaje, reparación o capacitación?					

¿Cuán sólidos son los protocolos de ciberseguridad, incluyendo actualizaciones regulares y respuestas eficiente a incidentes de seguridad?					
¿En qué medida se emplea inteligencia artificial o aprendizaje automático para la optimización de procesos, planificación de la producción o predicción de demanda?					
3. Capacitación y Desarrollo de Talento					
¿Qué nivel de capacitación teórica y práctica en habilidades digitales y tecnologías 4.0 se ofrece al personal, y cuán efectiva es dicha capacitación?					
¿Qué grado de actualización sobre nuevas tecnologías y prácticas de la industria 4.0 se proporciona a través de programas de formación continua, y cuánta participación activa de los empleados se promueve en estos programas?					
¿Qué nivel de planificación y desarrollo de talento interno se realiza para ocupar roles clave en el contexto de la transformación digital?					
¿En qué medida se fomenta la colaboración entre departamentos y equipos para impulsar la innovación y la adopción de tecnologías emergentes?					
4. Gestión de Datos y Analítica					
¿Qué nivel de recopilación y análisis de datos de producción en tiempo real se realiza para tomar decisiones?					
¿Cuánta gestión proactiva de ciberseguridad,					

incluyendo evaluaciones regulares de riesgos y auditorías de seguridad, se lleva a cabo?					
¿En qué medida se implementan políticas de retención de datos para cumplir con las regulaciones de protección de datos y privacidad locales?					
5. Sostenibilidad y Responsabilidad Social					
¿Qué nivel de implementación de prácticas de producción sostenible se ha logrado?, entiéndase como reciclaje de residuos industriales y la reducción de emisiones					
¿En qué medida la empresa participa en programas de eficiencia energética para reducir el consumo de recursos naturales y las emisiones de gases de efecto invernadero?					
6. Adopción de tecnologías limpias					
¿Cuál es el nivel de adopción de tecnologías limpias y eco-amigables en los procesos de producción como: energía solar, reciclaje de agua o reducción de emisiones de carbono?					
¿Se han implementado sistemas de gestión de la energía para monitorear y optimizar el consumo energético en la empresa?					
¿La empresa cuenta con laboratorios o un equipo del personal encargados de la investigación y desarrollo para fomentar la innovación en tecnologías limpias?					
7. Colaboración con la comunidad y proveedores locales					
¿En qué medida la empresa colabora con la comunidad local en proyectos relacionados con la industria 4.0 como: educación,					

formación en tecnologías avanzadas o desarrollo de habilidades digitales?					
¿Se prioriza la adquisición de tecnologías y servicios relacionados con la industria 4.0 de proveedores locales como parte de una estrategia de apoyo a la economía local?					
8. Innovación y desarrollo de productos					
¿La empresa fomenta la innovación en el desarrollo de nuevos productos o servicios a través de la incorporación de tecnologías avanzadas y la inversión en investigación y desarrollo?					
¿La empresa fomenta la colaboración con instituciones académicas o centros de investigación para impulsar la innovación y el desarrollo de productos relacionados con la industria 4.0, como parte de su estrategia de crecimiento?					

**3. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LA GESTIÓN
DE CAPITAL HUMANO Y CULTURA
ORGANIZACIONAL EN LAS EMPRESAS
MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR**

1. Evaluación de conocimientos y habilidades	1	2	3	4	5
¿En qué medida se tienen detectadas las habilidades y cualificaciones en los empleados para la migración a la industria 4.0?					
¿Cuál es el grado de formación actual de sus empleados con respecto a las necesidades de la Industria 4.0?					
¿Considera que los empleados de su organización tienen claros los pasos a tomar para estar mejor calificados para la migración hacia la Industria 4.0?					
¿En qué grado se evalúa la adaptabilidad de sus empleados para la adopción de nuevas tecnologías y procesos asociados con la Industria 4.0?					
¿En qué medida fomenta una cultura de aprendizaje y mejora continua dentro de su organización?					
¿Cuál es el nivel de conciencia que poseen sus empleados sobre la importancia de la Industria 4.0 en su industria y sus roles?					
¿Cuál es el nivel de conciencia que poseen los empleados sobre los beneficios y oportunidades que brinda la adopción de tecnologías de la Industria 4.0?					
¿Qué tan óptima considera que es la forma de medir y evaluar el progreso de sus empleados en la adquisición de nuevas habilidades y					

conocimientos sobre la industria 4.0?					
2. Cultura organizacional					
¿Cuál es el grado de motivación de los empleados para impulsar el proceso de transformación a la industria 4.0?					
¿Existe una cultura de innovación y del conocimiento en su organización?					
¿Cuánto invierte su organización en formación digital relacionada con la Industria 4.0?					
¿Cuánto colabora su organización con otros agentes para el desarrollo de soluciones de Industria 4.0?					
¿Qué tan óptimas son las iniciativas y programas que se tienen para fomentar la innovación y adquisición de conocimiento de sus empleados?					
¿Qué tan influyente es el papel de los directivos de su organización en la promoción de una cultura de innovación y transformación?					
¿Cuál es el grado de alineación de su estrategia de recursos humanos con la estrategia de transformación hacia la Industria 4.0 de su organización?					
¿Cuál es el nivel de involucramiento de los empleados en la identificación de oportunidades y desafíos relacionados con la Industria 4.0?					
3. Flexibilidad y Agilidad					
¿En qué medida la cultura organizacional fomenta la flexibilidad y la agilidad en la adaptación a cambios tecnológicos?					

¿Cuál es el nivel de valoración que tiene la empresa respecto a las habilidades, experiencias y perspectivas en la implementación de tecnologías 4.0 por parte de sus empleados?					
¿En qué medida la empresa se enfoca o se enfocaría en medir los niveles de satisfacción y compromiso de los empleados durante el proceso de integración de tecnologías 4.0?					
¿En qué grado la empresa se dispone o se dispondría a crear medios de retroalimentación para recoger ideas y preocupaciones de los empleados sobre la transformación digital?					

4. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LOS RECURSOS FÍSICOS EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Estado de infraestructura	1	2	3	4	5
¿Cuánta capacidad tecnológica en infraestructuras digitales dispone su organización para implementar componentes de la Industria 4.0?					
¿Cuál es el grado de inteligencia tecnológica de las infraestructuras digitales de su organización?					
¿En qué medida se encuentran implantadas componentes de ciberseguridad y protección de datos en su empresa?					
¿Cuál es el nivel de la interconectividad de sus equipos y sistemas de producción?					
¿Cuál es el nivel óptimo en que se encuentran los equipos y maquinaria en sus instalaciones de producción?					
¿Qué grado de inversión ha habido sobre maquinaria y equipo en su organización?					
¿Cuál es el grado de actualización y modernización de la infraestructura tecnológica y física para mantenerse al día con las tendencias de la Industria 4.0?					
¿Cuál es el nivel de integración de sensores y dispositivos IoT en sus máquinas y equipos de producción?					
2. Espacios de trabajo					
¿En qué medida se han implementado soluciones de oficina o puestos de trabajo inteligente que aprovechen la automatización y la conectividad?					

¿Cuál es el grado de equipamiento de las salas de reuniones con respecto a tecnologías que facilitan la colaboración remota y la presentación multimedia?					
¿En qué medida se crean y establecen protocolos para garantizar un uso efectivo de las tecnologías que se incorporan en los puestos de trabajo, oficinas y salas de reuniones?					
¿En qué grado la empresa implementa medidas de seguridad como cámaras y sensores, para proteger las instalaciones contra amenazas físicas?					
3. Capacidad de escalabilidad					
¿Cuál es el grado de flexibilidad e interoperabilidad de la infraestructura tecnológica de su organización para la integración de componentes de la industria 4.0?					
¿En qué medida se pueden conectar sus procesos a través de soluciones en la nube (Cloud Computing)?					
¿Cuál es el grado de conexión e intercambio de datos a través de sistemas digitales entre los procesos internos y externos de la cadena de suministro?					
¿En qué medida su organización está promoviendo acciones de innovación colaborativa con los diferentes agentes de la industria (Proveedores, clientes, entidades financieras, universidades)?					
¿Cuál es el grado de adopción de tecnologías avanzadas como la realidad aumentada o la impresión 3D en sus operaciones de					

producción?					
¿Cuál es el grado de facilidad de expandir su capacidad tecnológica para adaptarse a cambios en la demanda o en la estrategia de su organización?					
¿Cuál es el grado de facilidad de reducir su capacidad tecnológica para adaptarse a cambios en la demanda o en la estrategia de su organización?					
¿En qué medida se han implementado estándares y protocolos de comunicación para garantizar la interoperabilidad de sistemas y equipos de diferentes proveedores?					
¿En qué medida se utilizan tecnologías de automatización y control digital para lograr una mayor eficiencia y flexibilidad en la producción?					

**5. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LA
CARTERA DE PRODUCTOS EN LAS EMPRESAS
MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR**

1. Descripción de la Cartera de Productos	1	2	3	4	5
¿En qué medida la empresa utiliza análisis de datos y herramientas de la Industria 4.0 para identificar oportunidades para nuevos productos o modificaciones en los existentes?					
¿Cuál es el grado de aprovechamiento de la tecnología de la Industria 4.0 para realizar un análisis de la vida útil de los productos en la cartera y planificar su ciclo de vida?					
¿En qué medida se emplea un sistema de gestión de productos basado en tecnologías de la Industria 4.0 para rastrear el desempeño y la rentabilidad de cada producto en la cartera?					
¿Cuál es el nivel de utilización de soluciones en conjunto con Industria 4.0 para llevar a cabo la evaluación de riesgos en la cartera de productos y para identificar amenazas y oportunidades?					
¿En qué medida se apoyan en tecnologías de la Industria 4.0 para realizar revisiones periódicas de los costos de producción y precios de venta, garantizando la rentabilidad de la cartera de productos?					
2. Innovación y Tecnología en la Cartera de Productos					
¿En qué medida la empresa incorpora tecnologías de la Industria 4.0 en la producción o desarrollo de sus productos?					
¿Cuál es el nivel de promoción de la investigación y desarrollo (I+D) para mejorar los productos?					

¿En qué medida la empresa promueve la colaboración con STARTUPS, centros de investigación o universidades para introducir innovaciones tecnológicas en sus productos?					
¿Cuál es el nivel en que se monitorean las tendencias tecnológicas de la Industria 4.0 y se considera su adopción en la cartera de productos?					
¿En qué medida la empresa ofrece capacitación continua para su equipo de desarrollo de productos en tecnologías 4.0?					
¿Cuál es el grado de aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 para gestionar la propiedad intelectual y proteger las innovaciones y tecnologías desarrolladas para los productos?					
3. Estrategias de Comercialización y Distribución					
¿En qué medida la empresa utiliza análisis de datos y herramientas de la Industria 4.0 para tomar decisiones informadas en estrategias de comercialización?					
¿Cuál es el grado de aprovechamiento de tecnologías de la Industria 4.0 para personalizar productos y satisfacer necesidades específicas de clientes o mercados?					
¿En qué grado la empresa ha desarrollado una estrategia multicanal basada en tecnologías de la Industria 4.0 para llegar a diferentes segmentos de mercado de manera efectiva?					
¿En qué medida se emplean soluciones de la Industria 4.0 para analizar y optimizar la cadena de suministro y la logística de distribución de productos?					
4. Sostenibilidad y Responsabilidad					
¿En qué medida la empresa incluye prácticas					

sostenibles en la producción de los productos de su cartera?					
¿Cuál es el grado de participación en actividades de responsabilidad social relacionadas con los productos?					
¿Cuál es el nivel de utilización de tecnologías de la Industria 4.0 para implementar iniciativas de reducción de la huella de carbono y promoción de la eficiencia energética en la producción de sus productos?					
¿En qué medida la empresa aprovecha tecnologías de la Industria 4.0 para evaluar y mejorar el impacto social de sus productos en comunidades locales?					
¿En qué medida se aplican soluciones de la Industria 4.0 para fomentar una cadena de suministro ética y sostenible, considerando la procedencia y producción de materias primas en la cartera de productos?					
5. Cumplimiento Legal y Normativo					
¿En qué grado la empresa cumple con todas las regulaciones y normativas aplicables a los productos en su cartera?					
¿Cuál es el nivel de realización de auditorías internas para garantizar el cumplimiento legal y normativo de la cartera de productos?					
¿En qué medida la empresa utiliza tecnologías de la Industria 4.0 para garantizar el cumplimiento de regulaciones específicas de la industria a través de procesos de certificación y aseguramiento de calidad?					
¿En qué medida se aprovechan soluciones de la Industria 4.0 para llevar a cabo la revisión y actualización periódica de la cartera de productos					

y garantizar la conformidad con cambios normativos y regulaciones en evolución?					
¿Cuál es el grado de aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 para realizar auditorías internas y externas de cumplimiento normativo y verificar el cumplimiento de regulaciones específicas y estándares de calidad?					
¿En qué medida se emplean soluciones digitales de la Industria 4.0 para establecer protocolos de gestión de crisis y retiro de productos en caso de incumplimiento de regulaciones o riesgos para la seguridad del consumidor?					

NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICO

Una vez se ha realizado la evaluación de cada una de las áreas mediante los distintos Checklist, se procede a realizar el cálculo del nivel de madurez tecnológico.

¿CÓMO SE HARÁ EL CÁLCULO DE NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICO?

Al tener todos los Checklist debidamente revisados y analizados, se procede a realiza una sumatoria de cada una de las puntuaciones, a fin de tener un resultado específico que indicará el nivel de madurez tecnológico actual de cada empresa manufacturera.

¿CÓMO SE SABRÁ CUAL ES EL NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICO?

La siguiente tabla proporciona los diferentes rangos tecnológicos que puede poseer una empresa, dicha tabla es diseñada para consultar los resultados obtenidos a través del Checklist anteriormente diseñado y presentado a fin de medir el nivel de madurez existente en la empresa.

Niveles de Madurez:

- ✓ **Nivel 1-Inicial:** Indica un punto de partida donde las prácticas y procesos aún no están formalizados ni optimizados.
- ✓ **Nivel 2-Emergente:** Se caracteriza por tener mejoras adecuadas a los procesos o sistemas, pero aún falta una estandarización completa de los procesos.
- ✓ **Nivel 3-Definido:** Representa un nivel de madurez en el cual los procesos están bien definidos y documentados, proporcionando una base estable.

- ✓ **Nivel 4-Gestionado:** Se refiere a un estado donde los procesos están siendo gestionados y medidos de manera proactiva para la mejora continua.
- ✓ **Nivel 5-Óptimo:** Indica la cima de la madurez, donde la optimización y la innovación son constantes, y los procesos están completamente alineados con los objetivos estratégicos de la organización.

A continuación, se presenta la tabla de nivel de madurez tecnológico:

NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICO	
NIVELES	RANGO
Nivel 1: Inicial	1-120
Nivel 2: Emergente	121-240
Nivel 3: Definido	241-360
Nivel 4: Gestionado	361-480
Nivel 5: Óptimo	481-600

Fuente: Basados en el proyecto “IMPLANTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0”, Mario Castrillo Sardón, UNIVERSIDAD DE BURGOS, Julio de 2019.

Una vez obtenida la sumatoria de las puntuaciones de los Checklist, se procede a buscar el resultado en la tabla anterior, dicho valor nos dará el rango de nivel de madurez tecnológica con el cual la empresa cuenta en ese momento.

Si el resultado los Checklist se encuentra entre los rangos de; Nivel 1 a Nivel 4, se procede a aplicar los elementos, EQUIPO DE TRABAJO Y PLAN DE ACCIÓN.

Si el resultado de los Checklist se encuentra en el rango Nivel 5, se procede a aplicar los elementos EQUIPO DE TRABAJO Y CICLOS DE INNOVACIÓN Y ESCLABILIDAD.

EQUIPO DE TRABAJO

Una vez determinado el nivel de madurez tecnológica se da paso a la acción para hacer efectiva la migración de procesos tradicionales a un ambiente 4.0.

El Plan de Acción para la Incorporación de Tecnologías 4.0 en una Empresa Manufacturera es un documento estratégico diseñado para guiar y facilitar la transición hacia un entorno de producción más avanzado y eficiente. La implementación de tecnologías 4.0 en el sector manufacturero representa un cambio significativo hacia la digitalización y la automatización, con el objetivo de mejorar la productividad, la calidad del producto y la toma de decisiones. Por eso se presenta una serie de pasos que dará apertura a la implementación del plan de acción.

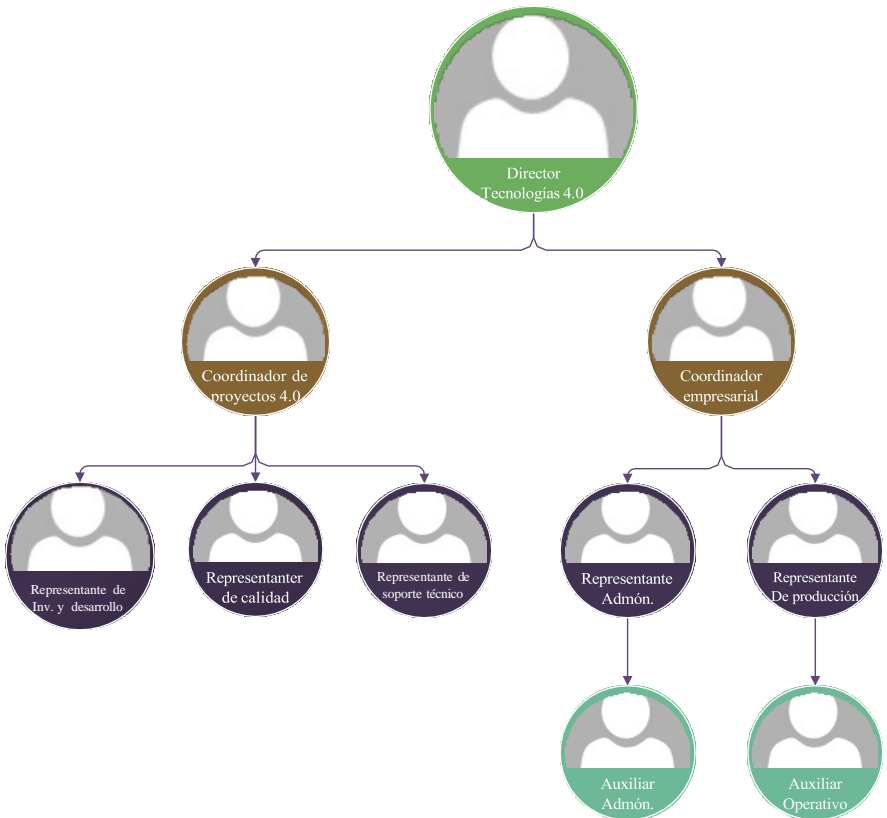
Sin embargo, antes de adentrarse en el desarrollo de dicho plan, es necesario presentar una serie de puntos claves que cada empresa manufacturera debe tener presente para garantizar una efectiva funcionalidad del proceso de migración a un ambiente 4.0, o en dado caso poseer un nivel tecnológico óptimo, no descuidarse ante las nuevas tecnologías que seguirán surgiendo tras las diversas revoluciones industriales y seguirse manteniendo a la vanguardia.

1. Establecer un equipo interno de expertos en tecnologías 4.0 de 10 personas calificadas para desarrollar la migración al ambiente 4.0, dicho equipo deberá contar con la representación indispensable de: Directivos, área de finanzas, área de producción, área de mantenimiento y área de logística, y demás eslabones que aporten al equipo según criterios de cada empresa.

2. El equipo será el principal eje de ejecución de todo el proceso de migración a un ambiente 4.0, deberá coordinar y desarrollar en conjunto con todos los departamentos el plan de acción. El equipo y sus funciones se presentan a continuación:

ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL EQUIPO INTERNO DE EXPERTOS EN TECNOLOGÍAS 4.0



FUNCIONES DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO

Funciones de los miembros del equipo

Miembros	Funciones
Director de Tecnologías 4.0	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definir la estrategia tecnológica global de la empresa en línea con los objetivos comerciales y de producción. ✓ Desarrollar planes de implementación para nuevas tecnologías 4.0 que impulsen la eficiencia y la innovación en la cadena de valor. ✓ Supervisar y liderar equipos multidisciplinares de expertos en tecnologías 4.0, incluyendo desarrollo de software, IoT, inteligencia artificial, entre otros. ✓ Asignar recursos de manera efectiva para proyectos estratégicos y operativos. ✓ Informar regularmente a la alta dirección sobre el progreso, desafíos y resultados relacionados con las iniciativas tecnológicas. ✓ Colaborar con otros líderes ejecutivos para garantizar la alineación de las iniciativas tecnológicas con la visión y misión globales de la empresa. ✓ Investigar y evaluar continuamente las nuevas tecnologías emergentes relevantes para el sector manufacturero. ✓ Identificar oportunidades para aplicar tecnologías 4.0 que mejoren la eficiencia operativa, la calidad del producto y la satisfacción del cliente. ✓ Supervisar la planificación y ejecución de proyectos tecnológicos, asegurando la entrega oportuna y dentro del presupuesto. ✓ Implementar metodologías de gestión de proyectos efectivas y mejores prácticas. ✓ Establecer y mantener relaciones

estratégicas con proveedores de tecnología, socios comerciales y otras partes interesadas relevantes.

- ✓ Colaborar con otros líderes empresariales para garantizar la integración efectiva de soluciones tecnológicas en todos los aspectos de la empresa.
 - ✓ Supervisar las prácticas de seguridad cibernética y de datos para proteger la integridad de los sistemas y la información.
 - ✓ Evaluar y gestionar los riesgos asociados con la implementación de nuevas tecnologías.
 - ✓ Asegurar que el personal esté capacitado y actualizado en las últimas tecnologías y metodologías relevantes.
 - ✓ Fomentar un ambiente de aprendizaje continuo y desarrollo profesional dentro del equipo.
 - ✓ Establecer KPIs y métricas para evaluar el impacto de las iniciativas tecnológicas en términos de eficiencia, calidad y rentabilidad.
 - ✓ Realizar evaluaciones periódicas de resultados y ajustar la estrategia según sea necesario.
 - ✓ Desarrollar y gestionar el presupuesto del departamento de tecnologías 4.0.
 - ✓ Asegurar la asignación eficiente de recursos financieros para proyectos y operaciones.
- Coordinador de Proyectos 4.0
- ✓ Colaborar con el Director de Tecnologías 4.0 para comprender la estrategia global y objetivos específicos del equipo.
 - ✓ Desarrollar planes de proyecto alineados con la estrategia de la empresa.
 - ✓ Trabajar con los stakeholders para definir claramente los objetivos del proyecto y su alcance.

- ✓ Establecer hitos y entregables claros para medir el progreso.
- ✓ Asignar y gestionar eficientemente los recursos del proyecto, incluyendo personal, tiempo y presupuesto.
- ✓ Coordinar con otros líderes de equipo para asegurar recursos adecuados.
- ✓ Crear cronogramas detallados del proyecto.
- ✓ Realizar un seguimiento constante del progreso del proyecto y ajustar los cronogramas según sea necesario.
- ✓ Supervisar y liderar equipos multifuncionales asignados al proyecto.
- ✓ Facilitar una comunicación efectiva y asegurar la colaboración entre los miembros del equipo.
- ✓ Identificar proactivamente los posibles riesgos del proyecto y desarrollar estrategias de mitigación.
- ✓ Monitorear y gestionar los riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- ✓ Mantener una comunicación clara y efectiva con todos los stakeholders del proyecto.
- ✓ Preparar informes regulares sobre el estado del proyecto y los hitos alcanzados.
- ✓ Evaluar y gestionar solicitudes de cambios en el alcance del proyecto.
- ✓ Garantizar que los cambios sean documentados y comunicados de manera efectiva.
- ✓ Implementar procesos de aseguramiento de calidad para garantizar que los entregables cumplan con los estándares definidos.
- ✓ Coordinar pruebas y revisiones de calidad.
- ✓ Garantizar la adhesión a los procesos y prácticas establecidas.
- ✓ Proporcionar orientación y capacitación al equipo sobre las mejores prácticas de

gestión de proyectos.

- ✓ Coordinar el cierre del proyecto, asegurando la entrega completa y la documentación adecuada.
- ✓ Realizar revisiones post implementación para extraer lecciones aprendidas.

Coordinador
empresarial

- ✓ Colaborar con líderes de otros departamentos para comprender sus necesidades y desafíos empresariales.
- ✓ Analizar y documentar los requisitos específicos de cada área para proyectos tecnológicos.
- ✓ Facilitar una comunicación clara y eficiente entre el equipo de tecnologías 4.0 y otros departamentos.
- ✓ Asegurar que los objetivos y progresos tecnológicos se comuniquen de manera comprensible.
- ✓ Identificar oportunidades para la implementación de tecnologías 4.0 que beneficien a varios departamentos.
- ✓ Promover la adopción de soluciones tecnológicas que mejoren la eficiencia global de la empresa.
- ✓ Asegurar que las tecnologías implementadas sean compatibles con las operaciones cotidianas.
- ✓ Gestionar las expectativas de los stakeholders internos alrededor de los proyectos tecnológicos.
- ✓ Informar sobre los beneficios y desafíos de las nuevas implementaciones.
- ✓ Organizar y liderar reuniones entre el equipo de tecnologías 4.0 y representantes de otros departamentos.
- ✓ Facilitar sesiones de trabajo para garantizar una comprensión mutua y una colaboración efectiva.

- ✓ Evaluar el impacto de las soluciones tecnológicas en los resultados empresariales y la eficiencia operativa.
- ✓ Recopilar retroalimentación de los usuarios internos para realizar ajustes según sea necesario.
- ✓ Identificar y abordar posibles conflictos entre los objetivos tecnológicos y las necesidades empresariales.
- ✓ Trabajar en la resolución de disputas para garantizar un flujo de trabajo armonioso.
- ✓ Coordinar la ejecución de proyectos que involucren la colaboración de múltiples departamentos.
- ✓ Garantizar que los recursos necesarios estén disponibles y coordinados de manera eficiente.
- ✓ Brindar asesoramiento estratégico a líderes de otros departamentos sobre cómo aprovechar al máximo las tecnologías 4.0.
- ✓ Contribuir a la alineación de objetivos tecnológicos con la visión y misión empresarial.
- ✓ Fomentar una cultura que valore la innovación y la adopción de tecnologías en toda la organización.
- ✓ Promover la formación y el desarrollo continuo de habilidades tecnológicas entre los empleados.

Representante de Investigación y Desarrollo de tecnologías 4.0

- ✓ Colaborar con el Director de Tecnologías 4.0 en la definición de la estrategia de desarrollo de software en línea con los objetivos de la empresa.
- ✓ Participar en la planificación y establecimiento de metas a corto y largo plazo para el equipo de desarrollo.
- ✓ Supervisar la ejecución de proyectos de desarrollo de software desde la concepción

hasta la implementación.

- ✓ Asegurar la alineación de los proyectos con las metas estratégicas y los plazos establecidos.
- ✓ Evaluar y seleccionar tecnologías apropiadas para el desarrollo de software.
- ✓ Supervisar la implementación de nuevas tecnologías y metodologías de desarrollo.
- ✓ Realizar revisiones de código y asegurar la calidad del software desarrollado.
- ✓ Colaborar estrechamente con otros líderes de equipo, como IoT, IA y análisis de datos, para garantizar una integración fluida de tecnologías en las soluciones desarrolladas.
- ✓ Asignar recursos de desarrollo de manera eficiente, asegurando una distribución equitativa de la carga de trabajo.
- ✓ Supervisar la capacidad del equipo para cumplir con los plazos y entregables.
- ✓ Identificar las necesidades de desarrollo de habilidades del equipo y proporcionar oportunidades para el crecimiento profesional.
- ✓ Realizar evaluaciones periódicas del desempeño del equipo.
- ✓ Proporcionar retroalimentación constructiva y apoyar el desarrollo individual.
- ✓ Colaborar en la introducción de nuevas metodologías y herramientas que mejoren la eficiencia del desarrollo.
- ✓ Supervisar la implementación de pruebas automatizadas para garantizar la estabilidad y la calidad del software.
- ✓ Colaborar con el equipo de pruebas para lograr una cobertura completa.
- ✓ Trabajar en estrecha colaboración con stakeholders internos y externos para comprender sus necesidades y expectativas.

- ✓ Asegurar que las soluciones desarrolladas cumplan con los requisitos y estándares establecidos.

Representante
de calidad

- ✓ Definir y establecer estándares de calidad para el desarrollo de software y la implementación de tecnologías 4.0.
- ✓ Asegurar que los estándares estén alineados con los objetivos y requisitos de la empresa.
- ✓ Diseñar e implementar procesos de control de calidad para todas las fases del ciclo de desarrollo de software.
- ✓ Asegurar que los procesos sean eficientes y cumplan con las normativas y estándares de la industria.
- ✓ Supervisar el diseño e implementación de planes de pruebas para las soluciones tecnológicas.
- ✓ Asegurarse de que se realicen pruebas exhaustivas, incluyendo pruebas funcionales, de rendimiento y de seguridad.
- ✓ Participar en revisiones de diseño y código para identificar posibles problemas de calidad desde el principio.
- ✓ Supervisar la implementación y uso efectivo de herramientas de automatización de pruebas y otras tecnologías para mejorar la eficiencia de las pruebas.
- ✓ Asegurarse de que las herramientas utilizadas sean las más apropiadas para los requisitos del proyecto.
- ✓ Realizar auditorías regulares de procesos para evaluar la conformidad con los estándares de calidad y las prácticas recomendadas.
- ✓ Identificar oportunidades de mejora y proponer acciones correctivas.
- ✓ Supervisar la identificación, documentación y gestión de defectos y problemas de

calidad.

- ✓ Colaborar con el equipo de desarrollo para implementar soluciones correctivas y preventivas.
- ✓ Proporcionar capacitación continua al equipo de desarrollo en temas relacionados con la calidad del software.
- ✓ Preparar informes regulares sobre la calidad del software y los resultados de las pruebas.
- ✓ Comunicar hallazgos y métricas clave a los stakeholders internos y externos según sea necesario.
- ✓ Trabajar en colaboración con el equipo de seguridad para garantizar que las soluciones implementadas cumplan con los estándares de seguridad establecidos.
- ✓ Participar en evaluaciones de riesgos de seguridad.
- ✓ Proponer y liderar iniciativas de mejora continua en el proceso de desarrollo y en la gestión de la calidad.
- ✓ Colaboración con Stakeholders Externos:
- ✓ Colaborar con clientes y proveedores para entender sus expectativas de calidad.
- ✓ Participar en auditorías de calidad externas según sea necesario.

Representante
de Soporte
técnico

- ✓ Liderar y gestionar el equipo de soporte técnico, asegurando una distribución eficiente de tareas y una respuesta oportuna a las solicitudes.
- ✓ Encargarse de la resolución de problemas complejos que requieran experiencia técnica avanzada.
- ✓ Colaborar con otros equipos para abordar cuestiones que puedan requerir intervención técnica especializada.
- ✓ Proporcionar asistencia técnica a los usuarios internos y externos, guiándolos en

la solución de problemas y preguntas relacionadas con las tecnologías 4.0.

- ✓ Supervisar la gestión de incidentes, desde la recepción de la solicitud hasta la resolución final.
- ✓ Desarrollar y ofrecer programas de capacitación técnica para usuarios internos, facilitando el autoaprendizaje y la resolución de problemas comunes.
- ✓ Documentar de manera detallada los problemas y las soluciones encontradas.
- ✓ Mantener una base de conocimientos actualizada para referencia interna y capacitación.
- ✓ Analizar los patrones y las tendencias en los problemas reportados para identificar posibles mejoras en la infraestructura o en la formación del usuario.
- ✓ Colaborar con el equipo de desarrollo para entender a fondo las soluciones implementadas y facilitar la resolución rápida de problemas.
- ✓ Coordinar la implementación de actualizaciones de software, asegurando la continuidad operativa y la seguridad de las soluciones tecnológicas.
- ✓ Evaluar y seleccionar herramientas de soporte técnico que mejoren la eficiencia y la calidad del servicio.
- ✓ Implementar y mantener herramientas de monitoreo y diagnóstico.
- ✓ Supervisar la asistencia técnica para equipos remotos, asegurando una atención efectiva y una conectividad segura.
- ✓ Mantener una comunicación clara y efectiva con los usuarios y otros equipos internos.
- ✓ Proporcionar actualizaciones oportunas sobre el estado de los problemas y las

soluciones.

Representante
administrativo

- ✓ Manejar la documentación administrativa relacionada con proyectos, contratos, y acuerdos.
- ✓ Colaborar con el equipo legal para garantizar la conformidad con regulaciones y normativas.
- ✓ Organizar y coordinar reuniones, presentaciones y eventos administrativos para el equipo.
- ✓ Asegurar la disponibilidad de recursos y la logística necesaria.
- ✓ Coordinar viajes y alojamientos para el equipo, asegurando la eficiencia y la conformidad con las políticas de la empresa.
- ✓ Colaborar en la gestión del presupuesto del equipo, monitoreando los gastos y asegurando la eficiencia en la asignación de recursos.
- ✓ Supervisar la gestión de contratos con proveedores.
- ✓ Coordinar con el equipo de compras para garantizar la entrega oportuna de bienes y servicios.
- ✓ Facilitar la comunicación interna entre diferentes departamentos y asegurar la circulación fluida de información.

Representante
operativo

- ✓ Supervisar el inventario de equipos y recursos operativos.
- ✓ Coordinar con el equipo de compras para garantizar la disponibilidad de hardware y software necesario.
- ✓ Colaborar con el Gerente de Proyectos para coordinar las actividades operativas relacionadas con proyectos tecnológicos.
- ✓ Asegurar la disponibilidad de recursos operativos para el desarrollo y la implementación.

- ✓ Brindar apoyo durante las fases de implementación de tecnologías 4.0, asegurando una transición suave y eficiente.
- ✓ Asegurar que los equipos estén en condiciones óptimas para su uso.
- ✓ Supervisar las instalaciones operativas para garantizar un entorno de trabajo seguro y eficiente.
- ✓ Coordinar con el equipo de instalaciones para abordar cualquier problema.
- ✓ Participar en pruebas y evaluaciones operativas de soluciones tecnológicas, proporcionando retroalimentación y sugerencias.
- ✓ Supervisar la gestión de incidentes operativos y trabajar en colaboración con el equipo de soporte técnico para su resolución.

Auxiliar
Administrativo

- ✓ Asistir en la organización y mantenimiento de documentos administrativos, contratos y archivos digitales.
- ✓ Realizar tareas de entrada de datos para mantener actualizados los registros y sistemas informáticos.
- ✓ Verificar la exactitud y consistencia de los datos introducidos.
- ✓ Asistir en la comunicación interna, incluyendo la distribución de correos electrónicos, memorandos y comunicados internos.
- ✓ Ayudar en la coordinación de agendas y programación de reuniones para el equipo.
- ✓ Facilitar la comunicación interna para asegurar la asistencia a eventos y reuniones.
- ✓ Coordinar la solicitud y distribución de suministros según sea necesario.
- ✓ Asistir en el proceso de compras, incluyendo la obtención de cotizaciones y la

- ✓ preparación de órdenes de compra.
- ✓ Contribuir en la recopilación de datos y la preparación de informes administrativos según sea necesario.
- ✓ Proporcionar información básica y realizar seguimiento de mensajes.
- ✓ Asistir en la organización y coordinación de eventos administrativos, como reuniones y seminarios.

Auxiliar
Operativo

- ✓ Colaborar en la implementación de soluciones tecnológicas, apoyando en la configuración y puesta en marcha.
- ✓ Asistir en la resolución de problemas operativos durante las fases de implementación.
- ✓ Participar en pruebas y evaluaciones operativas de nuevas tecnologías.
- ✓ Documentar resultados y proporcionar retroalimentación.
- ✓ Colaborar en tareas de mantenimiento y reparación de equipos operativos y de producción.
- ✓ Coordinar con el personal especializado según sea necesario.
- ✓ Asistir en actividades logísticas relacionadas con la recepción y distribución de equipos y materiales operativos.
- ✓ Mantener registros actualizados de inventario.
- ✓ Brindar apoyo en proyectos operativos, colaborando con el equipo de desarrollo y el equipo de soporte técnico según sea necesario.
- ✓ Asistir en la implementación de controles de calidad operativos, siguiendo procedimientos establecidos.
- ✓ Participar en auditorías de procesos operativos según sea necesario.

- ✓ Colaborar en actividades de producción según las necesidades del equipo.
- ✓ Asegurar que los procesos operativos sigan siendo eficientes y efectivos.

PLAN DE ACCION

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta el plan de acción:

Objetivo General:

Incorporar tecnologías 4.0 en los procesos de la empresa manufacturera para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la competitividad en el mercado.

PASO 1: EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL

Realizar un análisis exhaustivo de la infraestructura tecnológica actual de la empresa, identificando áreas de mejora y posibles puntos de integración de tecnologías 4.0.

Actividades:

1. Realizar un inventario detallado de los equipos y sistemas existentes.
2. Evaluar el rendimiento del Hardware y el Software que se posee en las áreas de trabajo.

HARDWARE:

- ✓ Revisar las especificaciones técnicas de cada equipo existente en la empresa, es busca de datos como: memoria RAM, procesador, capacidad de almacenamiento, compatibilidad con softwares de procesamiento de datos, etc.
- ✓ Efectuar pruebas en el equipo para evaluar el rendimiento, la velocidad y capacidad de procesamiento del equipo.

SOFTWARE:

- ✓ Revisar que todos los programas estén actualizados con las últimas versiones y sus respectivas licencias de seguridad.
- ✓ Revisar la configuración de software para garantizar que esté optimizada para el rendimiento.
- ✓ Verifica que las medidas de seguridad estén implementadas adecuadamente para proteger contra amenazas cibernéticas.
- ✓ Realizar un sondeo del nivel de conocimiento o capacitación que posee el personal en el uso eficiente de las herramientas y software.
- ✓ Tiempo de inactividad, es decir registrar y analizar el tiempo de inactividad del equipo y del software para identificar áreas de mejora, para ello se puede hacer uso de la siguiente formula:

Tiempo de inactividad

$$= \left(\frac{\textit{Tiempo de inactividad}}{\textit{Tiempo total de operación}} \right) \times 100$$

Esto dará el porcentaje de tiempo que el equipo o software estuvo inactivo en relación con el tiempo total de operación, es de tener en cuenta que: ***cuanto menor sea este porcentaje, mejor será el rendimiento.***

- ✓ Costos de mantenimiento: analizar los costos asociados con el mantenimiento del hardware y software para evaluar la rentabilidad, para ello se puede hacer uso de la siguiente formula:

Costo de mantenimiento

$$\begin{aligned} &= \text{cts. de mtn. de hardware} \\ &+ \text{cts. de mtn. de software} \end{aligned}$$

3. Evaluar la capacidad de conectividad y comunicación de la infraestructura actual.

Para evaluar dicha capacidad es necesario realizar lo siguiente:

- ✓ Examinar la capacidad de la red interna de datos para manejar la comunicación entre dispositivos dentro de la planta.
- ✓ Evaluar la cobertura y capacidad de la red Wi-Fi y puntos de red de internet, especialmente en áreas críticas de producción y administración.
- ✓ Examinar que los protocolos de comunicación utilizados entre departamentos sean eficaces y seguros.
- ✓ Examinar la existencia de información en tiempo real entre departamentos para la toma de decisiones efectiva y la reducción de tiempos, es decir, la fluidez de la comunicación entre sistemas de producción y sistemas administrativos.

4. Evaluar los Sistemas de Gestión Empresarial si se han implementado en la organización, medir su eficacia y analizar su capacidad para integrarse a las tecnologías 4.0.
- ✓ Analizar métricas como el tiempo de procesamiento de pedidos, tiempos de ciclo y la precisión en la gestión de inventario.

Para cada uno se puede hacer uso de las siguientes formulas:

$$\begin{aligned} & \textit{Tiempo de procesamiento de pedido} \\ & = \left(\frac{\textit{Tiempo total para procesar el pedido}}{\textit{Número total de pedidos}} \right) \end{aligned}$$

Esta fórmula proporcionará el tiempo promedio que toma en la empresa procesar un pedido, dicha fórmula puede hacer el cálculo en minutos u horas, dependiendo de la escala de cada operación.

$$\begin{aligned} & \textit{Tiempo de Ciclo} \\ & = \left(\frac{\textit{Tiempo total de producción}}{\textit{Número total de unidades producidas}} \right) \end{aligned}$$

Esta fórmula te dará el tiempo promedio que toma producir una unidad, además, puede ser ajustada según las necesidades específicas de cada empresa.

$$\begin{aligned} & \textit{Precisión en la gestión de inventarios} \\ & = \left(\frac{\textit{Cantidad real de inventario}}{\textit{Cant. real registrada en el sistema}} \right) \times 100 \end{aligned}$$

Esta fórmula arrojará un porcentaje que indica qué tan precisa es la

gestión de inventario en comparación con la realidad.

5. Identificar procesos específicos que podrían beneficiarse de la automatización y la digitalización.

PASO 2: CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Preparar al personal para la adopción de tecnologías 4.0, proporcionando capacitación y recursos necesarios.

Actividades:

1. Evaluar las necesidades para determinar los aspectos que requieren mayor énfasis en la capacitación.
 - ✓ En esta actividad se puede realizar un censo mediante una encuesta que permita medir y conocer los niveles actuales de conocimiento de cada uno de los miembros de la organización, habilidades con equipos, entendimiento de los procesos, etc., o cualquier otra actividad que el equipo desarrollador considere pertinente de acuerdo a la realidad de la empresa.
2. Diseñar programas de capacitación sobre tecnologías 4.0.
 - ✓ La capacitación del personal es de tener claro que no se hará en una sola sesión o jornada, es uno de los puntos más importantes del proceso de migración ya que sin la comprensión adecuada de las tecnologías 4.0 el proceso de transición puede verse interrumpido por los trabajadores, además pueden darse malos manejos de equipos, maquinaria, etc.

PASO 3: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0

Identificar y seleccionar las tecnologías 4.0 más adecuadas para los procesos de manufactura de la empresa.

Actividades:

- Realizar un análisis de los procesos específicos para determinar el área a intervenir con tecnologías de la industria 4.0.
 - ✓ Identificar y mapear los procesos claves de la empresa.
 - ✓ Destacar los procesos críticos para el éxito operativo.
 - ✓ Evaluar la eficiencia actual de cada uno de los procesos mediante KPIs:

Para esto se puede hacer uso de las siguientes formulas:

KPIs		
KPI	Fórmula	Descripción
Eficiencia global del equipo (OEE):	$\text{OEE (\%)} = \text{Tasa de disponibilidad} \times \text{Tasa de rendimiento} \times \text{Tasa de calidad}$	<p>Tasa de disponibilidad: Porcentaje de tiempo que la máquina está lista para producir correctamente.</p> <p>Tiempo disponible (tiempo de funcionamiento programado – tiempo de inactividad) / Tiempo de funcionamiento programado.</p>

		Tasa de rendimiento: Relación de la producción en comparación con un estándar (para el estándar, utilizar la mejor tasa de salida conocida). Salida real / Salida estándar.
Tasa de desempeño	Desempeño% = (cantidad de producción real / cantidad de producción teórica) x 100.	

- ✓ Identificar cuellos de botella, redundancias o áreas de mejora.
2. Investigar y evaluar diferentes tecnologías 4.0 disponibles en el mercado.
- ✓ Establecer los objetivos y trabajar sobre las necesidades establecidas en el análisis de los procesos específicos realizados.
 - ✓ Revisión de literatura y recursos en línea, identificando las tendencias actuales y las mejores tecnologías 4.0.
 - ✓ Buscar y revisar en plataformas de investigación reseñas de usuarios y análisis de mercado sobre las tecnologías de interés.
 - ✓ Consultar con expertos y proveedores de la industria para obtener las mejores recomendaciones en base a cada necesidad identificada.

3. Realizar una evaluación de costo-beneficio para determinar la rentabilidad de la tecnología 4.0 a adquirir.
 - ✓ Identificación de costos de adquisición, calculando los costos iniciales incluyendo las licencias, hardware, software y cualquier otra asesoría o consultas asociadas a la adquisición de la tecnología.
 - ✓ Analizar todos los costos de implementación como la personalización de los sistemas y las inducciones al personal.
 - ✓ Estimar los costos de mantenimiento recurrente, las actualizaciones y el soporte técnico necesario a lo largo del tiempo.
 - ✓ Identificación de los beneficios potenciales en el aumento de la eficiencia operativa y en la reducción de tiempos de producción.
 - ✓ Estimar la reducción de costos operativos, como la optimización del uso de recursos o la disminución de errores.
 - ✓ Calcular los indicadores financieros:
$$ROI = [(ingresos - inversión) / inversión] \times 100$$
$$VAN = Beneficio Neto Actualizado - Inversión$$
4. Realizar un análisis de compatibilidad con la infraestructura actual que posee la organización.
 - ✓ Consultar el inventario de sistemas y tecnologías que se poseen.

- ✓ Realizar diagrama donde se ilustre la interacción de los diferentes componentes de la infraestructura tecnológica actual.
 - ✓ Identificar los requisitos específicos de hardware y software de la nueva tecnología que se está considerando.
 - ✓ Examinar los requisitos de red de la nueva tecnología, incluyendo ancho de banda y configuraciones de red.
 - ✓ Analizar la compatibilidad de los sistemas existentes, y determinar si pueden integrarse con los sistemas claves de la infraestructura actual.
5. Evaluar la capacidad de la tecnología 4.0 seleccionada para escalar en base a las necesidades que la organización posea.
- ✓ Revisión de planes estratégicos y objetivos a largo plazo de la empresa para identificar los puntos y áreas de crecimiento.
 - ✓ Análisis de flexibilidad y modularidad de las tecnologías a adquirir.
 - ✓ Realizar pruebas de estrés para evaluar como las tecnologías responden a cargas extremas y como estas actúan ante un aumento significativo de la demanda.
 - ✓ Examinar la capacidad de procesamiento de la tecnología y la capacidad para escalar tanto horizontal como verticalmente.

- ✓ Verificar la escalabilidad técnica, considerando aspectos como la distribución de carga y la capacidad de crecimiento en materia de hardware y software.
 - ✓ Evaluar la capacidad de la tecnología para mejorar su rendimiento al agregar más recursos a un único componente (Escalabilidad vertical), esto a través de:
 - Medición del rendimiento de los sistemas.
 - Medición de los tiempos de respuesta del sistema con respecto a la introducción de las tecnologías 4.0.
 - ✓ Analizar la capacidad de la tecnología para manejar un mayor volumen de trabajo distribuyendo la carga entre múltiples instancias (Escalabilidad horizontal).
 - ✓ Estimar los costos asociados con la escalabilidad como la adquisición de hardware adicional o la inversión en soluciones en la nube.
6. Realizar pruebas piloto de las tecnologías seleccionadas en áreas específicas de la producción.
- ✓ Definir los objetivos específicos que se esperan lograr con las pruebas piloto.
 - ✓ Establecer las métricas de medición de rendimiento, eficiencia y cualquier otro KPI que se considere pertinente según sea el caso.

- ✓ Seleccionar áreas específicas donde se implementarán las pruebas piloto.
- ✓ Garantizar que la infraestructura necesaria para las tecnologías seleccionadas esté lista antes de comenzar las pruebas piloto.
- ✓ Proporcionar capacitación a los empleados que estarán involucrados en las pruebas piloto para garantizar una implementación efectiva.
- ✓ Introducir las tecnologías de manera gradual en las áreas de producción seleccionadas. Esto puede incluir la instalación de hardware, configuración de software y la integración con los procesos existentes.
- ✓ Establecer un sistema de monitoreo continuo para supervisar el rendimiento de las tecnologías durante las pruebas piloto.
- ✓ Recopilar datos relevantes durante el período de las pruebas piloto, incluyendo datos de rendimiento, eficiencia y cualquier métrica específica definida.
- ✓ Analizar los datos recopilados y comparar los resultados con los objetivos y KPI establecidos al principio.
- ✓ Comunicar los resultados de las pruebas piloto a todas las partes interesadas, destacando el impacto positivo y cualquier ajuste realizado.

7. Recopilar retroalimentación del personal y ajustar la selección según sea necesario.
- ✓ Identificar áreas de mejora basadas en los resultados y el feedback recopilado durante las pruebas piloto.
 - ✓ Realizar ajustes en la implementación de las tecnologías según sea necesario, ya sea modificando la configuración, añadiendo funcionalidades o realizando mejoras en la integración.
 - ✓ Establecer un proceso de optimización continua para maximizar el rendimiento de las tecnologías y abordar cualquier problema identificado.
 - ✓ Desarrollar un plan detallado para la implementación completa de las tecnologías basado en los resultados y aprendizajes de las pruebas piloto.

PASO 4: INTEGRACIÓN GRADUAL

Implementar las tecnologías 4.0 de manera gradual es esencial para garantizar una transición suave, minimizar interrupciones en la producción y optimizar el proceso de adopción. Para llevar a cabo esta integración de manera efectiva, se pueden realizar diversas actividades clave:

1. Análisis detallado de procesos:

El análisis detallado de procesos se llevará a cabo mediante un enfoque metodológico y colaborativo que involucre a diversos equipos dentro de la organización.

2. Establecimiento de un cronograma detallado:

- ✓ 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.

3. Priorización de áreas piloto:

- ✓ Identificar y priorizar áreas piloto donde se implementarán inicialmente las tecnologías 4.0 que permitan evaluar el impacto real de las nuevas tecnologías.
- ✓ Utilizar técnicas de puntuación o evaluación ponderada para asignar valores a cada área según los criterios establecidos.
- ✓ Desarrollar manuales, videos instructivos, presentaciones y otros recursos multimedia. Asegurarse de que el contenido sea claro, conciso y relevante.

4. Integración de tecnologías seleccionadas:

- ✓ Implementar gradualmente las tecnologías seleccionadas en las áreas piloto de acuerdo con el cronograma establecido y asegurar una coordinación eficiente entre los equipos de implementación y el personal de las áreas afectadas.

Seguir el plan de implementación detallado, asegurándose de que cada fase se complete según lo programado y resolviendo cualquier problema inesperado de manera rápida.

5. Pruebas y ajustes continuos:

- ✓ Realizar pruebas exhaustivas durante cada fase de implementación para identificar posibles problemas y

áreas de mejora, ajustando los sistemas y procesos según sea necesario, asegurando una optimización constante.

6. Monitoreo y retroalimentación:

- ✓ Establecer sistemas de monitoreo en tiempo real para evaluar el rendimiento de las nuevas tecnologías, su impacto en la producción y recopilar retroalimentación constante de los empleados realizando ajustes según las experiencias prácticas.

Dicho paso puede realizarse instalando sensores, dispositivos de monitoreo y/o configurar las herramientas para comenzar a recopilar datos de rendimiento, sin embargo, se recomienda analizar lo más adecuado a la realidad y necesidad de cada empresa.

7. Escalado progresivo:

- ✓ Una vez que las tecnologías 4.0 estén completamente integradas y optimizadas en las áreas piloto, proceder con el escalado progresivo hacia otras secciones de la producción.

Identificar nuevas áreas para la expansión, ajustar el plan de implementación y repetir el proceso de escalado gradual.

8. Documentación exhaustiva:

- ✓ Mantener una documentación detallada de todo el proceso de implementación, incluyendo cambios realizados, lecciones aprendidas y mejores prácticas identificadas.

9. Comunicación continua:

- ✓ Mantener una comunicación transparente y regular con todo el personal afectado, brindando actualizaciones sobre el progreso y abordando inquietudes o preguntas.

Identificar los canales de comunicación, establecer frecuencias de actualización y definir mensajes clave para cada fase del proceso.

PASO 5: MONITOREO Y EVALUACIÓN

Establecer un sistema de monitoreo es crucial para asegurar el éxito y la eficacia de las tecnologías 4.0 implementadas. Además de las actividades ya mencionadas, aquí hay algunas actividades adicionales que pueden fortalecer este proceso:

1. Diseñar Paneles de Control Personalizados
 - ✓ Se realizará un análisis exhaustivo de los procesos relacionados con cada tecnología 4.0 para identificar los indicadores clave de rendimiento (KPI). Luego, se diseñarán paneles de control personalizados que no solo reflejen los KPI, sino que también ofrezcan una experiencia visual intuitiva y detallada.

El equipo de diseño trabajará en estrecha colaboración con usuarios finales y expertos en cada tecnología para comprender las métricas críticas.

2. Auditorías de Ciberseguridad Continuas
 - ✓ Se deberá ir más allá de las auditorías estándar y realizar análisis de seguridad cibernética continuos. Esto incluirá pruebas de penetración, evaluaciones de vulnerabilidades y revisiones periódicas de protocolos de seguridad.

El trabajo en equipo con profesionales en el área es de suma importancia ya que equipos especializados en ciberseguridad realizarán auditorías frecuentes, utilizando las últimas técnicas de hacking ético y las actualizaciones de seguridad se implementarán de manera proactiva para hacer frente a las amenazas emergentes.

3. Capacitación Continua del Personal

No se debe contemplar una capacitación únicamente inicial, si no que se debe:

Ampliar los programas de formación continua para incluir no solo aspectos técnicos, sino también habilidades relacionadas con la resolución de problemas y la adaptabilidad a cambios tecnológicos.

Se diseñarán programas de formación que aborden las necesidades específicas de cada departamento, integrando contenido multimedia, simulaciones y casos de estudio interactivos. Las evaluaciones de desempeño se realizarán regularmente.

Esto se puede desarrollar mediante Plataformas de aprendizaje en línea avanzadas, instructores especializados, sistemas de evaluación adaptativa.

4. Revisiones Estratégicas Periódicas:

- ✓ Extender las revisiones estratégicas para no solo alinear tecnologías 4.0 con objetivos empresariales, sino también incorporar un análisis más profundo de la competitividad del mercado, cambios regulatorios y tendencias emergentes.

Las revisiones estratégicas se realizarán en sesiones interdisciplinarias, incorporando análisis de mercado, evaluación de riesgos y escenarios futuros. La agilidad estratégica será clave, ajustando la implementación de tecnologías 4.0 según las condiciones cambiantes del mercado, dichas sesiones se pueden realizar semestralmente.

Es importante tener en cuenta que:

Existe la Colaboración con Proveedores y Socios Tecnológicos a las cuales toda empresa debe tener en cuenta:

- ✓ Establecer relaciones más profundas con proveedores y socios tecnológicos, y no solo limitarse a la comunicación de actualizaciones, sino también involucrarse en el desarrollo conjunto de soluciones y optimización de procesos.

CICLOS DE INNOVACION Y ESCALABILIDAD

¿CÓMO SE APLICARÁN LOS CICLOS DE INNOVACION Y ESCALABILIDAD?

Se debe proceder en aplicar un sistema de evaluaciones periódicas, a continuación, se detalla la secuencia del proceso para la creación de ciclos de innovaciones y escalar tecnológicamente.

1. Evaluaciones de Diagnóstico Continuas:

La escalabilidad tecnológica debe comenzar con la evaluación continua de la infraestructura tecnológica y la capacidad de adaptación a medida que la empresa crece. Las evaluaciones regulares identifican posibles cuellos de botella y áreas que requieren mejoras.

Para dicha evaluación se hace uso de los Checklist presentados con anterioridad

2. Planificación Estratégica:

Esto significa realizar un desarrollo de un plan estratégico que considere la expansión y el crecimiento tecnológico es esencial. Esto incluye la identificación de oportunidades de escalabilidad y la asignación de recursos para el crecimiento.

3. Inversión en Tecnologías Escalables:

La elección de tecnologías y sistemas escalables es crucial, por ello se debe optar por soluciones que puedan crecer con la empresa sin cambios significativos en la infraestructura existente.

4. Cultura de Innovación y Adaptabilidad:

Se deberá fomentar una cultura de innovación y adaptabilidad en la empresa, esto es fundamental para la escalabilidad. Los empleados deben estar abiertos a la experimentación y al aprendizaje continuo para adaptarse a nuevas tecnologías y procesos.

La creación de ciclos de innovación para escalar tecnológicamente implica una disciplina por parte de la empresa y el equipo de trabajo no significa que por implementar una vez tecnologías u obtener tras una evaluación el nivel óptimo que ya no hay más que hacer, es de recalcar que:

La mejora continua permite que una empresa manufacturera crezca de manera sostenible y aproveche al máximo las ventajas de la Industria 4.0. Estas estrategias aseguran el éxito sostenible en un mundo empresarial impulsado por la tecnología y la digitalización, permitiendo a las empresas manufactureras adaptarse y prosperar en un entorno altamente competitivo y en constante cambio.

FICHA EVALUATIVA DE LA GUÍA

La Ficha de evaluación de la guía se presenta como una herramienta para recopilar datos precisos de los resultados de guía tras su aplicación.

¿CÓMO DEBE DE APLICARSE?

Dicha ficha debe ser aplicada y/o desarrollada una vez haya pasado un año de que el equipo de trabajo estipulado para la implementación de la guía haya entrado en función, la evaluación mediante la ficha deben realizarla todos los departamentos de la empresa (una por departamento), teniendo en cuenta que: los miembros que de cada área pertenezcan al equipo implementador de la guía no deben ser parte de dicha evaluación. Los resultados deben ser recopilados y procesados por la alta gerencia, para darlos a conocer al equipo implementador de la guía, de manera que en conjunto se realicen los ajustes pertinentes, según los resultados.

FICHA TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0

PASO	ACTIVIDAD	CUMPLE (SI/NO)	OBSERVACIONES
1	EVALUACION DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL		
1.1	¿Realiza un inventario detallado de los equipos y sistemas existentes?		
1.2	¿Evalúa el rendimiento del Hardware y el Software en las áreas de trabajo?		
1.3	¿Revisa las especificaciones técnicas de cada equipo?		
1.4	¿Realiza pruebas de rendimiento en cada equipo?		
1.5	¿Revisa que todos los		

	programas estén actualizados?		
1.6	¿Verifica configuración de software y medidas de seguridad?		
1.7	¿Realiza sondeo del nivel de conocimiento del personal en el uso de herramientas y software?		
1.8	¿Calcula tiempo de inactividad y costos de mantenimiento?		
1.9	¿Evalúa la capacidad de conectividad y comunicación?		
1.10	¿Analiza Sistemas de Gestión Empresarial y métricas de procesamiento?		
2	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL		
2.1	¿Evalúa las necesidades de capacitación?		
2.2	¿Diseña programas de capacitación sobre tecnologías 4.0?		
3	SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0		
3.1	¿Realiza análisis de procesos específicos?		
3.2	¿Identifica y mapea procesos clave de la empresa?		
3.3	¿Evalúa eficiencia actual mediante KPIs?		
3.4	¿Identifica cuellos de botella y áreas de mejora?		
3.5	¿Investiga y evaluar tecnologías 4.0 disponibles?		
3.6	¿Establece objetivos y necesidades basados en análisis de procesos?		
3.7	¿Realiza evaluación de costo-beneficio?		
3.8	¿Analiza compatibilidad con la infraestructura actual?		
3.9	¿Realiza pruebas piloto en áreas específicas?		
3.10	¿Realiza ajusten en la implementación según resultados de pruebas piloto?		

3.11	¿Desarrolla plan detallado para implementación completa?		
4	INTEGRACIÓN GRADUAL		
4.1	¿Realiza análisis detallado de procesos existentes?		
4.2	¿Desarrolla cronograma detallado de implementación?		
4.3	¿Prioriza áreas piloto para implementación inicial?		
4.4	¿Crea materiales de capacitación para personal?		
4.5	¿Implementa tecnologías seleccionadas en áreas piloto?		
4.6	¿Realiza pruebas y ajustes continuos durante la implementación?		
4.7	¿Establece sistemas de monitoreo y recopila información para retroalimentación?		
4.8	¿Escala progresivamente a otras secciones de producción?		
4.9	¿Documenta cambios y lecciones aprendidas?		
4.10	¿Mantiene comunicación continua con el personal afectado?		
5	OPTIMIZACIÓN Y EXPANSIÓN		
5.1	¿Analiza datos recopilados durante la implementación?		
5.2	¿Identifica áreas de mejora basadas en resultados y feedback?		
5.3	¿Realiza ajustes en la implementación según sea necesario?		
5.4	¿Establece proceso de optimización continua?		
5.5	¿Desarrolla plan de expansión basado en resultados de implementación?		
6	EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO		
6.1	¿Evalúa el rendimiento general		

	de las tecnologías implementadas?		
6.2	¿Compara resultados con objetivos y KPIs establecidos inicialmente?		
6.3	¿Recopila feedback continuo del personal y partes interesadas?		
6.4	¿Ajusta y mejora continuamente la implementación según la retroalimentación?		
6.5	¿Mantiene sistemas de monitoreo para evaluar el rendimiento a largo plazo?		

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
MANUAL DE LA GUÍA METODOLOGICA PARA
MIGRAR A LAS EMPRESAS
MANUFACTURERAS DE PROCESOS
TRADICIONALES A UN AMBIENTE 4.0

MANUAL DE IMPLANTACIÓN

Guía metodológica para migrar las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0.



INTRODUCCIÓN

En el dinámico panorama empresarial de la Industria 4.0, las compañías manufactureras enfrentan una realidad de cambio constante, donde la adopción de tecnologías digitales y la reconfiguración de procesos tradicionales son imperativos para mantener su competitividad y promover un crecimiento sostenible. En este contexto, surge una necesidad apremiante: una guía metodológica que brinde un enfoque estructurado y eficiente para facilitar la transición de las empresas manufactureras salvadoreñas hacia un entorno 4.0.

Este manual de implantación se erige con el propósito fundamental de simplificar la comprensión y aplicación del plan de acción delineado en la mencionada guía metodológica. Su objetivo es claro: ser un recurso práctico y detallado que acompañe paso a paso el proceso de migración de los procesos tradicionales hacia un entorno 4.0 en las empresas manufactureras de El Salvador.

Con un enfoque centrado en la adaptación gradual y la capacitación del personal, este manual ofrece una estructura clara para la implantación de tecnologías propias de la Industria 4.0. Además, subraya la importancia crucial de integrar la matriz energética y las redes de comunicación en cada fase del proceso, garantizando así una transición efectiva y sostenible hacia la modernización de las operaciones manufactureras en el contexto específico de El Salvador.

OBJETIVOS

Objetivo General

Establecer un documento que agilice los procedimientos de adopción de la Guía Metodológica y que permita a las empresas manufactureras promover la adopción de tecnologías e innovaciones de sus procesos tradicionales migrándolos al ambiente 4.0.

Objetivos Específicos

- ✓ Sensibilizar a todos los involucrados en la toma de decisiones sobre la importancia de la migración de los procesos tradicionales al ambiente 4.0.
- ✓ Proporcionar directrices sobre los pasos a seguir para la aplicación del instrumento de diagnóstico.
- ✓ Definir los procedimientos a seguir para la aplicación de los planes de acción en base a los resultados obtenidos con el instrumento de diagnóstico.
- ✓ Establecer la conformación de un equipo multidisciplinario que sea el encargado de implantar la guía metodológica.
- ✓ Establecer un proceso de revisión y actualización periódica de los planes de acción implementados para mantener siempre a la vanguardia de los avances tecnológicos.

IMPLANTACIÓN INICIAL CON ENFOQUE ADP

La técnica *ADP* (*Ajuste Dinámico de Parámetros*) ayudara a poner en marcha la guía metodológica, este implica una adaptación continua a medida que se avanza en el proceso de implantación, asegurando una alineación óptima con las necesidades y condiciones específicas de la empresa manufacturera.

1. Concientizar sobre el Ambiente 4.0:

- ✓ Antes de adentrarse en el desarrollo del plan de acción, Se deberá llevar a cabo actividades de concientización sobre el ambiente 4.0 y su importancia en el contexto empresarial actual.
- ✓ Se recomienda proporcionar información detallada sobre los conceptos clave del ambiente 4.0, como digitalización, automatización, Internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial (IA) y análisis de datos.

2. Evaluar Continuamente Áreas Mediante Checklist:

- ✓ Se deberá establecer un proceso continuo de evaluación de cada área mediante los distintos Checklist proporcionados en la guía metodológica.
- ✓ Se debe promover la revisión periódica y análisis detallado de los resultados obtenidos en cada área.

3. Calcular el Nivel de Madurez Tecnológico:

- ✓ Una vez completada la evaluación de las áreas, se debe iniciar el cálculo del nivel de madurez tecnológico.

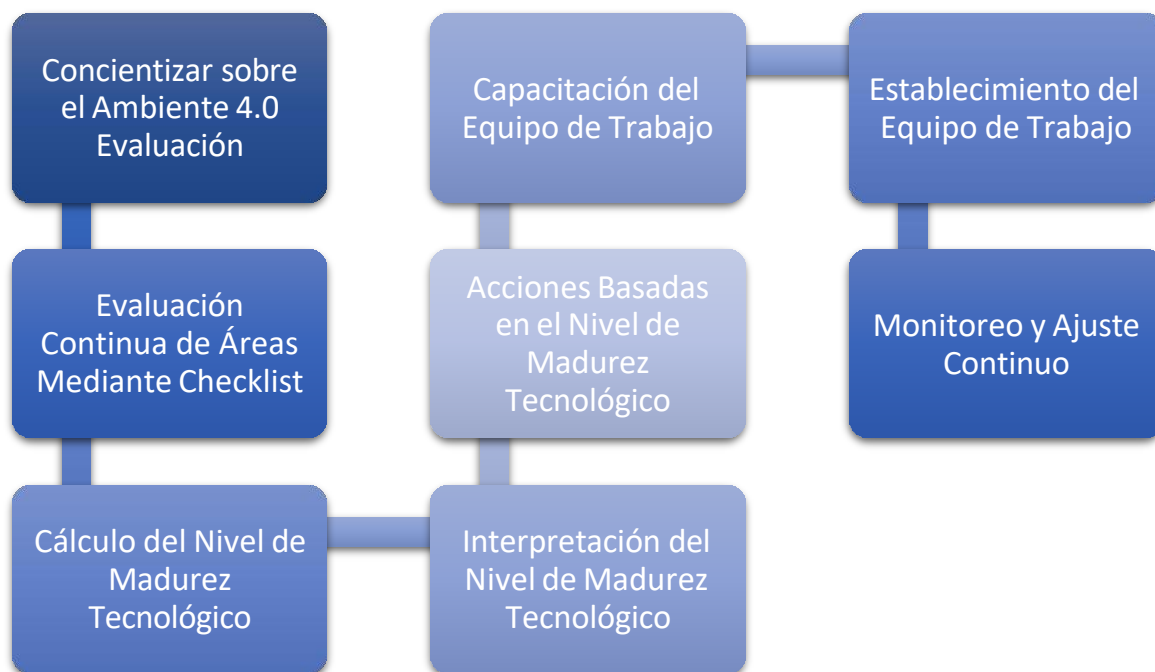
- ✓ Se debe sumar las puntuaciones obtenidas en cada Checklist para obtener un resultado específico que refleje el nivel de madurez tecnológica actual de la empresa manufacturera.
4. Interpretar el Nivel de Madurez Tecnológico:
 - ✓ Se deberá utilizar la tabla de niveles de madurez tecnológica proporcionada para interpretar el resultado obtenido en el cálculo.
 - ✓ Se debe identificar el rango tecnológico correspondiente al resultado obtenido.
 5. Tomar Acciones Basadas en el Nivel de Madurez Tecnológico:
 - ✓ Si el resultado está dentro de los rangos de Nivel 1 a Nivel 4, proceder a aplicar los elementos de Capacitación y Establecimiento de Equipo de Trabajo.
 - ✓ Si el resultado se encuentra en el rango Nivel 5, aplicar los elementos de Equipo de Trabajo y Ciclos de Innovación y Escalabilidad.
 6. Capacitar al Equipo de Trabajo:
 - ✓ Se deberá establecer un programa de capacitación para el equipo interno de expertos en tecnologías 4.0, con énfasis en las áreas clave identificadas en la interpretación del nivel de madurez tecnológico.
 - ✓ Se debe asegurar la participación de representantes de diferentes áreas de la empresa para garantizar una comprensión integral y colaborativa del proceso de migración.
 7. Establecer el Equipo de Trabajo:
 - ✓ Constituir un equipo interno de expertos en tecnologías 4.0, conformado por representantes de áreas clave. Guiarse del equipo de trabajo que se estableció en la Guía Metodológica.

- ✓ Se deberá seguir las funciones y responsabilidades de cada miembro del equipo establecidos en la guía metodológica.

8. Monitorear y Ajustar Continuamente:

- ✓ Se deberá establecer un sistema de monitoreo continuo para seguir de cerca el progreso de la implantación.
- ✓ Se sugiere realizar ajustes en los procedimientos y estrategias de implantación según sea necesario, con el objetivo de optimizar los resultados y adaptarse a cambios en las condiciones del entorno.

ESQUEMA DE ENFOQUE ADP



PROPUESTA DE ADP

En el contexto de la Industria 4.0, la transformación digital es esencial para la competitividad y sostenibilidad de las empresas manufactureras. La propuesta de ADP que se presenta a continuación busca guiar a las empresas manufactureras en la migración mediante una metodología integral.

1. METODOLOGÍA

La metodología se basa en los siguientes elementos:

a. Líneas de Acción:

Promover la adopción de tecnologías del ambiente 4.0:

- ✓ Sensibilización inicial
- ✓ Instrucción sobre la temática y sus herramientas

Diversificar las estrategias de implementación:

- ✓ Selección de soluciones
- ✓ Integración gradual

Transformar los procesos productivos:

- ✓ Detallar el proceso de automatización y optimización
- ✓ Cambio cultural

b. Componentes del Ambiente 4.0:

- ✓ Caracterización de cada subsector respecto a los componentes del Ambiente 4.0

c. Diagnóstico de Evaluación:

- ✓ Diagnóstico mediante Checklist: Evaluación en cinco áreas

d. Ciclos de Innovación y Escalabilidad:

Ciclos de Innovación:

- ✓ Evaluaciones de diagnóstico continuas
- ✓ Implementación gradual de tecnologías

Escalabilidad Tecnológica:

- ✓ Planificación estratégica
- ✓ Inversión en tecnologías escalables
- ✓ Cultura de innovación y adaptabilidad

2. DURACIÓN

A continuación, se presenta una estimación de la duración prevista para la implementación del proyecto. Dicha estimación se basa en supuestos temporales, ya que cada empresa enfrenta una situación única según su nivel de madurez tecnológica. Por lo tanto, la duración real de la implementación dependerá de las circunstancias específicas de cada caso.

3. DICCIONARIO EDT

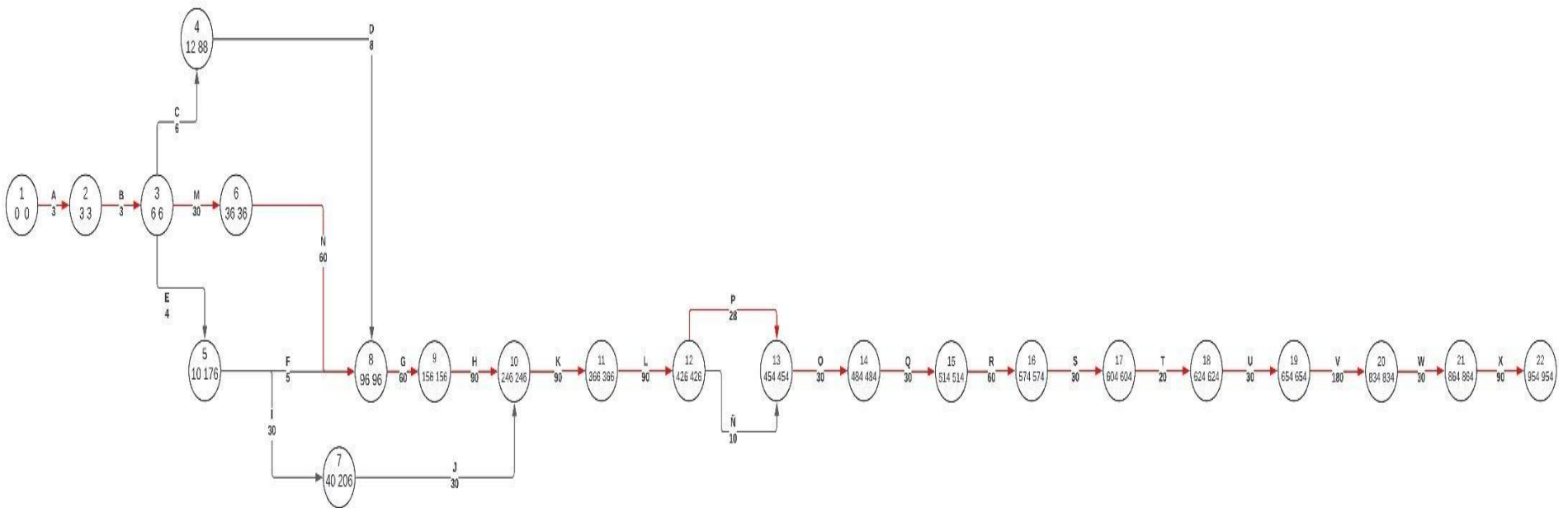
A continuación, se presenta el diccionario EDT, que incluye las actividades y sus respectivos tiempos (Los cuales pueden cambiar según la necesidad y realidad de cada empresa).

DESARROLLO DE LOS ELEMENTOS DE LA GUÍA				
N°	DICCIONARIO EDT			
	ACTIVIDADES	DETALLE	TIEMPO	PRECEDENTE
	1.1	Líneas de Acción	420	
	1.1.1	Promover la adopción de tecnologías del ambiente 4.0	21	
	1.1.1.1	Sensibilizar inicialmente sobre las tecnologías 4.0	7	
1	A	Realizar sesiones informativas	4	-
2	B	Realizar charlas introductorias	3	A
	1.1.1.2	Instrucción sobre la temática y sus herramientas	14	
4	C	Realizar talleres prácticos	6	B
5	D	Organizar capacitación en herramientas específicas	8	C
	1.1.2	Diversificar las estrategias de implementación	159	
	1.1.2.1	Seleccionar soluciones según necesidades y recursos.	9	

6	E	Evaluar las tecnologías disponibles	4	B
7	F	Analizar los costos y beneficios	5	E
	1.1.2.2	Integrar gradualmente nuevas tecnologías	150	
8	G	Implementar piloto en áreas seleccionadas	60	D, F, N
9	H	Ajustar y mejorar progresivamente basado en la retroalimentación	90	G
	1.1.3	Transformar los procesos productivos	240	
	1.1.3.1	Detallar el proceso de automatización y optimización	60	
10	I	Analizar detalladamente los procesos actuales y diseño de procesos optimizados	30	E
11	J	Desarrollar e implementar sistemas y herramientas	30	I
	1.1.3.2	Cambiar la cultura organizacional hacia una orientada a la innovación.	180	
12	K	Capacitación del personal en nuevas tecnologías y enfoques de trabajo	90	H, J
13	L	Promocionar la cultura de innovación y adaptabilidad	90	K
	1.2	Componentes del Ambiente 4.0	90	
	1.2.1	Caracterización de cada subsector respecto a los componentes del Ambiente 4.0	90	
14	M	Estudiar las tecnologías relevantes para cada subsector	30	B
15	N	Identificar las necesidades específicas y posibles soluciones	60	M
	1.3	Diagnóstico de Evaluación	188	
	1.3.1	Diagnóstico mediante Checklist	40	
16	Ñ	Elaborar y aplicar cuestionarios	10	L
17	O	Analizar los resultados e identificar las áreas de mejora	30	Ñ, P
	1.3.2	Nivel de Madurez Tecnológico	58	
18	P	Evaluar la infraestructura tecnológica y sistemas	28	L
19	Q	Comparar con estándares de la Industria 4.0 y definir niveles de madurez	30	O
	1.3.3	Planes de acción	90	
20	R	Identificar brechas y definir acciones correctivas y preventivas	60	Q
21	S	Asignar responsabilidades y establecer plazos	30	R
	1.4	Equipo de trabajo	20	
22	T	Establecer equipos de trabajo	20	S
	1.5	Ciclos de Innovación y Escalabilidad	330	
	1.5.1	Ciclos de Innovación	210	
23	U	Monitorear continuamente los indicadores clave	30	T
24	V	Implementar gradualmente las tecnologías y ajustar según necesidades	180	U
	1.5.2	Escalabilidad Tecnológica	120	
25	W	Planificar estrategias y asignar recursos	30	U
26	X	Evaluar tecnologías escalables y realizar adquisición	90	W

4. REDES CPM

A continuación, se muestran las redes CPM de la implementación del proyecto, las redes CPM (Critical Path Method) son una herramienta utilizada en la gestión de proyectos para planificar, programar y controlar las actividades que deben completarse para alcanzar un objetivo específico. Sirven para identificar la secuencia de actividades críticas que determinan la duración total del proyecto. En resumen, las redes CPM ayudan a visualizar y gestionar el flujo de trabajo para garantizar que un proyecto se complete a tiempo.

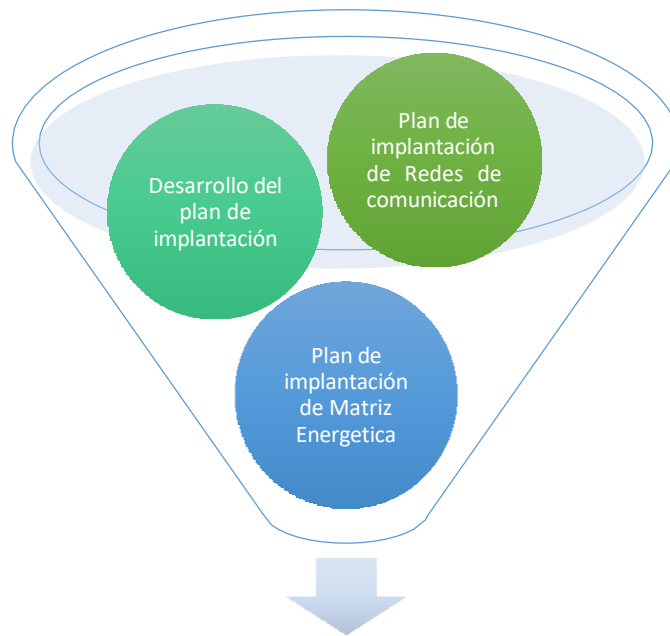


Duración del proyecto
954 días

Ruta crítica
A-B-M-N-G-H-K-L-P-O-Q-R-S-T-U-V-W-X

PLAN DE ACCIÓN

Es crucial que el plan de acción para la transición de empresas manufactureras hacia entornos 4.0 se integre estrechamente con la matriz energética y las redes de comunicación. Esta sinergia garantiza una optimización eficiente de recursos, una mayor sostenibilidad y una mejora significativa en la conectividad y la eficacia operativa. La coordinación entre estos elementos fundamentales impulsa la competitividad y la adaptabilidad en un contexto empresarial en constante evolución.

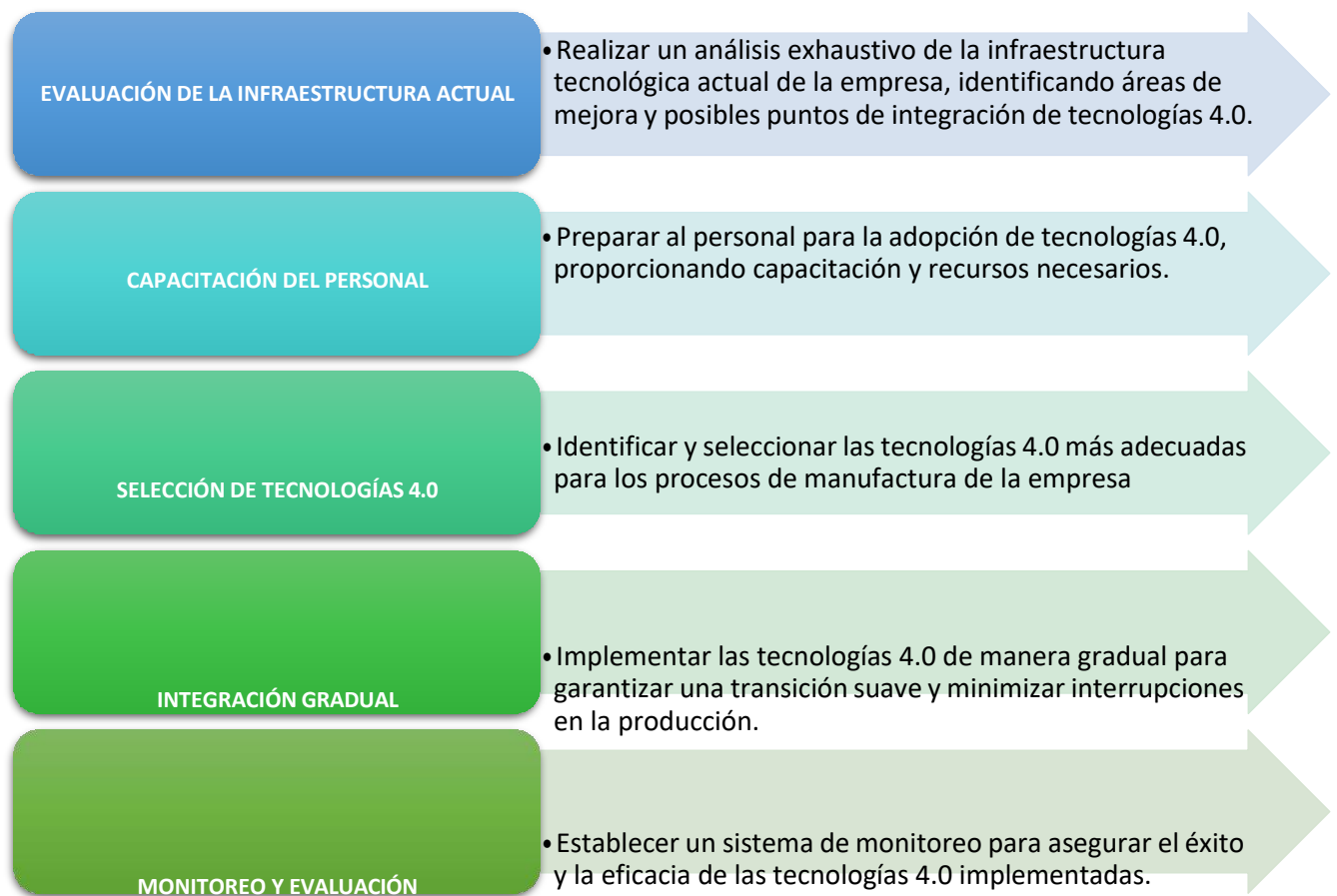


Implantación efectiva de un ambiente 4.0 a las empresas manufactureras

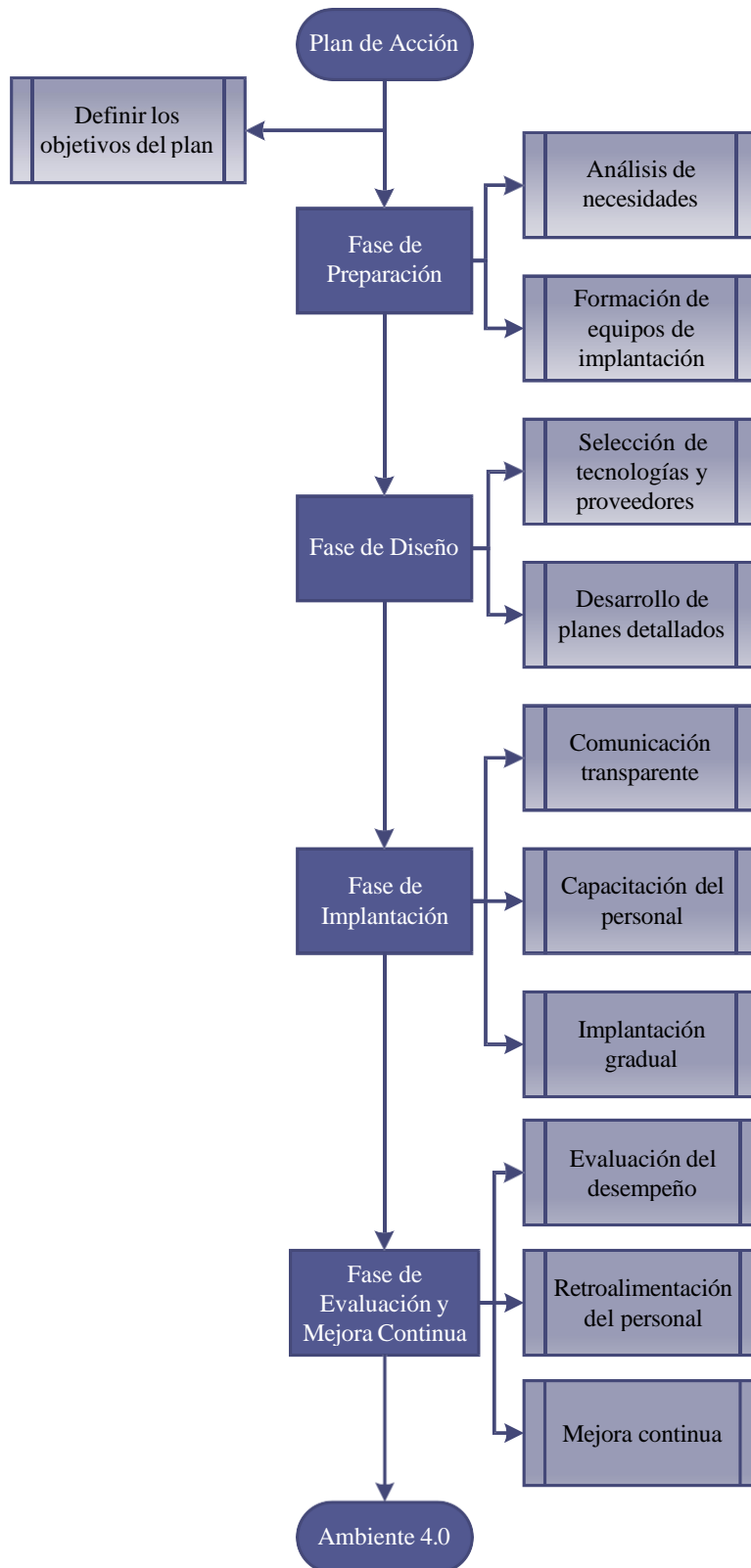
a. METODOLOGÍA DEL PLAN DE ACCIÓN

El plan de acción para la migración de empresas manufactureras a entornos 4.0 es crucial, ya que proporciona una guía estructurada para la transformación digital. Facilita una transición suave, maximizando el uso de tecnologías avanzadas y recursos disponibles. Además, promueve la innovación y la competitividad en un entorno empresarial en constante evolución.

Es por ello que a continuación se detalla los pasos a seguir para su eficaz desarrollo:



b. DESARROLLO DE PLAN DE ACCIÓN



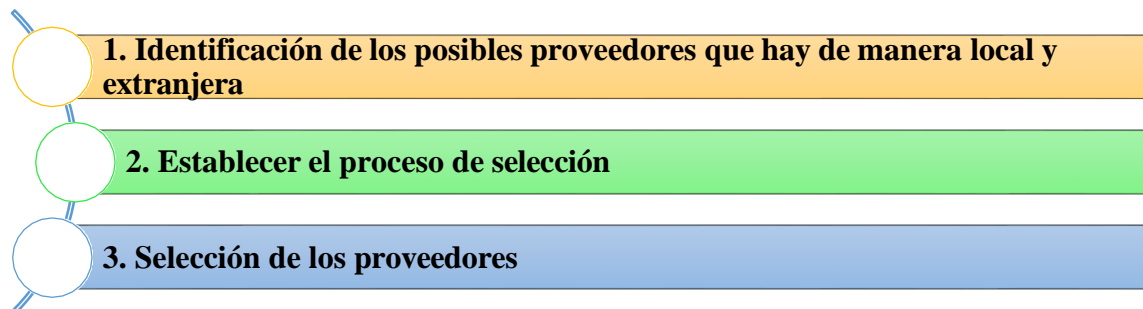
c. ESTRATEGIAS CON PROVEEDORES DE TECNOLOGÍAS

1. IMPORTANCIA DE SELECCIONAR PROVEEDORES

Los proveedores juegan un papel importante para toda empresa que quiera nacer o se encuentre en actividad en el mercado, por lo que es importante contar con proveedores que ayuden y aporten con las necesidades de la empresa, para el proyecto se presenta una serie de aspectos que se deben considerar al momento de seleccionar un proveedor de tecnologías, aunque si bien esto puede servir y aplicarse para cualquier tipo de proveedores.

La clave para elegir un proveedor para su producto radica en que es importante saber con qué criterios elegirlos, porque es necesario considerar si habrá algún impacto positivo o negativo en la productividad, la calidad y la competitividad la propia empresa.

A continuación, se detallan los criterios a seguir:



A continuación, se detallan cada uno de ellos:

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES PROVEEDORES QUE HAY DE MANERA LOCAL Y EXTRAJERA

Haga una lista de empresas que producen diferentes tipos de productos según las necesidades de la empresa, para solicitar información sobre la empresa proveedora.

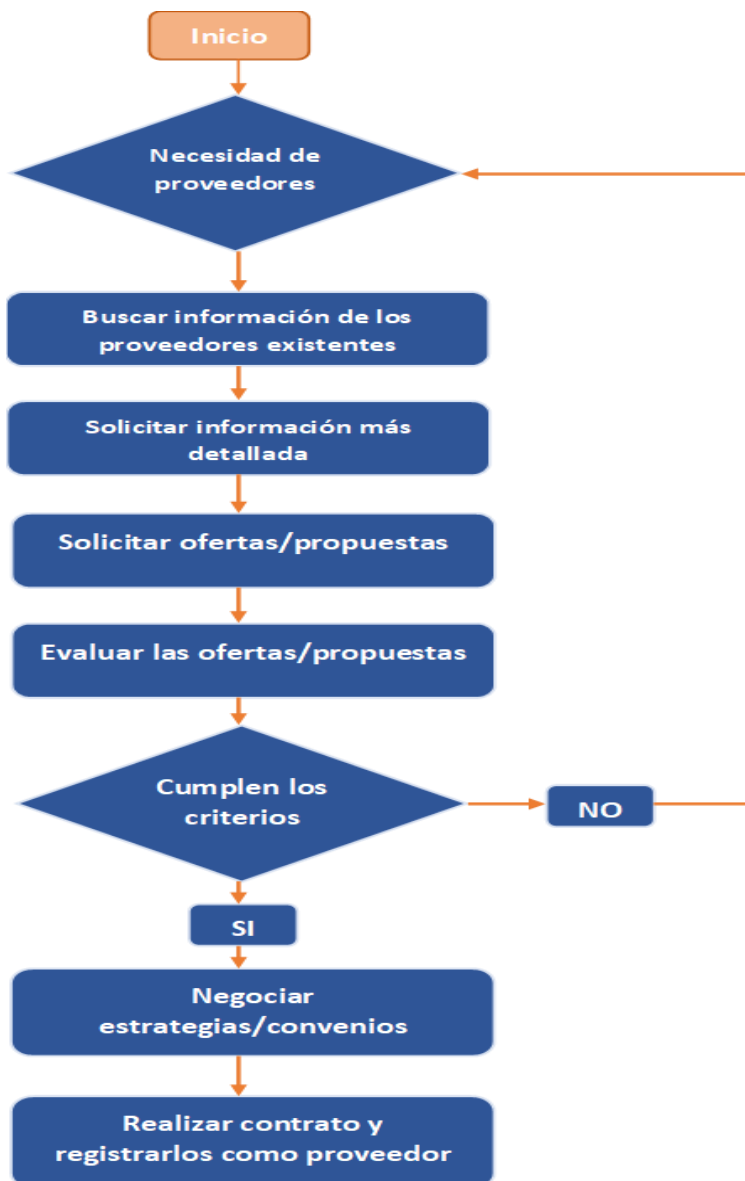
Después de recibir información sobre proveedores, se inicia a realizar una selección previa a realizar una elegirlos según criterios establecidos, a manera de establecer los más adecuados a las necesidades que presenta la empresa.

Para ello se pueden considerar aspectos iniciales como:

- a. Calidad de los productos que ofrecen
- b. Características técnicas e información de los productos
- c. Precios

3. ESTABLECER EL PROCESO Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

Cada empresa puede establecer su propio proceso y criterios más técnicos de selección, sin embargo, a continuación, se propone un esquema que se puede seguir:



4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SELECCIÓN

- a. **Búsqueda de información:** Para ello se tienen en cuenta todas las fuentes de información disponibles y que se puede encontrar de estas empresas. Estos sitios incluyen recomendaciones, prensa, directorio telefónico, página web, redes sociales, etc.
- b. **Solicitar información más detallada:** Una vez que se tenga listo una lista de posibles proveedores, se debe contactar con ellos personalmente o por teléfono para concertar una reunión con el responsable de ventas o enviarles correos o mensajes solicitando información necesaria,

A continuación, se presentan aspectos que se deben tener en cuenta para seleccionar un proveedor:

I. Condiciones de calidad

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| ✓ Materiales | ✓ Formación requerida para |
| ✓ Calidad de los productos | operar los |
| ✓ Garantías | equipos/herramientas |
| ✓ Características técnicas | ✓ Tiempos de instalación |
| | ✓ Etc. |

II. Condiciones Económicas

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| ✓ Precios | ✓ Operaciones logísticas |
| ✓ Ofertas/descuentos | (transporte, |
| ✓ Formas de pago | almacenamientos, etc.) |
| ✓ Plazos de pago | ✓ Etc. |

III. Otras condiciones

- ✓ Políticas de contratación e incumplimiento de contrato

- ✓ Soporte técnico
 - ✓ Oferta de capacitaciones
 - ✓ Demás información pertinente a ofrecer por parte del proveedor
 - ✓ Etc.
- c. **Evaluación de las ofertas/propuestas:** En esta etapa se recomienda elaborar documentos, bases de datos y tablas comparativas de condiciones de compra y sus características para cada proveedor, de esta manera será más fácil para el proveedor tomar la decisión de que nivel se encuentra entre los proveedores viables. organización proveedora.
- d. **Negociar estrategias:** Al seleccionar los proveedores o el proveedor con mayor cumplimiento presentar y negociar estrategias de conveniencia para la empresa como: exclusividad ante otras empresas, inclusión de capacitación para el personal, soporte periódicamente, etc.
- e. **Establecer contrato:** Detallar mediante un documento detallado y legal todos los acuerdos establecidos y acordados por ambas partes a fin de respaldar la información dialogada y acordada, a manera de oficializar dicho convenio.

5. SELECCIÓN DE PROVEEDORES

Luego de identificar y clasificar los criterios de selección, el siguiente paso es seleccionar el proveedor por aplicación del método seguro, según el criterio de cada empresa. El método de selección debe ser consistente con el análisis del contexto, las realidades de la cadena de suministro y los criterios seleccionados por cada organización.

Por otro lado, se presenta un perfil que las empresas manufactureras pueden tomar como referencia para la selección de personal que se dedique a la manipulación de tecnologías:



FORMACIÓN ACADÉMICA

- Título o Técnico en Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecatrónica, o campo relacionado.
- Formación en tecnologías de la Industria 4.0, como Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial (IA), Big Data, y Ciberseguridad.

HABILIDADES TÉCNICAS

- Conocimiento en sistemas de manufactura avanzada y automatización industrial.
- Experiencia con software de diseño asistido por computadora (CAD) y software de planificación de recursos empresariales (ERP).
- Familiaridad con tecnologías de la Industria 4.0, como la robótica, la impresión 3D, y los sistemas ciberfísicos.
- Capacidad para interpretar y analizar datos de sensores y máquinas.

PERFIL PROFESIONAL

- Profesional altamente capacitado y versátil que se encuentra en la intersección de la tecnología y la manufactura, persona curiosa y siempre dispuesta a aprender sobre nuevas tecnologías y procesos, con una mentalidad de resolución de problemas y que puede adaptarse rápidamente a los cambios, además, tiene fuertes habilidades de comunicación y puede trabajar eficazmente en equipo.

IDIOMAS

- Español Fluido
- Inglés Avanzado

HABILIDADES BLANDAS

- Conocimiento en sistemas de manufactura avanzada y automatización industrial.
- Experiencia con software de diseño asistido por computadora (CAD) y software de planificación de recursos empresariales (ERP).
- Familiaridad con tecnologías de la Industria 4.0, como la robótica, la impresión 3D, y los sistemas ciberfísicos.
- Capacidad para interpretar y analizar datos de sensores y máquinas.

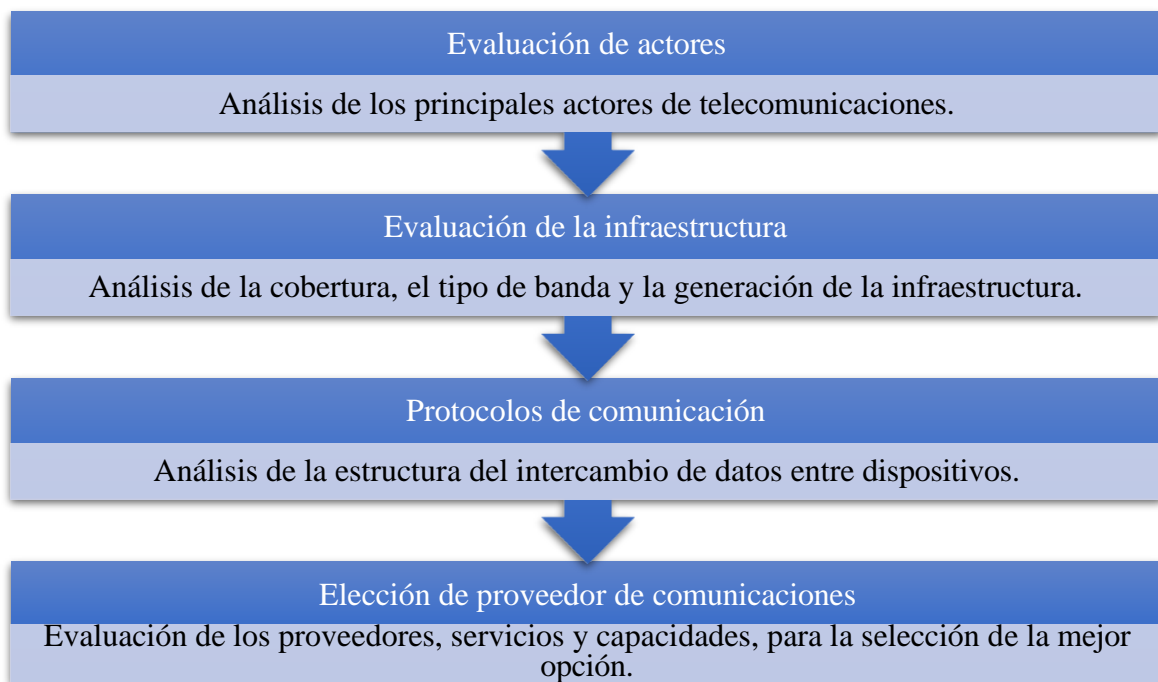
PLAN DE GESTIÓN DE MATRIZ ENERGÉTICA

A continuación, se presenta de manera gráfica un plan para gestionar la energía de las empresas manufactureras que implementaran las tecnologías del ambiente 4.0.



EVALUACIÓN DE LAS REDES DE COMUNICACIONES

A continuación, se muestra de forma gráfica la sucesión de pasos para evaluar las Redes de Comunicaciones, evaluando la opción que brinde mejor infraestructura, latencia y transferencia de datos de mayor velocidad.



5.8 VALIDACIÓN TÉCNICA DE LA GUÍA METODOLOGICA

La validación técnica de la guía metodológica se llevó a cabo a fin de garantizar la precisión y fiabilidad del proceso metodológico, dicha validación se llevó a cabo en una planta productora del rubro alimenticio.

A continuación, se presenta los datos obtenidos de la aplicación del Diagnóstico de Evaluación aplicado a la empresa:

Nombre del Lugar de Trabajo:	LÁCTEOS MAYEN				
Fecha:	06-01-2024				
Total de Personas Trabajadoras:	20	Mujeres:	8	Hombres:	12

1. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LA DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y PLANIFICACIÓN EMPRESARIAL EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Dirección Empresarial	1	2	3	4	5
¿En qué medida los Directivos de la Empresa comprenden los conceptos y beneficios de la Industria 4.0?	X				
¿En qué medida se encuentra alineada la estrategia empresarial y los objetivos de la empresa con la industria 4.0?	X				
¿Qué tan importante es la industria 4.0 para los directivos de la empresa?	X				
¿La alta dirección está comprometida en promover una cultura organizacional orientada a la innovación y adaptabilidad?		X			
¿En qué medida se evalúa la inversión de la empresa en tecnologías de la Industria 4.0 en comparación con sus competidores?	X				
¿En qué grado existe un plan estratégico claro para la incorporación de tecnologías de la Industria 4.0 en la empresa?	X				
¿Cuál es el nivel en que se involucran en la investigación de oportunidades para la personalización y la adaptación de productos y servicios en el contexto de la Industria 4.0?	X				

2. Desarrollo de Procesos					
¿Con qué regularidad los directivos se interesan en la realización de sesiones de capacitación sobre la industria 4.0 para el personal?	X				
¿Se han desarrollado planes tácticos a corto plazo para implementar tecnologías específicas de manera efectiva?			X		
¿En qué medida se han integrado sistemas para facilitar la comunicación y la colaboración entre diferentes departamentos?	X				
¿En qué grado se garantiza la alineación de los sistemas de comunicación y colaboración con los objetivos estratégicos de la empresa?		X			
¿Cuál es el nivel de fomento de la participación de los empleados en la identificación y propuesta de soluciones basadas en la Industria 4.0?	X				
¿En qué medida se han establecido indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con la colaboración entre departamentos para el desarrollo de la Industria 4.0?	X				
3. Mercado					
¿Con qué regularidad la dirección realiza análisis del entorno empresarial considerando las tendencias y avances tecnológicos relevantes?	X				
¿Cuál es el grado de utilización de tecnología 4.0 para realizar análisis de mercado y entender las tendencias del sector?		X			
¿En qué medida se utilizan herramientas de análisis competitivo basadas en tecnologías 4.0 para evaluar la posición de la empresa en el mercado?	X				
¿Cuál es el nivel de integración de herramientas digitales en las estrategias de marketing?	X				
¿En qué medida se realizan evaluaciones periódicas para determinar cómo las tecnologías están contribuyendo a la posición de la empresa en el mercado?	X				
¿En qué grado se utilizan sistemas de inteligencia basados en tecnologías 4.0 para anticipar movimientos de la competencia?	X				
¿En qué grado se están utilizando análisis de datos en tiempo real para tomar decisiones de marketing más informadas?	X				
¿En qué medida se utiliza la retroalimentación de los clientes y las métricas de satisfacción para mejorar las estrategias de marketing digitales?	X				
4. Capacidad de Inversión					
¿Qué nivel de capacidad financiera tiene la empresa para realizar		X			

innovaciones tecnológicas periódicas?					
¿Existe un presupuesto específico asignado para la implementación y desarrollo de tecnologías 4.0?		X			
¿La empresa considera asociaciones estratégicas con inversores externos para respaldar proyectos de transformación digital?	X				
¿Qué nivel de importancia tiene para la empresa designar un presupuesto a tecnologías 4.0?	X				
¿En qué medida se considera la inversión continua en tecnologías emergentes como parte integral de la estrategia financiera?	X				
¿Se realizan análisis de viabilidad financiera antes de emprender proyectos de innovación tecnológica?	X				
¿En qué medida la empresa ha explorado la posibilidad de buscar financiamiento externo para proyectos de transformación digital?	X				
En caso de que incorporan tecnologías 4.0 ¿Se realiza un seguimiento continuo de los gastos y el retorno de la inversión en tecnologías 4.0?		X			

2. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y LOS FLUJOS DE TRABAJO EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Procesos Productivos y Flujos de Trabajo	1	2	3	4	5
¿Qué tan avanzada está la implementación de tecnologías de automatización en los procesos de producción para mejorar la eficiencia y calidad de sus productos?	X				
¿Qué nivel de monitorización en tiempo real de la maquinaria y la producción se realiza para prevenir fallos y mejorar la toma de decisiones?	X				
¿Cuán avanzada es la implementación de sistemas de gestión de la cadena de suministro basados en tecnología 4.0 para la optimización de la logística, gestión de inventario y reducción de costos?	X				
¿En qué medida se utiliza el Internet de las Cosas (IoT) para mejorar la eficiencia? Véase como ejemplo el seguimiento de activos, mantenimiento predictivo o control de calidad.	X				
¿En qué medida se utiliza tecnología de gemelos digitales para simular y optimizar procesos antes de la producción real?	X				
2. Integración de Tecnologías Emergentes					
¿Qué nivel de utilización de tecnologías de realidad aumentada o virtual se ha alcanzado para asistir a los trabajadores en tareas de	X				

montaje, reparación o capacitación?					
¿Cuán sólidos son los protocolos de ciberseguridad, incluyendo actualizaciones regulares y respuestas eficiente a incidentes de seguridad?	X				
¿En qué medida se emplea inteligencia artificial o aprendizaje automático para la optimización de procesos, planificación de la producción o predicción de demanda?	X				
3. Capacitación y Desarrollo de Talento					
¿Qué nivel de capacitación teórica y práctica en habilidades digitales y tecnologías 4.0 se ofrece al personal y cuán efectiva es dicha capacitación?	X				
¿Qué grado de actualización sobre nuevas tecnologías y prácticas de la industria 4.0 se proporciona a través de programas de formación continua, y cuánta participación activa de los empleados se promueve en estos programas?	X				
¿Qué nivel de planificación y desarrollo de talento interno se realiza para ocupar roles clave en el contexto de la transformación digital?	X				
¿En qué medida se fomenta la colaboración entre departamentos y equipos para impulsar la innovación y la adopción de tecnologías emergentes?	X				
4. Gestión de Datos y Analítica					
¿Qué nivel de recopilación y análisis de datos de producción en tiempo real se realiza para tomar decisiones?		X			
¿Cuánta gestión proactiva de ciberseguridad, incluyendo evaluaciones regulares de riesgos y auditorías de seguridad, se lleva a cabo?	X				
¿En qué medida se implementan políticas de retención de datos para cumplir con las regulaciones de protección de datos y privacidad locales?	X				
5. Sostenibilidad y Responsabilidad Social					
¿Qué nivel de implementación de prácticas de producción sostenible se ha logrado?, entiéndase como reciclaje de residuos industriales y la reducción de emisiones	X				
¿En qué medida la empresa participa en programas de eficiencia energética para reducir el consumo de recursos naturales y las emisiones de gases de efecto invernadero?	X				
6. Adopción de tecnologías limpias					
¿Cuál es el nivel de adopción de tecnologías limpias y ecoamigables en los procesos de producción, como energía solar,	X				

reciclaje de agua o reducción de emisiones de carbono?					
¿Se han implementado sistemas de gestión de la energía para monitorear y optimizar el consumo energético en la empresa?	X				
¿La empresa cuenta con laboratorios o un equipo del personal encargados de la investigación y desarrollo para fomentar la innovación en tecnologías limpias?	X				
7. Colaboración con la comunidad y proveedores locales					
¿En qué medida la empresa colabora con la comunidad local en proyectos relacionados con la industria 4.0 como: educación, formación en tecnologías avanzadas o desarrollo de habilidades digitales?	X				
¿Se prioriza la adquisición de tecnologías y servicios relacionados con la industria 4.0 de proveedores locales como parte de una estrategia de apoyo a la economía local?	X				
8. Innovación y desarrollo de productos					
¿La empresa fomenta la innovación en el desarrollo de nuevos productos o servicios a través de la incorporación de tecnologías avanzadas y la inversión en investigación y desarrollo?	X				
¿La empresa fomenta la colaboración con instituciones académicas o centros de investigación para impulsar la innovación y el desarrollo de productos relacionados con la industria 4.0, como parte de su estrategia de crecimiento?	X				

3. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LA GESTIÓN DE CAPITAL HUMANO Y CULTURA ORGANIZACIONAL EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Evaluación de conocimientos y habilidades	1	2	3	4	5
¿En qué medida se tienen detectadas las habilidades y cualificaciones en los empleados para la migración a la industria 4.0?	X				
¿Cuál es el grado de formación actual de sus empleados con respecto a las necesidades de la Industria 4.0?	X				
¿Considera que los empleados de su organización tienen claros los pasos a tomar para estar mejor calificados para la migración hacia la Industria 4.0?	X				
¿En qué grado se evalúa la adaptabilidad de sus empleados para la adopción de nuevas tecnologías y procesos asociados con la Industria 4.0?	X				

¿En qué medida fomenta una cultura de aprendizaje y mejora continua dentro de su organización?	X				
¿Cuál es el nivel de conciencia que poseen sus empleados sobre la importancia de la Industria 4.0 en su industria y sus roles?	X				
¿Cuál es el nivel de conciencia que poseen los empleados sobre los beneficios y oportunidades que brinda la adopción de tecnologías de la Industria 4.0?	X				
¿Qué tan óptima considera que la forma de medir y evaluar el progreso de sus empleados en la adquisición de nuevas habilidades y conocimientos sobre la industria 4.0?	X				
2. Cultura organizacional					
¿Cuál es el grado de motivación de los empleados para impulsar el proceso de transformación a la industria 4.0?		X			
¿Existe una cultura de innovación y del conocimiento en su organización?			X		
¿Cuánto invierte su organización en formación digital relacionada con la Industria 4.0?	X				
¿Cuánto colabora su organización con otros agentes para el desarrollo de soluciones de Industria 4.0?	X				
¿Qué tan óptimas son las iniciativas y programas que se tienen para fomentar la innovación y adquisición de conocimiento de sus empleados?		X			
¿Qué tan influyente es el papel de los directivos de su organización en la promoción de una cultura de innovación y transformación?			X		
¿Cuál es el grado de alineación de su estrategia de recursos humanos con la estrategia de transformación hacia la Industria 4.0 de su organización?	X				
¿Cuál es el nivel de involucramiento de los empleados en la identificación de oportunidades y desafíos relacionados con la Industria 4.0?	X				
3. Flexibilidad y Agilidad					
¿En qué medida la cultura organizacional fomenta la flexibilidad y la agilidad en la adaptación a cambios tecnológicos?	X				
¿Cuál es el nivel de valoración que tiene la empresa respecto a las habilidades, experiencias y perspectivas en la implementación de tecnologías 4.0 por parte de sus empleados?	X				
¿En qué medida la empresa se enfoca o se enfocaría en medir los niveles de satisfacción y compromiso de los empleados durante el proceso de integración de tecnologías 4.0?	X				

¿En qué grado la empresa se dispone o dispondría a crear medios de retroalimentación para recoger ideas y preocupaciones de los empleados sobre la transformación digital?			X		
--	--	--	---	--	--

4. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LOS RECURSOS FÍSICOS EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Estado de infraestructura	1	2	3	4	5
¿Cuánta capacidad tecnológica en infraestructuras digitales dispone su organización para implementar componentes de la Industria 4.0?	X				
¿Cuál es el grado de inteligencia tecnológica de las infraestructuras digitales de su organización?	X				
¿En qué medida se encuentran implantadas componentes de ciberseguridad y protección de datos en su empresa?	X				
¿Cuál es el nivel de la interconectividad de sus equipos y sistemas de producción?	X				
¿Cuál es el nivel óptimo en que se encuentran los equipos y maquinaria en sus instalaciones de producción?			X		
¿Qué grado de inversión ha habido sobre maquinaria y equipo en su organización?			X		
¿Cuál es el grado de actualización y modernización de la infraestructura tecnológica y física para mantenerse al día con las tendencias de la Industria 4.0?	X				
¿Cuál es el nivel de integración de sensores y dispositivos IoT en sus máquinas y equipos de producción?	X				
2. Espacios de trabajo					
¿En qué medida se han implementado soluciones de oficina o puestos de trabajo inteligente que aprovechen la automatización y la conectividad?	X				
¿Cuál es el grado de equipamiento de las salas de reuniones con respecto a tecnologías que facilitan la colaboración remota y la presentación multimedia?	X				
¿En qué medida se crean y establecen protocolos para garantizar un uso efectivo de las tecnologías que se incorporan en los puestos de trabajo, oficinas y salas de reuniones?	X				
¿En qué grado la empresa implementa medidas de seguridad, como cámaras y sensores, para proteger las instalaciones contra amenazas físicas?	X				

3. Capacidad de escalabilidad					
¿Cuál es el grado de flexibilidad e interoperabilidad de la infraestructura tecnológica de su organización para la integración de componentes de la industria 4.0?	X				
¿En qué medida se pueden conectar sus procesos a través de soluciones en la nube (Cloud Computing)?	X				
¿Cuál es el grado de conexión e intercambio de datos a través de sistemas digitales entre los procesos internos y externos de la cadena de suministro?	X				
¿En qué medida su organización está promoviendo acciones de innovación colaborativa con los diferentes agentes de la industria (Proveedores, clientes, entidades financieras, universidades)?	X				
¿Cuál es el grado de adopción de tecnologías avanzadas como la realidad aumentada o la impresión 3D en sus operaciones de producción?	X				
¿Cuál es el grado de facilidad de expandir su capacidad tecnológica para adaptarse a cambios en la demanda o en la estrategia de su organización?	X				
¿Cuál es el grado de facilidad de reducir su capacidad tecnológica para adaptarse a cambios en la demanda o en la estrategia de su organización?	X				
¿En qué medida se han implementado estándares y protocolos de comunicación para garantizar la interoperabilidad de sistemas y equipos de diferentes proveedores?	X				
¿En qué medida se utilizan tecnologías de automatización y control digital para lograr una mayor eficiencia y flexibilidad en la producción?	X				

5. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LA CARTERA DE PRODUCTOS EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Descripción de la Cartera de Productos	1	2	3	4	5
¿En qué medida la empresa utiliza análisis de datos y herramientas de la Industria 4.0 para identificar oportunidades para nuevos productos o modificaciones en los existentes?	X				
¿Cuál es el grado de aprovechamiento de la tecnología de la Industria 4.0 para realizar un análisis de la vida útil de los productos en la cartera y planificar su ciclo de vida?	X				
¿En qué medida se emplea un sistema de gestión de productos basado en tecnologías de la Industria 4.0 para rastrear el desempeño y la	X				

rentabilidad de cada producto en la cartera?					
¿Cuál es el nivel de utilización de soluciones en conjunto con Industria 4.0 para llevar a cabo la evaluación de riesgos en la cartera de productos y para identificar amenazas y oportunidades?	X				
¿En qué medida se apoyan en tecnologías de la Industria 4.0 para realizar revisiones periódicas de los costos de producción y precios de venta, garantizando la rentabilidad de la cartera de productos?	X				
2. Innovación y Tecnología en la Cartera de Productos					
¿En qué medida la empresa incorpora tecnologías de la Industria 4.0 en la producción o desarrollo de sus productos?	X				
¿Cuál es el nivel de promoción de la investigación y desarrollo (I+D) para mejorar los productos?	X				
¿En qué medida la empresa promueve la colaboración con startups, centros de investigación o universidades para introducir innovaciones tecnológicas en sus productos?	X				
¿Cuál es el nivel en que se monitorean las tendencias tecnológicas de la Industria 4.0 y se considera su adopción en la cartera de productos?	X				
¿En qué medida la empresa ofrece capacitación continua para su equipo de desarrollo de productos en tecnologías 4.0?					
¿Cuál es el grado de aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 para gestionar la propiedad intelectual y proteger las innovaciones y tecnologías desarrolladas para los productos?	X				
3. Estrategias de Comercialización y Distribución					
¿En qué medida la empresa utiliza análisis de datos y herramientas de la Industria 4.0 para tomar decisiones informadas en estrategias de comercialización?	X				
¿Cuál es el grado de aprovechamiento de tecnologías de la Industria 4.0 para personalizar productos y satisfacer necesidades específicas de clientes o mercados?	X				
¿En qué grado la empresa ha desarrollado una estrategia multicanal basada en tecnologías de la Industria 4.0 para llegar a diferentes segmentos de mercado de manera efectiva?	X				
¿En qué medida se emplean soluciones de la Industria 4.0 para analizar y optimizar la cadena de suministro y la logística de distribución de productos?	X				
4. Sostenibilidad y Responsabilidad					
¿En qué medida la empresa incluye prácticas sostenibles en la producción de los productos de su cartera?			X		
¿Cuál es el grado de participación en actividades de responsabilidad social relacionadas con los productos?			X		

¿Cuál es el nivel de utilización de tecnologías de la Industria 4.0 para implementar iniciativas de reducción de la huella de carbono y promoción de la eficiencia energética en la producción de sus productos?	X				
¿En qué medida la empresa aprovecha tecnologías de la Industria 4.0 para evaluar y mejorar el impacto social de sus productos en comunidades locales?	X				
¿En qué medida se aplican soluciones de la Industria 4.0 para fomentar una cadena de suministro ética y sostenible, considerando la procedencia y producción de materias primas en la cartera de productos?	X				
5. Cumplimiento Legal y Normativo					
¿En qué grado la empresa cumple con todas las regulaciones y normativas aplicables a los productos en su cartera?	X				
¿Cuál es el nivel de realización de auditorías internas para garantizar el cumplimiento legal y normativo de la cartera de productos?	X				
¿En qué medida la empresa utiliza tecnologías de la Industria 4.0 para garantizar el cumplimiento de regulaciones específicas de la industria a través de procesos de certificación y aseguramiento de calidad?	X				
¿En qué medida se aprovechan soluciones de la Industria 4.0 para llevar a cabo la revisión y actualización periódica de la cartera de productos y garantizar la conformidad con cambios normativos y regulaciones en evolución?	X				
¿Cuál es el grado de aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 para realizar auditorías internas y externas de cumplimiento normativo y verificar el cumplimiento de regulaciones específicas y estándares de calidad?	X				
¿En qué medida se emplean soluciones digitales de la Industria 4.0 para establecer protocolos de gestión de crisis y retiro de productos en caso de incumplimiento de regulaciones o riesgos para la seguridad del consumidor?	X				

Una vez aplicada la parte de diagnóstico de evaluación se procede a realizar la sumatoria de los puntajes obtenidos en cada una de las preguntas, teniendo que como resultado para la empresa un resultado de 144 punto.

A continuación, se presenta la tabla de nivel de madurez tecnológico en donde se puede observar el rango en que la empresa se posiciona actualmente:

NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICO	
NIVELES	RANGO
Nivel 1: Inicial	1-120
Nivel 2: Emergente	121-240
Nivel 3: Definido	241-360
Nivel 4: Gestionado	361-480
Nivel 5: Óptimo	481-600

Como se pudo observar en la tabla anterior, la empresa se encuentra en el nivel 2: Emergente, el cual es un indicativo de que dicha entidad cuenta con sus inicios de reconocimiento de la importancia de la tecnología y esto puede presentarse como un punto de partida para la intención de invertir en la integración de tecnologías, además, que en algunas áreas se tiene la incidencia de procesos más automatizados, dejando atrás procesos manuales.

✓ El anterior resultado da paso a la aplicación del PLAN DE ACCIÓN en su totalidad. El plan de acción, conlleva un tiempo más prolongado para su aplicación, sin embargo, en conjunto con el Gerente Administrativo y personal de la empresa, se procedió a realizar una revisión detallada de todo el plan, a fin de obtener observaciones profesionales externas al asesor del proyecto y equipo de trabajo.

El PLAN DE ACCIÓN fue validado en estructura y contenido por parte de los miembros participantes de la entidad, argumentando la secuencia lógica y estructura clara del mismo.

En el anexo 9, se puede observar una ficha de comprobante de la realización de proceso de aplicación y validación del manual de la guía metodológica, emitida por el Gerente

Administrativo, principal apoyo dentro del proceso, posterior a ello en el anexo 10, se puede observar el Checklist aplicado durante la visita a la planta.

5.9 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN TÉCNICA DEL CASO DE ESTUDIO


Una vez obtenidos los resultados mediante la aplicación del Checklist se procede a detallar la aplicación del caso práctico, con lo cual se busca llevar a la empresa a un nivel mayor en tecnología automatizando sus procesos por medio de maquinaria tecnológica, que permita definir sus procesos, estandarizarlos y mejorarlos, pudiendo de esta forma hacer un primer paso a la migración a un ambiente 4.0.

Se plantea realizar un cambio en la maquinaria, es decir, cambiar los equipos actuales y el proceso manual que actualmente se lleva en la empresa, por maquinaria que permita mejorar el proceso incrementar la productividad, eficiencia, eficacia y optimización de recursos.


Es por ello que, a continuación, se presentan las fichas técnicas que detallan todos los aspectos informativos de cada uno de los equipos, a fin de conocer modelos, capacidades, características que sean de relevancia, etc.

5.9.1 FICHAS TECNICAS DE LA MAQUINARIA

a. FICHA TECNICA DEL FILTRO DE LECHE TIPO CANASTA

MAQUINA						UBICACIÓN	
MAQUINA		Filtro de leche tipo canasta		UBICACIÓN		El Salvador	
FABRICANTE		Grupo HMT		SECCIÓN		Máquina - Industrial	
MODELO		FILTRO DOBLE 2000 litros					
MARCA		HMT					
CARACTERISTICAS GENERALES							
PESO (filtro)	10 kg	ALTURA	1000 mm	DIAMETRO DE LA CANASTA	300 mm		
CARACTERISTICAS TECNICAS				FOTO DE MAQUINARIA INDUSTRIAL			
<i>Consumo de energía</i>	kW por litro de retentado.	0.01391 a	0.01734				
<i>Material de Filtración</i>	Mallas	150					
<i>Temperatura de Operación</i>	°F	33 - 110					
DESCRIPCIÓN							
<p>El Filtro de Leche Tipo Canasta se utiliza para purificar la leche, eliminando impurezas y partículas no deseadas. Funciona mediante un proceso de filtración que garantiza que el líquido resultante esté limpio y listo para su posterior procesamiento.</p>							
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA							
<i>Funcionamiento</i>	Con el filtro doble, la leche sucia ingresa a través del tubo de entrada. Bajo la presión de la bomba, se obtiene un líquido limpio y sin impurezas. Este proceso es crucial para mantener la calidad y la seguridad de los productos lácteos.						
<i>Aplicación</i>	El filtro de leche tipo canasta se utiliza en diversas etapas del procesamiento de la leche como: la recepción de la leche cruda, la separación de impurezas antes de la pasteurización y la preparación para la producción de productos lácteos.						
<i>Mantenimiento</i>	Su diseño de canasta vertical permite un acceso sencillo para limpiar el filtro y evita que los residuos caigan en la línea aguas abajo durante el mantenimiento rutinario. Además, existe un kit de retrofit que permite agregar la indicación de flujo a cualquier modelo de filtro de canasta Rain Bird en menos de un minuto.						

b. FICHA TECNICA DE PASTEURIZADORES

CARACTERISTICAS GENERALES				
MAQUINA	Pasteurizadores		UBICACIÓN	El Salvador
FABRICANTE	Grupo HMT			
MODELO	HTST		SECCIÓN	Máquina - Industrial
MARCA	HMT			
CARACTERISTICAS GENERALES				
PESO	500 kg	ALTURA	1500 mm	
CARACTERISTICAS TECNICAS			FOTO DE MAQUINARIA INDUSTRIAL	
<i>Consumo de energía</i>	kWh	10		
<i>Temperatura de Pasteurización</i>	°F	162 – 185		
FUNCION				
<p>Se consigue la destrucción de los microorganismos patógenos que puedan estar presentes en la leche cruda</p>				
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA				
<i>Destrucción de Microorganismos Patógenos</i>	El pasteurizador HTST logra la destrucción de los microorganismos patógenos que puedan estar presentes en la leche cruda. Esto ayuda a evitar cualquier riesgo de transmisión de enfermedades al consumidor.			
<i>Control Automatizado</i>	El sistema está completamente automatizado, lo que permite un proceso preciso y eficiente.			
<i>Construcción Bajo Normas Alimenticias</i>	Cumple con las normas alimentarias vigentes o la norma P.M.O.			
<i>Diferentes Capacidades y Dimensiones</i>	Los pasteurizadores HTST están disponibles en diferentes tamaños y formatos para adaptarse a las necesidades específicas de la producción.			

c. FICHA TECNICA DE TANQUE DE ENFRIAMIENTO

CARACTERÍSTICAS GENERALES					
MAQUINA	Tanque enfriamiento de leche		UBICACIÓN	El Salvador	
FABRICANTE	Grupo HMT		SECCIÓN	Máquina - Industrial	
MODELO	Tanque enfriamiento de leche 650l de 2 ordeños				
MARCA	Dixell SRL, ITALIA				
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
PESO (filtro)	200 kg	ALTURA	1.67 m	DIAMETRO	1.07 m
CARACTERÍSTICAS TECNICAS			FOTO DE MAQUINARIA INDUSTRIAL		
<i>Consumo de energía</i>	kWh	3			
<i>Material de Filtración</i>	Mallas	150			
<i>Temperatura de Operación</i>	°C	0-60			
DESCRIPCIÓN					
<p>Tanque cilíndrico vertical, de pie libre, lados internos lisos, ángulos redondeados, de soldadura perfectamente pulida, patas ajustables para suelos irregulares. Fondo de expansión directa diseñado para asegurar drenaje total del tanque. El diseño de las placas del evaporador evita la congelación de leche, incluso con volúmenes bajos de leche.</p>					
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA					
<i>Funcionamiento</i>	<p>El tanque utiliza un sistema de refrigeración para mantener la temperatura interna. El compresor comprime el refrigerante, aumentando su temperatura y presión. El refrigerante fluye hacia el condensador, donde se disipa el calor al ambiente exterior, enfriándose y condensándose en líquido. El líquido refrigerante pasa al evaporador, donde absorbe el calor del líquido dentro del tanque, enfriándolo.</p>				
<i>Aplicación</i>	<p>Enfriamiento de leche cruda antes del procesamiento, manteniendo la temperatura en la producción de queso</p>				
<i>Mantenimiento</i>	<p>Su diseño necesita una limpieza tanto en el interior como en el exterior del tanque, eliminando cualquier residuo o suciedad que pueda afectar la eficiencia del sistema, verificando el funcionamiento del agitador y verificando y ajustando los parámetros de temperatura deseados.</p>				

d. FICHA TECNICA DE PRENSA PARA QUESOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES				
MAQUINA	Prensa para Quesos		UBICACIÓN	El Salvador
FABRICANTE	Grupo HMT			
MODELO	PPS-AU 50-300 KG		SECCIÓN	Máquina - Industrial
MARCA	HMT			
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
PESO	500 kg	ALTURA	1.85 m	
CARACTERÍSTICAS TECNICAS			FOTO DE MAQUINARIA INDUSTRIAL	
<i>Consumo de energía</i>	kWh	10		
<i>Temperatura</i>	°F	50 - 104		
Descripción				
<p>La prensa de queso PPS-AU es una prensa de queso neumática vertical, que utiliza aire comprimido para un prensado eficiente del queso. Se suele utilizar en grandes instalaciones de fabricación de queso donde se utiliza más de una prensa, para prensar 50-300 kg de masa de queso.</p>				
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA				
<i>Grado de ajustabilidad</i>	La prensa de queso neumática horizontal utiliza aire comprimido para prensar la masa de queso. La fuerza de prensado se puede adaptar fácilmente a sus recetas. Puede prensar 280 kg de masa de queso en moldes de queso (diámetros de 400 mm) a la vez en 2 a 8 filas de prensado.			
<i>Mantenimiento y limpieza sencillos</i>	La prensa neumática para quesos PPS-H está hecha de acero inoxidable que permite una fácil limpieza de las superficies. Sin tubos abiertos, la limpieza es aún más fácil. El dispositivo no tiene componentes eléctricos, por lo que el mantenimiento es sencillo.			
<i>Fuerza de presión igual en una fila</i>	La mayor ventaja es que la fuerza de presión es la misma para todos los moldes en una fila. El resultado es una mayor igualdad en las dimensiones del queso, que siempre es de la misma calidad que el producto perfecto. Permite un alto nivel de repetibilidad de su producto.			

e. FICHA TECNICA DE PORCIONADORA DE QUESOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES							
MAQUINA		Porcionadora de queso		UBICACIÓN		Alemania	
FABRICANTE		FOODLOGISTIK - Fleischereimaschinen GmbH		SECCIÓN		Máquina - Industrial	
MODELO		SLICR - Confort 21					
MARCA		FOODLOGISTIK					
PESO (Con cinta Transportadora)	348 kg	ALTURA	1240 mm	ANCHO	830 mm	LARGO (Con cinta transportadora)	1950 (3010) mm
CARACTERÍSTICAS TECNICAS				FOTO DE MAQUINARIA INDUSTRIAL			
<i>Consumo de energía</i>	kW		3,7				
<i>Tamaño de la cámara</i>	mm		210 x 235 x 760				
<i>Longitud de corte</i>	mm		0,5 – 500				
<i>Velocidad de corte</i>	rebanadas por min.		220 / 440				
FUNCION							
<p>La Porcionadora de Queso es una máquina de rebanado y porcionado inteligente con control electrónico, diseñada a medida para diversas necesidades de corte de alimentos como chuletas, cuello de cerdo, escalope, aceituna, roast beef, panceta, cerdo ahumado, pescado, queso y salchichas</p>							
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA							
<i>Versatilidad</i>	Permite seleccionar el grosor de las lonchas de manera infinitamente variable, desde 1 mm hasta la longitud de la cámara, para una amplia variedad de productos.						
<i>Ahorro de Tiempo y Precisión de Corte</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de sensores ópticos integrados. - Limitador de retorno automático que optimiza el tiempo de corte. 						
<i>Óptimo Rendimiento</i>							

	<ul style="list-style-type: none"> - Distribución automática de lonchas restantes para minimizar las mermas. - Programación de la sección de corte para garantizar el mejor rendimiento posible. - Inicio inmediato del proceso de corte para obtener rodajas de alta calidad desde el principio.
<i>Salida del Producto para Procesamiento Posterior Óptimo</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Rebanado en grupos con programación del número de rebanadas y el espacio entre grupos. - Rebanado finamente en tejas. - Control automático de la velocidad de la cinta transportadora de descarga.
<i>Manejo Optimizado para el Usuario</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pantalla LCD grande para una configuración de programa fácil y una visión completa de todos los datos del proceso de corte. - 99 programas seleccionables para corte intermitente o continuo, adecuados para una amplia gama de aplicaciones de corte

f. FICHA TECNICA DE SELLADORA AL VACÍO

CARACTERISTICAS GENERALES							
MAQUINA	Selladora al vacío			UBICACIÓN	El Salvador		
FABRICANTE	PROMAICA						
MODELO	PROPACK500			SECCIÓN	Máquina - Industrial		
MARCA	AMERIKTOOLS						
PESO	220,5 lb	ALTURA	101 cm	ANCHO	63,5 cm	LARGO)	57 cm
CARACTERISTICAS TECNICAS				FOTO DE MAQUINARIA INDUSTRIAL			
<i>Consumo de energía</i>	kW	0.95					
<i>Tamaño de la cámara</i>	Cm	50x40x14					
<i>Bomba</i>	M ³	20					
<i>Motor</i>	1hp	Hasta 6 a 8 empaques por ciclo					
FUNCION							
<p>La empacadora es un equipo diseñado para trabajo continuo ya que cuenta con 2 barras de sellado de 50 cm para realizar hasta de 6 a 8 empaques por ciclo dependiendo el tamaño del producto.</p>							
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA							
<i>Versatilidad</i>	Puede sellar automáticamente la bolsa de embalaje inmediatamente después de que se aspire. El grado de vacío en la bolsa es alto, el aire residual es pequeño						
<i>Ahorro de Tiempo</i>	Panel de funcionamiento de microcomputadora, el funcionamiento del botón es simple, y el interruptor de parada de emergencia está configurado, y el programa se puede interrumpir en caso de emergencia, hay función de memoria después de editar los parámetros, lo que no es necesario repetir la edición						
<i>Manejo Optimizado para el Usuario</i>	La máquina adopta ruedas móviles hechas de goma resistente al desgaste de alta calidad, que puede girar 360° en todas las direcciones para un fácil manejo y movimiento de la máquina						

g. FICHA TECNICA DE CODIFICADORA

CARACTERISTICAS GENERALES			
MAQUINA	Codificadora	UBICACIÓN	El Salvador
FABRICANTE	DOMINO		
MODELO	Ax150i CIJ	SECCIÓN	Máquina - Industrial
MARCA	DOMINO		

ESPECIFICACIONES DE IMPRESIÓN			
Tecnología de impresión sin contacto		✓	
		DPI de serie	DPI máx.
VELOCIDAD (m/s) *	1 línea: caracteres de 5 puntos (mayor rapidez)	5,1	3,8
	2 líneas: caracteres de 7 puntos	1,3	0,9
	2 líneas: caracteres de 9 puntos (la mayor calidadde texto)	1,0	0,7
	1 línea: caracteres de 24 puntos (lo mejor para codificación 2D)	0,5	0,4
TAMAÑO	Líneas máx. de impresión	5	
	Altura de impresión* (puntos)	hasta 32 puntos	
	Altura de impresión* (mm)	hasta 20 mm	
	Tamaño del punto impreso^	0,31 mm	
FORMATOS DE CÓDIGOS	Texto	total compatibilidad con Unicode	
	Gráficos	Formato *.bmp importado Editor de logotipos integrado	
	Códigos de barras 1D	EAN 8, 13, UPC A, E Código 39, 93, 128, 2 de 5, ITF-14 y GS1-128	
	Códigos de barras 2D	Datamatrix, código QR, código de puntos, Han Xin y Postnet	



ESPECIFICACIONES DE PROPIEDAD		
FUNCIONAMIENTO	Interfaz de usuario	Pantalla táctil a color de 7"
	Software	QuickStep 3
	Sencillo para el operador	✓
	Puesta en marcha y detención con un solo botón	✓
CONSUMIBLES	Reconocimiento automático de cartuchos	✓
	Control inteligente de nivel	✓
	Tiempo de duración del cartucho**	171 horas
	Sustitución de los cartuchos	Tarea de 20 segundos para el operador No es necesario parar la línea
MANTENIMIENTO	Modelo de mantenimiento	Sin mantenimiento Sistema ITM
	Frecuencia de sustitución del ITM†	12 meses
	Sustitución del ITM	Tarea de menos de 10 minutos para el operador. Es necesario parar la línea
ENTORNO	Temperatura de funcionamiento†	5-45 °C
	Humedad	0-90 % de humedad relativa
	Protección de entrada (cabina)	IP55
	Opciones para entornos exigentes	Presión positiva de aire al cabezal (entornos de mucho polvo)

OPCIONES		
PACK DE HARDWARE	Pack opcional de estado	Salida de baliza de alarmas de 4 fases (1)
		Salida de alarma de 4 fases (1)
	Pack opcional de comunicaciones	Puerto USB en cabina (1)
		Puerto Ethernet RJ45 (1)
	Pack opcional de RS232	Puerto RS232 (1)
Pack opcional de GPIO	E/S: 4 entradas/4 salidas (1)	
PACKS PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO	Pack de formato de impresión ampliado	Formatos de impresión de mayor velocidad y mayor calidad (tipos HQ)

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA		
CABEZAL DE IMPRESIÓN	Tipo	i-Pulse
	Tecnología de sellado de la boquilla	✓
	Tamaño de la boquilla	60 µm
	Resolución máxima (dpi)	82
	Formato	Recto
	Longitud de manguera	3 m
	Radio de curvatura de la manguera(mínimo)	65 mm
CABINA	Material	Cabina de acero inoxidable 304 (5 lados)Nylon (puerta)
	Tamaño (anchura x altura x profundidad)	400 x 373 x 393 (mm) 15,7 x 14,7 x 15,5 (pulgadas)
	Peso (seco)	16 kg
	Requisitos de alimentación	100-240 V, 4 A, 50-60 Hz
	Consumo eléctrico	40 vatios (en reposo) 80 vatios (imprimiendo)
	Puerto de entrada de detección de producto (1)	✓
	Puerto de entrada de codificadoraxial (1)	✓
	RFID	13,56 MHz 1,3 uW ERP
TINTA	Volumen del cartucho de tinta	825 ml
	Volumen del cartucho de disolvente	1200 ml
CONECTIVIDAD	Protocolos Domino	Intercomm 5, Codenet e Intercomm 0
	Gama de software para PC	Compatible con QuickDesign V5 y V6
	Servidor web	✓
	Compatible con Domino Cloud*	✓

ETAPA ECONÓMICA

METODOLOGÍA DE EVALUACIONES

La metodología desempeña un papel fundamental en la etapa de evaluaciones para un proyecto que tiene como objetivo la creación de una guía para migrar a las empresas manufactureras de procesos tradicionales a un entorno 4.0, ayuda esclarecer los puntos claves a tomar en cuenta y que serán la guía para determinar aspectos de suma importancia para el proyecto en materia de evaluaciones de diversa índole, a fin de establecer la rentabilidad y viabilidad del proyecto y la inversión necesaria para el mismo.

A continuación, detalla la metodología de la etapa de evaluaciones:

a. Manual de implantación

El manual de implantación es una herramienta que ayuda a presentar una descripción detallada del entorno en el cual se desarrollará el proyecto, es decir, todos aquellos aspectos que se deben considerar para realizar una migración de procesos tradicionales a un ambiente 4.0.

b. Evaluación económica

La evaluación económica permite la identificación y cuantificación de todos los costos asociados con la implementación del proyecto, contrastados con los beneficios esperados, para evaluar la viabilidad económica, el porcentaje de retorno esperado sobre la inversión inicial, la estimación del tiempo necesario para recuperar la inversión inicial, indicando cuándo se comenzarán a obtener beneficios, entre otros.

c. Evaluación social

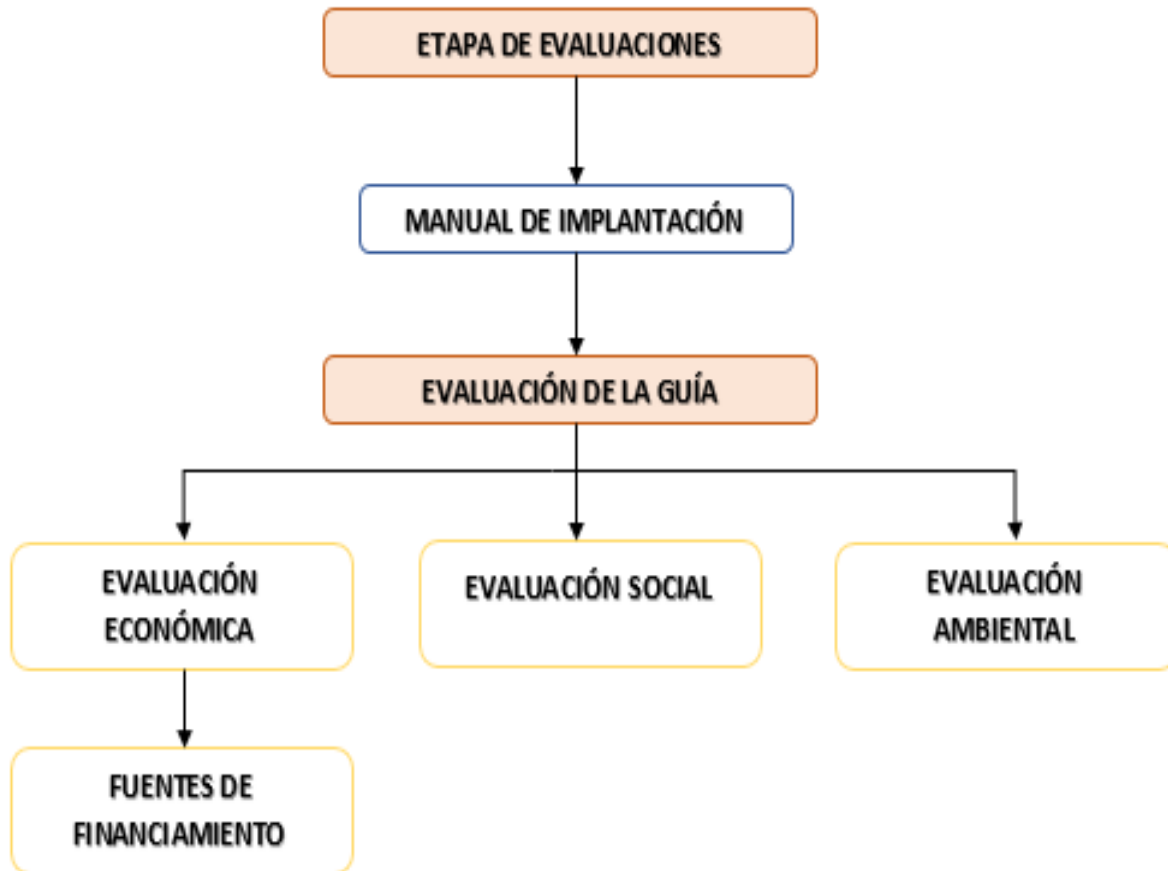
Con ella se busca el análisis detallado de cómo el proyecto afectará positivamente a la comunidad, considerando aspectos como la creación de empleos y otros impactos sociales.

d. Evaluación ambiental

La evaluación ambiental busca identificar todos los posibles impactos ambientales positivos o negativos del proyecto y medidas propuestas para mitigar o compensar dichos impactos.

e. Fuentes de financiamiento

En este apartado se comprende la enumeración y descripción detallada de las posibles fuentes de financiamiento, ya sea a través de inversionistas, préstamos, subvenciones gubernamentales, entre otros, como estrategia para que las empresas posibiliten aún más su capacidad de inversión en el proyecto de migración a un ambiente 4.0.

DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA DE LA ETAPA DE EVALUACIONES

CAPÍTULO

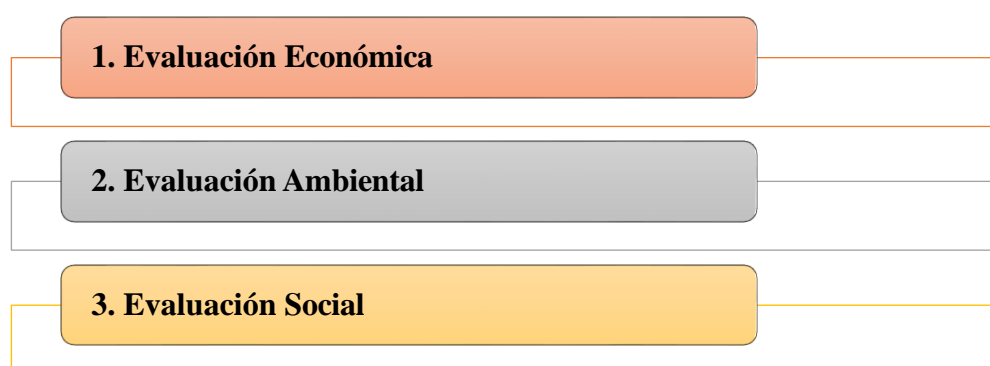
VI

6. EVALUACIONES DEL PROYECTO

Las evaluaciones son parte importante de cualquier proyecto de investigación, ya que por medio de ellas se logra demostrar la viabilidad del proyecto, así como aspectos positivos y/o negativos que son de gran importancia para la toma de decisiones por parte de terceras partes.

Para el caso del Proyecto: Propuesta de una guía metodológica que permita migrar a las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0; por la naturaleza del mismo, se estableció realizar tres evaluaciones las cuales se mencionan a continuación:

Ilustración 20: Evaluaciones del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se detalla cada una de ellas:

6.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica es importante para garantizar la viabilidad de invertir en un proyecto, es decir que es un proceso sistemático que busca medir y comparar los costos y beneficios de diferentes alternativas, con el fin de tomar decisiones informadas y eficientes desde el punto de vista económico.

Con la evaluación económica se busca determinar y analizar la viabilidad financiera de la migración a un entorno 4.0, considerando inversiones en tecnología, capacitación y cambios operativos; en comparación con los beneficios económicos esperados.

Para el caso de la guía metodológica que no se basa en una empresa específica, sino que por el contrario es una guía metodológica generalizada para que sea aplicable a todas las empresas manufactureras de El Salvador. Resulta complejo realizar una evaluación económica para todo el sector manufacturero, ya que cada empresa cuenta con su realidad económica y con necesidades de inversiones distintas.

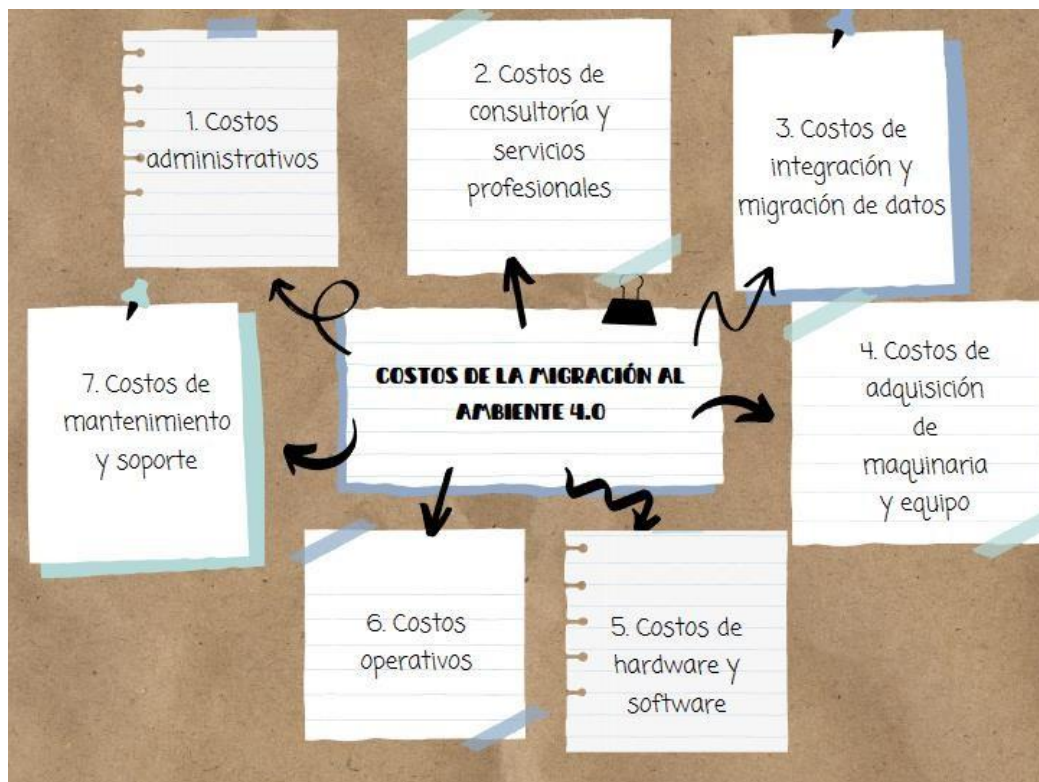
Por ello, se presenta una evaluación económica para un caso particular de una empresa de lácteos, que busca migrar sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0, sin embargo, antes de presentar la propuesta se desglosan todos los elementos que se deben tomar en cuenta al momento de plantear una propuesta de inversión en tecnologías 4.0; es de tener en cuenta que no en todos los casos aplicarán todos los elementos, esto va depender de las necesidades y realidades de cada empresa.

6.1.1 COSTOS

Los costos se refieren a los gastos asociados con la planificación, desarrollo, implementación y operación del proyecto. Estos costos se analizan en detalle para calcular su impacto en la rentabilidad y viabilidad del proyecto.

Los elementos de costos de inversión para la migración de las empresas manufactureras al ambiente 4.0 están constituidos de la siguiente manera:

Ilustración 21: Costos de inversión



Fuente: Elaboración propia.

1. Costos administrativos:

Los costos administrativos se refieren a los gastos asociados con la gestión y supervisión de estos procesos. Dentro de los costos administrativos tenemos los siguientes:

1.1 Costos de planificación y coordinación: Estos costos están relacionados con la planificación estratégica, la coordinación y el seguimiento de las actividades y la comunicación interna para la implantación en los sistemas del ambiente 4.0.

1.2 Bonificaciones del 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.

1.3 Costos de capacitación: Estos se refieren a los costos en la formación del personal, en las inducciones necesarias para que ellos puedan entender los sistemas integrados, puedan operar las tecnologías 4.0, así como la integración de cada uno de ellos en el nuevo ecosistema del ambiente 4.0.

2. Costos de consultoría y servicios profesionales:

En este apartado se evalúan los costos inherentes a los servicios profesionales que se necesiten, para tener la asesoría técnica sobre los diferentes sistemas, maquinarias, equipos e integración de sistemas automatizados con los que se migrará al ambiente 4.0, esto en base a la evaluación y el seguimiento de las necesidades y puntos de mejora, que el Equipo de Trabajo de la empresa encargado de liderar la migración hacia el Ambiente 4.0, ha detectado.

2.1 Costos de consultorías: Estos se refieren a los costos de contratar expertos en tecnología 4.0 y procesos industriales para diseñar soluciones personalizadas y ofrecer orientación estratégica y asesoría técnica.

2.2 Servicios de implantación: Costos relacionados con la configuración e instalación de sistemas y dispositivos 4.0, así como la integración de soluciones tecnológicas en los procesos de producción y operaciones.

3. Costos de integración y migración de datos:

Estos costos incluyen la transferencia de datos desde sistemas antiguos al nuevo sistema del ambiente 4.0, así como la integración de diferentes sistemas y plataformas para garantizar la interoperabilidad; estos costos pueden detallarse de la manera siguiente:

3.1 Análisis de datos: Estos son los costos en la evaluación de los datos que se poseen actualmente, los cuales mediante análisis especializados son preparados para la migración hacia el Ambiente 4.0.

3.2 Limpieza y preparación de datos: Estos costos hacen referencia a la necesidad de la eliminación de las duplicaciones de datos, así como la preparación de los mismos para integrarlos en los sistemas 4.0; limpiando bugs y normalizando los formatos para estandarizarlos.

3.3 Desarrollo de interfaces y conectores: Estos costos abarcan el desarrollo de sistemas, interfaces y conectores personalizados que integren todos los datos de los diferentes sistemas en un solo sistema integrado.

3.4 Pruebas de migración de datos: Estos costos abarcan las pruebas de la migración de datos a los sistemas integrados, para el aseguramiento de la transferencia exitosa, concreta y del funcionamiento de toda la plataforma digital.

4. Costos de adquisición de maquinaria y equipo:

Estos costos implican la inversión en maquinarias y equipos automáticos que permiten la integración completa de todos los sistemas productivos y administrativos de la empresa. Dentro de estos costos se considera lo siguiente:

4.1 Costo del equipo: Este se refiere únicamente al precio de compra de la maquinaria o equipo que se pretenda adquirir.

4.2 Costos de envío: Estos costos se refieren a los fletes por traslado del equipo desde otros países o a la movilización del equipo dentro del país, ya sea que el equipo haya sido importado o se haya comprado dentro del país.

4.3 Impuestos: Estos se refieren a las diferentes contribuciones que se deben cumplir, como son los aranceles; para la importación de maquinaria y equipo, así como el pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA).

5. Costos de hardware y software:

Estos costos incluyen la adquisición de equipos y licencias de software necesarios para implementar tecnologías de Internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial (IA) y análisis de datos; además incluye la adquisición de sensores y toda la infraestructura digital necesaria para la creación de los sistemas integrados.

5.1 Costos de Hardware:

5.1.1 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.

5.1.2 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.

5.1.3 Dispositivos de conectividad: Estos costos son de las adquisiciones de routers, switches, puntos de acceso Wifi y demás dispositivos de red que son necesarios para establecer la infraestructura de comunicación confiable entre todos los sistemas y equipo de las plantas de producción.

5.2 Costos de Software:

5.2.1 Plataformas de gestión de datos: Estos costos son inherentes al software de bases de datos relacionales, sistemas de gestión de bases NoSQL y plataformas de Big Data.

5.2.2 Software de análisis de datos: Estos costos se desprenden de la adquisición de herramientas de analítica de datos, necesarias para la extracción de información a partir de los datos recopilados, dentro de estos se pueden incluir los softwares de análisis estadísticos, herramientas de visualización de datos, software de aprendizaje automático y análisis predictivo.

5.2.3 Software de control de procesos: Estos son referentes a los controladores de procesos como los software de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), sistemas de ejecución de fabricación (MES) y sistemas de control numérico computarizado (CNC).

5.2.4 Software de simulación y diseño: Estos costos abarcan las herramientas y licencias de programas de simulación y software de diseño asistido por ordenador (CAD), software de simulación de procesos y software de simulación de sistemas.

5.2.5 Plataformas de IoT y Middleware: Estos hacen referencia a la adquisición de plataformas IoT y Middleware para la gestión de dispositivos y la integración con otros sistemas empresariales.

5.2.6 Firewalls y Antimalware: Estos costos hacen referencia a la adquisición de licencias de sistemas de ciberseguridad de firewalls, antivirus, antimalware, sistemas de detección y prevención de intrusiones (IDS/IPS), sistemas de autenticación y gestiones de acceso, así como copias de seguridad y almacenamientos en la nube.

6. Costos operativos:

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.

6.1 Costos de consumo energético: Estos son los costos de los consumos de kilowatts de los sistemas, maquinaria y equipo, así como toda la infraestructura digital.

6.2 Costos de mantenimiento regular de equipos: Dentro de estos costos se consideran los mantenimientos preventivos y cambios de piezas de maquinarias y equipos necesarios para su funcionamiento óptimo.

6.3 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.

6.4 Gestión de usuarios y accesos: Estos son los costos inherentes a la gestión de accesos a los sistemas y software de control, incluyendo la creación, modificación o eliminación de usuarios, la implantación de políticas de accesos y permisos, la gestión de identidades, así como las auditorías de seguridad.

7. Costos de mantenimiento y soporte:

Los costos de mantenimiento y soporte son indispensables para la protección de todos los sistemas, maquinaria, equipo, sensores e infraestructura digital que se ha adquirido para migrar al ambiente 4.0, estos son:

7.1 Adquisición de sistemas de protección eléctricos: Estos costos abarcan todos los dispositivos de protectores de sobretensión (SPD), los Interruptores de Circuito (MCB), los Interruptores Diferenciales Residuales (RCD), Estabilizadores de Voltaje, los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI y UPS) y los Sistemas de Aislamiento Galvánico.

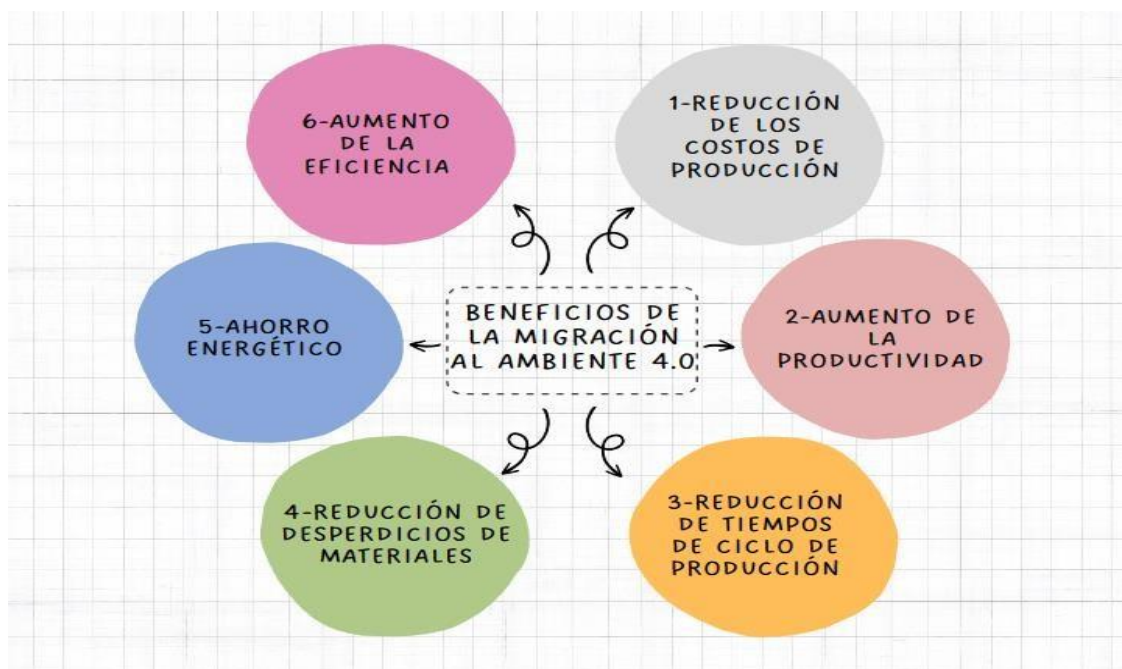
7.2 Costos de infraestructura: Estos costos son los asociados al mantenimiento, remodelación y adecuación de los espacios físicos para la instalación de los sistemas integrados del ambiente 4.0.

6.1.2 BENEFICIOS DE LA INVERSIÓN EN LA MIGRACIÓN AL AMBIENTE 4.0

El proceso de migración al Ambiente 4.0 conlleva consigo significativas inversiones, pero con ello, mejoras significativas a distintos grados dentro de todo el espectro de la empresa, gracias a la automatización y optimización de los recursos, los márgenes de beneficio y la eficiencia de los procesos se condecoran como los mayores estandartes para las empresas, por lo tanto, se presenta los principales beneficios de la migración al Ambiente 4.0.

A continuación, se presenta una serie de beneficios que presenta migrar de procesos tradicionales a un ambiente 4.0:

Ilustración 22: Tipos de beneficios



Fuente: Elaboración propia.

1. Reducción de costos de producción:

Este beneficio se refiere a la capacidad de reducir los costos asociados con la fabricación de productos. La implementación de tecnologías 4.0, como la automatización de procesos, la optimización de la cadena de suministro y la mejora de la eficiencia operativa, puede conducir a una disminución en los costos de mano de obra, materias primas, energía, entre otros recursos.

Reducción de costos = Costos de producción antes – Costos de producción después.

2. Aumento de la productividad:

La productividad se refiere a la relación entre la producción y los recursos utilizados. Al migrar al ambiente 4.0, las empresas pueden aumentar su productividad mediante la optimización de procesos, la eliminación de cuellos de botella, la reducción de tiempos de inactividad y la mejora de la eficiencia.

$$\text{Aumento de productividad} = \frac{\text{Producción después} - \text{Producción antes}}{\text{Producción antes}} * 100\%$$

3. Reducción de tiempos de ciclo de producción:

El tiempo de ciclo es el tiempo total necesario para completar un proceso o una tarea. Al implementar tecnologías 4.0, como la automatización y la optimización de procesos, las empresas pueden reducir significativamente los tiempos de ciclo, lo que lleva a una mayor eficiencia y capacidad de respuesta ante la demanda del mercado.

$$\text{Reducción de tiempos de ciclo} = \text{Tiempo de ciclo antes} - \text{Tiempo de ciclo después}$$

4. Reducción de desperdicios de materiales:

Los desperdicios y reprocesos representan recursos malgastados en el proceso de producción. La migración al ambiente 4.0 permite identificar y corregir problemas de calidad de manera más rápida y eficiente, reduciendo así los desperdicios y la necesidad de realizar reprocesos, lo que a su vez mejora la eficiencia y reduce los costos.

$$\text{Reducción de desperdicios} = \frac{(\text{Desperdicios antes} - \text{Desperdicios después})}{\text{Desperdicios antes}} * 100\%$$

5. Ahorro energético:

La implementación de tecnologías 4.0 como sistemas de gestión energética inteligente y equipos más eficientes desde el punto de vista energético, contribuye con la reducción del consumo de energía en las operaciones de la empresa, lo que resulta en ahorros significativos en costos de energía.

$$\text{Ahorro energético} = \text{Consumo de energía antes} - \text{Consumo de energía después}$$

6. Aumento de la eficiencia:

La migración al ambiente 4.0 puede mejorar la visibilidad y la coordinación en toda la cadena de suministro, lo que lleva a una reducción en los costos de inventario, una mejora en la planificación de la demanda y una mayor eficiencia en general en la gestión de la cadena de suministro.

$$Eficiencia\ actual = \frac{Producción\ actual}{Producción\ estimada} * 100\%$$

$$Aumento\ de\ la\ Eficiencia = Eficiencia\ esperada - Eficiencia\ actual$$

6.1.3 INDICADORES DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Los indicadores de evaluación económica son herramientas fundamentales para analizar y medir el desempeño financiero y económico. Para el análisis de la viabilidad económica de un proyecto existe una gran cantidad de indicadores financieros que se pueden utilizar y determinar si la inversión es rentable, esto para aquellas empresas interesadas en tener información más precisa, sin embargo para el desarrollo de la presente, se detalla uno de los principales indicadores económicos que es el Beneficio costo (B/C) y los principales indicadores financieros como lo son el VAN, la TIR y el ROI, esto debido a que pueden aplicarse en cualquier proyecto, añadiendo también que la aplicación de cada uno de ellos depende de la naturaleza de cada empresa, estos se detallan a continuación:

- ✓ **B/C:** El beneficio/costo es un indicador que se utiliza para medir la relación que existe entre los costes que presenta un proyecto y los beneficios que este mismo otorga a la empresa. Su objetivo es determinar si la inversión que se presenta realizar es rentable o no para una empresa.

$$C/B = \frac{\text{ingresos totales netos}}{\text{costos totales}}$$

- ✓ **El VAN:** El VAN (valor actual neto) es una medida dinámica que considera el diferente valor del dinero en el tiempo. Actualiza las unidades monetarias, es decir, se da el valor actual de los flujos futuros valorados a una tasa de descuento determinada. Este método mide la rentabilidad conjunta de un proyecto de inversión.

$$VC = -A + \text{VALOR DE LOS ACTIVOS}$$

COSTE DE LOS ACTIVOS = Precios de compra = A

$$\text{VALOR DE LOS ACTIVOS}^{12} = \frac{Q_1}{(1+k)^1} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n}$$

- ✓ **LA TIR:** La TIR (Tasa Interna de Retorno) es el porcentaje de rendimiento que un proyecto o inversión ofrece en relación con su costo inicial. Es la tasa de descuento que es igual al valor presente neto (VAN) de los flujos de efectivo futuros con la inversión inicial. Si la TIR es mayor que la tasa de descuento utilizada, el proyecto es considerado rentable.

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+\text{TIR})^1} + \frac{Q_2}{(1+\text{TIR})^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+\text{TIR})^n}$$

- ✓ **EL ROI:** El ROI (Retorno de la Inversión) es un método estático y válido para obtener un análisis de una inversión a corto plazo.

Se calcula como el cociente entre el beneficio generado antes de intereses e impuestos y el valor de la inversión.

$$ROI = (\text{Ingresos} - \text{Inversión}) / \text{Inversión}$$

Un ROI positivo indica que la inversión está generando ganancias, mientras que un ROI negativo sugiere pérdidas.

6.1.4 LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO PARA LA INVERSIÓN EN LA MIGRACIÓN AL AMBIENTE 4.0

Invertir en tecnologías significa para toda empresa destinar una suma considerable de dinero para realizar los cambios necesarios en materia de equipos, maquinaria, software, hardware, etc., dado los grandes costos que esto conlleva hoy en día, sin embargo, con el proceso de migración al ambiente 4.0 se consideran líneas diseñadas para el financiamiento de proyectos de innovación, esto a fin de que las empresas reconozcan oportunidades de financiamiento para la ejecución de sus proyectos de migración hacia un ambiente 4.0, de manera que la parte económica no sea una limitante sin opciones de superación; en caso que una empresa manufacturera no pueda costear su proyecto de migración por si sola o aun cuando tenga las posibilidades de costearlo pero desee hacerlo con el apoyo de una entidad financiera, por lo cual se plantean alternativas para la subvención de los fondos. Hoy en día, hay diversas entidades que ofrecen líneas de financiamiento para proyecto de innovación, esto a fin de potenciar a las empresas que buscan obtener cambios significativos dentro de sus procesos, gracias al ambiente 4.0, además que las entidades financieras reconocen la necesidad de invertir en tecnologías; esta era tecnológica en la que el mundo y las empresas se encuentran. A continuación, se detallan las diversas líneas de financiamiento en materia de proyectos de innovaciones tecnológicas que ofrecen las diversas entidades de financiamiento en el país:

6.1.4.1 LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO DEL BANCO BANDESAL

1. Línea de crédito MULTIDESTINO

CRECE CADA VEZ MÁS

Línea de crédito MULTIDESTINO

OBJETIVO

Apoyar con recursos financieros a los empresarios salvadoreños de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME).



ACTIVIDADES A FINANCIAR

Las que permitan incrementar la capacidad productiva de los empresarios de diferentes sectores económicos.



SUJETOS ELEGIBLES

- Personas naturales o jurídicas del sector privado, nacionales o extranjeras.
- Instituciones oficiales o públicas de crédito e instituciones y empresas estatales de carácter autónomo.
- Asocios público-privado, sociedades de economía mixta o cualquier otra con participación público-privada.

CONDICIONES CREDITICIAS

DESTINOS	PLAZO MÁXIMO	PERÍODO DE GRACIA MÁXIMO
Adquisición de inmuebles, construcción y remodelación	15 años	2 años
Maquinaria, equipo, gastos de internación e instalación	8 años	1 año
Capital de trabajo	5 años	1 año
Adquisición de vehículos automotores nuevos o usados	Nuevos 7 años/ usados 5 años	N/A
Adquisición de autobuses y microbuses de transporte público y turismo	8 años	1 año
Inversiones mixtas	15 años	2 años
Proyectos amigables con el medio ambiente (energía renovable, ecoturismo, etc.)	17 años	3 años

Tasa de interés

Depende del destino, plazo y riesgo del financiamiento.

Garantías:

- Garantías reales
- Firma solidaria
- Otras garantías a satisfacción de BANDESAL

2. Línea de crédito “crédito verde”



Actividades a financiar

Proyectos rentables relacionadas con la generación de energía renovable y/o eficiencia energética; además, productos y/o servicios que promuevan la transición energética hacia fuentes eco amigables.

Línea de Crédito Verde

Destinada a impulsar el desarrollo, competitividad y mejoramiento de proyectos e inversiones en energías renovables y eficiencia energética en El Salvador.

Condiciones crediticias

Destinos	Plazo máximo	Período de gracia máximo
Inversiones mixtas en proyectos energía y/o eficiencia energética (*).	15 años	3 años
Adquisición de inmuebles o terrenos para la construcción, reconversión o ampliación de proyectos de generación de energía.	15 años	2 años
Actividades relacionadas a la generación de energía y eficiencia energética.	15 años	2 años
Restitución de inversión realizada con fondos propios.	10 años	1 años
Adquisición de maquinaria y equipo, gastos de internación e instalación de activos fijos relacionados a proyecto de energía y/o eficiencia energética.	10 años	2 años
Capital de trabajo para inicio o ampliación de proyectos de energía y/o eficiencia energética (**).	5 años	1 años

(*) Se entenderá por inversiones mixtas, aquellas que incluyan más de 1 destino de financiamiento, detallado en esta oferta comercial.

(**) Capital de trabajo podrá incluir: Gastos en obtención de permisos, licencias, certificaciones entre otros requerimientos no impositivos para el proyecto de energía y/o eficiencia energética.

Monto del crédito:

Hasta el 15 % del patrimonio neto de BANDESAL y/o límites de concentración de cartera vigentes en la Política de Crédito Directo BANDESAL.

Sujeto de crédito:

Personas naturales o jurídicas relacionadas a proyectos o inversiones en energía renovable y eficiencia energética, con categoría de riesgo SSF no mayor a B (o su equivalente en días mora).

Porcentaje para financiar:

- Según la política de créditos de BANDESAL.
- Se ajustarán a las condiciones que establezcas las fuentes de fondeo con el cual se puedan financiar las operaciones aplicables a esta línea de crédito.

Garantías:

Garantía hipotecaria, prendaria o fiduciaria, de acuerdo con los criterios de aceptación detallados en la Política de Crédito Directo BANDESAL.

3. Línea de crédito reposición de capital

CRECE CADA VEZ MÁS

Línea de crédito REPOSICIÓN DE CAPITAL

OBJETIVO

Brindar acceso a crédito para el financiamiento de restitución de capital de inversiones realizadas en la ampliación o mantenimiento de un proyecto, con el fin de aumentar la capacidad productiva y la inversión en capital de trabajo.



Tasa de interés:

Depende del destino, plazo y riesgo del financiamiento.



SUJETOS DE CRÉDITO

Persona natural o jurídica del sector privado hasta calificación crediticia "B".



Garantías:

- Garantías reales
- Firma solidaria
- Otras garantías a satisfacción de BANDESAL.

CONDICIONES CREDITICIAS

DESTINOS	PLAZO MÁXIMO	MONTO DEL CRÉDITO MÁXIMO A RESTITUCIÓN
Restitución de la inversión realizada con fondos propios por parte del solicitante	Hasta 15 años De acuerdo al destino en el cual se utilizaron los fondos a restituir	Que no supere el 75 % de la inversión requerida inicialmente.

6.1.4.2 LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO DEL BANCO AGRIGOLA

1. línea de financiamiento Leasing

✓ ¿Qué es Leasing?

Leasing le permite adquirir activos productivos bajo el formato de arrendamiento, con financiamiento de hasta el total del valor de los activos incluyendo el IVA relacionado, aprovechando los beneficios que los proveedores de activos ofrecen por términos de pronto pago o contado. Obtendrá además los beneficios fiscales por IVA y Renta inherentes generados por el tratamiento imputable del gasto en un arrendamiento.

Al final del plazo, puede o no adquirir el activo de acuerdo con la vocación de propiedad de este, pactando la opción de compra desde el inicio de la operación.

2. Tipos de Leasing

2.1 Leasing Financiero: Le permite financiar un activo fijo productivo para su goce y uso a cambio de un canon de arrendamiento periódico, durante un plazo convenido, donde se paga capital e intereses, y que una vez vencido el plazo, el cliente tiene la opción de adquirir o no el bien arrendado.

2.2 Leaseback o Retro Arriendo: Con este leasing financiero su empresa y la arrendadora podrán pactar un contrato de arrendamiento de activos, en el cual el proveedor y el arrendatario son la misma empresa/persona, vendiendo sus activos en uso a la arrendadora, para posteriormente adquirirlos en formato de Leasing, logrando una capitalización en el proceso.

3. Beneficios

- ✓ Tener libertad financiera y fortalecer su flujo de efectivo.
- ✓ Aumenta la productividad a través de sus activos.
- ✓ Moderniza y actualiza su empresa o negocio diluyendo la inversión en el tiempo.
- ✓ Optimización tributaria y de flujo de caja.
- ✓ Financiación de hasta el 100% de los activos, incluyendo IVA.
- ✓ Plazos de financiamiento acorde a sus necesidades.
- ✓ Seguridad en el destino de los recursos.
- ✓ Es posible hacer desembolsos anticipados y parciales.
- ✓ Contar con tasas competitivas.
- ✓ Condiciones favorables de financiamiento.
- ✓ Capitalización de los clientes.
- ✓ Beneficios de la póliza colectiva sobre activos.
- ✓ Asesoría y acompañamiento técnico, contable, jurídico en la compra del activo.
- ✓ No compromete líneas de créditos para activos.
- ✓ Acceso a beneficios otorgados por los proveedores.

4. Características

- ✓ El activo pertenece a ARFINSA durante la vida del contrato de arrendamiento.
- ✓ La propiedad del activo puede ser transferida al finalizar el plazo de arrendamiento.
- ✓ Todo el canon de arrendamiento es deducible de impuesto.

5. Términos y Condiciones

5.1 Tipo de cliente: Empresas, negocios o personas naturales con giro comercial con ingresos demostrables.

6. Tipos de activos que se puede otorgar en Leasing

- ✓ Maquinaria y equipo.
- ✓ Vehículos.
- ✓ Tecnología.
- ✓ Inmuebles.
- ✓ Mobiliario.
- ✓ Otros.

7. Monto mínimo de atención

USD\$ 10,000.00 + IVA

Plazo máximo: Hasta 72 meses plazo y según el tipo de activo a adquirir.

Tasa de interés Negociable según evaluación crediticia del cliente.

6.1.4.3 LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO DEL BANCO INDUSTRIAL

1. línea de financiamiento “Banca PYME”

1.1 Modalidad de financiamiento

- ✓ Líneas de sobregiro en cuenta corriente.
- ✓ Líneas de crédito rotativas para capital de trabajo.

Créditos decrecientes para los siguientes destinos:

- ✓ Capital de trabajo.
- ✓ Compra de maquinaria y equipo.
- ✓ Compra de inmueble.
- ✓ Construcciones y mejoras.

1.2 Requisitos

- ✓ Ventas anuales mínimas de \$150,000.00.
- ✓ Ventas anuales máximas de \$500,000.00.
- ✓ años o más de operación comercial.

1.3 Información General:

- ✓ Carta Original de solicitud de crédito.
- ✓ Formulario “perfil de riesgo del cliente”.
- ✓ Copia de recibo de pago de servicios (agua, teléfono, luz, etc.), del mes inmediato anterior a la fecha de la solicitud, que consigne la dirección de la empresa.
- ✓ Nómina de accionistas y de Junta Directiva.

1.4 Información Financiera:

- ✓ Estados financieros auditados de los 2 últimos ejercicios fiscales con anexos (Deberán coincidir con los presentados al Registro de Comercio).
- ✓ Estados financieros preliminares o de comprobación con no más de tres meses de antigüedad con anexos.
- ✓ Fotocopia de la declaración del impuesto sobre la renta de los últimos 2 ejercicios fiscales y las últimas 6 declaraciones de IVA.

1.5 Documentos legales

- ✓ Copia de DUI y NIT del representante legal. En el caso de ser extranjero, pasaporte vigente y carné de residente.
- ✓ Copia de NIT y Registro fiscal IVA de la empresa.
- ✓ Copia de escritura de constitución y sus modificaciones.
- ✓ Copia de credencial vigente del Representante Legal.
- ✓ Copia de matrícula de comercio vigente.

6.1.5 PLAN DE PROTECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA EMPRESAS

MANUFACTURERAS EN EL SALVADOR

1. Evaluación de Riesgos

Antes de implementar medidas de protección de información, es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos. Esto incluye identificar las posibles amenazas internas y externas, como el espionaje de empleados, robo de datos, malware, entre otros.

2. Política de Seguridad de la Información

Desarrollar una política de seguridad de la información que establezca claramente las normas y procedimientos para proteger los datos de la empresa. Esta política debe incluir aspectos como:

- ✓ Acceso restringido a la información confidencial.
- ✓ Prohibición del uso de dispositivos móviles personales dentro de las instalaciones.
- ✓ Uso de contraseñas seguras y cambio regular de las mismas.
- ✓ Restricciones de acceso a sistemas y datos según el rol y la necesidad.
- ✓ Prohibición de descarga de software no autorizado.
- ✓ Procedimientos para la eliminación segura de datos obsoletos.

3. Contratos de Confidencialidad

Implementar contratos de confidencialidad para todos los empleados que tengan acceso a información sensible. Estos contratos deben incluir cláusulas que prohíban la divulgación de información confidencial a terceros y establezcan las consecuencias legales en caso de incumplimiento.

4. Restricción del Uso de Dispositivos Móviles y Monitoreo Continuo.

Prohibir el uso de dispositivos móviles personales dentro de las instalaciones, el cual estará respaldado por un sistema de monitoreo continuo. Esto implica:

- ✓ Implementar políticas claras que prohíban el uso de teléfonos móviles y otros dispositivos electrónicos personales en áreas donde se maneje información confidencial o estratégica.
- ✓ Establecer zonas designadas para el uso de dispositivos móviles, como áreas de descanso o zonas específicas fuera de las áreas sensibles de la empresa.
- ✓ Emplear tecnologías de monitoreo, como cámaras de seguridad y sistemas de detección de dispositivos electrónicos, para supervisar el cumplimiento de estas políticas y detectar posibles actividades sospechosas.
- ✓ Capacitar al personal de seguridad y a los empleados sobre la importancia de esta medida y cómo reportar cualquier violación o comportamiento sospechoso.

5. Monitoreo Continuo

Implementar sistemas de monitoreo continuo para detectar cualquier actividad sospechosa en la red o en los sistemas de información. Esto puede incluir el monitoreo de registros de acceso, análisis de tráfico de red y sistemas de detección de intrusiones.

6. Control de Acceso Físico y Lógico

Implementar un sistema de control de acceso físico y lógico para proteger la información sensible y los activos de la empresa. Esto implica:

- ✓ Control de acceso físico: Instalar cerraduras de seguridad en puertas y áreas críticas de la empresa. Emplear tarjetas de identificación o sistemas biométricos para permitir el acceso solo a empleados autorizados.
- ✓ Control de acceso lógico: Establecer políticas de acceso a sistemas y datos basadas en roles y necesidades. Utilizar herramientas como firewalls, sistemas de autenticación de dos factores y VPN (Red Privada Virtual) para proteger el acceso a la red y los datos desde ubicaciones externas.
- ✓ Monitoreo de acceso: Registrar y auditar todas las actividades de acceso físico y lógico para detectar cualquier intento de acceso no autorizado o comportamiento sospechoso.

7. Gestión de Incidentes de Seguridad

Desarrollar un plan de respuesta a incidentes de seguridad para actuar rápidamente en caso de una violación o compromiso de la información. Esto incluye:

- ✓ Designar un equipo de respuesta a incidentes y establecer protocolos claros para reportar, investigar y mitigar incidentes de seguridad.
- ✓ Documentar los procedimientos de respuesta, incluyendo la asignación de responsabilidades, las comunicaciones con partes interesadas y las acciones de recuperación.
- ✓ Realizar simulacros periódicos de incidentes para probar la efectividad del plan y entrenar al personal en su implementación.

- ✓ Colaborar con proveedores de servicios de seguridad y otras organizaciones para compartir información sobre amenazas y mejores prácticas de respuesta a incidentes.

8. Evaluación y Mejora Continua

Implementar un proceso de evaluación y mejora continua para garantizar la efectividad de las medidas de protección de información. Esto incluye:

- ✓ Realizar evaluaciones periódicas de riesgos y vulnerabilidad para identificar nuevas amenazas y áreas de mejora en la seguridad de la información.
- ✓ Recopilar y analizar métricas de seguridad, como incidentes reportados, tiempos de respuesta y niveles de cumplimiento de políticas, para medir el desempeño y la eficacia de las medidas implementadas.
- ✓ Realizar revisiones y actualizaciones regulares de la política de seguridad de la información para abordar los cambios en el entorno empresarial, la tecnología y las amenazas de seguridad.
- ✓ Fomentar una cultura de seguridad en toda la organización mediante la capacitación continua, la sensibilización sobre la importancia de la protección de la información y la participación activa de los empleados en la identificación y mitigación de riesgos.

6.2 EVALUACIÓN AMBIENTAL

La evaluación ambiental tiene como fin evaluar el impacto ambiental 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.

La implementación de la tecnología del ambiente 4.0 en empresas manufactureras tiene el potencial de mejorar la eficiencia operativa, la productividad y la competitividad en el mercado. Sin embargo, también puede generar impactos ambientales significativos si no se gestionan adecuadamente. Esta evaluación ambiental tiene como objetivo identificar, evaluar y mitigar estos impactos para garantizar un desarrollo sostenible y responsable.

6.2.1 Propuesta para contrarrestar las consecuencias del Cambio Climático.

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos ambientales y económicos de nuestro tiempo, con repercusiones significativas en diversos sectores, incluida la industria manufacturera. Las empresas manufactureras se enfrentan a una serie de afecciones derivadas del cambio climático que amenazan su operatividad, rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Estas afecciones pueden manifestarse de diversas formas, desde fenómenos climáticos extremos como inundaciones y sequías, hasta el aumento de los costos de energía y materias primas, debido a la escasez de recursos naturales. Además, las regulaciones ambientales cada vez más estrictas y la presión de los consumidores por productos más sostenibles están impulsando a las industrias manufactureras a replantear sus prácticas y procesos para reducir su impacto en el medio ambiente. Para esto se evalúan diferentes alternativas y tecnologías de la Industria 4.0 para poder contrarrestar estos efectos:

PROPUESTAS PARA CONTRARRESTAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO		
Afecciones por el Cambio Climático	Medidas para contrarrestar	Tecnologías 4.0 a utilizar
Aumento de la frecuencia e intensidad de inundaciones.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación de sistemas de monitoreo meteorológico para anticipar y mitigar impactos en la cadena de suministro y las operaciones. 2. Desarrollo de planes de contingencia para proteger la infraestructura y los activos ante eventos climáticos extremos. 3. Inversión en tecnologías de infraestructura resiliente, como sistemas de drenaje mejorados y estructuras anti inundaciones. 	Sensores IoT para monitoreo de niveles de agua y sistemas de alerta temprana.
Escasez de agua y aumento de los costos energéticos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adopción de prácticas de gestión eficiente de recursos, incluyendo reciclaje de agua, optimización de energía y uso sostenible de materias primas locales. 2. Implementación de tecnologías de eficiencia energética en los procesos de producción, como iluminación LED y equipos de bajo consumo. 3. Diversificación de proveedores y materias primas para reducir la dependencia de recursos 	Sistemas de gestión energética basados en IA y sensores para optimización del consumo.

	escasos o vulnerables al cambio climático.	
Daños en la infraestructura y pérdidas de producción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplimiento estricto de las regulaciones ambientales locales e internacionales mediante la inversión en tecnologías limpias y procesos sostenibles de producción. 2. Participación en programas de certificación ambiental y responsabilidad social empresarial para mejorar la reputación y el acceso a mercados internacionales. 3. Colaboración con el gobierno y otras partes interesadas para influir en políticas que promuevan el desarrollo sostenible y la mitigación del cambio climático. 	Sistemas de mantenimiento predictivo para prevenir fallos en la maquinaria.
Impacto en la disponibilidad de recursos y estabilidad de la cadena de suministro.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación de riesgos climáticos en la cadena de suministro y desarrollo de planes de contingencia para garantizar la continuidad operativa. 2. Diversificación geográfica de proveedores y rutas de transporte para reducir la exposición a riesgos climáticos locales. 3. Implementación de tecnologías de seguimiento y gestión de la cadena de 	Sistemas de gestión de la cadena de suministro basados en Blockchain para mayor transparencia y trazabilidad.

	<p>suministro para mejorar la visibilidad y la respuesta ante posibles interrupciones.</p>	
--	--	--

6.2.2 Componentes de la Evaluación Ambiental:

1. Selección y Alcance:

En esta etapa, se definen las tecnologías específicas de la Industria 4.0 que se implementarán y se establecen los objetivos ambientales y de sostenibilidad que se buscan alcanzar.

1.1 Identificación de Tecnologías de la Industria 4.0:

1.1.1 Realizar un análisis exhaustivo de las tecnologías emergentes dentro del contexto de la Industria 4.0 que podrían aplicarse en las empresas manufactureras de El Salvador. Estas podrían incluir Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial, robótica avanzada, fabricación aditiva (impresión 3D), realidad aumentada, gemelos digitales, entre otras.

1.1.2 Evaluar la viabilidad técnica y económica de cada tecnología en el contexto específico de las empresas manufactureras en El Salvador, considerando factores como el tamaño de la empresa, el sector industrial, la infraestructura disponible, etc.

1.1.3 Seleccionar las tecnologías más adecuadas y relevantes que puedan proporcionar beneficios significativos en términos de eficiencia operativa, calidad del producto, flexibilidad de producción y sostenibilidad ambiental.

1.2 Determinación de Procesos Afectados:

1.2.1 Identificar los procesos industriales dentro de las empresas manufactureras que podrían beneficiarse de la implementación de las tecnologías de la Industria 4.0.

1.2.2 Analizar cómo estas tecnologías pueden optimizar y mejorar los procesos existentes, desde la adquisición de materias primas hasta la distribución de productos acabados, pasando por la producción, logística, control de calidad, entre otros.

1.2.3 Priorizar los procesos que tienen un mayor impacto en términos de eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad ambiental para centrar los esfuerzos de implementación de la tecnología 4.0.

1.3 Establecimiento de Objetivos Ambientales y de Sostenibilidad:

1.3.1 Definir claramente los objetivos ambientales que se pretenden alcanzar mediante la implementación de la tecnología 4.0 en las empresas manufactureras de El Salvador.

1.3.2 Estos objetivos pueden incluir la reducción del consumo de recursos naturales (como energía y agua), la minimización de residuos y emisiones contaminantes, la optimización del uso de materias primas, entre otros.

1.3.3 Cuantificar y cualificar estos objetivos para poder medir el progreso y evaluar el impacto real de la implementación de la tecnología 4.0 en términos de sostenibilidad ambiental.

2. Evaluación del Riesgo Medioambiental:

Se identifican y evalúan los posibles impactos ambientales negativos de la implementación de la tecnología 4.0, considerando aspectos como la contaminación del aire, del agua y del suelo, el consumo de recursos naturales, la generación de residuos, entre otros.

La evaluación del riesgo medioambiental implica identificar y analizar los posibles impactos negativos que la implementación de la tecnología del ambiente 4.0 podría tener en el entorno natural y en los recursos naturales de El Salvador. Para llevar a cabo esta evaluación de manera detallada y específica, se deben considerar los siguientes aspectos:

2.1 Consumo de Energía:

2.1.1 Identificar el aumento potencial en el consumo de energía debido a la implementación de tecnologías 4.0, como la automatización de procesos, el uso de sensores y dispositivos conectados, y la implementación de sistemas de inteligencia artificial.

2.1.2 Evaluar el impacto ambiental de este aumento en términos de la demanda de recursos naturales, emisiones de gases de efecto invernadero y posibles efectos en el cambio climático.

2.1.3 Analizar las opciones para reducir el consumo de energía mediante la adopción de tecnologías más eficientes y la implementación de prácticas de gestión energética.

2.2 Generación de Residuos Electrónicos:

2.2.1 Evaluar el riesgo de aumento en la generación de residuos electrónicos como resultado de la obsolescencia de equipos y la sustitución frecuente de tecnología.

2.2.2 Identificar los componentes y materiales peligrosos presentes en estos residuos electrónicos y el impacto potencial en la salud humana y el medio ambiente si no se gestionan adecuadamente.

2.2.3 Desarrollar estrategias para la gestión adecuada de los residuos electrónicos, como la implementación de programas de reciclaje, la reutilización de equipos y la adopción de prácticas de diseño más sostenible.

2.3 Contaminación del Aire y del Agua:

2.3.1 Analizar los posibles efectos de la implementación de tecnologías 4.0 en la calidad del aire y del agua en las áreas circundantes a las empresas manufactureras.

2.3.2 Identificar las fuentes potenciales de contaminación, como emisiones de gases de escape de maquinaria, vertidos de productos químicos y descargas de aguas residuales.

2.3.3 Evaluar los riesgos para la salud humana y los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados con estas emisiones y vertidos.

2.3.4 Desarrollar medidas de control y prevención para reducir la contaminación del aire y del agua, como la instalación de tecnologías de control de emisiones y la implementación de prácticas de gestión de aguas residuales.

2.4 Impacto en la Biodiversidad:

2.4.1 Evaluar el posible impacto de la tecnología 4.0 en la biodiversidad local, incluida la pérdida de hábitat natural, debido a la expansión industrial y la fragmentación del paisaje.

2.4.2 Identificar las especies de flora y fauna en riesgo de ser afectadas por las actividades industriales y el cambio en el uso del suelo.

2.4.3 Desarrollar estrategias para la conservación y protección de la biodiversidad, como la restauración de hábitat degradado y la implementación de medidas de mitigación para reducir los impactos negativos en especies vulnerables.

2.5 Riesgos Naturales y Cambio Climático:

2.5.1 Evaluar la vulnerabilidad de las empresas manufactureras y sus operaciones a los riesgos naturales tales como: Inundaciones, sequías y eventos climáticos extremos, que pueden ser exacerbados por el cambio climático.

2.5.2 Identificar las medidas de adaptación necesarias para reducir la exposición al riesgo y aumentar la resiliencia frente a estos eventos.

2.5.3 Integrar consideraciones de cambio climático en la planificación y diseño de las operaciones industriales, incluida la evaluación de la huella de carbono y la implementación de medidas de mitigación para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

3. Mitigación:

Se desarrollan estrategias para reducir o mitigar los impactos ambientales identificados, mediante la implementación de tecnologías más limpias, la optimización de procesos, la adopción de prácticas de reciclaje y gestión de residuos, entre otras medidas.

La mitigación de los impactos ambientales derivados de la implementación de la tecnología del ambiente 4.0 en empresas manufactureras de El Salvador, es un proceso crítico para asegurar la sostenibilidad ambiental a largo plazo. Esta fase involucra la identificación de estrategias y acciones concretas para reducir o minimizar los efectos negativos en el entorno natural y en la comunidad circundante. Aquí se detallan algunas medidas de mitigación específicas:

3.1 Eficiencia Energética:

3.1.1 Implementar tecnologías y prácticas que promuevan la eficiencia energética en los procesos de fabricación, como la automatización de sistemas de iluminación y climatización, la optimización de la gestión de la energía, y la utilización de equipos y maquinaria más eficientes en términos energéticos.

3.1.2 Realizar auditorías energéticas periódicas para identificar oportunidades de mejora y establecer metas de reducción del consumo energético.

3.2 Gestión de Residuos:

3.2.1 Desarrollar programas de gestión integral de residuos que incluyan la reducción en la fuente, la reutilización, el reciclaje y la disposición adecuada de los residuos generados por la actividad industrial.

3.2.2 Establecer sistemas de separación de residuos en la fuente y promover la sensibilización y capacitación del personal en prácticas de gestión de residuos sostenibles.

3.3 Conservación de Recursos Naturales:

3.3.1 Adoptar tecnologías y procesos que minimicen el consumo de recursos naturales, como el agua y los materiales, mediante el uso eficiente de materias primas, la implementación de sistemas de recirculación y reutilización de agua, y la optimización de los procesos de producción.

3.3.2 Fomentar la adopción de prácticas de diseño sostenible que reduzcan la generación de residuos y promuevan la utilización de materiales renovables y reciclables.

3.4 Control de Emisiones y Vertidos:

3.4.1 Implementar sistemas de control de emisiones atmosféricas y vertidos líquidos para minimizar la contaminación del aire y del agua.

3.4.2 Instalar tecnologías de filtrado y tratamiento de gases y efluentes para reducir la liberación de contaminantes al medio ambiente.

3.5 Seguimiento y Evaluación:

3.5.1 Establecer indicadores de desempeño ambiental para monitorear el impacto de las medidas de mitigación implementadas.

3.5.2 Realizar auditorías ambientales periódicas para evaluar la efectividad de las estrategias de mitigación y realizar ajustes según sea necesario.

4. Toma de Decisiones:

Se utilizan los resultados de la evaluación ambiental para tomar decisiones informadas sobre la implementación de la tecnología 4.0, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales.

La toma de decisiones en relación con la implementación de la tecnología del ambiente 4.0 en empresas manufactureras de El Salvador implica una evaluación exhaustiva de varios factores, incluyendo aspectos ambientales, económicos y sociales. Aquí se detallan los componentes clave que deben considerarse:

✓ **Análisis Costo-Beneficio Ambiental:** Se deben evaluar los costos y beneficios ambientales de la implementación de la tecnología 4.0. Esto implica cuantificar los posibles impactos ambientales, tanto positivos como negativos, y compararlos con los costos

asociados con la adquisición, instalación y mantenimiento de la tecnología. Se debe considerar el costo de oportunidad de no implementar estas tecnologías en términos de pérdida de eficiencia, competitividad y oportunidades de negocio.

✓ **Análisis de Ciclo de Vida (ACV):** Realizar un ACV de las tecnologías 4.0 consideradas para evaluar su impacto ambiental en todas las etapas de su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final. Esto permite identificar las principales fuentes de impacto ambiental y orientar la toma de decisiones hacia alternativas más sostenibles.

✓ **Cumplimiento Normativo:** Evaluar si la implementación de la tecnología 4.0 cumple con las regulaciones ambientales y los estándares de sostenibilidad tanto a nivel nacional como internacional. Se deben considerar las leyes y regulaciones relacionadas con la gestión de residuos, emisiones atmosféricas, descargas de aguas residuales, entre otros aspectos.

✓ **Evaluación del Impacto Social:** Analizar cómo la implementación de la tecnología 4.0 afectará a los trabajadores, las comunidades locales y otras partes interesadas. Esto incluye considerar aspectos como la creación o pérdida de empleos, la capacitación necesaria para operar las nuevas tecnologías, el acceso a la tecnología en comunidades marginadas, entre otros.

✓ **Gestión de Riesgos:** Identificar y gestionar los riesgos asociados con la implementación de la tecnología 4.0, tanto ambientales como operativos. Esto implica desarrollar planes de contingencia para hacer frente a posibles impactos negativos inesperados y asegurar la continuidad del negocio.

✓ **Consulta y Participación de las Partes Interesadas:** Involucrar a las partes interesadas relevantes, incluyendo a los empleados, proveedores, clientes, organizaciones

ambientales y comunidades locales, en el proceso de toma de decisiones. Esto garantiza la transparencia, la legitimidad y el apoyo público para las decisiones tomadas.

✓ **Enfoque Holístico:** Adoptar un enfoque holístico que considere no solo los aspectos ambientales, sino también los económicos y sociales. Buscar soluciones integradas que maximicen los beneficios para todas las partes interesadas y promuevan el desarrollo sostenible a largo plazo.

5. Monitoreo:

Se establece un sistema de monitoreo continuo para evaluar el desempeño ambiental de las empresas manufactureras después de la implementación de la tecnología 4.0 y que se realicen análisis periódicos para identificar áreas de mejora.

El monitoreo es una fase crucial en la evaluación de impacto ambiental, ya que permite verificar la efectividad de las medidas de mitigación implementadas y detectar cualquier impacto ambiental negativo que pueda surgir como resultado de la implementación de la tecnología 4.0 en las empresas manufactureras de El Salvador. Para llevar a cabo un monitoreo completo y efectivo, se pueden seguir los siguientes pasos:

✓ **Definición de Indicadores Ambientales:** Se deben definir indicadores específicos que reflejen el desempeño ambiental de las empresas manufactureras, en relación con aspectos como consumo de recursos naturales, emisiones de contaminantes, generación de residuos, entre otros. Estos indicadores deben ser medibles, relevantes y sensibles a los cambios que puedan ocurrir como resultado de la implementación de la tecnología 4.0.

✓ **Implementación de Sistemas de Monitoreo:** Se deben establecer sistemas de monitoreo adecuados para recopilar datos sobre los indicadores ambientales definidos. Esto puede implicar la instalación de sensores, la realización de mediciones periódicas y la

recopilación de datos de operaciones y procesos industriales. Es importante garantizar la precisión y la fiabilidad de los datos recopilados para que puedan utilizarse de manera efectiva en la toma de decisiones.

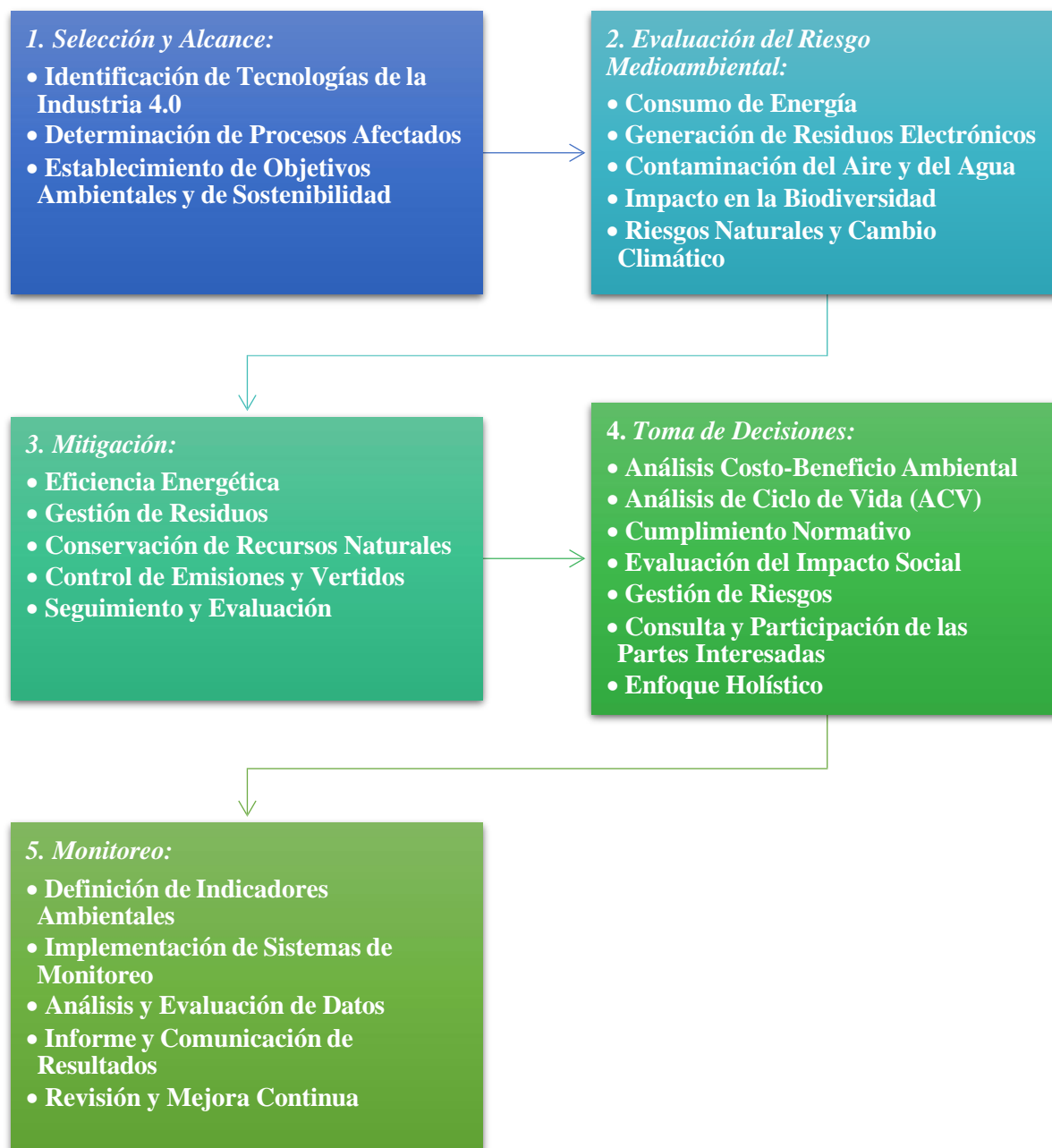
✓ **Análisis y Evaluación de Datos:** Los datos recopilados durante el monitoreo deben ser analizados y evaluados de manera regular para identificar tendencias, patrones o anomalías que puedan indicar cambios en el desempeño ambiental de las empresas manufactureras. Se pueden utilizar técnicas estadísticas y herramientas de análisis de datos para este fin. Además, es importante comparar los datos con los objetivos ambientales establecidos y con los niveles de referencia preestablecidos, para evaluar el progreso hacia la sostenibilidad ambiental.

✓ **Informe y Comunicación de Resultados:** Los resultados del monitoreo deben ser documentados en informes periódicos que proporcionen una visión clara del desempeño ambiental de las empresas manufactureras. Estos informes deben incluir análisis de tendencias, comparaciones con objetivos y niveles de referencia, identificación de áreas de mejora y recomendaciones para acciones correctivas o preventivas. Además, es importante comunicar estos resultados de manera transparente a todas las partes interesadas, incluyendo a la dirección de las empresas, empleados, autoridades reguladoras, clientes y la comunidad en general.

✓ **Revisión y Mejora Continua:** El proceso de monitoreo debe ser revisado y mejorado de manera continua para garantizar su eficacia y relevancia a lo largo del tiempo. Esto puede implicar ajustes en los indicadores ambientales, mejoras en los sistemas de monitoreo, actualizaciones en los procedimientos de análisis y evaluación de datos, entre otras medidas. La retroalimentación de las partes interesadas también debe ser considerada para identificar oportunidades de mejora y asegurar que el monitoreo esté alineado con los objetivos y expectativas de todas las partes involucradas.

6.2.3 ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Ilustración 23: Esquema de evaluación de impacto ambiental



Fuente: Elaboración propia.

6.3 EVALUACIÓN SOCIAL

La evaluación social tiene como objetivo determinar cómo la adopción de tecnologías 4.0 afectará a la fuerza laboral, identificando posibles cambios en la estructura laboral, a fin de poder establecer estrategias de capacitación y recolocación.

A continuación, se presentan aspectos importantes a considerar sobre la importancia de la evaluación social:

Ilustración 24: Aspectos de la Evaluación Económica



Fuente: Elaboración propia

1. Impacto en los empleados:

1.1 Identificar los roles específicos que se verán afectados por la introducción de tecnologías 4.0 y cómo cambiarán.

1.2 Evaluar las habilidades actuales de los empleados y determinar si necesitarán capacitación adicional para adaptarse a los nuevos procesos y tecnologías.

1.3 Considerar cómo se pueden minimizar los impactos negativos, como posibles despidos o desplazamiento laboral, mediante estrategias de reentrenamiento, recolocación o reconversión laboral.

1.4 Asegurar que los cambios en los procesos de trabajo no solo sean eficientes desde un punto de vista técnico, sino también consideren el bienestar y la salud laboral de los empleados.

2. Implicaciones sociales:

2.1 Realizar un análisis de impacto social para comprender cómo la migración hacia un ambiente 4.0 afectará a la comunidad local en términos de empleo, economía y relaciones sociales.

2.2 Identificar posibles grupos sociales que puedan ser más vulnerables a los cambios y desarrollar estrategias para mitigar cualquier impacto negativo sobre ellos.

2.3 Considerar cómo el proyecto puede contribuir al desarrollo social y económico de la comunidad, por ejemplo, creando oportunidades de empleo o promoviendo la inclusión digital.

3. Aspectos éticos y de responsabilidad social:

3.1 Evaluar los posibles riesgos éticos asociados con la adopción de tecnologías 4.0, como la discriminación algorítmica o la pérdida de privacidad de datos de los empleados.

3.2 Desarrollar políticas y prácticas para garantizar la protección de los derechos laborales y humanos en el contexto de la transformación digital.

3.3 Implementar medidas de responsabilidad social empresarial (RSE) que promuevan prácticas éticas y sostenibles en todas las etapas del proyecto.

4. Participación y consulta:

4.1 Establecer canales de comunicación abiertos y transparentes con todas las partes interesadas, facilitando la participación activa y la retroalimentación.

4.2 Organizar sesiones de consulta y diálogo con empleados, sindicatos, grupos comunitarios y otras partes interesadas para recopilar sus perspectivas y preocupaciones.

4.3 Incorporar los comentarios y sugerencias de las partes interesadas en el diseño y la implementación del proyecto.

5. Indicadores de evaluación:

5.1 Definir indicadores cuantitativos y cualitativos para medir el impacto social del proyecto, como la tasa de empleo, la calidad del trabajo, la equidad de género y la satisfacción laboral.

5.2 Establecer benchmarks y objetivos claros para cada indicador, lo que permitirá evaluar el progreso y el éxito del proyecto en términos sociales.

6. Monitoreo y seguimiento continuo:

6.1 Implementar sistemas de monitoreo y seguimiento para recopilar datos relevantes sobre el impacto social a lo largo del tiempo.

6.2 Analizar periódicamente los datos recopilados y ajustar las estrategias y acciones del proyecto según sea necesario para abordar cualquier problema identificado.

6.3 Mantener un diálogo continuo con las partes interesadas para informarles sobre el progreso del proyecto y responder a sus inquietudes.

6.4 APLICACIÓN TÉCNICA DE LAS EVALUACIONES AL CASO PRACTICO DE ESTUDIO

En la etapa de diseño, se procedió a realizar una Validación Técnica de la guía, lo que permitió determinar la realidad tecnología de una empresa del sector alimenticio, en dicha empresa se encontró el siguiente resultado, el cual se encuentra con más detalle en el *Capítulo V apartado 5.8*:

NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICO	
NIVELES	RANGO
Nivel 1: Inicial	1-120
Nivel 2: Emergente	121-240
Nivel 3: Definido	241-360
Nivel 4: Gestionado	361-480
Nivel 5: Óptimo	481-600

Por tal resultado, se plantea una propuesta de migración de procesos tradicionales a un ambiente 4.0 a fin de elevar el nivel tecnológico actual, dicha propuesta consiste en el cambio de los equipos del sistema productivo de la planta, ya que actualmente se realizan en gran medida de forma manual, a continuación se presentará un Checklist en donde se encuentran los costos a considerar por cualquier empresa presentados con anterioridad y la descripción de si aplica o no al caso práctico a fin de obtener aquellos que según la naturaleza del caso práctico se tomarán en cuenta:

Tabla 37: Checklist de los costos aplicados al caso practico

Costos de la migración	Aplica	Desarrollo
Costos administrativos	Sí	Se desarrollaron los costos administrativos en la estimación de los costos de capacitación.
Costos de consultoría y servicios profesionales	Sí	Se desarrollaron los costos de consultoría y servicios profesionales en la estimación de las asistencias técnicas en instalación.
Costos de integración y migración de datos	No	Los costos de la integración y migración de datos no aplican por las características de la empresa.
Costos de adquisición de maquinaria y equipo	Sí	Se desarrollaron los costos de adquisición de maquinaria y equipo mediante la equipación de la planta de maquinaria integrada y automatizada.
Costos de hardware y software	No	Los costos de hardware y software no aplican por las características de la empresa.
Costos operativos	Sí	Se desarrollaron los costos operativos en la ejecución de la instalación de los sistemas.
Costos de mantenimiento y soporte	Sí	Se desarrollaron los costos de mantenimiento y soporte con la estimación de costos de mantenimiento de los nuevos sistemas y maquinarias.

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado el Checklist, se presentan todos los costos que se han tomado en cuenta y que aplican para el caso práctico del proyecto:

Ilustración 25: Costos del caso práctico



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla cada uno de ellos:

1. COSTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO:

Los costos de adquisición hacen referencia a los gastos necesarios para adquirir activos y recursos que se utilizarán en el proyecto. Esto podría abarcar la compra de equipos, terrenos, construcción de instalaciones, desarrollo de software, entre otros.

Para la empresa de lácteos se presenta la adquisición de siete equipos los cuales se detallaron el apartado *Capítulo V apartado 5.9*, los cuales surgieron como propuesta a raíz de los resultados obtenidos mediante el análisis y validación de la guía metodológica, los cuales a continuación se mencionan:

- a. Filtro de leche tipo canasta.
- b. Pasteurizador.
- c. Tanque de enfriamiento de la leche.
- d. Prensa para quesos.
- e. Porcionadora de quesos.
- f. Selladora al vacío.
- g. Codificadora.

Detallado los equipos a adquirir se presentan los costos de adquisición de los equipos que conforman el caso práctico del proyecto:

Tabla 38: Costos de maquinaria y equipo

COSTOS DE ADQUISICIÓN	MAQUINARIA						
	FILTRO DE LECHE	PASTEURIZADORES	TANQUE DE ENFRIAMIENTO	PRENSA DE QUESOS	PORCIONADOR DE QUESO	SELLADORA AL VACÍO	CODIFICADORA
VALOR FOB			\$ 4,336.21	\$ 2,580.39	\$ 20,550.35		
Costo de adquisición	\$ 3,000.00	\$ 4,500.00				\$ 3,470.00	\$ 5,075.76
Costo de envío					\$ 3,686.00		
Costo de seguro			\$ 45.53	\$ 27.09	\$ 215.78		
VALOR CIF	\$ 3,000.00	\$ 4,500.00	\$ 4,381.74	\$ 2,607.48	\$ 24,452.13	\$ 3,470.00	\$ 5,075.76
DAI					\$ 1,222.61		
IVA	\$ 390.00	\$ 585.00	\$ 569.63	\$ 338.97	\$ 3,178.78		\$ 659.85
ISO					\$ 1,222.61		
Servicio de almacenaje					\$ 100.00		
Costo de transporte interior	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 300.00	\$ 200.00	\$ 200.00
Costo de agente aduanero					\$ 150.00		
DUA					\$ 50.00		
TOTALES	\$ 3,590.00	\$ 5,285.00	\$ 5,151.37	\$ 3,146.45	\$ 30,676.13	\$ 3,670.00	\$ 5,935.61
COSTO DE ADQUISICIÓN TOTAL	\$						57,454.56

Fuente: Elaboración propia.

2. COSTOS DE OPERACIÓN:

Los costos de operación hacen referencia a todos aquellos costos recurrentes asociados con el funcionamiento del equipo, energía eléctrica, mantenimiento regular y reparaciones.

Para el caso de la propuesta del proyecto se consideraron dos costos de operación:

- 1.1 Costos de energía eléctrica.
- 1.2 Costos de mantenimiento.

A continuación, se presentan los costos de operación para los equipos que conforman la propuesta del proyecto:

1.3 Costos de Energía Eléctrica

Tabla 39: Costos de energía eléctrica

MAQUINARIA Y EQUIPOS	CONSUMO KW	HORAS DE USO	CONSUMO DIARIO	COSTOS				
				PRECIO DE KW	DIARIO	SEMNAL	MENSUAL	ANUAL
FILTRO DE LECHE	0.01734	1.0	34.68	\$ 0.143253	\$ 4.97	\$ 34.78	\$ 139.10	\$ 1,669.25
PASTEURIZADOR	10	1.5	15.00	\$ 0.143253	\$ 2.15	\$ 15.04	\$ 60.17	\$ 722.00
TANQUE DE ENFRIAMIENTO	3	0.5	1.50	\$ 0.143253	\$ 0.21	\$ 1.50	\$ 6.02	\$ 72.20
PRENSA PARA QUESOS	10	2.0	20.00	\$ 0.143253	\$ 2.87	\$ 20.06	\$ 80.22	\$ 962.66
CORTADORA	3.7	3.0	11.10	\$ 0.143253	\$ 1.59	\$ 11.13	\$ 44.52	\$ 534.28
SELLADOR AL VACÍO	0.95	1.0	0.95	\$ 0.143253	\$ 0.14	\$ 0.95	\$ 3.81	\$ 45.73
CODIFICADOR EN REPOSO	0.04	7.5	0.30	\$ 0.143253	\$ 0.04	\$ 0.30	\$ 1.20	\$ 14.44
CODIFICADOR EN USO	0.08	0.5	0.04	\$ 0.143253	\$ 0.01	\$ 0.04	\$ 0.16	\$ 1.93
TOTALES					\$ 11.97	\$ 83.80	\$ 335.21	\$ 4,022.48

Fuente: Elaboración propia.

1.4 Costos de mantenimientos

Tabla 40: Costos de mantenimiento

FILTRO DE LECHE TIPO CANASTA				TOTAL
TIPO	DESDE	HASTA		
REPUESTOS Y PIEZAS				
Filtros	\$100.00	\$150.00	unidad	
Juntas y sellos	\$50.00	\$150.00		
Válvulas y componentes	\$50.00	\$200.00		
MATERIALES DE CONSUMO				
Lubricantes y aceites	\$50.00	\$100.00	por cambio	
Prod. De limpieza especializados	\$20.00	\$50.00	por limpieza	
MANO DE OBRA				
Hora de técnico en mantenimiento	\$30.00	\$60.00		
HERRAMIENTAS ESPECIFICAS				

Herramientas de desmontaje y montaje	\$50.00	\$200.00	
Capacitación personal de mantenimiento	\$100.00	\$500.00	
Contratación de servicios técnicos especializados	\$100.00	\$200.00	
PROMEDIO TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$1,080.00		
CONTINGENCIA PARA POSIBLES REPARACIONES NO PLANIFICADAS	20%		
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO	\$1,296.00		

PASTEURIZADOR			
TIPO	DESDE	HASTA	
REPUESTOS Y PIEZAS			
Intercambiadores de calor	\$500.00	\$1,500.00	unidad
Válvulas y componentes	\$100.00	\$500.00	
Sensores y dispositivos de control	\$50.00	\$200.00	
MATERIALES DE CONSUMO			
Lubricantes y aceites	\$50.00	\$100.00	Por cambio
Prod. De limpieza especializados	\$20.00	\$50.00	Por limpieza
MANO DE OBRA			
Hora de técnico en mantenimiento	\$30.00	\$60.00	
HERRAMIENTAS ESPECIFICAS			
Herramientas de desmontaje y montaje	\$50.00	\$200.00	
Capacitación personal de mantenimiento	\$100.00	\$500.00	
Contratación de servicios técnicos especializados	\$100.00	\$200.00	
PROMEDIO TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$2,155.00		
CONTINGENCIA PARA POSIBLES REPARACIONES NO PLANIFICADAS	20%		
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO	\$2,586.00		

TANQUE DE ENFRIAMIENTO			
TIPO	DESDE	HASTA	
REPUESTOS Y PIEZAS			
Bomba de refrigerante	\$200.00	\$1,000.00	
Sensores de temperatura	\$20.00	\$100.00	
Aislamiento térmico	\$100.00	\$500.00	
MATERIALES DE CONSUMO			
Lubricantes y aceites	\$50.00	\$100.00	por cambio
Prod. De limpieza especializados	\$20.00	\$50.00	por limpieza
MANO DE OBRA			
Hora de técnico en mantenimiento	\$30.00	\$60.00	
HERRAMIENTAS ESPECIFICAS			
Herramientas de desmontaje y montaje	\$50.00	\$200.00	
Capacitación personal de mantenimiento	\$100.00	\$500.00	
Contratación de servicios técnicos especializados	\$100.00	\$200.00	
PROMEDIO TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$1,690.00		
CONTINGENCIA PARA POSIBLES REPARACIONES NO PLANIFICADAS	20%		
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO	\$2,028.00		

PRENSA DE QUESO			
TIPO	DESDE	HASTA	
REPUESTOS Y PIEZAS			
Membrana neumática	\$200.00	\$1,000.00	
Sensores de presión	\$20.00	\$100.00	
Placas de prensado	\$50.00	\$500.00	
MATERIALES DE CONSUMO			
Lubricantes y aceites	\$50.00	\$100.00	por cambio
Prod. De limpieza especializados	\$20.00	\$50.00	por limpieza
MANO DE OBRA			
Hora de técnico en mantenimiento	\$30.00	\$60.00	
HERRAMIENTAS ESPECIFICAS			
Herramientas de desmontaje y montaje	\$50.00	\$200.00	
Capacitación personal de mantenimiento	\$100.00	\$500.00	
Contratación de servicios técnicos especializados	\$100.00	\$200.00	

PROMEDIO TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$1,665.00
CONTINGENCIA PARA POSIBLES REPARACIONES NO PLANIFICADAS	20%
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO	\$1,998.00

CORTADORA			
TIPO	DESDE	HASTA	
REPUESTOS Y PIEZAS			
Cuchillas y discos de corte	\$100.00	\$300.00	
Sistemas de transmisión	\$50.00	\$200.00	
Sensores y controles	\$50.00	\$150.00	
MATERIALES DE CONSUMO			
Lubricantes y aceites	\$50.00	\$100.00	por cambio
Prod. De limpieza especializados	\$20.00	\$50.00	por limpieza
MANO DE OBRA			
Hora de técnico en mantenimiento	\$30.00	\$60.00	
HERRAMIENTAS ESPECIFICAS			
Herramientas de desmontaje y montaje	\$50.00	\$200.00	
Capacitación personal de mantenimiento	\$100.00	\$500.00	
Contratación de servicios técnicos especializados	\$100.00	\$200.00	
PROMEDIO TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$1,155.00		
CONTINGENCIA PARA POSIBLES REPARACIONES NO PLANIFICADAS	20%		
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO	\$1,386.00		

SELLADORA AL VACIO			
TIPO	DESDE	HASTA	
REPUESTOS Y PIEZAS			
Bandas de sellado	\$50.00	\$100.00	
Elementos de calentamiento	\$30.00	\$80.00	
Componentes eléctricos	\$20.00	\$50.00	
MATERIALES DE CONSUMO			
Bolsas de sellado	\$20.00	\$50.00	por unidad
Lubricantes y aceites	\$10.00	\$30.00	por cambio

Prod. De limpieza especializados	\$10.00	\$30.00	por limpieza
MANO DE OBRA			
Hora de técnico en mantenimiento	\$30.00	\$60.00	
HERRAMIENTAS ESPECIFICAS			
Herramientas de desmontaje y montaje	\$20.00	\$50.00	
Capacitación personal de mantenimiento	\$100.00	\$300.00	
Contratación de servicios técnicos especializados	\$50.00	\$100.00	
PROMEDIO TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$535.50		
CONTINGENCIA PARA POSIBLES REPARACIONES NO PLANIFICADAS	20%		
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO	\$642.60		
CODIFICADORA			
TIPO	DESDE	HASTA	
REPUESTOS Y PIEZAS			
Tinta: Los costos de tinta para una codificadora CIJ pueden variar significativamente según el tipo de tinta, el color y el volumen de impresión.	\$100.00	\$500.00	por litro
Fluidos de limpieza	\$50.00	\$100.00	
PIEZAS DE DESGASTE			
Filtros de tinta	\$20.00	\$50.00	por unidad
Mangueras y conductos	\$30.00	\$80.00	
ELECTRODOS Y COMPONENTES ELECTRICOS			
Placas electrónicas	\$100.00	\$300.00	por unidad
Electrodos de carga y descarga	\$30.00	\$80.00	
HERRAMIENTAS ESPECIFICAS			
Herramientas de desmontaje y montaje	\$50.00	\$200.00	
Capacitación personal de mantenimiento	\$100.00	\$500.00	
Contratación de servicios técnicos especializados	\$100.00	\$200.00	
PROMEDIO TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$1,295.00		
CONTINGENCIA PARA POSIBLES REPARACIONES NO PLANIFICADAS	20%		
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO	\$1,554.00		

TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$11,490.60
---	--------------------

Fuente: Elaboración propia.

2. COSTOS DE INSTALACIÓN:

Los costos de instalación hacen referencia a que si la instalación del equipo requiere gastos adicionales como: La contratación de profesionales para su instalación, modificaciones en el lugar, o cualquier equipo auxiliar necesario, estos costos deben ser incluidos.

A continuación, se presentan los costos de instalación de los equipos que conforman la propuesta del proyecto:

Tabla 41: Costos de instalación

CONCEPTO/MAQUINARIA Y EQUIPO	FILTRO DE LECHE	PASTEURIZADOR	TANQUE DE ENFRIAMIENTO	PRENSA PARA QUESOS	CORTADORA	SELLADOR AL VACÍO	CODIFICADORA
MANO DE OBRA	\$ 150.00	\$ 200.00	\$ 100.00	\$ 200.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 50.00
MATERIALES	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 50.00	\$ 100.00	\$ 166.00	\$ 150.00	\$ 50.00
REMODELACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	-	\$ 350.00	-	\$ 100.00	\$ 115.00	\$ 100.00	-
COSTOS TOTALES	\$ 350.00	\$ 750.00	\$ 150.00	\$ 400.00	\$ 681.00	\$ 650.00	\$ 100.00
COSTO TOTAL GENERAL	\$						3,081.00

Fuente: Elaboración propia

3. COSTOS DE IMPLANTACIÓN:

Los costos de puesta en marcha hacen referencia a todos aquellos equipos que pueden requerir un período de ajuste o puesta en marcha, durante el cual pueden surgir costos adicionales. Esto podría incluir capacitación del personal, ajustes operativos, o pruebas y ajustes.

A continuación, se presentan los costos de puesta en marcha para los equipos que conforman la propuesta del proyecto:

a. Costos de capacitación

A continuación, se presentan algunos supuestos para los costos de capacitación, ya que estos dependen de la empresa/personal contratado para la capacitación y los materiales que estos requieran para la misma:

Tabla 42: Costos de capacitación

CONCEPTO/MAQUINARIA	FILTRO DE LECHE	PASTEURIZADOR	TANQUE DE ENFRIAMIENTO	PRENSA PARA QUESOS	CORTADORA	SELLADORA AL VACÍO	CODIFICADORA
HORAS DE CAPACITACIÓN POR DÍA	4	4	4	4	4	4	4
DÍAS DE CAPACITACIÓN	4	4	2	1	4	1	1
CAPACITACIÓN	\$400.00	\$480.00	\$240.00	\$80.00	\$480.00	\$100.00	\$120.00
MATERIALES Y EQUIPOS	\$30.00	\$30.00	\$25.00	\$20.00	\$30.00	\$15.00	\$15.00
ESPACIO DE CAPACITACIÓN	\$200.00	\$200.00	\$200.00	\$50.00	\$200.00	\$50.00	\$50.00
TOTALES	\$630.00	\$710.00	\$465.00	\$150.00	\$710.00	\$165.00	\$185.00
TOTAL GENERAL	\$3,015.00						

Fuente: Elaboración propia.

b. Costos de Prueba Piloto

Se presentan los costos de la prueba piloto con un tiempo estipulado de tres meses:

Tabla 43: Costos de prueba piloto

CONCEPTO/MAQUINARIA Y EQUIPO	FILTRO DE LECHE	PASTEURIZADOR	TANQUE DE ENFRIAMIENTO	PRENSA PARA QUESOS	CORTADORA	SELLADOR AL VACÍO	CODIFICADORA
CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	\$139.10	\$60.17	\$6.02	\$80.22	\$44.52	\$3.81	\$0.16
COSTO MENSUAL DE MATERIA PRIMA	\$19,200.00	-	-	-	-	\$480.00	\$0.01
COSTOS TOTALES DEL PERIODO DE PRUEBA							
PERIODO DE PRUEBA	3	3	3	3	3	3	3
COSTO TOTAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	\$417.30	\$180.51	\$18.06	\$240.66	\$133.56	\$11.43	\$0.48
COSTO TOTAL DE MATERIA PRIMA	\$57,600.00	-	-	-	-	\$1,440.00	\$0.03
COSTO DE CONSULTORÍA TÉCNICA	\$100.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$150.00	\$50.00	\$25.00
TOTAL DE PRUEBA POR EQUIPO	\$58,117.30	\$330.51	\$168.06	\$390.66	\$283.56	\$1,501.43	\$25.51
TOTAL DE LA PRUEBA	\$60,817.03						

Fuente: Elaboración propia.

Una vez presentados todos los costos presentamos el cuadro que resume todos los totales de los costos expuestos para el caso práctico de este proyecto:

Tabla 44: Inversión total

INVERSIÓN TOTAL	
COSTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO	\$57,454.55
COSTOS DE OPERACIÓN	\$15,513.08
COSTOS DE INSTALACIÓN	\$3,081.00
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	\$63,832.03
TOTAL	\$139,880.66

Fuente: Elaboración propia.

El total de la inversión que presenta el caso práctico para migrar a la empresa de lácteos de un nivel emergente a un nivel definido es de \$139,880.67.

6.5 BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN TÉCNICA

6.5.1 Aumento de la productividad:

La implementación del entorno 4.0 en la empresa se traduce en un incremento significativo en la producción de lácteos. Esto se debe a la optimización de procesos mediante la automatización de la cadena de suministro, lo que resulta en un aumento considerable en los márgenes de productividad. Mediante información recibida por parte del dueño de la empresa, este compartió que debido a problemas con productos lácteos en malas condiciones que provocaron enfermedades en la zona oriental, el Ministerio de Agricultura y Ganadería ha limitado la producción de lácteos a las empresas que no poseen una pasteurizadora, limitando la producción a 2000 botellas de leche diarias, mediante la migración al Ambiente 4.0 estas disposiciones ya no tendrían efecto en la empresa, por lo que se podría aumentar la producción teniendo en cuenta lo siguiente:

1. Filtro de leche doble de 2000 litros: Mediante este tipo de filtros se puede mantener un procesamiento estimado de 4,000 litros de leche por cada llenado.
2. Pasteurizadora HTST: Puede procesar hasta 16,000 litros de leche al día, lo que significa ocho veces más que el proceso actual.
3. Tanque de enfriamiento de leche: Con capacidad para 1,300 litros de leche disponible para procesamiento.
4. Prensa para Quesos y Porcionadora de queso: Se espera que aumenten la eficiencia en el procesamiento y empaclado del queso.

En conjunto, con la maquinaria propuesta y bajo los supuestos anteriores, podrían procesarse un estimado de 16,000 litros de leche al día, lo que equivale a aproximadamente 32,000 botellas de leche (suponiendo una botella estándar de 500 ml).

6.5.2 Cálculo del aumento de productividad:

La productividad se refiere a la relación entre la producción y los recursos utilizados. Al migrar al ambiente 4.0, las empresas pueden aumentar su productividad mediante la optimización de procesos, la eliminación de cuellos de botella, la reducción de tiempos de inactividad y la mejora de la eficiencia.

El cálculo de la productividad se realiza comparando la cantidad de productos procesados antes y después de la implementación de la nueva maquinaria.

$$\text{Aumento de productividad} = \frac{\text{Producción después} - \text{Producción antes}}{\text{Producción antes}} * 100\%$$

$$\text{Aumento de productividad} = \frac{32,000 \text{ botellas} - 2,000}{2,000} * 100\%$$

$$\text{Aumento de productividad} = 1,500\%$$

El aumento en la productividad se estima en un **1,500%**.

6.5.3 Beneficios monetarios:

Para calcular los beneficios monetarios, necesitamos considerar el aumento en los ingresos debido al aumento en la producción de leche y queso.

1. Ingreso diario antes.
 - ✓ Cantidad de botellas de leche procesadas: 2000 botellas/día.
 - ✓ $\text{Ingreso diario} = \$4.87 \times 2000 = \$9,740.$
2. Ingreso diario después:
 - ✓ Cantidad de botellas de leche procesadas: 32000 botellas/día.
 - ✓ $\text{Ingreso diario} = \$4.87 \times 32000 = \$155,840.$
3. Ingreso mensual (Margen bruto):
 - ✓ Ingreso diario antes: \$9,740.00.
 - ✓ Ingreso diario después: \$155,840.00.
 - ✓ $\text{Ingreso mensuales antes} = \$9,740 \times 6 \times 4 = \$233,760.$
 - ✓ $\text{Ingreso mensuales después} = \$155,840 \times 6 \times 4 = \$3,740,160.$

Con el aumento en la productividad, a continuación se realiza una comparativa de los márgenes de ganancia estimados en base a los datos actuales de la empresa y los datos proyectados con el aumento de la productividad, para esto se considera un aumento del 40% de los costos en adquisición de materias primas por elevar la producción de 2000 botellas a 32,000:

Tabla 45: Comparativa de márgenes de ganancia actual-proyectada

COMPARATIVA DE MARGENES DE GANANCIA ACTUAL-PROYECTADA		
Descripción	Actual	Proyectada
CANTIDAD DE BOTELLAS DE LECHE QUE PROCESAN	2000	32000
PRECIO DEL QUESO POR BOTELLA	\$4.87	\$4.87
INGRESO POR BOTELLA DE LECHE	\$9,740.00	\$155,840.00
DÍAS DE TRABAJO	6	6
TOTAL DE INGRESOS SEMANAL	\$58,440.00	\$935,040.00
TOTAL DE INGRESOS MENSUAL (MARGEN BRUTO)	\$233,760.00	\$3,740,160.00
TOTAL DE COSTOS DE MANO DE OBRA, ADMINISTRACIÓN, PRODUCCIÓN Y LOGISTICOS	\$175,319.00	\$440,977.60
TOTAL DE MARGEN DE GANANCIA MENSUAL	\$58,441.00	\$3,299,182.40

Fuente: Elaboración propia.

6.5.4 Reducción de tiempos de ciclo de producción:

La empresa experimentará una considerable reducción de tiempos de ciclo debido a la automatización de cada uno de los procesos mediante la migración del Ambiente 4.0, esto beneficiará considerablemente tanto los ciclos de producción, como también la eficiencia de la planta. Como ejemplo tenemos según un estudio MODAPTS (Organización Modular de Tiempos Normalizados Predeterminados) realizado en la empresa en el año 2021 donde se determinó lo siguiente:

Tabla 46: Estudio MODAPTS

RESUMEN DEL ESTUDIO	
DEPARTAMENTO: Medida del trabajo SECCIÓN:	Estudio núm. 08
OPERACIÓN: Corte y Empaque ESTUDIO DE METODOS núm. 02	HOJA núm:01 de: 01
INSTALACION/ MAQUINA: N/A núm.: 02	FECHA: 01/11/2021
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: CRONOMETRO, LIBRETA DE APUNTES	

PRODUCTO /PIEZA: Queso				
PLANO núm.: 012		MATERIAL: Leche		
CALIDAD:		CONDICIONES DE TRABAJO: Regulares		
		OBSERVADO POR: ML18031		
OPERARIO: 1 SEXO: Masculino FICHA núm. 01		COMPROBADO POR: Ing. Saúl Guardado		
EL. Núm .	Descripción del elemento	Tiempo predeterminado por ciclo (MOD)	Suplementos	Tiempo estándar
1	Posicionarse y sujetar el queso, llevarlo al área de empaque.	953	26.0%	1200.78
2	Posicionarlo en la mesa del área de empaque, toma cuchillo y corta los bordes.	1558	26.0%	1963.08
3	Sujeta queso y lo ubica en la báscula para corroborar si es del peso requerido.	141	26.0%	177.66
4	Prepara plástico para envolver queso.	28	17.0%	35.28
5	Sujeta queso y envuelve con plástico.	1890	26.0%	2381.40
6	Ubicar en el área de Producto terminado.	984	26.0%	1239.84
TIEMPO ESTANDAR(MOD)				6998.04
Unidad de conversión		Tiempo en MOD	Tiempo en min.	Tiempo en seg.
1 MOD = 0.129 seg= 0.00215 min.		6998.04	15.36	902.75

Fuente: Elaboración propia.

Mediante este estudio se determina un tiempo promedio de 15 minutos y 36 segundos para el corte y empaque.

Con base a las especificaciones técnicas de la Porcionadora propuesta con una velocidad de corte de 220/440 cortes por minuto y la Selladora al vacío con una capacidad de 6 a 8 empaques por ciclo, se estima que el proceso completo se puede realizar en 1 minuto.

Reducción de tiempos de ciclo = Tiempo de ciclo antes – Tiempo de ciclo después

$$\text{Reducción de tiempos de ciclo} = 15.36 \text{ min} - 1.00 \text{ min}$$

Reducción de tiempos de ciclo = 14.36 min

Por lo que la reducción del proceso de corte y empaque se estima en 14.36 minutos, optimizando con esto toda la cadena de producción.

6.5.5 Ahorro energético:

La implementación de tecnologías 4.0, como sistemas de gestión energética inteligente y equipos más eficientes desde el punto de vista energético, contribuye con la reducción del consumo de energía en las operaciones de la empresa, lo que resulta en ahorros significativos en costos de energía.

Ahorro energético = Consumo de energía antes – Consumo de energía después

a. Maquinaria Actual:

- ✓ Filtro de tela: 0 kWh.
- ✓ Pasteurizadores: 15 kWh.
- ✓ Tanque de enfriamiento: 3 kWh.
- ✓ Prensa para quesos de madera: 0 kWh.
- ✓ Porcionadora manual con cuchillos: 0 kWh.
- ✓ Selladora: 1 kWh.
- ✓ Etiquetadora: 0.5 kWh.

b. Consumo Total Diario:

Consumo total diario = 0 kWh (filtro de tela) + 15 kWh (pasteurizadores) + 3 kWh (tanque de enfriamiento) + 0 kWh (prensa para quesos) + 0 kWh (porcionadora manual) + 1 kWh (selladora) + 0.5 kWh (etiquetadora)

Consumo total diario = 19.5 kWh

c. Costo Diario:

Costo diario = Consumo total diario * Precio por kWh

Costo diario = 19.5 kWh * \$0.196/kWh

Costo diario = \$3.82

d. Maquinaria del Ambiente 4.0:

- ✓ Filtro de leche: 34.68 kWh.
- ✓ Pasteurizadores: 15 kWh.
- ✓ Tanque de enfriamiento de leche: 3 kWh.
- ✓ Prensa para quesos: 20 kWh.
- ✓ Porcionadora de queso: 11.10 kWh.
- ✓ Selladora al vacío: 0.95 kWh.
- ✓ Codificador (en reposo): 0.30 kWh.
- ✓ Codificador (en uso): 0.04 kWh.

e. Consumo Total Diario:

Consumo total diario = 34.68 kWh (filtro de leche) + 15 kWh (pasteurizadores) + 3 kWh (tanque de enfriamiento de leche) + 20 kWh (prensa para quesos) + 11.10 kWh (porcionadora de queso) + 0.95 kWh (selladora al vacío) + 0.30 kWh (codificador en reposo) + 0.04 kWh (codificador en uso)

Consumo total diario = 85.07 kWh

f. Costo Diario:

Costo diario = Consumo total diario * Precio por kWh.

Costo diario = 85.07 kWh * \$0.196/kWh.

Costo diario = \$16.67.

g. Comparación:

Costo diario con maquinaria actual: \$6.47.

Costo diario con maquinaria del ambiente 4.0: \$16.67.

Ahorro energético = Consumo de energía antes – Consumo de energía después

Ahorro energético: \$6.47 - \$16.67 = **-\$10.20.**

Este resultado indica que la maquinaria del ambiente 4.0 consume más energía que la maquinaria actual, lo que no genera ahorro energético, sino un aumento en el consumo.

6.5.6 Aumento de la eficiencia:

La migración al ambiente 4.0 puede mejorar la visibilidad y la coordinación en toda la cadena de suministro, lo que lleva a una reducción en los costos de inventario, una mejora en la planificación de la demanda y una mayor eficiencia en general en la gestión de la cadena de suministro.

$$Eficiencia\ actual = \frac{Produccion\ actual}{Producción\ estimada} * 100\%$$

$$Aumento\ de\ la\ Eficiencia = Eficiencia\ esperada - Eficiencia\ actual$$

Primero se debe demostrar el aumento de eficiencia al implementar la maquinaria del ambiente 4.0 en el proceso de elaboración de quesos, calcular primero la eficiencia actual y luego la eficiencia esperada con la nueva maquinaria.

Datos:

- ✓ Producción actual: 2000 botellas de leche.
- ✓ Producción estimada: 32,000 botellas de leche.

$$Eficiencia\ actual = \frac{Produccion\ actual}{Producción\ estimada} * 100\%$$

$$Eficiencia\ actual = \frac{2,000}{32,000} * 100\%$$

$$Eficiencia\ actual = 6.25\%$$

Ahora se puede calcular el ahorro de eficiencia usando la fórmula.

$$Aumento\ de\ la\ Eficiencia = Eficiencia\ esperada - Eficiencia\ actual.$$

Sin embargo, se necesita calcular primero la eficiencia esperada con la nueva maquinaria. Donde que se producirán 32, 000 botellas de leche, si con 2000 botellas de leche se producen 500 unidades de queso de 400 gr, se emplea una regla de tres para saber cuántas se producirán con 32, 000 botellas de leche.

$$\frac{2000\ botellas}{500\ unidades\ de\ queso} \times \frac{32000\ botellas}{x}$$

$$x = \frac{500\ Unidades \times 32000\ botellas}{2000\ botellas}$$

$$x = 8000\ unidades$$

Para calcular su eficiencia se usa la siguiente formula:

$$Eficiencia = \frac{Unidades\ producidas}{Entrada\ util\ de\ MP} \times 100$$

$$Eficiencia = \frac{8000}{32000} \times 100$$

$$Eficiencia = \frac{8000}{32000} \times 100$$

$$Eficiencia = 25\%$$

Entonces:

$$Aumento\ de\ la\ Eficiencia = Eficiencia\ esperada - Eficiencia\ actual$$

$$Aumento\ de\ la\ Eficiencia = 25\% - 6.25\% \text{ es igual a: } \mathbf{Aumento\ de\ la\ Eficiencia =}$$

$$\mathbf{18.75\%}$$

6.6 INDICADORES FINANCIEROS DEL CASO PRÁCTICO DE ESTUDIO DEL PROYECTO

Una vez presentados los costos y los beneficios se proceden a realizar los indicadores financieros a fin de determinar la viabilidad de la inversión presentada para la empresa de lácteos, para ello se hacen uso de tres indicadores financieros los cuales son:

1. Valor Actual Neto (VAN): El VAN es una medida financiera que evalúa la rentabilidad de una inversión al calcular la diferencia entre los flujos de efectivo presentes generados por el proyecto y los costos iniciales de inversión.

2. Tasa Interna de Retorno (TIR): La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Es decir, representa la rentabilidad de la inversión al calcular

la tasa a la cual el valor presente de los flujos de efectivo futuros es igual al costo inicial de la inversión.

3. Retorno de Inversión (ROI): El ROI es una métrica que expresa la rentabilidad de una inversión como un porcentaje, calculado y dividiendo la ganancia neta de la inversión por el costo inicial de la misma. Cuanto mayor sea el ROI, mejor será la rentabilidad de la inversión.

6.6.1 FLUJO DE EFECTIVO

El flujo de efectivo es necesario para determinar los indicadores financieros, ya que este indica el dinero que entra y sale de las operaciones de una empresa en un determinado periodo, para determinar el flujo de efectivo de la empresa de lácteos se utilizaron los siguientes datos:

- ✓ Botellas procesadas por día: 32,000.
- ✓ Precio de la unidad de queso: \$ 4.87.
- ✓ Ingreso actual anual: \$44,881,920.00.
- ✓ Costos administrativos, productivos, mano de obra y de distribución:
\$5,291,731.20.
- ✓ Inversión del caso práctico: \$ 139,880.67.

A continuación, se presenta el flujo de efectivo proyectado para 5 años:

Tabla 47: Flujo de efectivo

FLUJO DE EFECTIVO				
AÑO	INGRESOS	EGRESOS	INVERSION	FLUJO NETO
0			-\$139,880.66	
1	\$44,881,920.00	\$5,291,731.20		\$39,450,308.14
2	\$44,881,920.00	\$5,291,731.20		\$39,590,188.80
3	\$44,881,920.00	\$5,291,731.20		\$39,590,188.80
4	\$44,881,920.00	\$5,291,731.20		\$39,590,188.80
5	\$44,881,920.00	\$5,291,731.20		\$39,590,188.80

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinado el flujo de efectivo, se proceden a calcular los indicadores de financiamiento, los cuales se detallan a continuación:

6.6.2 Cálculo del VAN (Valor actual neto)

Fórmula:

La fórmula utilizada para calcular el valor presente neto (VAN) de los flujos de efectivo y, por lo tanto, la TIR, es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t}$$

Ft: es el flujo de efectivo en el periodo *t*.

r: es la tasa de descuento.

t: es el período de tiempo, que es de 5 años.

Cálculos:

Inicializar la tasa de descuento inicial: Inicializar la tasa de descuento inicial (*r*) en 10%.

1. Calcular el Valor Presente Neto (VAN):

Utilizar la fórmula del VAN para cada período y luego sumar estos valores:

$$VPN = \sum_{t=0}^5 \frac{Ft}{(1+r)^t}$$

✓ Para $t = 0$

$$VAN = \sum_{t=0}^5 \frac{-139,880.66}{(1+0.10)^0}$$

✓ Para $t = 1$

$$VAN = \sum_{t=1}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^1}$$

✓ Para $t = 2$

$$VAN = \sum_{t=2}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^2}$$

✓ Para $t = 3$

$$VAN = \sum_{t=3}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^3}$$

✓ Para $t = 4$

$$VAN = \sum_{t=4}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^4}$$

✓ Para $t = 5$

$$VAN = \sum_{t=5}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^5}$$

Sumar todos estos valores:

$$\begin{aligned} \text{VAN} = & -139,880.66 + \sum_{t=1}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^1} + \sum_{t=2}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^2} + \sum_{t=3}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^3} + \\ & \sum_{t=4}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^4} + \sum_{t=5}^5 \frac{39,450,308.14}{(1+0.10)^5} \end{aligned}$$

$$\text{VAN} = \$136,191,744.55$$

6.6.3 Cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno)

Para calcular la TIR calculamos la derivada de la función del VAN con respecto a $r =$

$$\frac{dVPN}{dr} = -\frac{39450308.14}{(1+r)^1} - \frac{2 \times 39590188.80}{(1+r)^2} - \frac{3 \times 39590188.80}{(1+r)^3} - \frac{4 \times 39590188.80}{(1+r)^4} - \frac{5 \times 39590188.80}{(1+r)^5}$$

Luego, actualizamos r utilizando el método de Newton – Raphson: $r = \frac{VPN}{\frac{dVPN}{dr}}$ repetimos

los pasos 2 y 3 con $rn + 1$ hasta que el VAN sea aproximadamente igual a cero. Después de varias iteraciones, el valor convergerá a la TIR. En este caso, la TIR calculada será de un estimado de $r = 28, 203\%$.

6.6.4 Cálculo del ROI (Retorno de la Inversión)

Fórmula:

$$\text{ROI} = \left(\frac{\text{Ingresos} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} \right) \times 100$$

Dado que los ingresos son \$58,440 y la inversión es \$137,316.72, se pueden sustituir estos valores en la fórmula:

$$ROI = \left(\frac{\$3,299,182.40 - \$139,880.66}{\$139,880.66} \right) \times 100$$

Ahora, se resuelve como sigue:

$$ROI = \left(\frac{\$3,159,301.74}{\$139,880.66} \right) \times 100\%$$

$$ROI = (22.59) \times 100\%$$

$$ROI = 2259\%$$

El resultado del cálculo del ROI es 2259%

A continuación, se presentan los cuadros resúmenes de los cálculos de VAN, TIR y

ROI:

CÁLCULO DE LA TIR					
0	1	2	3	4	5
-\$139,880.66	\$39,450,308.14	\$39,590,188.80	\$39,590,188.80	\$39,590,188.80	\$39,590,188.80

TIR	28203%
------------	---------------

CALCULO DEL VAN						
Tasa	0	1	2	3	4	5
10%	-\$ 139,880.66	\$39,450,308.14	\$39,590,188.80	\$39,590,188.80	\$39,590,188.80	\$39,590,188.80

VAN	\$136,191,744.55
------------	-------------------------

ROI	2259%
------------	--------------

Total Margen de ganancia mensual	Inversión Total
\$3,299,182.40	\$ 139,880.66
\$3,159,301.74	
2259%	

6.6.5 Cálculo de Beneficio-Costo

Para la evaluación de la rentabilidad del caso práctico se evalúan los ingresos proyectados a 5 años se calculan de la siguiente manera, tomando como base el flujo de efectivo presentado anteriormente:

- ✓ **B/C mayor a 1:** quiere decir que los ingresos son superiores a los costos, por lo que el proyecto es rentable.
- ✓ **B/C igual a 1:** significa que no hay ni ganancias ni pérdidas, ya que uno absorbe al otro, así el proyecto no es viable.
- ✓ **B/C menor a 1:** indica que los costos sobrepasan a los beneficios por lo que el proyecto no es rentable.

CÁLCULO DEL BENEFICIO-COSTO	
SUMA DE INGRESOS	\$170,137,788.52
SUMA DE EGRESOS	\$20,059,824.62
INVERSIÓN	\$139,880.66
COSTOS + INVERSIÓN	\$20,199,705.28
B/C	8.42

Al realizar el análisis de beneficio-costo, encontramos un valor de 8.42, lo cual indica que por cada dólar invertido se tiene una ganancia de \$7.42 dólares, esto indica que los ingresos que se proyectan son mayores a los costos, por lo cual el proyecto se considera rentable.

6.7 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN EMPRESA DE LÁCTEOS (EIA)

6.7.1. Identificación de Impactos Potenciales:

6.7.1.1 Consumo Eléctrico:

✓ La implementación de maquinaria industrial del ambiente 4.0, como el pasteurizador, la porcionadora de queso y la selladora al vacío, conlleva un aumento significativo en el consumo eléctrico.

✓ Este incremento puede deberse a la operación continua de equipos automatizados, sistemas de control y monitoreo, así como a la demanda adicional de energía para la refrigeración y el enfriamiento de los procesos.

6.7.1.2 Generación de Residuos:

✓ La maquinaria 4.0 en la empresa generará una variedad de residuos, incluyendo envases de plástico y cartón utilizados para el empaquetado de productos, así como residuos orgánicos y subproductos de la producción de queso.

✓ Estos residuos pueden representar un desafío ambiental si no se gestionan adecuadamente, ya que podrían contribuir a la contaminación del suelo, el aire y el agua si se depositan incorrectamente o se eliminan de manera inapropiada.

6.7.1.3 Contaminación del Agua:

✓ Dado que la empresa está ubicada cerca de un río, existe un riesgo significativo de contaminación del agua debido a vertidos accidentales de productos químicos utilizados en los procesos de limpieza y desinfección de la maquinaria.

✓ Los productos químicos pueden incluir desinfectantes, detergentes y lubricantes que pueden contaminar el agua superficial y subterránea si no se manejan adecuadamente.

6.7.2. Evaluación de Impactos:

6.7.2.1 Consumo Eléctrico:

✓ Se estima que el aumento del consumo eléctrico resultará en una mayor demanda de energía eléctrica, lo que puede contribuir a la emisión de gases de efecto invernadero y al cambio climático.

✓ Se calcularán las emisiones de CO₂ asociadas con el consumo adicional de electricidad para evaluar su impacto ambiental.

6.7.2.2 Generación de Residuos:

✓ Se determinará la cantidad y composición de los residuos generados por la operación de la maquinaria, así como las opciones de gestión de residuos disponibles, como el reciclaje, la reutilización o la disposición final en vertederos controlados.

✓ Se evaluará el potencial impacto de estos residuos en el medio ambiente, incluyendo su capacidad para degradarse, su toxicidad y su capacidad para acumularse en el medio ambiente.

6.7.2.3 Contaminación del Agua:

✓ Se identificarán los productos químicos utilizados en los procesos de limpieza y desinfección de la maquinaria, así como sus propiedades y su potencial impacto en el medio acuático.

✓ Se evaluará el riesgo de contaminación del agua y se determinarán las medidas de prevención y mitigación necesarias para proteger la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos.

6.7.3. Plan de Mitigación:

6.7.3.1 Eficiencia Energética:

✓ Se implementarán medidas para mejorar la eficiencia energética de la maquinaria, como la instalación de equipos más eficientes, la optimización de los procesos de producción y la programación de horarios de operación para minimizar el consumo de energía durante los períodos pico.

6.7.3.2 Gestión de Residuos:

✓ Se establecerá un programa de gestión de residuos que incluya la segregación en la fuente, el almacenamiento seguro, la recogida selectiva y el tratamiento adecuado de los residuos generados por la operación de la maquinaria.

✓ Se fomentará la reducción en la fuente, mediante la optimización de los procesos de producción y el uso eficiente de los materiales, así como la promoción del reciclaje y la reutilización de los materiales cuando sea posible.

6.7.3.3 Prevención de la Contaminación del Agua:

- ✓ Se desarrollarán procedimientos de trabajo seguro para el manejo de productos químicos, incluyendo la capacitación del personal en prácticas seguras de manipulación, almacenamiento y eliminación de productos químicos.
- ✓ Se instalarán sistemas de contención y drenaje para capturar y tratar los vertidos accidentales de productos químicos, evitando así la contaminación del agua y reduciendo el riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

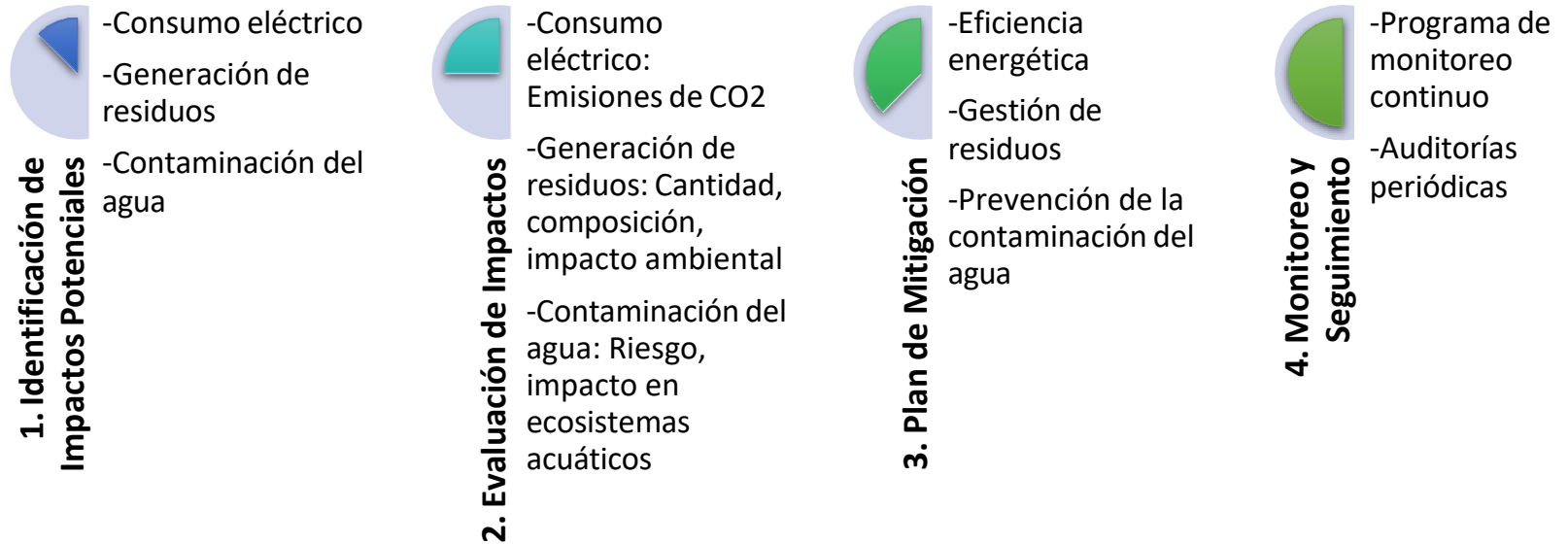
6.7.3.4. Monitoreo y Seguimiento:

- ✓ Se establecerá un programa de monitoreo continuo para evaluar el desempeño ambiental de la empresa y asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas.
- ✓ Se realizarán auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de los requisitos legales y ambientales y para identificar oportunidades de mejora continua en la gestión ambiental de la empresa.

Con estas medidas adicionales, la empresa estará mejor preparada para minimizar los impactos ambientales de la implementación de la maquinaria industrial del ambiente 4.0 y cumplir con los estándares ambientales y regulatorios en El Salvador.

6.7.4 ESQUEMA DE PLAN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y MITIGACIÓN

Ilustración 26: Esquema del plan de evaluación del impacto ambiental y mitigación



Fuente: Elaboración propia.

6.8 EVALUACIÓN SOCIAL

La evaluación social proporcionará una comprensión de los impactos sociales de la automatización en la empresa de lácteos y permitirá desarrollar estrategias efectivas para abordar cualquier desafío identificado. Al involucrar a los empleados y a la comunidad local en el proceso, la empresa puede garantizar una transición suave y responsable hacia la maquinaria automatizada, maximizando los beneficios económicos y sociales para todas las partes involucradas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 48: Evaluación social

POSITIVO	NEGATIVO
IMPACTO EN LOS EMPLEADOS	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se espera que, con la introducción de maquinaria automatizada, la planta requiera menos operadores de maquinaria. ✓ Se crearán 2 a 3 nuevos puestos para técnicos especializados. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se necesitarán más técnicos especializados en mantenimiento y programación de equipos. ✓ Se prevé una reducción del 20% en la cantidad de operadores de maquinaria, lo que equivale a una pérdida de 4 puestos de trabajo.
IMPLICACIONES SOCIALES	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ La automatización permitirá a la empresa aumentar su producción y expandir su mercado, lo que podría generar oportunidades de empleo indirectas en la comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La planta de lácteos es una fuente importante de empleo en la zona, por lo que cualquier reducción en el número de empleos podría afectar negativamente a la comunidad local.
PARTICIPACIÓN, CONSULTA Y MONITOREO	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se establecerán grupos de trabajo con representación de los empleados para discutir los cambios y recopilar sus comentarios y preocupaciones. ✓ Se monitoreará la tasa de empleo en la planta antes, durante y después de la implementación de la automatización. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Oposición por parte de los empleados.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

✓ El ambiente 4.0 ya no es una expectativa en el país, es una realidad que ha venido a cambiar la manera en que las personas interactúan, en que el comercio se mueve y la forma en que se produce, El Salvador es un país que tiene poco auge en esta temática, las empresas manufactureras se encuentran al margen de esta era tecnológica, esperando que otras empresas inicien con el cambio, dando como resultados empresas poco competitivas en el mercado, nacional y sobre todo internacional.

✓ La etapa de diagnóstico, permitió identificar las necesidades y desafíos específicos que enfrentan las empresas manufactureras en El Salvador respecto al ambiente 4.0, evidenciando que no cuentan con líneas estratégicas que demuestren tener una visión de la búsqueda de un camino hacia la Industria 4.0, puesto que sus necesidades incluyen la falta de tecnología avanzada, la falta de capacitación del personal y el escaso conocimiento que tienen tanto directivos como gerentes de la empresa respecto a la temática.

✓ Se ha observado que existe una creciente conciencia entre las empresas manufactureras sobre la importancia de la transformación digital para mantener su competitividad en un mercado globalizado, sin embargo, la incertidumbre de cómo realizar dicha transformación es un problema en común para cada sector, gracias a la investigación bibliográfica, se hace evidente el porqué de dicho temor, pues no se cuenta con investigaciones en Innovaciones Tecnológicas que vayan más allá de brindar información teórica respecto a las tecnologías 4.0, por lo que se tiene la necesidad de

fomentar la colaboración entre el sector empresarial, el gobierno, las instituciones educativas y otros actores relevantes para crear un ecosistema de apoyo que facilite la adopción de la Industria 4.0.

✓ Por otro lado, se pudo identificar una cierta resistencia al cambio en algunas empresas, haciendo alusión que su rubro depende en gran parte de los procesos tradicionales, ya que son estos los que dan el valor agrado y punto diferenciador entre los productos de otras empresas del mismo rubro.

✓ El desarrollo de la investigación permite evidenciar, mediante los resultados de las entrevistas y encuestas que, por las necesidades expresadas por parte de los gerentes y operarios de las empresas, la importancia de desarrollar una guía metodológica que pueda adaptarse a diferentes situaciones y tipos de empresa.

✓ Como parte del diseño es crucial tener en cuenta que es esencial establecer métricas claras y un sistema de seguimiento para evaluar el progreso de las empresas en su adopción de la Industria 4.0 y ajustar la estrategia según sea necesario. Así mismo, para una migración exitosa a un ambiente 4.0, las empresas deberán abordar no solo la tecnología, sino también los aspectos organizativos y culturales de la transformación. A pesar de los desafíos, las empresas reconocen los beneficios potenciales de la migración a la Industria 4.0, como la mejora de la eficiencia y productividad, la reducción de costos y la expansión de sus mercados.

✓ En El Salvador no existe una guía que proporcione las herramientas, el conocimiento o la base necesaria para desarrollar y/o llevar a cabo un proceso de migración de procesos tradicionales a un ambiente 4.0, este proyecto es una oportunidad de crecimiento y desarrollo para cada una de las empresas del sector manufacturero del país, ya que se presenta como la base para iniciar una transformación hacia la denominada “fabrica inteligente”.

✓ Hoy en día y en comparación con empresas transnacionales, las empresas del país carecen de elementos y lineamientos que orienten sus objetivos empresariales al rumbo de una transformación digital, incapaces de competir en mercados internacionales.

✓ El salvador es un país en vías de desarrollo, en donde el gobierno apuesta por mantener y potencializar al país en lo cultural, social, pero sobre todo en lo económico, este proyecto va de la mano con la potencialización de la economía de las empresas manufactureras quienes, con un pilar esencial dentro de la economía salvadoreña, ya que con la automatización se enriquece la productividad, eficiencia y eficacia de cada uno de los procesos productivos de un fabrica. Cabe recalcar que, una transformación no es posible dentro de una empresa sin la colaboración de los miembros de esta, los cuales presentan altos niveles de incertidumbre para adentrarse al mundo de la industria 4.0 y de la utilización de sus herramientas, es por ello que, se ha creado una estructura clara y con un enfoque preciso para guiarles, en el camino de la migración.

✓ La transformación y utilización de herramientas del ambiente 4.0 dentro de los procesos no es un evento momentáneo o que puede lograr en un corto plazo, sobre

todo en aquellas empresas que presenten un nivel bajo de madurez tecnología, sin embargo, la resistencia al cambio dentro de la era digital en la que nos encontramos solo asegura una cosa para estas empresas y es el fracaso.

✓ La etapa económica permitió determinar todos aquellos factores que como sector manufacturero deben tener en cuenta las empresas que decidan aplicar el plan de acción e introducirse en una migración, según su realidad, además de ello el caso práctico da una apertura sobre los resultados que se pueden tener en materia económica y productiva.

✓ Una de las barreras más presente en las mentes de los directivos y empresarios es el tema del dinero y los costos que representa invertir en tecnologías 4.0, sin embargo, existen diversas entidades que apoyan los proyectos de innovación y cada día surgirán más oportunidades, pues para el ser humano de hoy lo tradicional no es rentable, eficiente y eficaz.

✓ Es por ello que, la guía metodológica para migrar a las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0 no es un elemento, si no, una herramienta que por su diseño se ha enfocado a que sirva a cualquier empresa del sector manufacturero, abarcando cada una de las arenas que componen una empresa y ajustándose a las realidades que cada empresa posea.

RECOMENDACIONES

✓ Promover la inversión en el ambiente 4.0 en El Salvador para fortalecer la industria manufacturera: La promoción de la inversión en el ambiente 4.0 debe ser una prioridad estratégica para el desarrollo económico de El Salvador. Esto implica la creación de programas gubernamentales y mecanismos de apoyo financiero que faciliten el acceso de las empresas a tecnologías digitales avanzadas. Estos programas podrían incluir subsidios, préstamos preferenciales o incentivos fiscales para aquellas empresas que estén dispuestas a invertir en la adquisición y la implementación de tecnologías 4.0.

✓ Además, es crucial fomentar la investigación y el desarrollo en este campo: Esto podría lograrse mediante la colaboración entre el sector público, el sector privado y las instituciones académicas para impulsar la innovación en tecnologías digitales. La creación de parques tecnológicos o centros de innovación podría ser una estrategia efectiva.

✓ Asimismo, se podría considerar la creación de programas de capacitación especializada para los empleados de las empresas interesadas en adoptar estas tecnologías. Esto garantizaría que la fuerza laboral esté preparada para operar y gestionar las nuevas herramientas digitales.

✓ Promover Alianzas Estratégicas y Ciclos de Innovación: Promover la creación de alianzas estratégicas entre empresas manufactureras, universidades, organismos gubernamentales y la industria tecnológica. Establecer ciclos de innovación que permitan a las empresas adaptarse más rápidamente a las cambiantes demandas del mercado y

aprovechar las últimas tecnologías. El gobierno puede desempeñar un papel crucial en la promoción de políticas que respalden estas alianzas y ciclos de innovación.

✓ Promover la adopción de tecnologías del ambiente 4.0: Fomentar el interés y la disposición para adoptar tecnologías del ambiente 4.0 en las empresas manufactureras, lo que implica crear conciencia sobre la importancia de la transformación hacia la Industria 4.0 y proporcionar recursos educativos para reducir la resistencia al cambio y aumentar la comprensión.

✓ Fomentar el establecimiento de un sistema de retroalimentación constante: Establecer un proceso estructurado para recopilar, analizar y utilizar retroalimentación de clientes, empleados y otras partes interesadas, con el fin de identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización en todos los aspectos de la operación de la empresa. Esto implica la implementación de herramientas de recopilación de datos, la creación de canales de comunicación efectivos y la promoción de una cultura organizacional que valore y promueva la mejora continua como un principio fundamental.

✓ Se aconseja incluir indicadores cuantitativos en el proceso de diagnóstico para medir de manera precisa la situación tecnológica en cada área, facilitando la identificación de áreas críticas y la toma de decisiones informadas.

✓ Se recomienda expandir el análisis en el plan de acción para incorporar consideraciones de sostenibilidad en la implementación de tecnologías 4.0, evaluando el impacto ambiental, la eficiencia energética y la gestión responsable de recursos.

✓ Se sugiere incluir medidas específicas de ciberseguridad en la estrategia de implementación de tecnologías 4.0 desde el principio, garantizando la protección de datos y la seguridad de la infraestructura tecnológica a lo largo del proceso.

✓ Se aconseja integrar programas de formación continua para el personal, asegurando que adquieran y mantengan las habilidades necesarias para operar y aprovechar al máximo las nuevas tecnologías. La capacitación constante garantizará una adaptabilidad continua a medida que evolucionan las tecnologías.

✓ Se sugiere establecer mecanismos que faciliten el acceso del personal a recursos de formación continua en tecnologías 4.0. Proporcionar plataformas educativas, cursos en línea y programas de capacitación especializados para asegurar que el personal adquiera y actualice constantemente las habilidades necesarias para operar eficientemente en un entorno tecnológicamente avanzado.

✓ Dado que cada empresa tiene su propia realidad económica, es crucial que las empresas interesadas en migrar a un entorno 4.0 realicen un análisis detallado de viabilidad económica adaptado a su situación particular. Este análisis debe considerar aspectos como los costos específicos de inversión, los beneficios esperados y los flujos de ingresos proyectados para determinar la rentabilidad del proyecto.

✓ Las empresas deben investigar y evaluar cuidadosamente las distintas opciones de financiamiento disponibles en el mercado, como las líneas de crédito ofrecidas por entidades financieras o programas de subvenciones gubernamentales. Es importante encontrar la opción

que mejor se adapte a las necesidades financieras y al perfil del proyecto de migración al ambiente 4.0.

✓ La información proporcionada sobre los costos asociados con la migración al ambiente 4.0 es exhaustiva y detallada. Se recomienda complementar esta información con un análisis más profundo de los posibles beneficios específicos que pueden surgir de la adopción de tecnologías 4.0, como el aumento de la eficiencia operativa, la mejora de la calidad del producto y la expansión del mercado.

✓ Aunque se abordan los costos y beneficios, se recomienda incluir una sección dedicada a la identificación y evaluación de los riesgos asociados con el proyecto de migración al ambiente 4.0, así como las estrategias de mitigación correspondientes. Esto proporcionaría a los lectores una visión más completa de los desafíos potenciales y cómo abordarlos de manera efectiva.

✓ Llevar a cabo una evaluación detallada del impacto ambiental de la implementación de tecnologías 4.0 en empresas manufactureras de El Salvador. Identificar y evaluar los posibles impactos negativos en aspectos como el consumo de energía, la generación de residuos electrónicos, la contaminación del aire y del agua, el impacto en la biodiversidad y los riesgos naturales asociados al cambio climático.

✓ Se recomienda establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar el desempeño ambiental de las operaciones después de la implementación de tecnologías 4.0.

Definir indicadores ambientales relevantes y establecer sistemas de monitoreo para recopilar datos sobre consumo de recursos, emisiones contaminantes y gestión de residuos. Analizar periódicamente estos datos para identificar áreas de mejora y tomar medidas correctivas o preventivas según sea necesario.

✓ Desarrollar e implementar políticas y prácticas sólidas de RSE que garanticen la protección de los derechos laborales y humanos en el contexto de la transformación digital. Esto implica no solo cumplir con los requisitos legales, sino también promover prácticas éticas y sostenibles en todas las etapas del proyecto.

✓ Se recomienda realizar una evaluación periódica de los costos y beneficios asociados con la migración a tecnologías 4.0. Esto garantizará que las empresas comprendan completamente el impacto financiero de sus decisiones y puedan ajustar sus estrategias según sea necesario.

BIBLIOGRAFÍA

Agrawal Mayank, Karel Eloot, Matteo Mancini, y Alpesh Patel. (2020). Industria 4.0: reinventando las operaciones de fabricación después de COVID-19. McKinsey.

Aguiló, J. M. (2019). Industria 4.0: la transformación digital en la industria. Industria 4.0: la transformación digital en la industria, 1-148.

<https://www.torrossa.com/en/resources/an/4488348>

Amocimicos. (s/f). Amocimicos.com. Recuperado el 22 de enero de 2024, de <https://www.amoquimicos.com/noticias/industria-de-la-quimica-y-sus-ramas>

Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI). (Julio 2022). Ranking de Exportadores Industriales/2021. Una Industria Salvadoreña que no se Rinde.

Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI). (Julio 2022). Ranking de Exportadores Industriales/2022. El Rol de la Industria Ante la Alteración Económica Mundial

Banco Central de Reserva, Boletín Económico, marzo-abril 20118.

Basco, A. I., Béliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). Industria 4.0: fabricando el futuro. <https://doi.org/10.18235/0001229>

Chávez, J. (2022, 29 agosto). ¿Qué es una Empresa manufacturera? Concepto, tipos y características. Ceupe. <https://www.ceupe.com/blog/empresa-manufacturera.html>

Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa CONAMYPE, Análisis del mercado del sector textil en el Salvador 2022, diciembre 2022.

Dirección de Innovación y Calidad, Ministerio de Economía, Encuesta Nacional de Innovación 2013, Capítulo Industrial, agosto 2013.

Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). Enero 2021. Encuesta de Competitividad Empresarial. Competitividad y transformación digital: claves para superar el impacto del COVID-19.

LEY DE CREACIÓN DEL SISTEMA SALVADOREÑO PARA LA CALIDAD, (21 de julio de 2011) (testimony of L. A. Asamblea Legislativa de La Republica de El Salvador).

LEY DE DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO, (14 de diciembre de 2012) (testimony of L. A. Asamblea Legislativa de La Republica de El Salvador).

LEY DE INVERSIONES, (14 de octubre de 1999) (testimony of L. A. Asamblea Legislativa de La República de El Salvador).

LEY DE MEDIO AMBIENTE, (14 de mayo de 1998) (testimony of L. A. Asamblea Legislativa de La República de El Salvador).

LEY DE FOMENTO INDUSTRIAL, (30 de noviembre de 1989) (testimony of L. A. Junta D. E. Gobierno D. E. El Salvador).

Llamas, J. (2022, 24 noviembre). Industria 4.0. Economipedia.

<https://economipedia.com/definiciones/industria-4-0.html>

Dirección de Innovación y Calidad, Ministerio de Economía, Encuesta Nacional de Innovación 2013, Capítulo Industrial, agosto 2013.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2022). Índice Mundial de Innovación 2022.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (s. f.). Ficha Técnica: Empleo y Migración, El Salvador 2021.

Perfil, VT mí. (s/f). Mensajero. Blogspot.com. Recuperado el 9 de septiembre de 2023, de <https://ismamensajero.blogspot.com/2010/08/clasificacion-de-las-empresas-en-el.html>

¿Qué son las Herramientas Digitales? Aprende Todo y más. (2020, 9 septiembre). Adriw el mejor Blog de Emprendimiento Y Educación Financiera. <https://adriw.com/c-tecnologia/que-son-las-herramientas-digitales/>

Reyes, E. (2022, 4 febrero). Definición de ventaja competitiva según autores Explicación 2022. Emprendedor Inteligente. <https://www.emprendedorinteligente.com/que-es-una-ventaja-competitiva-segun-autores/>

Reyes, E. (2022b, mayo 6). ¿Qué es la innovación según autores?, Tipos de innovación (2022). Emprendedor Inteligente. <https://www.emprendedorinteligente.com/que-es-la-innovacion-segun-autores/>

Reyes, E. (2022b, febrero 10). Definición de cadena de suministro según autores. (2022). Emprendedor Inteligente. <https://www.emprendedorinteligente.com/que-es-la-cadena-de-suministro-segun-autores/>

[Senra, I. \(2022, 20 septiembre\). Qué es Wearable - Definición, significado y ejemplos. Arimetrics. https://www.arimetrics.com/glosario-digital/wearable](https://www.arimetrics.com/glosario-digital/wearable)

Tools, D. (2018, mayo 6). Revolución Industrial – De Industria 1.0 a Industria 4.0. Desouttertools.mx; Desoutter Tools. <https://www.desouttertools.mx/industria-4-0/noticias/1015/revolucion-industrial-de-industria-1-0-a-industria-4-0>

United Nations Industrial Development Organization, 2021. Industrial Development Report 2022. The Future of Industrialization in a Post-Pandemic World. Overview. Viena.

Vive. (2022, 10 de octubre). Principales procesos en la industria alimentaria. UNIR. <https://www.unir.net/empresa/revista/procesos-industria-alimentaria/>

Westreicher, G. (2022, 24 noviembre). Proceso. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/proceso.html>

Y. (2023, 12 enero). 5 Ejemplos de empresas que lideran la industria 4.0. Yeeply. <https://www.yeeply.com/blog/ejemplos-empresas-industria-4-0/>

ANEXOS

ANEXO 1. ÍNDICE DE INNOVACIÓN MUNDIAL 2022

Clas. Índice Mundial / Economía	Puntuación	Clas. Grupo de ingresos	Clas. Regional	Clas. Índice mundial	Economía	Puntuación	Clas. Grupo de ingresos	Clas. Regional
1 Suiza	64.6	1	1	67	Marruecos	28.8	6	8
2 Estados Unidos de América	61.8	2	1	68	Costa Rica	28.7	18	7
3 Suecia	61.6	3	2	69	Argentina	28.6	19	8
4 Reino Unido	59.7	4	3	70	Bosnia y Herzegovina	28.5	20	37
5 Países Bajos	58.0	5	4	71	Mongolia	28.0	7	12
6 República de Corea	57.8	6	1	72	Bahrein	28.0	45	9
7 Singapur	57.3	7	2	73	Túnez	27.9	8	10
8 Alemania	57.2	8	5	74	Georgia	27.9	21	11
9 Finlandia	56.9	9	6	75	Indonesia	27.9	9	13
10 Dinamarca	55.9	10	7	76	Jamaica	27.7	22	9
11 China	55.3	1	3	77	Belarús	27.5	23	38
12 France	55.0	11	8	78	Jordania	27.4	24	12
13 Japón	53.6	12	4	79	Omán	26.8	46	13
14 Hong Kong (China)	51.8	13	5	80	Armenia	26.6	25	14
15 Canadá	50.8	14	2	81	Panamá	25.7	26	10
16 Israel	50.2	15	1	82	Uzbekistán	25.3	10	3
17 Austria	50.2	16	9	83	Kazajistán	24.7	27	4
18 Estonia	50.2	17	10	84	Albania	24.4	28	39
19 Luxemburgo	49.8	18	11	85	Sri Lanka	24.2	11	5
20 Islandia	49.5	19	12	86	Botswana	23.9	29	3
21 Malta	49.2	20	13	87	Pakistán	23.0	12	6
22 Noruega	48.8	21	14	88	Kenya	22.7	13	4
23 Irlanda	48.5	22	15	89	Egipto	22.7	14	15
24 Nueva Zelanda	47.2	23	6	90	República Dominicana	22.7	30	11
25 Australia	47.1	24	7	91	Paraguay	22.7	31	12
26 Bélgica	46.9	25	16	92	Brunei Darussalam	22.2	47	14
27 Chipre	46.2	26	2	93	Azerbaiyán	21.5	32	16
28 Italia	46.1	27	17	94	Kirguistán	21.1	15	7
29 España	44.6	28	18	95	Ghana	20.8	16	5
30 República Checa	42.8	29	19	96	Namibia	20.6	33	6
31 Emiratos Árabes Unidos	42.1	30	3	97	Camboya	20.5	17	15
32 Portugal	42.1	31	20	98	Ecuador	20.3	34	13
33 Eslovenia	40.6	32	21	99	Senegal	19.9	18	7
34 Hungría	39.8	33	22	100	El Salvador	19.9	19	14
35 Bulgaria	39.5	2	23	101	Trinidad y Tabago	19.8	48	15
36 Malasia	38.7	3	8	102	Bangladesh	19.7	20	8
37 Türkiye	38.1	4	4	103	República Unida de Tanzania	19.4	21	8
38 Polonia	37.5	34	24	104	Tayikistán	18.8	22	9
39 Lituania	37.3	35	25	105	Rwanda	18.7	1	9
40 India	36.6	1	1	106	Madagascar	18.6	2	10
41 Letonia	36.5	36	26	107	Zimbabwe	18.1	23	11
42 Croacia	35.6	37	27	108	Nicaragua	18.1	24	16
43 Tailandia	34.9	5	9	109	Côte d'Ivoire	17.8	25	12
44 Grecia	34.5	38	28	110	Guatemala	17.8	35	17
45 Mauricio	34.4	6	1	111	Nepal	17.6	26	10
46 Eslovaquia	34.3	39	29	112	República Democrática Popular Lao	17.4	27	16
47 Federación de Rusia	34.3	7	30	113	Honduras	17.3	28	18
48 Viet Nam	34.2	2	10	114	Nigeria	16.9	29	13
49 Rumania	34.1	8	31	115	Argelia	16.7	30	17
50 Chile	34.0	40	1	116	Myanmar	16.4	31	17
51 Arabia Saudita	33.4	41	5	117	Etiopía	16.3	3	14
52 Qatar	32.9	42	6	118	Zambia	15.8	32	15
53 Irán (República Islámica del)	32.9	3	2	119	Uganda	15.7	4	16
54 Brasil	32.5	9	2	120	Burkina Faso	15.3	5	17
55 Serbia	32.3	10	32	121	Camerún	15.1	33	18
56 República de Moldova	31.1	11	33	122	Togo	15.1	6	19

57	Ucrania	31.0	4	34	123	Mozambique	15.0	7	20
58	México	31.0	12	3	124	Benin	14.6	34	21
59	Filipinas	30.7	5	11	125	Níger	14.6	8	22
60	Montenegro	30.3	13	35	126	Malí	14.2	9	23
61	Sudáfrica	29.8	14	2	127	Angola	13.9	35	24
62	Kuwait	29.2	43	7	128	Yemen	13.8	10	18
63	Colombia	29.2	15	4	129	Mauritania	12.4	36	25
64	Uruguay	29.2	44	5	130	Burundi	12.3	11	26
65	Perú	29.1	16	6	131	Iraq	11.9	36	19
66	Macedonia del Norte	28.8	17	36	132	Guinea	11.6	12	27

Ingresos altos
Ingresos medianos altos
Ingresos medianos bajos
Ingresos bajos

Europa
América del Norte
América Latina y el Caribe

Sudeste Asiático, Asia
Oriental y Oceanía
Asia Central y Meridional

África del Norte y Asia
Occidental
África Subsahariana

Fuente: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2022). Índice Mundial de Innovación 2022.

**ANEXO 2. BALANZA COMERCIAL DE BIENES SEGÚN CIU REV. 4. VALORES EN
MILLONES DE US\$**

	2022												2023	
	Feb (p)	Mar (p)	Abr (p)	May (p)	Jun (p)	Jul (p)	Ago (p)	Sep (p)	Oct (p)	Nov (p)	Dic (p)	Ene (p)	Feb (p)	
EXPORTACIONES														
A. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	26.37	31.22	22.6	29.39	30.06	28.65	17.69	10.49	6.86	5.11	10.3	16.85	20.99	
Café Oro y otros cafés no procesados 1/	18.42	25.58	18.53	25.56	25.23	23.16	14.75	7.33	4.08	1.57	5.46	10.22	15.04	
Resto de productos	7.96	5.65	4.06	3.84	4.83	5.5	2.94	3.16	2.78	3.54	4.84	6.63	5.95	
B. Explotación de minas y canteras	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.05	0.01	0.08	0.03	0.03	0.01	0.02	0.06	
C. Industrias manufactureras	435.2	549.94	430.26	472.54	476.34	507.49	436.51	444.41	435.32	417.06	379.75	415.21	448.93	
Azúcar de caña y demás azúcares 2/	9.42	56.1	6.9	20.21	22.74	19.98	13.96	14.82	8.13	1.48	3.18	32.87	47.41	
Café procesado 3/	0.05	0.12	0.1	0.06	0.1	0.07	0.01	0.1	0.1	0.28	0.16	0.21	0.26	
Resto de productos	425.73	493.71	423.26	452.27	453.5	487.44	422.54	429.48	427.08	415.3	376.41	382.13	401.26	
D. Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	0.41	0.62	0.68	5.02	5.44	5.37	7.34	3.33	4.08	4.74	2.83	1.95	4.35	
G. Comercio al por mayor y al por menor reparación de vehículos automotores y motocicletas	0.17	0.26	0.3	0.17	0.15	0.53	0.48	0.45	0.35	0.25	0.34	0.04	0.17	
V. Industria Manufacturera de Maquila	114.42	138.18	112.96	131.33	113.83	136.31	113.96	125.86	114.03	103.38	84.66	88.48	108.42	
Maquila de Otros Productos	39.87	43.81	38.24	45.53	42.09	37.89	42.62	38.74	41.69	35.7	35.6	34.77	33.57	
Maquila de Prendas de Vestir de Punto	69.24	88.6	69.97	81.95	66.83	92.67	66.85	82.11	68.34	64.56	44.28	48.5	70.19	
Maquila de Productos Textiles	5.31	5.78	4.75	3.85	4.91	5.75	4.49	5.01	3.99	3.12	4.78	5.21	4.66	
IMPORTACIONES														
A. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	43.34	99.98	62.3	76.73	65.66	69.34	86.75	64.43	91.29	63	70.56	67.39	62.8	
Café Oro y otros cafés no procesados 1/		0.15		0.16	0.08	0.08	0.07	0.07	0			0	0	
Resto de productos	43.34	99.83	62.3	76.57	65.58	69.25	86.68	64.36	91.29	63	70.56	67.39	62.8	
B. Explotación de minas y canteras	2.19	1.25	33.49	1.63	1.33	1.7	7.22	22.62	32.86	4.88	1.29	24.96	1.2	
C. Industrias manufactureras	1131.8	1417.54	1243.4	1343.2	1375.6	1337.6	1292.3	1224.7	1209	1279.9	1131.3	1136.1	1087.6	
Azúcar de caña y demás azúcares 2/	0	0.01	0.02	0.02	0.01	0	0.02	0	0.01	0	0.01	0	0.03	
Café procesado 3/	0.28	0.24	0.26	0.43	0.2	0.2	0.3	0.34	0.32	0.29	0.39	0.17	0.33	
Resto de productos	1131.6	1417.29	1243.1	1342.7	1375.4	1337.4	1292	1224.4	1208.7	1279.6	1130.9	1135.9	1087.3	
D. Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	9.95	13.15	10.76	7.76	6.03	2.76	11.86	6.45	5.31	7.53	5.01	7.45	5.9	
G. Comercio al por mayor y al por menor reparación de vehículos automotores y motocicletas	1.92	2.15	1.92	2.26	2.05	2.19	2.53	2.42	2.67	2.83	4.18	2.17	2.27	
V. Industria Manufacturera de Maquila	58.78	79.02	74.23	74.41	72.01	68.01	71.08	77.74	63.96	67.77	54.88	62.15	66.62	
Maquila de Otros Productos	11.86	25.81	28.81	23.28	21.68	21.81	27.91	28.15	21.36	26.31	24.06	33.98	22.92	
Maquila de Prendas de Vestir de Punto	33.05	38.06	30.65	37.33	35.41	33.54	30.35	37.19	30.28	31.12	20.81	17.41	33.72	
Maquila de Productos Textiles	13.87	15.15	14.77	13.8	14.92	12.66	12.82	12.39	12.33	10.34	10.01	10.76	9.98	
Balanza Comercial de Bienes	-671.43	-892.84	-859.29	-867.47	-896.83	-803.16	-895.76	-813.72	-844.43	-895.33	-789.31	-777.67	-643.49	

Fuente: Banco Central de Reserva de El Salvador

**ANEXO 3. LA CLASIFICACIÓN POR PRODUCTO SEGÚN LA
NOMENCLATURA CIU REV. 4 SECCIÓN C: EMPRESAS MANUFACTURERAS**

DIVISIÓN	GRUPO	CLASE	DESCRIPCIÓN
División 10			Elaboración de productos alimenticios
	101		Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos
		1011	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos
		1012	Procesamiento y conservación de pescados, crustáceos y moluscos
	102	1020	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos
	103		Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal
		1031	Extracción de aceites de origen vegetal crudos
		1032	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal refinados
		1033	Elaboración de aceites y grasas de origen animal
	104	1040	Elaboración de productos lácteos
	105		Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados del almidón
		1051	Elaboración de productos de molinería
		1052	Elaboración de almidones y productos derivados del almidón
	106		Elaboración de productos de café
		1061	Trilla de café
		1062	Descafeinado, tosti6n y molienda del café
		1063	Otros derivados del café
	107		Elaboración de azúcar y panela
		1071	Elaboración y refinación de azúcar
		1072	Elaboración de panela
	108		Elaboración de otros productos alimenticios
		1081	Elaboración de productos de panadería
		1082	Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería
		1083	Elaboración de macarrones, fideos, alcu6cuz y productos farináceos similares
		1084	Elaboración de comidas y platos preparados
		1089	Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p.
	109	1090	Elaboración de alimentos preparados para animales
División 11			Elaboración de bebidas
	110		Elaboración de bebidas
		1101	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas
		1102	Elaboración de bebidas fermentadas no destiladas

		1103	Producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas
		1104	Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas
División 12			Elaboración de productos de tabaco
	120	1200	Elaboración de productos de tabaco
División 13			Fabricación de productos textiles
	131		Preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles
		1311	Preparación e hilatura de fibras textiles
		1312	Tejeduría de productos textiles
		1313	Acabado de productos textiles
	139		Fabricación de otros productos textiles
		1391	Fabricación de tejidos de punto y ganchillo
		1392	Confección de artículos con materiales textiles, excepto prendas de vestir
		1393	Fabricación de tapetes y alfombras para pisos
		1394	Fabricación de cuerdas, cordeles, cables, bramantes y redes
		1399	Fabricación de otros artículos textiles n.c.p.
División 14			Confección de prendas de vestir
	141	1410	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel
	142	1420	Fabricación de artículos de piel
	143	1430	Fabricación de artículos de punto y ganchillo
División 15			Curtido y recurtido de cueros; fabricación de calzado; fabricación de artículos de viaje, maletas, bolsos de mano y artículos similares, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería; adobo y teñido de pieles
	151		Curtido y recurtido de cueros; fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería; adobo y teñido de pieles
		1511	Curtido y recurtido de cueros; recurtido y teñido de pieles.
		1512	Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares elaborados en cuero, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería.
		1513	Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares; artículos de talabartería y guarnicionería elaborados en otros materiales

	152		Fabricación de calzado
		1521	Fabricación de calzado de cuero y piel, con cualquier tipo de suela
		1522	Fabricación de otros tipos de calzado, excepto calzado de cuero y piel
		1523	Fabricación de partes del calzado
División 16			Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de cestería y espartería
	161	1610	Aserrado, acepillado e impregnación de la madera
	162	1620	Fabricación de hojas de madera para enchapado; fabricación de tableros contrachapados, tableros laminados, tableros de partículas y otros tableros y paneles
	163	1630	Fabricación de partes y piezas de madera, de carpintería y ebanistería para la construcción
	164	1640	Fabricación de recipientes de madera
	169	1690	Fabricación de otros productos de madera; fabricación de artículos de corcho, cestería y espartería
División 17			Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón
	170		Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón
		1701	Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas; papel y cartón
			Fabricación de papel y cartón ondulado (corrugado); fabricación de
		1702	Fabricación de papel y cartón ondulado (corrugado); fabricación de envases, empaques y de embalajes de papel y cartón.
		1812	Actividades de servicios relacionados con la impresión
	182	1820	Producción de copias a partir de grabaciones originales
División 19			Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles
	191	1910	Fabricación de productos de hornos de coque
	192		Fabricación de productos de la refinación del petróleo
		1921	Fabricación de productos de la refinación del petróleo
		1922	Actividad de mezcla de combustibles
			Fabricación de sustancias y productos químicos
División 20			Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos

	201		Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados, plásticos y caucho sintético en formas primarias
		2011	Fabricación de sustancias y productos químicos básicos
		2012	Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados
		2013	Fabricación de plásticos en formas primarias
		2014	Fabricación de caucho sintético en formas primarias
	202		Fabricación de otros productos químicos
		2021	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario
		2022	Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas
		2023	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador
		2029	Fabricación de otros productos químicos n.c.p.
	203	2030	Fabricación de fibras sintéticas y artificiales
División 21			Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
	210	2100	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
División 22			Fabricación de productos de caucho y de plástico
	221		Fabricación de productos de caucho
		2211	Fabricación de llantas y neumáticos de caucho
		2212	Reencauche de llantas usadas
			Fabricación
		2219	caucho n.c.p.
	222		Fabricación de productos de plástico
		2221	Fabricación de formas básicas de plástico
		2229	Fabricación de artículos de plástico n.c.p.
			Fabricación de otros productos minerales no metálicos
	231	2310	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
	239		Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.
		2391	Fabricación de productos refractarios
		2392	Fabricación de materiales de arcilla para la construcción
		2393	Fabricación de otros productos de cerámica y porcelana
		2394	Fabricación de cemento, cal y yeso

		2395	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso
		2396	Corte, tallado y acabado de la piedra
		2399	Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p.
División 24			Fabricación de productos metalúrgicos básicos
	241	2410	Industrias básicas de hierro y de acero
	242		Industrias básicas de metales preciosos y de metales no ferrosos
		2421	Industrias básicas de metales preciosos
		2429	Industrias básicas de otros metales no ferrosos
	243		Fundición de metales
		2431	Fundición de hierro y de acero
		2432	Fundición de metales no ferrosos
División 25			Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
	251		Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor
		2511	Fabricación de productos metálicos para uso estructural
		2512	Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal, excepto los utilizados para el envase o transporte de mercancías
		2513	Fabricación de generadores de vapor, excepto calderas de agua caliente para calefacción central
	252	2520	Fabricación de armas y municiones
	259		fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades de servicios relacionadas con el trabajo de metales
		2591	Forja, prensado, estampado y laminado de metal; pulvimetalurgia
		2592	Tratamiento y revestimiento de metales; mecanizado
		2593	Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería
		2599	Fabricación de otros productos elaborados de metal n.c.p.
División 26			Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos
	261	2610	Fabricación de componentes y tableros electrónicos
	262	2620	Fabricación de computadoras y de equipo periférico
	263	2630	Fabricación de equipos de comunicación
	264	2640	Fabricación de aparatos electrónicos de consumo
	267	2670	Fabricación de instrumentos ópticos y equipo fotográfico

	268	2680	Fabricación de medios magnéticos y ópticos para almacenamiento de datos
División 27			Fabricación de aparatos y equipo eléctrico
	271		Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos y de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica
		2711	Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos.
		2712	Fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica
	272	2720	Fabricación de pilas, baterías y acumuladores eléctricos
	273		Fabricación de hilos y cables aislados y sus dispositivos
		2731	Fabricación de hilos y cables eléctricos y de fibra óptica
		2732	Fabricación de dispositivos de cableado
	274	2740	Fabricación de equipos eléctricos de iluminación
	275	2750	Fabricación de aparatos de uso doméstico
	279	2790	Fabricación de otros tipos de equipo eléctrico n.c.p.
División 28			Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.
	281		Fabricación de maquinaria y equipo de uso general
		2811	Fabricación de motores, turbinas, y partes para motores de combustión interna
		2812	Fabricación de equipos de potencia hidráulica y neumática
		2813	Fabricación de otras bombas, compresores, grifos y válvulas
		2814	Fabricación de cojinetes, engranajes, trenes de engranajes y piezas de transmisión
		2815	Fabricación de hornos, hogares y quemadores industriales
		2816	Fabricación de equipo de elevación y manipulación
		2817	Fabricación de maquinaria y equipo de oficina (excepto computadoras y equipo periférico)
			computadoras y equipo periférico)
		2818	Fabricación de herramientas manuales con motor
		2819	Fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso general n.c.p.
	282		Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial
		2821	Fabricación de maquinaria agropecuaria y forestal
		2822	Fabricación de máquinas formadoras de metal y de máquinas herramienta

		2823	Fabricación de maquinaria para la metalurgia
		2824	Fabricación de maquinaria para explotación de minas y canteras y para obras de construcción
		2825	Fabricación de maquinaria para la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco
		2826	Fabricación de maquinaria para la elaboración de productos textiles, prendas de vestir y cueros
		2829	Fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso especial n.c.p.
División 29			Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques
	291	2910	Fabricación de vehículos automotores y sus motores
	292	2920	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques
	293	2930	Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores
División 30			Fabricación de otros tipos de equipo de transporte
	301		Construcción de barcos y otras embarcaciones
		3011	Construcción de barcos y de estructuras flotantes
		3012	Construcción de embarcaciones de recreo y deporte
	302	3020	Fabricación de locomotoras y de material rodante para ferrocarriles
	303	3030	Fabricación de aeronaves, naves espaciales y de maquinaria conexas
	304	3040	Fabricación de vehículos militares de combate
	309		Fabricación de otros tipos de equipo de transporte n.c.p.
		3091	Fabricación de motocicletas
		3092	Fabricación de bicicletas y de sillas de ruedas para personas con discapacidad
		3099	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte n.c.p.
División 31			Fabricación de muebles, colchones y somieres
	311	3110	Fabricación de muebles
	312	3120	Fabricación de colchones y somieres
División 32			Otras industrias manufactureras
	321		Fabricación de joyas, bisutería y artículos conexos
		3211	Fabricación de joyas y artículos conexos
		3212	Fabricación de bisutería y artículos conexos
	322	3220	Fabricación de instrumentos musicales
	323	3230	Fabricación de artículos y equipo para la práctica del deporte
	324	3240	Fabricación de juegos, juguetes y rompecabezas

	325	3250	Fabricación de instrumentos, aparatos y materiales médicos y odontológicos (incluido mobiliario)
	329	3290	Otras industrias manufactureras n.c.p.
División 33			Instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo
	331		Mantenimiento y reparación especializado de productos elaborados en metal y de maquinaria y equipo
		3311	Mantenimiento y reparación especializado de productos elaborados en metal
		3312	Mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo
		3313	Mantenimiento y reparación especializado de equipo electrónico y óptico
		3314	Mantenimiento y reparación especializado de equipo eléctrico
		3315	Mantenimiento y reparación especializado de equipo de transporte, excepto los vehículos automotores, motocicletas y bicicletas
		3319	Mantenimiento y reparación de otros tipos de equipos y sus componentes n.c.p.
	332	3320	Instalación especializada de maquinaria y equipo industrial

Fuete: Elaboración propia en base a datos de la CIU.

ANEXO 4. FORMATOS DE ENTREVISTAS, ENCUESTA Y CHEKLIST

FORMATO DE ENTREVISTA PARA GERENTES ADMINISTRATIVOS



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



PROYECTO: *Propuesta de una guía metodológica para migrar a las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0*

Objetivo: Recolectar información del área administrativa de las empresas manufactureras con respecto al ambiente 4.0.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa: _____

Nombre del entrevistado: _____ **Edad:** _____

PREGUNTAS

1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0?
2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?
3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué?
4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué?
5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos?

- 6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?
¿Cuáles?**
- 7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?**
- 8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?**
- 9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?**
- 10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?**
- 11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?**
- 12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?**

**FORMATO DE ENTREVISTA PARA GERENTE DE PRODUCCIÓN**

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

PROYECTO: *Propuesta de una guía metodológica para migrar a las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0*

Objetivo: Recolectar información del área productiva con respecto a los conocimientos y avances del Ambiente 4.0 en las empresas manufactureras de El Salvador.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa: _____

Nombre del entrevistado: _____ **Edad:** _____

PREGUNTAS

1. **¿Conoce usted lo que es la industria 4.0?**
2. **¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos?**
3. **¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa?**
4. **¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles?**
5. **¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?**

6. **¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?**
7. **¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?**
8. **¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?**
9. **¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?**
10. **¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?**
11. **¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?**



FORMATO DE ENCUESTA PARA OPERARIOS



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

PROYECTO: *Propuesta de una guía metodológica para migrar a las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0*

Objetivo: Recabar información acerca del conocimiento de los operarios y la situación de los procesos de fabricación con respecto al ambiente 4.0.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa: _____

Nombre del encuestado: _____ **Edad:** _____

PREGUNTAS

1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0?

2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?

SI _____ NO _____

Justifique su respuesta.

3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen?

4. **¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos?**

5. **¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos?**

SI _____ NO _____

¿Por qué?

6. **¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa?**

7. **¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad?**

SI _____ NO _____

Justifique su respuesta.

8. **¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?**

9. **¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?**

SI _____ NO _____

Explique su respuesta.

10. **¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?**

SI _____ NO _____

11. **Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?**

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI _____ NO _____

Explique su respuesta.

FORMATO DE CHECKLIST PARA LA OBSERVACIÓN NO PARTICIPATIVA



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



PROYECTO: *Propuesta de una guía metodológica para migrar a las empresas manufactureras de sus procesos tradicionales a un ambiente 4.0*

Objetivo: Recolectar información de la empresa a través de la observación de sus procesos en los diferentes niveles de la cadena de suministros.

DATOS GENERALES

Nombre de la empresa: _____

Fecha: _____ **Hora:** _____

Nº	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada			
2	Entrada accesible			
3	Ingreso controlado a las instalaciones			
4	Seguridad interna			
5	Instalaciones limpias			
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional			
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción			

8	Control de calidad durante el proceso de producción			
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad			
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción			
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros			
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros			
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real			
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción			
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción			
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas			
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal			
18	Área de mantenimiento			
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico			

**ANEXO 5. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE ENTREVISTAS A
GERENTES DE ADMINISTRACIÓN**

1. SUBSECTOR DE ALIMENTOS

ENTREVISTA N°1	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Industrias Lácteas San José
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Kenia Claribel Pénate Rivas
EDAD:	33 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? No, no poseo conocimiento al respecto</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? No se han realizado.</p> <p>3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué? Sí, ya que permitirá mejorar el trabajo físico, poder ofrecer mejores precios y reducir tiempos.</p> <p>4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué? Claro que sí, se puede tener menores riesgos de contaminación, mejor eficiencia y eficacia en los procesos, menor riesgo de errores y tema de operación y su ergonomía, ya que la tecnología aporta a estos temas.</p> <p>5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos? Muy conveniente, ya que los beneficios pueden ir en la misma línea de búsqueda de controlar aspectos de eficiencia, eficacia y calidad.</p> <p>6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles? El proceso de empaque y codificado que actualmente se hace de manera manual, lo que haría de ayuda hacerlo mediante una maquinaria, a la hora de empacar el producto es manual y se amarra manualmente y codificado se imprimen las viñetas y se van pegando una a una, estas se hacen en etapas aisladas por lo que sería de gran ayuda que el producto entre a una tolva y salga directo a llenar, codificar y rotular sin necesidad de manipulación humana.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué? El área de finanzas, ya que estas temáticas requieren un alto nivel de inversión y si no se tiene, aunque se desee realizar un cambio de gran magnitud no es posible, ya que en</p>	

planta se cuenta con la mano de obra necesaria para hacer las instalaciones y abiertos a aprendizajes nuevos para posteriores mantenimientos.

8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?

Sí, se tiene la visión de incorporarlas cuando se posea los niveles económicos requeridos, en varias ocasiones dialogan dichas temáticas.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

Como empresas no se realizan exportaciones, sin embargo, se tiene la visión de realizarlas y en dado caso, sí, desde luego que sí ayudaría a mantener niveles de producción requeridos para en cumplimiento de las demandas.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

La empresa realiza proyectos de cualquier índole bajo el apoyo de organizaciones, como teniendo una contraparte que apoye la realización de estos.

Ahora dentro de la empresa, generalmente se realiza primero conseguir los proyectos, hacer la implementación de estructura, maquinaria y equipo y en el paralelo a ello se encuentra la capacitación de los empleados.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Desde luego que sí, para todo en la empresa se tiene un proceso y un manual que dirige ese proceso, entonces en este caso es lo mismo se debe tener algo que vaya diciendo el paso a paso, que hacer en caso de que no se dé algo y todas esas cosas.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Tener una agilidad en el proceso de producción, reducir tiempos y controlar la calidad de los productos, volver hacer mención de la eficiencia y eficacia.

ENTREVISTA N°2	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Beneficio de café San Luis
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	José Fernando Campos
EDAD:	65 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? No conozco de la temática.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? No hay un tiempo definido, se hacen cambios a manera de pueden cubrir económicamente y sea requerido, aunque, no son a gran escala.</p>	

3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué?

Sí, maquinaria que ayude en ciertas partes del proceso que sean más rápidas.

4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué?

Sí, aunque no en todas se puede realizar de la misma manera y en la misma área, depende del rubro, este caso dentro del beneficio se cuenta con máquinas capaces de producir bien, sobre todo ahora que la producción del café ha bajado tanto con tantas edificaciones, zonas que antes eran cafetales, ahora son urbanizaciones y eso ha llevado a arruinar el café y que muchos beneficios dejen de funcionar.

5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos?

Es conveniente para agilizar procesos, pero requiere de mucha inversión y la situación no es igual para todas las empresas, existimos empresas que, aunque se vea una producción constante solamente estamos tratando de seguir sobreviviendo, porque no hay apoyo de gobiernos y organizaciones que existen, pero no hacen nada.

6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles?

La parte de secado, que una parte se realiza en una máquina y otra bajo el sol en el patio básicamente y ese tarda más.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?

La parte económica por no se tiene la capacidad para ello.

8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?

Todo lo que puede ayudar es bienvenido, pero si no se puede cubrir económicamente o no se tiene un apoyo difícilmente se puede implementar.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

En su momento podría considerarse que sí, pero la decadencia de este tema que es beneficio de café cada vez va con mucha más decadencia.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Considero que no sería una opción viable, observando que cada vez el café se está destruyendo y hay menos mano de obra para la corta, menos espacio de cultivos y más aumento de urbanizaciones en la zona.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Para cualquier empresa es bueno algo que guíe el paso a paso y se tengan resultados específicos planteados dentro de ella.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Reducción de tiempos es lo principal, para agilizar el proceso como se mencionó anteriormente el ejemplo del secado.

ENTREVISTA N°3	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Panadería Juanita
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Glenda Amaya
EDAD:	39 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? El uso de tecnologías, estar a la vanguardia nada más.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? No realizamos innovaciones tecnológicas, realizamos procesos manuales.</p> <p>3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué? Sí, pero dentro del rubro la parte de la mano de obra es importante ya que no es lo mismo que una maquina haga todo a que las personas estén cuidadosamente realizando el proceso, el sabor no sería el mismo.</p> <p>4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué? Sí, pero depende del producto si éste lo permite, en este caso la intervención de las personas es muy importante.</p> <p>5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos? Bastante, pero de otros rubros quizás más en donde la mano del hombre no juegue un papel muy crucial dentro del proceso.</p> <p>6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles? La parte de despacho, pero es algo que como empresa familiar nos caracteriza o que brindamos la parte de que los panaderos a los cuales proveemos de pan tomen su tiempo para recogerlo, acomodarlo y poder salir a vender.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué? La productiva porque es difícil sustituir el gusto, paladar y empeño de una persona por una maquina en nuestro caso.</p> <p>8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?</p>	

De momento no, es de considerar y analizarlo bastante a fondo pues es invertir en áreas no tan importantes o de gran valor.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

No realizamos exportaciones, pero a alguna empresa que lo haga claro que sí para cumplir con las producciones quizás.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Primero que sea bien analizado y respaldado para tomar decisiones y que los cambios no sean demasiado drásticos para dar un golpe grande a los trabajadores.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Sí, podría ayudar a cualquier empresa, siempre y cuando este enfocada en un solo sentido, es decir, que se enfoque de manera específica en un rubro.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Agilidad en los procesos, reducción de costos, aumento de producción y eficiencia.

ENTREVISTA N°4	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Pastelería Francesa
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Yamileth Rivera
EDAD:	47 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? Conozco que es adaptar la tecnología, es decir, la automatización de lo que se ejecuta en la empresa.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? Cada vez que se requiera en la implementación de un área.</p> <p>3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué? Sí, ya que agiliza los procesos.</p> <p>4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué? Claro que sí, la empresa será más ágil en los procesos y habrá más orden.</p> <p>5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos? Es conveniente en un porcentaje, aunque nunca podría ser un 100%.</p>	

- 6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?
¿Cuáles?**

No, porque constantemente se están haciendo cambios hacia la tendencia que se vive.

- 7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?**

En la formulación de productos.

- 8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?**

No, por el tipo de productos.

- 9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?**

Por el momento no.

- 10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?**

Pausadamente, de acuerdo al conocimiento y la necesidad.

- 11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?**

Cuando se considere en su totalidad podría ser.

- 12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?**

Agilidad y precisión.

ENTREVISTA N°5

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:	ACOPRAINOR
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Brenda Cerén
EDAD:	30años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0?</p> <p>No, primera vez que la escucho.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?</p> <p>No mucho, tal vez una vez al año.</p> <p>3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué?</p> <p>Si claro, principalmente las empresas que innovan quieren una mayor capitalización, ayudara a mayor producción de las semillas.</p> <p>4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué?</p>	

Sí, ayudara a la sistematización como programas contables, puesto que en nuestro caso es todo a papel.

5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos?

Conveniente, ahora todo es en línea que son procesos importantes implementar en la red.

6. Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles?

Aquí no hay procesos obsoletos e ineficientes, nos adaptamos a los cambios tecnológicos, aunque siempre es difícil en caso de la tecnología.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?

A ninguna porque tenemos un manual de calidad.

8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?

Yo pienso que sí, ayudaría en la publicidad y en los procesos productivos.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

Quizás sería para mejorar el orden y la vanguardia, nuestro producto ya no se exporta, puesto que en otros países es más barato y nosotros ya no podríamos brindarlo más barato.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

De manera simple y entendible.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Si.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Agiliza los procesos, mejora la efectividad y calidad, mejora el orden de la información y la comunicación sería más fácil.

ENTREVISTA N°6	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Lácteos Mayen
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Pablo Heriberto Mayen Hernández
EDAD:	48 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? No, nunca.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? Frecuentemente, hemos cambiado maquinas viejas por nuevas, también hemos instalado software para poder tener mejor la información.</p> <p>3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué? Sí, todo y cuando tengamos un estudio previo.</p> <p>4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué? Si, por dos cosas principalmente, primero la mano de obra es muy complicada actualmente, y segundo mejoraríamos la productividad.</p> <p>5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos? Si las personas si están capacitados si es conveniente y también económicamente se tendría que ver la ayuda para poder invertir en ello.</p> <p>6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles? Obsoletos no, tenemos maquinaria buena, pero las prensas podrían decir que son las que más se acercan al termino puesto que son de madera.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué? En la mayoría, todo siempre si se dan instrucciones de cómo hacerlo.</p> <p>8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué? Sí, esto mejoraría la empresa a nivel de productividad.</p> <p>9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa? Podría, pero considero que otros factores son más importantes.</p> <p>10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa? Por medio de capacitaciones e instrucciones.</p> <p>11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0? Sí, claro.</p>	

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Eficacia en los tiempos, mayor productividad y economía estable.

ENTREVISTA N°7	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Agropecuaria La Laguna
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Christopher Guandique
EDAD:	26 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? La integración de nuevos avances tecnológicos, con la integración de Inteligencia Artificial, software, los cuales ayudan a la estandarización de procesos.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? No se han tenido demasiados avances por ser un sector bastante tradicional, pero si se están haciendo avances en la digitalización de información tanto productiva como administrativa.</p> <p>3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué? Si traería beneficios a la empresa, pero al necesitar bastantes recursos para implementarlos se vuelve más complicado.</p> <p>4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué? Si traería beneficios porque mejoraría la productividad dentro de la empresa, como en las demás empresas manufactureras del país, aumentando las ganancias.</p> <p>5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos? Es muy conveniente para el sector, aunque siempre varios sectores lo tendrían más práctico para implementar estos avances, aunque siempre debe ser la empresa la que decida si implementarlos.</p> <p>6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles? Sí, principalmente el sector del área de ordeño, al ser procesos de medición todavía son procesos tradicionales, el raspado de los galdones.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué? El área agrícola y el área pecuaria al ser procesos bastante tradicionales, porque las inversiones para innovar son demasiado altas.</p> <p>8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?</p>	

Sí, bajo un proyecto propuesto formalmente y bien estructurados considerando los costes y las ganancias a futura como un estudio de factibilidad si se estaría interesado.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

No mejoraría la cantidad de exportación, pero si aumentaría la producción por lo que habría mayores oportunidades para exportar.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Para la incorporación de tecnología en los procesos se debería empezar de forma paulatina en el sector del procesamiento de lácteos, hasta llegar a la parte agropecuaria.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Sí, ya que ayudaría a evaluar el punto en el que nos encontramos actualmente, y guiarnos paso a paso para poder innovar los procesos a un ambiente 4.0, así como los objetivos que se quieren alcanzar y como llegar a ellos.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Mejoras en la producción y aumento en las utilidades de la empresa.

ENTREVISTA N°8

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Lácteos La Laguna
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Marisol Quintanilla
EDAD:	28 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? No conozco lo que es la industria 4.0.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? Las innovaciones se dan en la empresa generalmente hasta que la maquinaria da su vida útil, pero no hay tiempos específicos para realizar innovaciones, y por lo general los procesos se realizan solamente en algunas áreas.</p> <p>3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué? Sí, aunque se deberían de evaluar primeramente los costos en los que se incurriría al realizar las innovaciones.</p> <p>4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué? Si traería beneficios por la agilización de procedimientos, además de la reducción de costos en mano de obra y en planillas.</p>	

5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos?

Sí, porque disminuiría los costos en mano de obra, y mejoraría los ingresos de las empresas.

6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles?

Si, en los procesos manuales tanto en el área de producción como en el área administrativa donde se realizan los procesos de facturación de forma manual todavía.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?

En algunos procesos que se tienen que hacer de forma manual como el control de acidez y el punto de prensado de los quesos.

8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?

Sí, si estuviera bajo mi gestión completa sí, porque todos estamos bajo la gestión de los superiores, por lo que todo depende de su visión, y planes para la innovación.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

Si, por la agilización de procesos, lo que permitiría aumentar la producción y haría más factible el poder exportar nuestros productos.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

La incorporación debe ser paulatina a modo de preparar al personal antes de implementar nuevas metodologías y tecnologías.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Sí, porque serian la base para desarrollar estas innovaciones en la empresa y hacerlo de la forma correcta.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Mayor producción, al generar más productos con mejor calidad, agilizar los procedimientos con la digitalización de documentación.

2. SUBSECTOR QUIMÍCO

ENTREVISTA N°1	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	BROTEK
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Carlos Bautista
EDAD:	53 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? No, pero al investigar es: “nueva manera de producir mediante la adopción de tecnologías 4.0 (cuarta Revolución Industrial), es decir, de soluciones enfocadas en la interconectividad, la automatización y los datos en tiempo real.”</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? Si tomamos en cuenta el concepto, “literal”, lo único que se estaría implementando, por el momento, fase de pruebas para adopción de la DTE (Documentos Tributarios Electrónicos).</p> <p>3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué? Una respuesta en general, sería SI, ahora hay que dejar o desmarcar si estas innovaciones están al alcance y esto dependerá, del nivel educativo que tengan los colaboradores, la receptividad que se tenga hacia un cambio y que ese cambio muestre una mejora “real”, transformando, no sólo procesos o mejorando los mismos, sino que, mejorando el ambiente laboral, eso sí, veamos si estas mejoras traen recortes en las distintas empresas... Si esta es una startup, claro que es lo mejor que le puede suceder, una empresa establecida, deberá hacer esa transición, con sacrificio de personas.</p> <p>4. Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué? Si es adonde yo trabajo, claro que sí, si me remito ahorita, hacia cambios hacia el DTE... Si esto conlleva a que se requiera procesos más automatizados, este es el momento, somos pequeña empresa.</p> <p>5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos? Como mencioné en el numeral 4, es un beneficio, con sacrificio, el cual, si esto no está acompañado con una mejora en nuestra base educativa, desde el colegio hasta, TODAS las UNIVERSIDADES... y no solo ahí, estamos hablando en cada tipo de área productiva del país, desde el campo hacia las empresas.</p> <p>6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles? Procesos Administrativo y en fase de cambio, facturación Electrónica o DTE Procesos Productivos, elaboración y/o cambio en la MP (materia prima), buscar tecnificación en cada etapa, muy manual, existen máquinas, pero todo de acorde a la experticia de la</p>	

persona, no a que se lleven los tiempos establecidos y adecuados en una base de datos, de acuerdo al tipo de producto y sobre esa base, exista una aplicación que lleve los procesos, de acuerdo a órdenes de producción.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?

Las áreas que menos contacto tengan con la tecnología... no hablo de celulares, sino de poder utilizar equipos que mejoren los procesos, de los cuales se necesita la respectiva inducción, pero a la vez que la persona tenga la suficiente inteligencia emocional en querer aprender.

8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?

Si porque así podré jubilarme sin tantas preocupaciones.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

Claro que SI.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Con su debida inducción y metodología.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Es lo más recomendable.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

En tiempos de producción, tiempos de entrega, si existe mejor optimización, esto conlleva a un mejor clima laboral, ya que si se tienen colaboradores que se identifiquen y se empoderen de su trabajo, es un plus a que realice su trabajo más eficiente y más identificado con los objetivos de su puesto o lugar de trabajo.

ENTREVISTA N°2	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GREENER ORIGINS
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Mario Fuentes
EDAD:	60 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? No tengo conocimiento de la industria 4.0, solo sé que es una nueva revolución industrial.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? Estamos constantemente mejorando los procesos de producción para maximizar nuestros equipos agilizando los procesos.</p>	

3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué?

No sabría con exactitud si al implementar algunas herramientas de la industria 4.0 traerá beneficios, pero sí estará constantemente en mejora.

4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué?

Todo lo que se pueda mejorar se debe de mejorar así que considero que siempre cualquier cambio que sea en avance traerá beneficios.

5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos?

Conveniente, dado que mejorarán los procesos y automatizarán todos los procesos posibles.

6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles?

Obsoleto no creo porque lo desarrollamos con el fin necesario.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?

Las menos automatizadas son las de llenado.

8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?

Los lineamientos mencionados mejoraran los procesos por eso sería bueno indagar en lo mismo.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

Creo que sí.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Definitivamente teniendo conocimiento de cómo se deben hacer el proceso.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Definitivamente sí.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Optimizar los procesos.

3. SUBSECTOR TEXTIL

ENTREVISTA N°1	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	INSINCA
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Daniel Ovidio Santos Campos
EDAD:	-
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? No conozco con exactitud lo que es la Industria 4.0</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? Cada año se realizan innovaciones en nuevos productos, y en maquinarias de las distintas áreas de la empresa, como la hilandería.</p> <p>3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué? Si trae beneficios económicos porque cada avance es en favor del progreso.</p> <p>4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué? Dentro de la empresa los procesos no se han cambiado esto debido a que el producto estrella ya tiene sus procesos bien establecidos.</p> <p>5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos? Si se debería incorporar tecnología de la industria 4.0 debido a que esto acarrearía desarrollo al sector, así como una mayor competitividad de las empresas salvadoreñas en el panorama internacional.</p> <p>6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles? Sí, se han identificado procesos ineficientes en el área de hilandería, así como en los procesos de lavado.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué? En el área de hilandería debido a que los procesos están bien estandarizados y se dificulta la innovación, además la maquinaria necesaria es bastante costosa.</p> <p>8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué? Si se estaría interesado en gestionar las innovaciones tecnológicas de la industria 4.0, esto debido a que a la empresa le gusta innovar.</p> <p>9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa? Las exportaciones no, porque estas dependen en su mayoría de factores externos a la empresa.</p>	

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Concientización por fases a la alta dirección, utilizando ejemplos y modelos de funcionamiento en otras empresas donde se hayan implementado estas innovaciones.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Si sería útil, pero antes de implementarlo se deben de utilizar sistemas aprobados internacionalmente, que cuenten con el apoyo del gremio del sector textil, y que haya entidades gubernamentales que lo fomenten.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Mejoras en la eficiencia, la calidad de los productos y los procesos, así como el mejoramiento en la seguridad laboral.

ENTREVISTA N°2

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Confecciones Elizabeth
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Elizabeth de Abrego
EDAD:	45 años

1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0?

No tengo conocimiento de ese tema.

2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas?

No realizamos innovaciones, hacer las prendas de manera manual con las máquinas y cada operaria en su lugar designado.

3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué?

Pueda que sí, pero es algo costoso y en maquilas para nuestra producción que trabajamos con uniformes escolares del gobierno, logramos cumplir con las demandas.

4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué?

A muchas empresas sí, que quizás ya estén encaminadas en algunos avances o hagan cosas no tan manuales.

5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos?

Bastante, para producir rápido algunas cosas, pero no todas las empresas aplican por la parte económica y los productos que hacen.

6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles?

No, sin embargo, si se dan casos en donde si alguna operaria se retrasa con alguna parte de una prenda que es necesaria para otra operaria se dan sus retrasos, pero no es mucho y no sucede a menudo, son casos extremos.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?

El área de costura, porque es donde es todo manual, entre operaria y máquina de coser.

8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?

Por nuestro trabajo no, al incorporar tecnología implica otro tipo de gastos, de inversiones y no es conveniente ya que mantenemos nuestra producción estable.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

No somos exportadores, pero para quienes lo hacen del rubro considero que si ya que quizás maquinas capaces de hacer más cosas y no las tradicionales les ayudaría a competir.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Para definir la forma habría que estudiar a fondo el que se puede implementar y partir de eso.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Sí, pero considero que es algo difícil por las situaciones de la mano de obra o de cosas que no conocemos aún y no se tiene la certeza de que funciona y ayuda.

12. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Mejor ergonomía para las operarias, reducción de tiempos en alguna actividad y reducción de costos.

ENTREVISTA N°3

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Fábrica de Sacos de AGAVE
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Elmer Oveb Vásquez
EDAD:	29 años
<p>1. ¿Conoce lo que es la industria 4.0? El conocimiento es muy poco, básicamente es casi nada solo el uso de tecnología.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia la empresa implementa innovaciones tecnológicas? Normalmente no se tiene una frecuencia, actualmente se está trayendo nueva maquinaria de China, pero es para procesos nuevos con la fabricación de lazos.</p>	

3. ¿Considera que la incorporación de nueva tecnología en la empresa traerá beneficios económicos? ¿Por qué?

Sí, sin embargo, la maquinaria nueva requiere más manteamientos, tiempos de descanso para que duren, porque son más descartables, ya que solo China está haciendo maquinaria para nuestro rubro, entonces eso implica invertir en manteamientos, repuestos, etc.

4. ¿Considera que migrar los procesos tradicionales a un ambiente 4.0 traerá beneficios a su empresa y a las empresas nacionales? ¿Por qué?

Hasta cierto grado sería bueno meterse más de lleno a la automatización porque las personas como andan de buenas andan de malas y producen menos, sin embargo, nosotros dependemos mucho de la vista del operario.

5. ¿Qué tan conveniente es para la industria manufacturera del país que se incorpore tecnología de la industria 4.0 en sus procesos?

Es importante para producir en tiempos cortos, reducir costos y otras cosas, sin embargo, en nuestro caso siempre se requiere algún tipo de intervención de operarios.

6. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? ¿Cuáles?

Existía un proceso que necesitaba cinco personas para operar, con una pequeña modificación en la maquina se logró reducir de cinco personas a una persona en esa actividad.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las que podrían presentar mayores problemas para incorporar innovaciones tecnológicas? ¿Por qué?

El área de controles de calidad, por la rigurosidad del mismo se necesita mucha visualización del operario.

8. ¿Está interesado en gestionar la incorporación de tecnología del ambiente 4.0 dentro de los procesos de la empresa? ¿Por qué?

Es un poco difícil hacer una gran transición dentro de los procesos, para instalar laboratorios de muestras para evaluar alguna muestra u otra maquinaria.

9. ¿Considera que la incorporación de las innovaciones del ambiente 4.0 aumentaría las exportaciones de su empresa?

Podría ayudar, aunque en realidad mantener las exportaciones depende de la calidad del producto que es lo que nosotros vendemos.

10. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Debe ser algo pausado y por etapas para no ser tan drásticos con ello.

11. ¿Considera que una guía metodológica le será de ayuda para migrar sus procesos actuales a un ambiente 4.0?

Claro que sí, ya que no se conoce sobre ello, entonces tener una guía que nos dirija permitiría perder el miedo de introducirse a dicha temática y aprender cosas nuevas.

12. ¿Qué mejoras esperarías obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Reducción de costos y tiempos básicamente, poder producir con calidad y mantener un buen beneficio económico.

**ANEXO 6. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE ENTREVISTAS A
GERENTES DE PRODUCCIÓN**

1. SUBSECTOR DE ALIMENTOS

ENTREVISTA N°1	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Industrias Lácteas San José
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Néstor Argumedo
EDAD:	50 años
<p>1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0? Realmente muy poca, sin embargo, hace referencia al uso de la tecnología en los procesos de una empresa.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos? No hay un tiempo establecido en realidad, cuando se presenta la oportunidad de algún proyecto se dialoga o se hacen proyecciones, pero no con un tiempo definido entre proyectos.</p> <p>3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa? Tal como de la industria 4.0 quizás no, pero se adquirió una máquina para detectar metales en uno de los procesos por los que pasa la leche, y que, además, es una exigencia de uno de los compradores el cual es “Taco Bell” y se ha trabajado con ella desde hace un tiempo, además de una planta eléctrica que se implementó hace bastante tiempo con el fin de contrarrestar cuando no hay energía las fallas de los cuartos fríos.</p> <p>4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles? Sí, uno de los procesos puede ser el empacado, sellado y codificado que actualmente se realiza de manera manual y que automatizarlo agilizaría los tiempos de producción.</p> <p>5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa? Un poco ineficientes el empacado que se realiza de manera manual.</p> <p>6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa? La parte de pasteurización con la detección de metales, que se ha implementado como exigencia de “Taco Bell”.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas? El área de empacado, sellado y codificado.</p> <p>8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?</p>	

Para todo proyecto se hace un plan y cuenta con su proceso para realizar dicho proyecto una vez que ha sido dialogado y aprobado.

9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

Que sea concisa, que objetiva y cubra el objetivo, dentro de la empresa se tienen manuales, en el departamento de calidad se cuentan con protocolos o guías y éstas son de dos, tres o cuatro páginas, fácil de entender y puntual.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

Sí, todo lo que puede ayudar a mejorar es muy bien recibido.

11. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Reducción de tiempos, reducción de costos, mayor eficiencia y eficacia en los procesos que se realizan.

ENTREVISTA N°2	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Beneficio de café San Luis
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Juan Francisco Gonzáles
EDAD:	64 años
<p>1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0? No conozco del tema.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos? No se tiene algo específico, tratamos de tener las maquinas de mayor actualización posible pero los mantenimientos, repuestos y esas cosas son difíciles de conseguir, tardan en ocasiones días en venir y es un problema.</p> <p>3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa? La máquina de secado que se implementó hace unos años, ayuda mucho en secar una parte de la cosecha y lo que no se pueda secar en la máquina se seca en el patio.</p> <p>4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles? Se puede, pero requiere inversión y es un tema que dentro del beneficio económicamente decae cada vez más.</p> <p>5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?</p>	

La parte de corte, hoy en día no se cuenta con la mano de obra como antes, quienes realizan el corte no son cuidadosos en escoger el grano bueno y el que aún no está, si no que cortan parejo y eso implica hacer un proceso de escoger el grano antes de procesarlo.

6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?

No tenemos una automatización, pero si máquinas que nos ayudan a agilizar procesos.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?

La parte de corte es algo manual en su totalidad.

8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?

No se siguen, únicamente se observa la necesidad y la capacidad cuando se han eco cambios que no son tan grandes.

9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

Que no sea una alta inversión, que sea específica y objetiva, que resuelva problemas reales y que ayude con reducción de tiempos y costos.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

Por la situación de decadencia del grano de café no.

11. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Mejoras económicas en dado caso se puede pesar, tiempos y reducción de costos.

ENTREVISTA N°3

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA: Panadería Juanita

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: Juana Santos

EDAD: 62 años

1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0?

No sé de eso.

2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos?

No se realizan innovaciones, solo se cambias algunas herramientas o se implementan más, como latas, estantes y hornos.

3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa?

Ninguna.

4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles?

Quizás lo que se menciona de algo que ayude a llevar un control más computarizado de lo que se hace, ya que somos una empresa familiar y tradicional.

5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?

Considero que los procesos se realizan de buena manera ya que nos dan resultados.

6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?

El proceso es bastante manual, por lo que no se cuenta con máquinas automáticas.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?

Todo el proceso.

8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?

No se sigue ninguno, cuando se quiere introducir algo más en herramientas únicamente se dialoga y se ve si se puede cubrir económicamente la necesidad.

9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

Que sea clara y práctica, que no requiera cosas tan técnicas ya que en nuestro caso poco sabemos de grandes tecnologías.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

Por lo que hacemos quizás no, porque las personas son importantes.

11. ¿Qué mejoras esperaba obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Quizás menores tiempos para producir algo.

ENTREVISTA N°4

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Pastelería Francesa
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Salvador Antonio Palacios
EDAD:	33 años

1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0?

Se refiere al uso de tecnología y su incorporación a los procesos de una empresa, como la siguiente manera de producir en la actualidad.

2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos?

Hablando de actualizaciones se podría mencionar que cada tres meses se hacen revisiones y actualizaciones a lo que son las partes de pedidos y facturación, sin embargo, no es un tiempo definido, sino que, es un tiempo en promedio ya que se puede realizar actualizaciones cada vez que sea necesario.

3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa?

No, en realidad por el rubro los procesos se hacen de forma manual únicamente se tienen maquinas que ayudan en la parte de llenado y se implementan software orientados a la parte de facturación.

4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles?

Por el tipo de producto sería muy caro realizar implementaciones de la industria 4.0 y la parte manual es la parte que distingue a los productos, es decir, aquella parte que le da “El toque” muy probablemente una maquina no podría dar ese mismo diferenciador.

5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?

Se podría mencionar la parte de procesos de apoyo, es decir, la parte de lavado de las herramientas y utensilios ya que se realiza de manera manual y existen maquinas que podrían hacer dicho proceso de manera más automática, pero, en la parte operativa no, a menos que se encuentre un recurso más rápido, es decir, una persona más ágil para dicha tarea.

6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?

La parte de llenado únicamente, por lo mismo del tipo de producto que se hace.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?

El área productiva, ya que se hacen los procesos de forma manual y por el beneficio costo, por ejemplo, el tema de la máquina para lavado que es un proceso de apoyo, no es un proceso que agregue valor al producto entonces no se considera una inversión importante.

8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?

Se piden asesorías de personas externas y que sean expertas en el área que se requiere mejorar.

9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

Primero que nada, que sea propia del rubro, porque si se quiere algo generalizado no va funcionar, debe enfocarse en un rubro específico, estudiarlo a fondo y centrarse en ello, ya que cada rubro tiene sus propias peculiaridades y necesidades, segundo el beneficio-costado que tenga una inversión moderada ya que en un suponer requiere una inversión del 10% de las ventas no es algo factible de realizar ya que como empresa se deben cubrir otras cosas.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

No, por el rubro es muy complicado, podría ser en el área administrativa como opción mejorando algún tipo de sistema.

11. ¿Qué mejoras esperaba obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Reducción de costos y mayor eficiencia, podría esperarse, sin embargo, es muy complicado dentro de la empresa este tipo de implementaciones.

ENTREVISTA N°5	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	ACOPRAINOR
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Jaime Ramírez
EDAD:	41 años
<p>1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0? Primera vez.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos? Hemos venido mejorando poco a poco, hemos cambiado de manual a automático como en el área de autoclave, los costos han venido reduciéndose.</p> <p>3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa? Horno, autoclave que ya son maquinarias industriales.</p> <p>4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles? Claro que si, como en el área de descortezado.</p> <p>5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa? Todos nuestros procesos han ido innovándose, yo considero que podría haber mejor maquinaria.</p> <p>6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa? Autoclave, descortezado y hornos.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas? Yo siento que ninguna.</p> <p>8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son? Sí, capacitaciones, siempre los capacitamos.</p> <p>9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0? Pasos claros para que uno no se confunda.</p> <p>10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica? ¡Si! Claro.</p>	

11. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Depende del área pero la competitividad mejoraría porque actualmente tenemos mucha competencia y eso nos ayudaría a estar por encima ellos.

ENTREVISTA N°6	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Lácteos Mayen
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Josué Enoc Saravia
EDAD:	31 años
<p>1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0? No.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos? Frecuentemente.</p> <p>3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa? Maquinaria nueva.</p> <p>4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles? Si, por ende, si se tecnifica habrá beneficios.</p> <p>5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa? Uno de los procesos que queremos mejorar es en el quesillo, por ejemplo, tiramos 100 botellas de leche para que nos salgan nueve pailas, para que salgan esas nueve pailas tardan 10 a 15 minutos y es cansado.</p> <p>6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa? No hay nada, esta semi, como el descremado es semi puesto que la persona tiene que estar pendiente del proceso.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas? Todas están semi, que está menos diría que es la de prensado.</p> <p>8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son? Ahorita en eso estamos.</p> <p>9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0? Siempre que sea entendible.</p> <p>10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?</p>	

Sí, siempre y cuando creamos que nos va a beneficiar, como te digo tendríamos que hacer un vistazo primero.

11. ¿Qué mejoras esperaba obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Optimización de los recursos, cuando estoy trabajando con personas necesito muchas para el proceso por ejemplo del abastecimiento.

ENTREVISTA N°7	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Agropecuaria La Laguna
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Erick Santiago Arias
EDAD:	24 años
<p>1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0? Sí, la utilización de tecnología como la inteligencia artificial, y mecanismos de seguimiento de los productos.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos? Las innovaciones dentro de la empresa se realizan cuando los dueños de la empresa consideran pertinente realizar mejoras, y comprar nueva maquinaria.</p> <p>3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa? Adquisición de equipo de reutilización del agua con el uso de la bioenergía.</p> <p>4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles? Si, en algunos procesos, como la extracción de leche y su proceso de medición.</p> <p>5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa? Dentro de los procesos productivos los más ineficientes se encuentran los procesos de pasteurización y el proceso de pesaje de leche.</p> <p>6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa? La sala de ordeño es la más automatizado, aunque paradójicamente es la que tiene más oportunidades de mejora e innovación.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas? Los establos del ganado en desarrollo, considerando que esta científica y medicamente comprobado que el confort en el animal genera una productividad mayor.</p> <p>8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?</p>	

Sí, puntualmente se trabajan protocolos que son informados a los operarios que son los que utilizan la maquinaria nueva, y se le informa que tanto pueden ellos revisar el equipo en caso de fallas, o si es necesario hablar con el equipo de mantenimiento.

9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

Habría primeramente evaluar los procesos que pueden generar cuellos de botella, que está atrasando el proceso productivo.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

Se darían pasos para realizar propuestas de inversión, mas no se haría una revolución completa, sino que se llevaría de forma lenta.

11. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Mejorar el rendimiento y la efectividad primeramente, mejorando las áreas donde se tenga la oportunidad de innovar.

ENTREVISTA N°8	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Lácteos La Laguna
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Gerson Guevara
EDAD:	42 años
<p>1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0? No, no tengo conocimiento sobre lo que es la industria 4.0.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos? Generalmente cada cierto tiempo se realizan capacitaciones en maquinarias nuevas y en otros procedimientos para que los empleados aprendan sobre las nuevas innovaciones.</p> <p>3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa? Adquisición de prensa hidráulica, la adquisición de una descremadora nueva mediante el bombeo de leche automático, el proceso de quesos ha sido innovado recientemente mediante la prensa hidráulica.</p> <p>4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles? Sí, siempre se pueden innovar, esto si la empresa quiere invertir, dentro de la empresa se podría innovar en el proceso de corte, esto al realizar cortes automáticos en el procesamiento de queso y de quesillo, y en el área de cremas en el empackado.</p> <p>5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?</p>	

En los procesos de corte de productos, así como el proceso de empaçado.

6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?

El descremado, la prensa hidráulica y la dosificadora de cremas la cual sirve para las medidas.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?

El área de corte de productos es la menos automatizada de la empresa.

8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?

Sí, mediante las capacitaciones y las disposiciones de los jefes de la empresa.

9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

Estandarización en los tipos de maquinaria necesarios, en el empaque de productos y que sea una guía entendible para todos, así como en un mejor diseño de las áreas de trabajo.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

Sí, todo mientras los dueños de la empresa consideren pertinente adoptar las innovaciones, y se puedan diseñar espacios adecuados para los procesos de producción.

11. ¿Qué mejoras esperaba obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Mejoras en las utilidades de los productos, así como en su vida útil, mejoras tanto en la distribución como en los primeros eslabones de la cadena de suministros.

2. SUBSECTOR QUIMICO

ENTREVISTA N°1	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	BROTEK
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Samuel Henríquez
EDAD:	50 años
<p>1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0?</p> <p>He visto en algunas páginas webs el término, pero como tal en persona es la primera vez.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos?</p> <p>Regular diría, actualmente estamos implementando algo que se denomina DTE, que nos ayudara a la movilización más eficaz de información.</p>	

3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa?

Pues diría que, en la información, es la que actualmente implementamos como le había mencionado.

4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles?

Sí, todo se puede mejorar, si una empresa no busca la innovación esta puesta al fracaso, pienso que el proceso que más podría ser automatizado es el empaque de producto.

5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?

Diría principalmente los administrativos actualmente puesto que la información se mueve de manera lenta y manual, estamos tratando de mejorar en ese aspecto.

6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?

Pues diría que el área de mezclado de producto, por ejemplo, puesto que solo se deja la maquinaria actuar cuando ya se han echado los ingredientes.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?

Pues diría que las administrativas.

8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?

Si hablamos de cuando nos entra nueva maquinaria, por ejemplo, si, puesto que se realiza capacitaciones al personal.

9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

Sobre todo, que tenga la información necesaria para poder llevar a cabo los lineamientos que presente.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

Por supuesto.

11. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Diría que un aumento en la eficiencia y en los tiempos de producción.

ENTREVISTA N°2	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GREENER ORIGINS
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Manual Gallardo
EDAD:	40 años
<p>1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0? No tengo conocimiento de la industria 4.0, solo sé que es una nueva revolución industrial.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos? Semanalmente.</p> <p>3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa? La última que implementamos fue en la mezcladora que está más automatizada.</p> <p>4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles? Claro que sí, especialmente diría que al llenado.</p> <p>5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa? No diría que hay procesos obsoletos.</p> <p>6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa? Como dije anteriormente diría que el mezclado.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas? El llenado de producto.</p> <p>8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son? Claro, se tiene un manual de capacitación, por ejemplo.</p> <p>9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0? Información clara sobre la dirección de la misma.</p> <p>10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica? Claro que sí.</p> <p>11. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos? Mayor productividad en todos los procesos productivos.</p>	

3. SUBSECTOR TEXTIL

ENTREVISTA N°1	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	INSINCA
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Rigoberto Álvarez
EDAD:	46 años
<p>1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0? No tengo conocimiento sobre lo que es la industria 4.0.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos? Las innovaciones dentro de la empresa se realizan generalmente cada año.</p> <p>3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa? Hacer productos con “stretch”, productos repelentes contra el agua, en el área de tintorería se han quitado procesos de lavado y secado para las telas que no lo necesitan, se ha adquirido maquinarias teñidoras con mayor rapidez y capacidad, y además se han realizado mejoras en la calidad de los productos.</p> <p>4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles? Las innovaciones dentro de la empresa se pueden realizar en el área de tintorería.</p> <p>5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa? Los procesos más obsoletos e ineficientes dentro de la empresa están en el área de lavado y secado.</p> <p>6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa? En la empresa las áreas más automatizadas son el área de acabados y el área de tintorería gracias a la incorporación de maquinarias teñidoras.</p> <p>7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas? El área de hilandería, esto debido a que no se pueden realizar innovaciones por los procesos estandarizados que se tienen en esta, y la única forma es la adquisición de maquinaria nueva.</p> <p>8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son? Si se siguen lineamientos, la empresa cuenta con un departamento de diseño y desarrollo, la cual es la encargada de innovar los productos, y para la innovación de procesos se tienen ingenieros de procesos, los cuales son los encargados de realizarlas.</p> <p>9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?</p>	

Lo más importante es el estudio de factibilidad, así como la capacidad de la guía, es decir cuánto puede abordar de los procesos de la empresa, y el fácil entendimiento de esta.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

Se sometería primeramente a estudios para tomar en cuenta la factibilidad de adaptarla a las diferentes áreas de la empresa.

11. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Mejoras en la calidad, así como aumento de la eficiencia y la productividad en la empresa.

ENTREVISTA N°2

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Confecciones Elizabeth
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Juan Martínez
EDAD:	52 años

1. ¿Conoce usted lo que es la industria 4.0?

No conozco.

2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos?

No se realizan innovaciones.

3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa?

Somos una empresa no grande que trabajamos de manera tradicional o la forma en como se conoce mayormente el hecho de hacer una prenda, por lo que no tenemos máquinas de última generación o que por sí solas hagan algo, creo que es algo aún muy difícil de tener.

4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles?

Es muy difícil, sin embargo, hay algunas herramientas que quizás podría ayudar a hacer cosas más rápido, como cortadoras para esa área.

5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?

Actualmente se encuentran funcionando bien, se cubren las metas en los tiempos establecidos, quizás hay empresas textiles mucho más grandes que si nos comparamos tenemos nuestros procesos menos eficientes que ellos, pero es un tema también de economía e inversión.

6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?

No tenemos áreas automatizadas como tal.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?

La productiva, el trabajo de las operarias es donde más se nota lo tradicional.

8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?

No se sigue ninguno, pues no se dan ese tipo de cosas.

9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

Que sea clara y específica, que no requiera mucha inversión lo que se hará y que aporte verdaderamente.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

Realmente no, por la falta del conocimiento del mismo.

11. ¿Qué mejoras esperaría obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Mayor eficiencia y eficacia en los procesos que se realizan.

ENTREVISTA N°3**DATOS GENERALES**

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Fábrica de Sacos de AGAVE
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Santiago Gutiérrez
EDAD:	31 años
<p>1. Conoce usted lo que es la industria 4.0? No tengo conocimiento de ese tema.</p> <p>2. ¿Con que frecuencia su empresa realiza innovaciones a los procesos productivos? No se tiene un tiempo definido, se van solventando algunas cosas de acuerdo a la necesidad.</p> <p>3. ¿Qué herramientas o actividades de la industria 4.0 han implementado en los procesos productivos actuales de su empresa? En cuanto a innovaciones se ha traído maquinaria más avanzada, pero trabajar con maquinaria completamente independiente que no necesite intervención del operario no se tiene, por el tipo de materia prima que se utiliza, en la India que es donde se tiene gran competencia el proceso es muy similar, se realiza de manera manual en gran parte.</p> <p>4. ¿Considera usted que se pueden aplicar más innovaciones de la industria 4.0 a los procesos de su empresa? ¿A cuáles? No conocemos que haya maquinaria más avanzada aquí ni en otros países que aportaran a eso, los procesos no están en el nivel que deberían por la maquinaria, pero se desconoce de una que ayude a mejorar, además, que una máquina de una índole más avanzado requiere una gran inversión.</p>	

5. ¿Cuáles son los procesos más obsoletos e ineficientes que se tienen en su empresa?

No ineficiente, pero está un proceso que requiere mucha supervisión y pruebas de la tela porque es bien delicado, entonces se requiere de alguien que ejecute esas actividades.

6. ¿Qué áreas son las más automatizadas dentro de su empresa?

Se trata de operar con las maquinas más avanzadas que se conocen, nos da resultado con el proceso y con garantizar la calidad a diferencia de la competencia que su calidad no es muy buena.

7. ¿Qué áreas de la empresa son las menos automatizadas?

Todas las áreas casi que están por igual en funcionamiento.

8. ¿Se siguen lineamientos para realizar innovaciones en su empresa? ¿Cuáles son?

Se plantean las propuestas y se dialogan con los directivos, actualmente por la situación de pocos ingresos por parte de los sacos se implementaron nuevos productos como pitas y lazos, se plantean y se analiza la factibilidad de realización y de aceptación en el mercado.

9. ¿Qué atributos importantes considera que debe contener una Guía Metodológica para la adopción de innovaciones del ambiente 4.0?

Que cumpla su objetivo y que se practica para su aplicación, además, que se obtenga un buen beneficio-costos.

10. ¿Considera usted que dentro de su empresa se adoptarían las innovaciones del ambiente 4.0 al tener una Guía Metodológica?

Sí, todo lo que ayude a mejorar los procesos y reducir costos es recibido.

11. ¿Qué mejoras esperaba obtener al incorporar herramientas del ambiente 4.0 a sus procesos?

Reducción de costos es algo que nos ayudaría en gran medida.

**ANEXO 7. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE ENCUESTAS A TÉCNICOS
EN MANTENIMIENTO Y OPERARIOS**

1. SUNSECTOR DE ALIMENTOS

ENCUESTA N°1	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Industrias Lácteas San José
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Douglas Hernández
EDAD:	50 años
<p>1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0? No conozco la temática.</p> <p>2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? SI <u>X</u> NO</p> <p>Justifique su respuesta. Los procesos de control se hacen de manera manual.</p> <p>3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen? Se hace un calendario de mantenimiento y se evalúa la excelencia del trabajo.</p> <p>4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos? Solo la planta eléctrica.</p> <p>5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos? SI <u>X</u> NO</p> <p>¿Por qué? Para ser más eficientes.</p> <p>6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa? No conozco del tema.</p> <p>7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad? SI <u>X</u> NO</p> <p>Justifique su respuesta. Sin justificar.</p> <p>8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa? No sé.</p>	

9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?

SI NO X

Explique su respuesta.

No conozco del tema.

10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?

SI X NO

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

Sin responder.

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI X NO

Explique su respuesta.

En este caso, aclarar que es necesario tener respecto a herramientas del ambiente 4.0 por que no se sabe del tema.

ENCUESTA N°2

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Beneficio de café San Luis
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	José Gutiérrez
EDAD:	61 años

1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0?

No conozco que es.

2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?

SI X NO

Justifique su respuesta.

La corta y secado en ocasiones que había mucha producción.

3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen?

Se supervisa el proceso nada más.

4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos?

Máquina de secado.

5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos?

SI NO X

¿Por qué?

La producción de café es cada vez menos.

6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa?

No sería de alto impacto porque sería gran gasto y la producción de café baja.

7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad?

SI NO X

Justifique su respuesta.

Se logra sacar bien lo necesario con lo que se tiene.

8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Con apoyo de alguna organización o el gobierno, cosa que no se tiene para cubrir los costos.

9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?

SI NO X

Explique su respuesta.

No conozco de cosas avanzadas.

10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?

SI NO X

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI X NO

Explique su respuesta.

Para conocer más.

ENCUESTA N°3

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Panadería Juanita
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Rogelio Guevara
EDAD:	42 años
<p>1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0?</p> <p>No sé.</p> <p>2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?</p> <p>SI NO <u>X</u></p> <p>Justifique su respuesta.</p> <p>Todo funciona bien.</p>	

- 3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen?**

Siempre los encargados andan supervisando lo que uno hace.

- 4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos?**

Ninguno.

- 5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos?**

SI NO X

¿Por qué?

No, una maquina no hará igual los productos.

- 6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa?**

Por los productos de ninguna manera.

- 7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad?**

SI NO X

Justifique su respuesta.

Porque son procesos manuales.

- 8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?**

No sé.

- 9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?**

SI NO X

Explique su respuesta.

No conozco de esas cosas.

- 10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?**

SI NO X

- 11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?**

- 12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?**

SI X NO

Explique su respuesta.

Para aprender sobre eso.

ENCUESTA N°4	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Pastelería Francesa
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Javier Chavarría
EDAD:	30 años
<p>1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0? Que las maquinas se puedan mejorar a través de las computadoras.</p> <p>2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? SI <u>X</u> NO</p> <p>Justifique su respuesta. Procesos manuales de administración y facturación.</p> <p>3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen? Anualmente cuando se evalúa la mejora de procesos por el gerente de operaciones.</p> <p>4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos? Sistema de facturación.</p> <p>5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos? SI NO <u>X</u></p> <p>¿Por qué? Por el tipo de producto que se elabora.</p> <p>6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa? No sería muy aplicado en procesos productivos, sino, en los de apoyo.</p> <p>7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad? SI NO <u>X</u></p> <p>Justifique su respuesta. Se necesita realizar una alta inversión.</p> <p>8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa? Principalmente en los procesos de apoyo.</p> <p>9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0? SI NO <u>X</u></p> <p>Explique su respuesta. Es necesario la capacitación en lo que se implemente.</p> <p>10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones? SI <u>X</u> NO</p>	

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?
Anualmente.

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?
SI NO

Explique su respuesta.

ENCUESTA N°5	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	ACOPRAINOR
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Rosa Ventura
EDAD:	20 años
<p>1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0? Primera vez, la verdad no tengo nada de conocimiento de ello.</p> <p>2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? SI NO <u>X</u></p> <p>Justifique su respuesta. No sabría decirle.</p> <p>3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen? Diario, lo van evaluando por medio de supervisión.</p> <p>4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos? Sí, los hornos porque han mejorado el rendimiento.</p> <p>5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos? SI <u>X</u> NO</p> <p>¿Por qué? Todo para mejorar es bueno para rendir mejor la producción y para el operario será más fácil.</p> <p>6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa? Mejorarían todas las áreas, es una mejora para todos no solo para un cierto grupo.</p> <p>7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad? SI <u>X</u> NO</p> <p>Justifique su respuesta. Sin justificar.</p>	

8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Por medio de informaciones, capacitaciones para dar a conocer las funciones, las mejoras y todo.

9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?

SI NO X

Explique su respuesta.

Para empezar el termino es nuevo, tendría que antes informarme.

10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?

SI X NO

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

Dependiendo del área al que vaya a entrar, si hoy viene un trabajador nuevo pasa por la jefa de personal y después pasa por el jefe de producción.

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

Explique su respuesta.

ENCUESTA N°6

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:	Lácteos Mayen
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Pablo Heriberto Mayen
EDAD:	23 años

1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0?

No, el termino como tal no.

2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?

SI NO X

Justifique su respuesta.

Todo producto nos sale de calidad.

3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen?

Cada 8 días, evalúan la calidad de los tiempos.

4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos?

Para el lavado hidrolavadora, para la leche con bomba, también ventiladores industriales y tenemos máquinas para prueba de leche para que todo esté bien.

5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos?

SI NO

¿Por qué?

Sería lo más adecuado para poder tener más higiene y calidad, las personas solemos cometer más errores.

6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa?

Si tenemos una higiene de 95% vamos a tenerla de 100% y si tenemos una productividad menor igual va a incrementar.

7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad?

SI NO

Justifique su respuesta.

Si se trabaja bien de acuerdo con las instrucciones sí.

8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Como en maquinaria en prensas para el queso, que se tarda mucho actualmente.

9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?

SI NO

Explique su respuesta

Como es nuevo para mí, puedo aprender.

10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

Explique su respuesta.

Si, vaya porque si entra una persona que no sabe nada del proceso sería más fácil que aprenda con un plan de capacitación.

ENCUESTA N°7	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Agropecuaria la Laguna
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Alberto Guevara
EDAD:	58 años
<p>1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0? No tengo conocimiento.</p> <p>2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>Justifique su respuesta. Se pueden mejorar las comidas de los animales.</p> <p>3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen? Se evalúa en base al rendimiento del ganado o si se baja la producción, además de evaluaciones semanales.</p> <p>4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos? Implementación de Mixer, esta prepara la ración para el ganado.</p> <p>5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>¿Por qué? Sí, porque cada día surgen cosas nuevas que se pueden implementar.</p> <p>6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa? Ayudando a los trabajadores a hacer sus tareas más rápido.</p> <p>7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>Justifique su respuesta. Sí, porque ayudaría a realizar los trabajos más rápido.</p> <p>8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa? De manera que uno pueda aprender a utilizar las nuevas herramientas y maquinarias.</p> <p>9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0? SI NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Explique su respuesta. Pero se puede aprender en el día a día utilizándolas.</p> <p>10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?</p>	

SI NO

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

Cada vez que se adquieren nuevas maquinarias se capacita a los trabajadores.

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

Explique su respuesta.

ENCUESTA N°8

DATOS GENERALES

NOMBRE DE LA EMPRESA: Lácteos La Laguna

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: Adalberto Marengo

EDAD: 38 años

1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0?

No sé.

2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes?

SI NO

Justifique su respuesta.

Porque la producción es continua.

3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen?

Evaluación cada mes y alguna maquinaria se revisa cada dos meses.

4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos?

Prensas neumáticas, batidoras para el queso fresco, y molaxadora.

5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos?

SI NO

¿Por qué?

Mejora la productividad y la cantidad de productos.

6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa?

En mejorar la productividad de los procesos, haciéndolos más rápidos.

7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad?

SI NO

Justifique su respuesta.

Los procesos serían más rápidos, se necesitaría menos personal y aumentaría las ganancias.

8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Tendría que ser pausada con la debida capacitación para el personal.

9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?

SI NO

Explique su respuesta.

Ya tenemos cierto conocimiento en el área.

10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

Explique su respuesta.

Es de capacitar al personal cada cierto tiempo, para mejorar la productividad y cuidar el equipo de un mal uso.

2. SUBSECTOR QUIMÍCO

ENCUESTA N°1	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	BROTEK
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Fernando López
EDAD:	24 años
<p>1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0? No, es la primera vez que me lo mencionan.</p> <p>2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? SI NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Justifique su respuesta. No he visto uno, puesto que, todos ayudan a sacar el producto.</p>	

- 3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen?**

Diría que diariamente, pues siempre nos están supervisando el trabajo efectuado.

- 4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos?**

Pues últimamente están tomando más cambios en áreas administrativas según he observado.

- 5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos?**

SI NO

¿Por qué?

Sería más fácil para nosotros puesto el trabajo sería menos pesado.

- 6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa?**

Pues mejoraría la producción y la haría más efectiva, puesto que esta haría los productos más rápido.

- 7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad?**

SI NO

- 8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?**

Según sea las indicaciones de la persona que quiera incorporar los procesos y que los siempre capaciten al personal antes y los tengan informados.

- 9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?**

SI NO

Explique su respuesta.

Yo considero que todavía no, pero puedo leer para poder entender la temática.

- 10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?**

SI NO

- 11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?**

Yo diría cada vez que se da un cambio en la empresa.

- 12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?**

SI NO

Explique su respuesta

ENCUESTA N°2	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	GREENER ORIGINS
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	José Duarte
EDAD:	25 años
<p>1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0? NO.</p> <p>2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>Justifique su respuesta. El método de mezcla de productos en proceso.</p> <p>3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen? Se hace una evaluación semanal y se hacen anuales.</p> <p>4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos? Se mejoró el equipo de mezclado de productos a uno con mayor capacidad y mayor eficiencia en su accionar.</p> <p>5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>¿Por qué? Porque haría más eficiente la mezcla de homogenización.</p> <p>6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa? Al tener conocimiento de lo que es la tecnología del ambiente 4.0 se me hace necesario para mejorar los procesos productivos integrándolos a cada uno de los procesos.</p> <p>7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>Justifique su respuesta. Agilizando uno de los pasos para la consecución de productividad y eficacia.</p> <p>8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa? Mediante capacitaciones permanentes para mejorando cada uno de los departamentos y los involucrados.</p> <p>9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>Explique su respuesta.</p>	

Porque se la utilización actual y eso me hará mejorar al tener el conocimiento de la industria 4.0

10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?

SI X NO

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

Al menos tres veces al año.

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

Explique su respuesta

3. SUBSECTOR TEXTIL

ENCUESTA N°1	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	INSINCA
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	José Daniel Chávez Martínez
EDAD:	23 años
<p>1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0? No conozco lo que es.</p> <p>2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? SI NO <u>X</u></p> <p>Justifique su respuesta. Hasta el momento todos los procesos que ocupamos en el departamento son eficientes en la producción.</p> <p>3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen? Generalmente a diario, según el área o las circunstancias se hace semanalmente o cada dos días.</p> <p>4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos? Tenemos una secadora de humedad en el área de Laboratorio de Calidad (Hilandería) la cual nos ayuda a saber cuál es la humedad de los hilos de una manera más automática y acertada, incluso hay más equipos como el USTER que nos ayuda a ver las irregularidades en el hilo. }</p>	

5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos?

SI NO

¿Por qué?

Sí, porque considero que entres más actualizado estemos en algunos equipos o maquinarias de producción nos ayudará a sacar mayor calidad y a disminuir los costos.

6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa?

No tengo conocimiento acerca de esta tecnología.

7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad?

SI NO

Justifique su respuesta.

Desde luego, ya que aumentaría la producción, siempre y cuando todos los procesos automáticos estén en buen estado, tengan su debido mantenimiento y supervisión por parte del encargado del área.

8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa?

Considero que debería incorporarse esta tecnología poco a poco, no de un solo, porque si se hace despacio podrían ver de cerca todos los beneficios e incluso las posibles desventajas que pudieran encontrar al momento de instalarlas.

9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0?

SI NO

Explique su respuesta.

No, porque para tener el conocimiento para operar ese tipo de herramientas tendría que tener una capacitación para lograr entender los mecanismos de dichos equipos automáticos.

10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

Explique su respuesta.

Sí, porque es necesario para poder comprender de mejor forma las nuevas incorporaciones tecnológicas, así como los diferentes cambios en los procesos de la empresa.

ENCUESTA N°2	
DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	Confeciones Elizabeth
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Gloria Esperanza Segovia
EDAD:	59 años
<p>1. Según su conocimiento, ¿Qué es la industria 4.0 o ambiente 4.0? No tengo conocimiento de eso.</p> <p>2. ¿Dentro de la empresa ha identificado procesos obsoletos e ineficientes? SI NO <u>X</u></p> <p>Justifique su respuesta. Todo funciona bien.</p> <p>3. ¿Con que regularidad evalúan la eficiencia de los procesos y de qué manera lo hacen? Supervisan los trabajos que hacemos en las prendas regularmente.</p> <p>4. ¿Cuáles son las técnicas y/o equipos que han implementado en la empresa para automatizar los procesos? No se ha implementado nada de eso.</p> <p>5. ¿Considera que la empresa debería invertir en proyectos de automatización en los procesos productivos? SI NO <u>X</u></p> <p>¿Por qué? No tengo conocimiento de eso, así que no sabría si hay algo que ayude.</p> <p>6. ¿De qué manera considera que la tecnología del ambiente 4.0 participaría en el desarrollo de los procesos productivos de la empresa? No sabría.</p> <p>7. ¿Está de acuerdo en que la incorporación de un ambiente 4.0 en los procesos productivos aumentaría la productividad? SI NO <u>X</u></p> <p>Justifique su respuesta. Sin justificar.</p> <p>8. ¿Cómo considera que debe ser la incorporación de la tecnología 4.0 en los procesos de la empresa? Todo es manual no hay tecnología.</p> <p>9. ¿Considera que tienen el conocimiento necesario para operar con herramientas del ambiente 4.0? SI NO <u>X</u></p> <p>Explique su respuesta. No conozco del tema.</p> <p>10. ¿Tienen un programa o plan de capacitaciones? SI NO <u>X</u></p>	

11. Si su respuesta a la pregunta 10 fue SI, ¿Con qué regularidad reciben las capacitaciones?

12. Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, ¿Considera necesario tener un programa o plan de capacitaciones?

SI NO

Explique su respuesta.

Para aprender más.

ANEXO 8. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN MEDIANTE CHECKLIST

1. SUBSECTOR DE ALIMENTOS

CHECKLIST N°1				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			Industrias Lácteas San José	
Fecha: 26/06/2023			Hora: 11:30 am	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada	x		
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones	x		Registro de personas antes de ingresar
4	Seguridad interna		x	
5	Instalaciones limpias	x		
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional	x		Gorros de cabello, botas y vestimenta adecuada.
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción	x		
8	Control de calidad durante el proceso de producción		x	No se efectuó durante el momento.
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad	x		Departamento de calidad trabajado sin inconvenientes,
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción	x		Únicamente planta electica y maquina detectora de metales
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	No se cuenta
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	No se obtuvo información
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción	x		Proceso organizado
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas	x		Tareas delegadas
17	Espacios adecuados para la	x		Lo necesario

	organización de maquinaria, equipo y personal			
18	Área de mantenimiento		x	No se cuenta
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	No se cuenta

CHECKLIST N°2				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			Beneficio de café San Luis	
Fecha: 04/07/2023			Hora: 09:00 am	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada		x	
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones		x	
4	Seguridad interna		x	No se pudo observar
5	Instalaciones limpias	x		
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional		x	No se cuenta
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción		x	No había producción.
8	Control de calidad durante el proceso de producción		x	No se pudo observar
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad		x	Incluso había problemas de energía eléctrica.
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción		x	Únicamente máquina de secado
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	No se cuenta
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	No se cuenta
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta
SECCIÓN 3				
15	Secuencia óptima de la cadena de producción		x	No se pudo observar, no había producción

16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas		x	No se pudo observar, no había producción
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal		x	No se pudo observar
18	Área de mantenimiento		x	No se pudo observar
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	No se cuenta

CHECKLIST N°3				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			Panadería Juanita	
Fecha: 10/07/2023			Hora: 1:00 pm	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada		x	
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones		x	
4	Seguridad interna		x	
5	Instalaciones limpias	x		
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional		x	No se cuenta, únicamente cuidan la higiene
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción		x	Había máquinas para amasar sin usar
8	Control de calidad durante el proceso de producción		x	No se pudo observar
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad		x	Se cuenta internet para cosas básicas.
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción		x	
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	No se cuenta
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	No se cuenta
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta
SECCIÓN 3				

15	Secuencia optima de la cadena de producción		x	No se pudo observar
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas		x	No se pudo observar
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal	x		Cada cosa tiene su lugar según la distribución que tienen en el lugar
18	Área de mantenimiento		x	No se pudo observar
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	No se cuenta

CHECKLIST N°4				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			Pastelería Francesa	
Fecha: 21/07/2023			Hora: 2:00 pm	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada	x		
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones	x		Registro de personas antes de ingresar
4	Seguridad interna		x	No se pudo observar
5	Instalaciones limpias	x		
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional		x	No se pudo observar
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción		x	No se pudo observar
8	Control de calidad durante el proceso de producción		x	No se pudo observar
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad	x		
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción		x	Únicamente máquina de llenado
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	No se cuenta
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	No se obtuvo información
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta

14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción		x	No se pudo observar
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas		x	No se pudo observar
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal		x	No se pudo observar
18	Área de mantenimiento		x	No se pudo observar
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	No se cuenta

CHECKLIST N°5				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			ACOPRAINOR	
Fecha: 10/07/2023			Hora: 9:00 am	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada		x	Se ingresa con facilidad
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones		x	No hubo preguntas en la entrada al establecimiento
4	Seguridad interna		x	
5	Instalaciones limpias	x		
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional	x		Solo una colaboradora de diez en producción no tenía gorro y mascarilla
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción	x		
8	Control de calidad durante el proceso de producción	x		

9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad		x	No brindan Wifi y Señal escasa
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción	x		Únicamente hornos
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	No se cuenta
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	No se obtuvo información
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción	x		
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas	x		Tareas delegadas
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal	x		
18	Área de mantenimiento		x	
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	No se cuenta

CHECKLIST N°6				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			Lácteos Mayen	
Fecha: 20/07/2023			Hora: 09:32 am	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada		x	
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones		x	
4	Seguridad interna		x	
5	Instalaciones limpias	x		Falta áreas que pueden mejorar
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional	x		Mínimas
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción	x		
8	Control de calidad durante el proceso de producción	x		
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad		x	Sin red Wifi
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción	x		Maquinaria para elaborar el quesillo
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros	x		Se han comenzado a implementar
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	No se obtuvo información
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta

14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción	x		Proceso organizado
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas	x		Tareas delegadas
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal	x		
18	Área de mantenimiento		x	No se cuenta
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico	x		Realizada por el Gerente administrativo y su Hijo

CHECKLIST N°7				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			Agropecuaria la Laguna	
Fecha: 16/06/2023			Hora: 8:00 am	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada		x	
2	Entrada accesible		x	
3	Ingreso controlado a las instalaciones		x	
4	Seguridad interna		x	
5	Instalaciones limpias		x	
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional	x		
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción	x		
8	Control de calidad durante el proceso de producción		x	
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad		x	

10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción		x	
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción		x	
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas	x		
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal	x		
18	Área de mantenimiento	x		
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	

CHECKLIST N°8				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			Lácteos La Laguna	
Fecha: 21/06/2023			Hora: 10:40 am	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada	x		
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones	x		Los vigilantes piden la debida identificación antes de entrar a las instalaciones.
4	Seguridad interna		x	
5	Instalaciones limpias		x	
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional	x		
SECCIÓN 2				

7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción	x		
8	Control de calidad durante el proceso de producción	x		
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad		x	
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción		x	
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción		x	
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas		x	
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal		x	No se tiene una secuencia óptima para el desarrollo de las actividades.
18	Área de mantenimiento	x		
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	

2. SUBSECTOR QUÍMICO

CHECKLIST N°1				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			BROTEK	
Fecha: 1/07/2023			Hora: 7:00 am	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada	x		
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones	x		Se cuenta con registro
4	Seguridad interna		x	
5	Instalaciones limpias	x		
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional	x		
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción	x		
8	Control de calidad durante el proceso de producción	x		
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad	x		
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción	x		Áreas administrativas y mezcladoras de sustancias
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros	x		
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros	x		
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción	x		Proceso organizado
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas	x		Tareas delegadas

17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal	x		
18	Área de mantenimiento	x		
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	No se cuenta

CHECKLIST N°2				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			GREENER ORIGINS	
Fecha: 12/06/2023			Hora: 08:30 am	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada	x		
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones	x		
4	Seguridad interna		x	
5	Instalaciones limpias	x		
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional	x		
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción	x		
8	Control de calidad durante el proceso de producción	x		
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad	x		
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción	x		No en todos los procesos
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	No disponen de este
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	Solo medios de comunicación (WhatsApp, llamadas etc.)
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta

SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción	x		
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas	x		
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal	x		Mínima
18	Área de mantenimiento	x		Pequeña
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	No se cuenta

3. SUBSECTOR TEXTIL

CHECKLIST N°1				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			INSINCA	
Fecha: 13/06/2023			Hora: 1:00 pm	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada	x		
2	Entrada accesible	x		La entrada está a la orilla de la calle.
3	Ingreso controlado a las instalaciones	x		Los vigilantes piden la debida identificación antes de entrar a las instalaciones.
4	Seguridad interna	x		
5	Instalaciones limpias	x		
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional	x		Hay espacios debidamente señalados para caminar dentro de las instalaciones, así como el uso de equipo de protección en los empleados.
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción	x		La maquinaria que ya no funciona es vendida, ya sea completa o en partes.
8	Control de calidad durante el proceso de producción	x		Cuentan con el debido laboratorio de calidad donde se

				supervisa que los productos estén en perfectas condiciones.
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad		x	
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción	x		
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción	x		
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas	x		
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal	x		
18	Área de mantenimiento	x		
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico	x		

CHECKLIST N°2				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			Confecciones Elizabeth	
Fecha: 22/06/2023			Hora: 10:30 am	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada		x	
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones		x	
4	Seguridad interna		x	
5	Instalaciones limpias	x		

6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional	x		Mascarillas y delantales únicamente
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción		x	Había maquinas ranas sin usar
8	Control de calidad durante el proceso de producción		x	
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad		x	No se observó
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción		x	Todo manual
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	No se cuenta
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	No se cuenta
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción	x		Proceso organizado
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas	x		Tareas delegadas
17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal	x		
18	Área de mantenimiento		x	No se cuenta
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	No se cuenta

CHECKLIST N°3				
DATOS GENERALES				
NOMBRE DE LA EMPRESA:			Fabricación de Sacos de AGAVE	
Fecha: 03/07/2023			Hora: 2:30 pm	
N°	Descripción	SI	NO	Observación
SECCIÓN 1				
1	Vigilancia en la entrada	x		
2	Entrada accesible	x		
3	Ingreso controlado a las instalaciones	x		
4	Seguridad interna	x		
5	Instalaciones limpias	x		
6	Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional		x	No se pudo observar
SECCIÓN 2				
7	Funcionamiento de toda la maquinaria y equipo del proceso de producción		x	No había producción
8	Control de calidad durante el proceso de producción		x	No se pudo observar
9	Disponibilidad y acceso a conexiones de internet de alta velocidad	x		
10	Uso de tecnología y sistemas automatizados de producción		x	No se pudo observar
11	Integración de software y sistemas de información a la cadena de suministros		x	No se obtuvo información
12	Aplicación de sistemas de seguimiento y trazabilidad de la cadena de suministros		x	No se cuenta
13	Uso de sensores para el monitoreo y recopilación de datos en tiempo real		x	No se cuenta
14	Uso de robots para ensamble, embalaje o en línea de producción		x	No se cuenta
SECCIÓN 3				
15	Secuencia optima de la cadena de producción	x		Proceso organizado según información pero no se observó completo por falta de producción
16	Organización del trabajo y responsabilidades debidamente asignadas	x		Tareas delegadas en áreas administrativas y de bodega

17	Espacios adecuados para la organización de maquinaria, equipo y personal	x		
18	Área de mantenimiento		x	
19	Área de investigación y desarrollo tecnológico		x	No se cuenta

ANEXO 9: FICHA DE VALIDACIÓN TECNICA POR PARTE DEL GERENTE

ADMINISTRATIVO



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



VALIDACIÓN DE PRUEBA DE LA GUÍA METDOLÓGICA

NOMBRE: Josue Erico Montiel Sarriso
EMPRESA: Lacteo Mayor CARGO: Gerente Administrativo
FECHA DE EJECUCION: 06-01-2024

OBSERVACIONES/COMENTARIOS:

El tema es valioso, pero aplicarlo a nuestra cultura
Es difícil para los niveles de inversión; pero hay cosas
que paso a paso se pueden ir aplicando.

F. [Signature]



ANEXO 10: CHECKLIST APLICADO PARA LA VALIDACIÓN

GUÍA METODOLOGICA

Nombre del Lugar de Trabajo:	Lacteos Mayen				
Fecha:	06-01-2024				
Total de Personas Trabajadoras:	20	Mujeres:	8	Hombres:	12

1. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LA DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y PLANIFICACIÓN EMPRESARIAL EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Dirección Empresarial	1	2	3	4	5
¿En qué medida los Directivos de la Empresa comprenden los conceptos y beneficios de la Industria 4.0?	X				
¿En qué medida se encuentra alineada la estrategia empresarial y los objetivos de la empresa con la industria 4.0?	X				
¿Qué tan importante es la industria 4.0 para los directivos de la empresa?	X				
¿La alta dirección está comprometida en promover una cultura organizacional orientada a la innovación y adaptabilidad?		X			
¿En qué medida se evalúa la inversión de la empresa en tecnologías de la Industria 4.0 en comparación con sus competidores?	X				
¿En qué grado existe un plan estratégico claro para la incorporación de tecnologías de la Industria 4.0 en la empresa?	X				
¿Cuál es el nivel en que se involucran en la investigación de oportunidades para la personalización y la adaptación de productos y servicios en el contexto de la Industria 4.0?	X				
2. Desarrollo de Procesos					
¿Con qué regularidad los directivos se interesan en la realización de sesiones de capacitación sobre la industria 4.0 para el personal?	X				
¿Se han desarrollado planes tácticos a corto plazo para implementar tecnologías específicas de manera efectiva?		X			
¿En qué medida se han integrado sistemas para facilitar la comunicación y la colaboración entre diferentes departamentos?	X				
¿En qué grado se garantiza la alineación de los sistemas de comunicación y colaboración con los objetivos estratégicos de la empresa?		X			
¿Cuál es el nivel de fomento de la participación de los empleados					

en la identificación y propuesta de soluciones basadas en la Industria 4.0?	X				
¿En qué medida se han establecido indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con la colaboración entre departamentos para el desarrollo de la Industria 4.0?	X				
3. Mercado					
¿Con qué regularidad la dirección realiza análisis del entorno empresarial considerando las tendencias y avances tecnológicos relevantes?	X				
¿Cuál es el grado de utilización de tecnología 4.0 para realizar análisis de mercado y entender las tendencias del sector?		X			
¿En qué medida se utilizan herramientas de análisis competitivo basadas en tecnologías 4.0 para evaluar la posición de la empresa en el mercado?	X				
¿Cuál es el nivel de integración de herramientas digitales en las estrategias de marketing?	X				
¿En qué medida se realizan evaluaciones periódicas para determinar cómo las tecnologías están contribuyendo a la posición de la empresa en el mercado?	X				
¿En qué grado se utilizan sistemas de inteligencia basados en tecnologías 4.0 para anticipar movimientos de la competencia?	X				
¿En qué grado se están utilizando análisis de datos en tiempo real para tomar decisiones de marketing más informadas?	X				
¿En qué medida se utiliza la retroalimentación de los clientes y las métricas de satisfacción para mejorar las estrategias de marketing digitales?	X				
4. Capacidad de Inversión					
¿Qué nivel de capacidad financiera tiene la empresa para realizar innovaciones tecnológicas periódicas?		X			
¿Existe un presupuesto específico asignado para la implementación y desarrollo de tecnologías 4.0?		X			
¿La empresa considera asociaciones estratégicas con inversores externos para respaldar proyectos de transformación digital?	X				
¿Qué nivel de importancia tiene para la empresa designar un presupuesto a tecnologías 4.0?	X				
¿En qué medida se considera la inversión continua en tecnologías emergentes como parte integral de la estrategia financiera?	X				
¿Se realizan análisis de viabilidad financiera antes de emprender proyectos de innovación tecnológica?	X				
¿En qué medida la empresa ha explorado la posibilidad de buscar					

financiamiento externo para proyectos de transformación digital?	X				
En caso de que incorporen tecnologías 4.0 ¿Se realiza un seguimiento continuo de los gastos y el retorno de la inversión en tecnologías 4.0?		X			

2. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y LOS FLUJOS DE TRABAJO EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Procesos Productivos y Flujos de Trabajo	1	2	3	4	5
¿Qué tan avanzada está la implementación de tecnologías de automatización en los procesos de producción para mejorar la eficiencia y calidad de sus productos?	X				
¿Qué nivel de monitorización en tiempo real de la maquinaria y la producción se realiza para prevenir fallos y mejorar la toma de decisiones?	X				
¿Cuán avanzada es la implementación de sistemas de gestión de la cadena de suministro basados en tecnología 4.0 para la optimización de la logística, gestión de inventario y reducción de costos?	X				
¿En qué medida se utiliza el Internet de las Cosas (IoT) para mejorar la eficiencia? Véase como ejemplo el seguimiento de activos, mantenimiento predictivo o control de calidad.	X				
¿En qué medida se utiliza tecnología de gemelos digitales para simular y optimizar procesos antes de la producción real?	X				
2. Integración de Tecnologías Emergentes					
¿Qué nivel de utilización de tecnologías de realidad aumentada o virtual se ha alcanzado para asistir a los trabajadores en tareas de montaje, reparación o capacitación?	X				
¿Cuán sólidos son los protocolos de ciberseguridad, incluyendo actualizaciones regulares y respuestas eficientes a incidentes de seguridad?	X				
¿En qué medida se emplea inteligencia artificial o aprendizaje automático para la optimización de procesos, planificación de la producción o predicción de demanda?	X				
3. Capacitación y Desarrollo de Talento					
¿Qué nivel de capacitación teórica y práctica en habilidades digitales y tecnologías 4.0 se ofrece al personal, y cuán efectiva es dicha capacitación?	X				
¿Qué grado de actualización sobre nuevas tecnologías y prácticas					

de la industria 4.0 se proporciona a través de programas de formación continua, y cuánta participación activa de los empleados se promueve en estos programas?	X				
¿Qué nivel de planificación y desarrollo de talento interno se realiza para ocupar roles clave en el contexto de la transformación digital?	X				
¿En qué medida se fomenta la colaboración entre departamentos y equipos para impulsar la innovación y la adopción de tecnologías emergentes?	X				
4. Gestión de Datos y Analítica					
¿Qué nivel de recopilación y análisis de datos de producción en tiempo real se realiza para tomar decisiones?			X		
¿Cuánta gestión proactiva de ciberseguridad, incluyendo evaluaciones regulares de riesgos y auditorías de seguridad, se lleva a cabo?	X				
¿En qué medida se implementan políticas de retención de datos para cumplir con las regulaciones de protección de datos y privacidad locales?	X				
5. Sostenibilidad y Responsabilidad Social					
¿Qué nivel de implementación de prácticas de producción sostenible se ha logrado?, entiéndase como reciclaje de residuos industriales y la reducción de emisiones	X				
¿En qué medida la empresa participa en programas de eficiencia energética para reducir el consumo de recursos naturales y las emisiones de gases de efecto invernadero?	X				
6. Adopción de tecnologías limpias					
¿Cuál es el nivel de adopción de tecnologías limpias y ecoamigables en los procesos de producción, como energía solar, reciclaje de agua o reducción de emisiones de carbono?	X				
¿Se han implementado sistemas de gestión de la energía para monitorear y optimizar el consumo energético en la empresa?	X				
¿La empresa cuenta con laboratorios o un equipo del personal encargados de la investigación y desarrollo para fomentar la innovación en tecnologías limpias?	X				
7. Colaboración con la comunidad y proveedores locales					
¿En qué medida la empresa colabora con la comunidad local en proyectos relacionados con la industria 4.0, como educación, formación en tecnologías avanzadas o desarrollo de habilidades digitales?	X				
¿Se prioriza la adquisición de tecnologías y servicios relacionados					

con la industria 4.0 de proveedores locales como parte de una estrategia de apoyo a la economía local?	X				
8. Innovación y desarrollo de productos					
¿La empresa fomenta la innovación en el desarrollo de nuevos productos o servicios a través de la incorporación de tecnologías avanzadas y la inversión en investigación y desarrollo?	X				
¿La empresa fomenta la colaboración con instituciones académicas o centros de investigación para impulsar la innovación y el desarrollo de productos relacionados con la industria 4.0, como parte de su estrategia de crecimiento?	X				

3. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LA GESTIÓN DE CAPITAL HUMANO Y CULTURA ORGANIZACIONAL EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Evaluación de conocimientos y habilidades	1	2	3	4	5
¿En qué medida se tienen detectadas las habilidades y cualificaciones en los empleados para la migración a la industria 4.0?	X				
¿Cuál es el grado de formación actual de sus empleados con respecto a las necesidades de la Industria 4.0?	X				
¿Considera que los empleados de su organización tienen claros los pasos a tomar para estar mejor calificados para la migración hacia la Industria 4.0?	X				
¿En qué grado se evalúa la adaptabilidad de sus empleados para la adopción de nuevas tecnologías y procesos asociados con la Industria 4.0?	X				
¿En qué medida fomenta una cultura de aprendizaje y mejora continua dentro de su organización?	X				
¿Cuál es el nivel de conciencia que poseen sus empleados sobre la importancia de la Industria 4.0 en su industria y sus roles?	X				
¿Cuál es el nivel de conciencia que poseen los empleados sobre los beneficios y oportunidades que brinda la adopción de tecnologías de la Industria 4.0?	X				
¿Qué tan óptima considera que la forma de medir y evaluar el progreso de sus empleados en la adquisición de nuevas habilidades y conocimientos sobre la industria 4.0?	X				
2. Cultura organizacional					
¿Cuál es el grado de motivación de los empleados para impulsar el proceso de transformación a la industria 4.0?		X			

¿Existe una cultura de innovación y del conocimiento en su organización?			X		
¿Cuánto invierte su organización en formación digital relacionada con la Industria 4.0?	X				
¿Cuánto colabora su organización con otros agentes para el desarrollo de soluciones de Industria 4.0?	X				
¿Qué tan óptimas son las iniciativas y programas que se tienen para fomentar la innovación y adquisición de conocimiento de sus empleados?		X			
¿Qué tan influyente es el papel de los directivos de su organización en la promoción de una cultura de innovación y transformación?			X		
¿Cuál es el grado de alineación de su estrategia de recursos humanos con la estrategia de transformación hacia la Industria 4.0 de su organización?	X				
¿Cuál es el nivel de involucramiento de los empleados en la identificación de oportunidades y desafíos relacionados con la Industria 4.0?	X				
3. Flexibilidad y Agilidad					
¿En qué medida la cultura organizacional fomenta la flexibilidad y la agilidad en la adaptación a cambios tecnológicos?	X				
¿Cuál es el nivel de valoración que tiene la empresa respecto a las habilidades, experiencias y perspectivas en la implementación de tecnologías 4.0 por parte de sus empleados?	X				
¿En qué medida la empresa se enfoca o se enfocaría en medir los niveles de satisfacción y compromiso de los empleados durante el proceso de integración de tecnologías 4.0?	X				
¿En qué grado la empresa se dispone o dispondría a crear medios de retroalimentación para recoger ideas y preocupaciones de los empleados sobre la transformación digital?			X		

4. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LOS RECURSOS FÍSICOS EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Estado de infraestructura	1	2	3	4	5
¿Cuánta capacidad tecnológica en infraestructuras digitales dispone su organización para implementar componentes de la Industria 4.0?	X				
¿Cuál es el grado de inteligencia tecnológica de las infraestructuras digitales de su organización?	X				

¿En qué medida se encuentran implantadas componentes de ciberseguridad y protección de datos en su empresa?	X				
¿Cuál es el nivel de la interconectividad de sus equipos y sistemas de producción?	X				
¿Cuál es el nivel óptimo en que se encuentran los equipos y maquinaria en sus instalaciones de producción?			X		
¿Qué grado de inversión ha habido sobre maquinaria y equipo en su organización?			X		
¿Cuál es el grado de actualización y modernización de la infraestructura tecnológica y física para mantenerse al día con las tendencias de la Industria 4.0?	X				
¿Cuál es el nivel de integración de sensores y dispositivos IoT en sus máquinas y equipos de producción?	X				
2. Espacios de trabajo					
¿En qué medida se han implementado soluciones de oficina o puestos de trabajo inteligente que aprovechen la automatización y la conectividad?	X				
¿Cuál es el grado de equipamiento de las salas de reuniones con respecto a tecnologías que facilitan la colaboración remota y la presentación multimedia?	X				
¿En qué medida se crean y establecen protocolos para garantizar un uso efectivo de las tecnologías que se incorporan en los puestos de trabajo, oficinas y salas de reuniones?	X				
¿En qué grado la empresa implementa medidas de seguridad, como cámaras y sensores, para proteger las instalaciones contra amenazas físicas?	X				
3. Capacidad de escalabilidad					
¿Cuál es el grado de flexibilidad e interoperabilidad de la infraestructura tecnológica de su organización para la integración de componentes de la industria 4.0?	X				
¿En qué medida se pueden conectar sus procesos a través de soluciones en la nube (Cloud Computing)?	X				
¿Cuál es el grado de conexión e intercambio de datos a través de sistemas digitales entre los procesos internos y externos de la cadena de suministro?	X				
¿En qué medida su organización está promoviendo acciones de innovación colaborativa con los diferentes agentes de la industria (Proveedores, clientes, entidades financieras, universidades)?	X				
¿Cuál es el grado de adopción de tecnologías avanzadas como la realidad aumentada o la impresión 3D en sus operaciones de	X				

producción?					
¿Cuál es el grado de facilidad de expandir su capacidad tecnológica para adaptarse a cambios en la demanda o en la estrategia de su organización?	X				
¿Cuál es el grado de facilidad de reducir su capacidad tecnológica para adaptarse a cambios en la demanda o en la estrategia de su organización?	X				
¿En qué medida se han implementado estándares y protocolos de comunicación para garantizar la interoperabilidad de sistemas y equipos de diferentes proveedores?	X				
¿En qué medida se utilizan tecnologías de automatización y control digital para lograr una mayor eficiencia y flexibilidad en la producción?	X				

5. CHECKLIST DE EVALUACIÓN SOBRE LA CARTERA DE PRODUCTOS EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS DE EL SALVADOR

1. Descripción de la Cartera de Productos	1	2	3	4	5
¿En qué medida la empresa utiliza análisis de datos y herramientas de la Industria 4.0 para identificar oportunidades para nuevos productos o modificaciones en los existentes?	X				
¿Cuál es el grado de aprovechamiento de la tecnología de la Industria 4.0 para realizar un análisis de la vida útil de los productos en la cartera y planificar su ciclo de vida?	X				
¿En qué medida se emplea un sistema de gestión de productos basado en tecnologías de la Industria 4.0 para rastrear el desempeño y la rentabilidad de cada producto en la cartera?	X				
¿Cuál es el nivel de utilización de soluciones en conjunto con Industria 4.0 para llevar a cabo la evaluación de riesgos en la cartera de productos y para identificar amenazas y oportunidades?	X				
¿En qué medida se apoyan en tecnologías de la Industria 4.0 para realizar revisiones periódicas de los costos de producción y precios de venta, garantizando la rentabilidad de la cartera de productos?	X				
2. Innovación y Tecnología en la Cartera de Productos					
¿En qué medida la empresa incorpora tecnologías de la Industria 4.0 en la producción o desarrollo de sus productos?	X				
¿Cuál es el nivel de promoción de la investigación y desarrollo (I+D) para mejorar los productos?	X				
¿En qué medida la empresa promueve la colaboración con startups,					

centros de investigación o universidades para introducir innovaciones tecnológicas en sus productos?	X				
¿Cuál es el nivel en que se monitorean las tendencias tecnológicas de la Industria 4.0 y se considera su adopción en la cartera de productos?	X				
¿En qué medida la empresa ofrece capacitación continua para su equipo de desarrollo de productos en tecnologías 4.0?	X				
¿Cuál es el grado de aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 para gestionar la propiedad intelectual y proteger las innovaciones y tecnologías desarrolladas para los productos?	X				
3. Estrategias de Comercialización y Distribución					
¿En qué medida la empresa utiliza análisis de datos y herramientas de la Industria 4.0 para tomar decisiones informadas en estrategias de comercialización?	X				
¿Cuál es el grado de aprovechamiento de tecnologías de la Industria 4.0 para personalizar productos y satisfacer necesidades específicas de clientes o mercados?	X				
¿En qué grado la empresa ha desarrollado una estrategia multicanal basada en tecnologías de la Industria 4.0 para llegar a diferentes segmentos de mercado de manera efectiva?	X				
¿En qué medida se emplean soluciones de la Industria 4.0 para analizar y optimizar la cadena de suministro y la logística de distribución de productos?	X				
4. Sostenibilidad y Responsabilidad					
¿En qué medida la empresa incluye prácticas sostenibles en la producción de los productos de su cartera?			X		
¿Cuál es el grado de participación en actividades de responsabilidad social relacionadas con los productos?			X		
¿Cuál es el nivel de utilización de tecnologías de la Industria 4.0 para implementar iniciativas de reducción de la huella de carbono y promoción de la eficiencia energética en la producción de sus productos?	X				
¿En qué medida la empresa aprovecha tecnologías de la Industria 4.0 para evaluar y mejorar el impacto social de sus productos en comunidades locales?	X				
¿En qué medida se aplican soluciones de la Industria 4.0 para fomentar una cadena de suministro ética y sostenible, considerando la procedencia y producción de materias primas en la cartera de productos?	X				
5. Cumplimiento Legal y Normativo					
¿En qué grado la empresa cumple con todas las regulaciones y					

normativas aplicables a los productos en su cartera?	X				
¿Cuál es el nivel de realización de auditorías internas para garantizar el cumplimiento legal y normativo de la cartera de productos?	X				
¿En qué medida la empresa utiliza tecnologías de la Industria 4.0 para garantizar el cumplimiento de regulaciones específicas de la industria a través de procesos de certificación y aseguramiento de calidad?	X				
¿En qué medida se aprovechan soluciones de la Industria 4.0 para llevar a cabo la revisión y actualización periódica de la cartera de productos y garantizar la conformidad con cambios normativos y regulaciones en evolución?	X				
¿Cuál es el grado de aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 para realizar auditorías internas y externas de cumplimiento normativo y verificar el cumplimiento de regulaciones específicas y estándares de calidad?	X				
¿En qué medida se emplean soluciones digitales de la Industria 4.0 para establecer protocolos de gestión de crisis y retiro de productos en caso de incumplimiento de regulaciones o riesgos para la seguridad del consumidor?	X				