UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A BASE DE BIOGÁS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL MUNICIPIO DE NEJAPA

PRESENTADO POR:

LILIAN MARISOL BARRERA FLORES

NELSON GIOVANNI PÉREZ CHÁVEZ

PATRICIA LEONOR SERVANO VALDEZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO:

ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTORA:

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 :

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A BASE DE BIOGÁS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL MUNICIPIO DE NEJAPA

Presentado por:

LILIAN MARISOL BARRERA FLORES

NELSON GIOVANNI PÉREZ CHÁVEZ

PATRICIA LEONOR SERVANO VALDEZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. JUAN ENRIQUE REYES RUÍZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2025

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. JUAN ENRIQUE REYES RUÍZ

AGRADECIMIENTOS

“Todo tiene su tiempo, y todo lo que se quiere debajo del cielo tiene su hora.”

— Eclesiastés 3:1

Con inmensa gratitud y humildad, elevo mis primeras palabras de agradecimiento a Dios, por haberme sostenido en cada etapa de este camino, iluminando mi mente y fortaleciendo mi espíritu cuando las fuerzas flaqueaban. Su presencia ha sido guía constante y fuente de esperanza en los momentos de mayor desafío.

A la Virgen María, madre amorosa y protectora, gracias por cobijarme bajo tu manto y llevar mis oraciones con ternura. A ti encomiendo este logro y cada paso que dé a partir de ahora.

Con todo mi corazón, agradezco a mi madre, Marisol Flores, ejemplo de entrega, valentía y amor incondicional. Este triunfo también es tuyo, porque sin tu esfuerzo, tus consejos, tu paciencia y tu fe en mí, no habría llegado hasta aquí. Gracias por ser mi mayor inspiración.

A mis queridos abuelos, Argelia Flores (Q.E.P.D.) y Antonio Flores, quienes, a pesar del tiempo y las dificultades, confiaron siempre en que yo podía lograrlo, gracias por creer en mí, por sus oraciones y por su amor que trasciende cualquier distancia.

Agradezco profundamente a mi tía Eloísa Flores y a mi madrina Kelly Galán, quienes me han apoyado con amor, ánimo y palabras de aliento en los momentos en que más lo necesitaba. Gracias por creer en mí y por sostenerme con sus oraciones, que sin duda me han dado fuerza en el camino.

A la Comunidad Jardín de María, gracias por ser un espacio de crecimiento espiritual y humano. En especial, agradezco a Rosario de Fuentes**,** René Fuentes**,** Miriam Cañas, Silvia

de Castillo y Vanessa Aguillón, por su acompañamiento, oraciones, enseñanzas y cariño durante este proceso.

A Estrella**,** Lucero**,** Luna y Negro, que más que mascotas han sido parte fundamental de mi familia. Gracias por su compañía incondicional y por brindarme consuelo y alegría en los días más oscuros. Su presencia ha sido un apoyo silencioso pero profundo.

Expreso también mi más sincero reconocimiento a los docentes que me guiaron a lo largo de mi formación académica, por compartir su conocimiento, exigir lo mejor de mí y motivarme a crecer profesionalmente. En especial, al Ingeniero Enrique Reyes, nuestro asesor, quien nos brindó su apoyo constante, paciencia y orientación durante todo este largo proceso de tesis.

Agradezco también a mis compañeros de tesis, Patricia Servano y Nelson Pérez, por su compromiso, trabajo en equipo y compañerismo a lo largo de este proceso. Compartir este camino con ustedes ha sido una experiencia de aprendizaje mutuo y crecimiento personal.

Agradezco de corazón a todas aquellas personas que, en algún momento de mi vida, me acompañaron en esta travesía. Cada palabra de ánimo, cada gesto de apoyo y cada compañía en el camino fue significativa y valiosa para llegar hasta aquí. A todos aquellos que forman parte de mi vida, gracias por permanecer, y a quienes se agregan en esta travesía llamada vida, ¡vamos por más!

Finalizo estos agradecimientos con el corazón lleno de gratitud y humildad. Esta meta alcanzada es el resultado del esfuerzo colectivo, de la fe compartida y del amor recibido. A todos, ¡gracias infinitas!

Lilian Marisol Barrera Flores

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, por brindarme la fuerza, la paciencia y la sabiduría necesarias para recorrer este camino. Su presencia ha sido un sustento constante en los momentos de dificultad, y su guía me ha impulsado a mantenerme firme, incluso cuando el camino parecía incierto.

A mi madre, Silvia Chávez, por ser el pilar más fuerte de mi vida. Su dedicación, sacrificio y amor incondicional me han enseñado el verdadero significado del esfuerzo y la perseverancia. Gracias por creer en mí aun cuando yo mismo lo dudaba. A mi padre, Nelson Alegría, por su ejemplo de responsabilidad y por enseñarme, con su manera de ser, el valor de la constancia y el trabajo honesto. A mi abuela, Antonia Chávez, por su apoyo silencioso pero constante, y por ser una figura de sabiduría, cariño y fortaleza en mi vida. A mis hermanos, Diego Chávez y Montserrat Chávez, por su compañía y confianza han sido una fuente de motivación constante.

A Karla Rosales, mi compañera de vida, gracias por tu amor, tu paciencia infinita y tu apoyo incondicional durante esta etapa tan importante. Tu presencia ha sido un refugio de calma en medio del estrés y la presión. Has creído en mí, incluso en los momentos en que yo mismo lo olvidaba, y eso ha sido fundamental para llegar hasta aquí.

Al Ing. Enrique Reyes, mi docente asesor, le agradezco sinceramente por su disposición, su guía académica y su compromiso con este proceso. Su orientación ha sido clave para enriquecer mi trabajo y comprender con mayor profundidad el enfoque profesional necesario. Su experiencia y claridad me han ayudado a mantener la dirección adecuada y a desarrollar una visión más crítica y estructurada.

A mis compañeras de tesis, gracias por su colaboración, su esfuerzo compartido y su compromiso constante. Cada discusión, cada jornada de trabajo y cada momento de frustración o logro fueron parte esencial de este camino. Haber compartido esta experiencia con ustedes fue un privilegio que valoro profundamente.

También quiero agradecer a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi crecimiento profesional y personal durante este proceso. En especial a José Artero, Raquel, Ester Velis, Alejandra Lobato y Adriana Ascencio. Sus aportes, ya sea desde lo académico o desde la experiencia profesional, han sido fundamentales para ampliar mi visión y reforzar mis conocimientos. Gracias por brindarme su tiempo, por compartir sus saberes y por mostrarme que siempre hay algo más por aprender.

Cada persona mencionada ha dejado una huella en esta etapa de mi vida, y es gracias a ese acompañamiento que hoy puedo ver este logro como una construcción colectiva. Esta tesis es el resultado no solo de mi esfuerzo, sino también del respaldo, la inspiración y el apoyo de todos ustedes.

Nelson Giovanni Pérez Chávez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme culminar mis estudios universitarios, por ser quien guía mis pasos, por darme la fuerza y valentía de seguir adelante y nunca dudar de su amor y bendición es este camino.

Agradezco a mi padre Fernando Servano y a mi madre Leonor Valdez, que han sido una pieza fundamental en este proceso, gracias por todo su amor y comprensión, por apoyarme desde el día que dije que iría a U, por todo su sacrificio y esfuerzo, sé que hemos pasado momentos complicados, pero nunca desistieron; gracias por la formación y educación que me han dado para llegar a ser la mujer que ahora soy. A mis hermanos Magaly y Luis, gracias por alegrar mis días a pesar de nuestras diferencias, por ser una ayuda emocional y hacharme porras en cada proceso, por entender mi sentido del humor y ayudarme los fines de semana a despejar mi mente.

Abuela, gracias por ser un ejemplo en mi vida y por estar siempre pendiente de nosotros, por tenernos presentes en sus oraciones, gracias por su apoyo incondicional en los momentos más vulnerables.

A mi círculo familiar cercano, tíos, tías, primos, primas y sobrinos gracias por todo su cariño y apoyo a través de palabras de motivación, pláticas y demás aportes, etc.

A los programas de becas a los que he pertenecido: Cooperativa Martín Baró, Becas Remuneradas UES y PUOAR por haberme brindado no solo ayuda económico sino formación para crecer personalmente.

A mis queridos amigos Rorro, Virgi, Erika gracias por esos años compartidos en el PUOAR, desde que los conozco han sido una bendición en mi vida, gracias por toda su ayuda, cubriéndome en actividades para poder asistir a los entrenos, ayudándome cuando me tocaba

cocinar o hacer limpieza, pero sobre todo siendo esos amigos leales que me escuchaban y apoyaban dándome ánimo para no tirar la toalla. Así como a José, Kenia y demás compañeros que los fui conociendo en el programa y nunca dudaron en brindarme ayuda y soportarme, gracias por estar hasta el final en este proceso a pesar de la distancia.

A mis amigos de la Coop (Alex, Fran, Ronal, Zayra, Marielos, Cla y en especial a Carlos…) que los fui conociendo poco a poco, y llegamos a tener unos fuertes lazos de amistad donde prevalece el respeto y compañerismo, los sábados resultaban agotadores con tantas actividades, pero siempre teníamos una sonrisa y mucha esperanza para poder cumplir nuestro sueño universitario.

A mis primeras amigas de la U: Gladis, Yoli, Karen, Faby que desde el ciclo I fueron lindas conmigo, gracias por compartir sus conocimientos, por los días de estudio y desvelo. A mis amigos y compañeros que fui conociendo en esto años de estudio, son muchos los que aportaron su granito de arena, gracias por siempre ayudarme con mis dudas, quedan tantas anécdotas grabadas en mi mente. Además, agradezco a mis amigas de selección de futsal y equipos de fútbol de la FIA, por los días de entrenos y los partidos donde despejaba mi mente practicando y disfrutando sanamente (Rata, Gi, Chari, Andre, Lore; Ales, Roxi, Susi, Eu, Bana).

A mis compañeros de tesis Lily y Gio, gracias por embarcarnos en esta aventura llena de mucho aprendizaje, porque a pesar de las dificultades logramos salir adelante apoyándonos mutuamente, gracias por no tirar la toalla y saber manejar los momentos de crisis que tuvimos.

A nuestro docente asesor, Ing. Enrique Reyes agradecerle por su apoyo en este largo proceso, por guiarnos y nunca abandonarnos, por compartir sus conocimientos y por la paciencia con este equipo

Patricia Leonor Servano Valdez

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVOS 3

OBJETIVO GENERAL. 3

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

IMPORTANCIA 5

JUSTIFICACIÓN 6

ALCANCE Y LIMITACIONES 7

ALCANCES 7

LIMITACIONES 7

I. GENERALIDADES DEL ESTUDIO 8

A. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA. 8

1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA. 8

1.1 Historia. 8

1.2 Misión 9

1.3 Visión 9

1.4 Estructura organizativa 10

1.5 Administración del proyecto 11

1.6 Proceso de tratamiento de aguas residuales. 23

1.7 Diagrama de proceso de tratamiento de aguas residuales 38

1.8 Especificaciones y parámetros de diseño 41

1.9 Maquinaria y Equipo 66

1.10 Planos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 71

2. BIOGÁS 74

2.1 Descripción 74

2.2 Proceso de generación de biogás 74
2.3 Diagrama de proceso de generación de biogás 75
2.4 Usos de Biogás 76
2.5 Capacidad de generación de energía eléctrica 76
2.6 Requerimiento actual de energía eléctrica de la planta 82
2.7 Estimación del ahorro teórico de la planta 82
3. LEGISLACIÓN 83
3.1 Leyes y/o Normas Ambientales Nacionales 83
3.2 Leyes y/o Normas Internacionales 90
4. OTROS PROYECTOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE 93
4.1 Proyectos a nivel nacional 93
4.2 Proyectos a nivel internacional 106
II. ESTUDIO DE MERCADO. 110
A. METODOLOGIA DE ESTUDIO DE MERCADO 110
1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA 110
1.1 Entrevistas (telefónicas o presenciales) 110
1.2 Observaciones 111
2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA 112
2.1 Fuentes internas 112
2.2 Publicaciones del gobierno 112
2.3 Otras investigaciones 113
2.4 Periódicos y revistas 113
2.5 Datos comerciales 113
2.6 Datos internacionales 113
2.7 Información en internet 113

3. FICHAS TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS A UTILIZAR. 114
4. INSTRUMENTOS A UTILIZAR 118
B. MERCADO CONSUMIDOR 144
1. DEFINICIÓN 144
2. TIPOS DE CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL PAÍS 145
2.1 Sector residencial 145
2.2 Sector industrial 146
2.3 Sector comercial 146
3. CONSUMO ENERGÉTICO DEL MUNICIPIO DE NEJAPA 147
4. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PTAR NEJAPA 163
C. MERCADO COMPETIDOR 165
1. GENERALIDADES DE LA MATRIZ ENERGÉTICA DE EL SALVADOR 165
1.1 Pastel de generación eléctrica de El Salvador 165
1.2 Definición de producción de energía eléctrica de El Salvador 180
2. PROYECTOS DE REFERENCIA POR TIPO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA . 192
2.1 Descripción de proyectos por cada tipo de tecnología de generación 192
2.2 Costos de generación de energías renovables 199
D. MERCADO DE ABASTECIMIENTO O PROVEEDOR 201
1. GENERALIDADES DEL MERCADO 201
1.1 Identificación de la materia prima e insumos 201
1.2 Diversificación de las aguas residuales y términos relacionados 205
1.3 Procedencia de aguas residuales domésticas e industriales 207
1.4 Tipo de agua que se genera según hogar o industria 209
1.5 Cantidad de agua que se genera en promedio por hogar en Nejapa 209
1.6 Cantidad de agua residual que ingresa a la planta por día 210

1.7 Perfil del mercado abastecedor 211

2. INSTITUCIONES QUE INTERVIENEN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. 212

2.1 Instituciones a las que les compete el tratamiento de aguas residuales 212

2.2 Marco Legal de las aguas residuales 213

2.3 Competencia de las empresas respecto al tratamiento de aguas que generan 264

2.4 Instituciones que se encargan del agua residual que se genera en Nejapa ... 265

2.5 Matriz resumen de instituciones y competencia en el tratamiento de aguas residuales 265

E. MERCADO DE DISTRIBUCIÓN O DE COMERCIALIZACIÓN 266

1. GENERALIDADES DEL MERCADO DISTRIBUIDOR ELÉCTRICO EN EL SALVADOR 266

1.1 Composición del mercado eléctrico de El Salvador. 266

1.2 Entidades que intervienen en el mercado eléctrico en el país. 271

1.3 Empresas Reguladas en el Sector Eléctrico Nacional 286

2. ASPECTOS LEGALES, NORMATIVOS Y REGULATORIOS PARA LA PRODUCCIÓN/ DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SALVADOR 301

2.1 Leyes aplicables a la naturaleza del proyecto en El Salvador. 301

2.2 Normativas aplicables a la naturaleza del proyecto en El Salvador. 316

2.3 Perfil del mercado distribuidor 326

F. DIAGNOTICO 328

1. SITUACIÓN ACTUAL 328

1.1 Análisis de mercado consumidor 328

1.2 Análisis de mercado competidor 328

1.3 Análisis de mercado Distribuidor 329

1.4 Análisis de mercado Abastecedor 329

1.5 Análisis de PTAR Nejapa.....330

1.6 Análisis de Normas e instituciones Vigentes en el País relacionadas al tratamiento de aguas residuales.....331

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....332

2.1 Matriz de involucrados.....332

2.2 Árbol de problemas.....335

2.3 Árbol de objetivos.....336

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....339

3.1 Método de diseño.....339

G. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....341

1. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....341

1.1 Establecimiento de alternativas de generadores.....341

1.2 Evaluación y selección de alternativas de solución.....361

2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....364

3. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA.....366

III. ESTUDIO TÉCNICO.....369

A. METODOLOGIA DE ESTUDIO TÉCNICO.....369

B. TAMAÑO DEL PROYECTO.....371

1. GENERALIDADES DEL TAMAÑO DE UN PROYECTO.....371

1.1 Medios de producción fijos actuales.....371

2. SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS FACTORES CONSIDERADOS.....372

2.1 Factores considerados.....372

2.2 Mercado de consumo.....375

2.3 Mercado abastecedor.....376

2.4 Tecnología de producción.....379

3. EVALUACIÓN DE LOS FACTORES SELECCIONADOS 381
3.1 Generación de alternativas 381
4. TAMAÑO ESTABLECIDO DEL PROYECTO 386
C. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 387
1. METODOLOGÍA 387
2. GENERALIDADES 387
3. MACROLOCALIZACIÓN 388
3.1 Identificación de alternativas de macro localización 388
3.2 Factores considerados 392
3.3 Proceso de selección o evaluación de macrolocalización 398
3.4 Macrolocalización establecida 401
4. MICROLOCALIZACIÓN 401
4.1 Identificación de alternativas de microlocalización 402
4.2 Factores considerados 406
4.3 Proceso de selección o evaluación de microlocalización 410
4.4 Microlocalización establecida 413
D. INGENIERÍA DEL PROYECTO 414
1. METODOLOGÍA 414
2. DISEÑO TECNICO DEL PRODUCTO 415
2.1 Clasificación de los productos 416
2.2 Fichas técnicas de los servicios 418
3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA MATERIA PRIMA 421
3.1 Generalidades 421
3.2 Fichas técnicas de materia prima 421
4. PROCESO PRODUCTIVO 422

4.1 Logística de aprovisionamiento 422
4.2 Diagrama de bloques 423
4.3 Diagramas de flujo de proceso 430
4.4 Cursogramas analíticos 435
5. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN 440
5.1 Pronósticos 440
5.2 Política laboral 444
6. REQUERIMIENTOS PRODUCTIVOS U OPERATIVOS 445
6.1 Balance de línea 445
7. ESPECIFICACIONES DE RECURSOS 451
7.1 Mano de obra productiva u operativa y de apoyo 451
7.2 Maquinaria y equipo de producción 452
7.3 Maquinaria y equipo para subestación eléctrica 478
7.4 Servicios auxiliares o de apoyo 493
8. INSTALACIONES FABRILES 496
8.1 Análisis P-Q y V-V 496
8.2 Carta de actividades relacionadas 497
8.3 Análisis de actividades relacionadas 498
8.4 Distribución en planta 500
8.5 ESPECIFICACIONES DE OBRA CIVIL 504
E. ORGANIZACIÓN DE LA COOPERATIVA 506
1. DEFINICIONES ESTRATÉGICAS 506
1.1 Misión 506
1.2 Visión 506
1.3 Valores 506

1.4 Objetivos 506
1.5 Principios 506
2. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA 507
3. MANUALES ADMINISTRATIVOS 507
4. SISTEMAS ADMINISTRATIVOS BÁSICOS 546
4.1 Sistema de Comercialización 546
4.2 Sistema de Contabilidad 554
5. MARCO LEGAL DE LA CONTRAPARTE 560
5.1 Descripción de alternativas 560
5.2 Determinación de criterios de evaluación de alternativas 565
5.3 Repercusión de la creación de la Dirección Nacional de Obras Municipales en el Proyecto 589
IV. ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO 594
A. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO 596
B. INVERSIONES DEL PROYECTO 599
1. INVERSIONES FIJAS 600
1.1 Inversión fija tangible 601
1.2 Inversión fija intangible 607
1.3 Resumen de las inversiones fijas 615
2. CAPITAL DE TRABAJO 615
2.1 Requerimientos de capital de trabajo. 616
2.2 Resumen del Capital de Trabajo 620
3. INVERSIÓN INICIAL 620
C. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO 621
D. COSTOS DEL PROYECTO 623

1. TIPO DE COSTEO SELECCIONADO 625
2. COSTOS DE PRODUCCIÓN. 626
2.1 Costos directos 626
2.2 Costos indirectos 627
2.3 Resumen de costos de producción 632
3. COSTOS ADMINSITRATIVOS 632
3.1 Mano de obra administrativa 632
3.2 Insumos del área administrativa 633
3.3 Suministros varios 633
3.4 Depreciación del mobiliario y equipo 634
3.5 Resumen de los Costos Administrativos 635
4. COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN 635
4.1 Mano de obra de comercialización 635
4.2 Insumos de marketing 635
4.3 Página web 636
4.4 Amortización de marca comercial 636
4.5 Resumen de Costos Comerciales 636
5. COSTOS FINANCIEROS 637
6. COSTOS TOTALES O DE ABSORCIÓN 637
7. COSTOS UNITARIOS 638
7.1 Tratamiento de aguas residuales 638
7.2 Generación de energía eléctrica 638
7.3 Generación de abono 638
8. PRECIO DE VENTA 639
8.1 Cálculo de precio de venta 639

8.2 Precio de venta proyectado 640
E. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS 641
1. PRESUPUESTOS DE INGRESOS 641
1.1 Ingresos anuales 641
2. PRESUPUESTOS DE EGRESOS 642
2.1 Gastos anuales 642
2.2 Resumen de gastos anuales por producto/servicio 646
2.3 Gastos mensuales para el primer año 647
2.4 Resumen de Gastos por servicio/productos mensuales del año 1. 650
2.5 Consolidado de gastos anuales 650
3. PUNTO DE EQUILIBRIO 651
3.1 Costos fijos totales 651
3.2 Costos variables totales 653
3.3 Cálculo del punto de equilibrio 654
F. ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA 655
1. FLUJO DE EFECTIVO 656
2. ESTADO DE RESULTADOS POR AÑO 658
3. BALANCE GENERAL 659
G. EVALUACION ECONOMICA-FINANCIERA 660
1. TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR) 660
2. VALOR ACTUAL NETO (VAN) 662
3. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR – TMAR) 663
4. RAZÓN BENEFICIO COSTO 663
5. TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (TRI) 665
6. RAZONES FINANCIERAS 665

6.1 Razones de Rentabilidad 665
6.2 Análisis de sensibilidad 670
H. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA 676
1. IDENTIFICACIÓN DE ANTECEDENTES DE ÁREA DE INFLUENCIA 676
2. IMPACTO QUE GENERA EL PROYECTO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA 677
2.1 Generación de empleos 677
2.2 Desarrollo Regional 678
2.3 Contribución social 678
3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN 678
I. EVALUACIÓN AMBIENTAL 678
1. ASPECTOS GENERALES 678
2. PROPÓSITO DEL ESTUDIO 679
3. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN 679
4. PERMISOS 679
5. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 679
6. MATRIZ DE LEOPOLD 683
7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS -MATRIZ DE LEOPOLD 684
J. Evaluación de género 684
1. ÍNDICES 684
1.1 Inserción de las mujeres en la empresa 684
2. BENEFICIOS DEL ENFOQUE DE GÉNERO EN LA EMPRESA 685
3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE GÉNERO 685
V. ADMINISTRACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN del proyecto 686
A. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT) 686
B. DIAGRAMA EDT DE MONTOS 688

C. DESGLOSE DE ACTIVIDADES 688
1. ENTREGABLE 1: LEGALIZACIÓN. 689
2. ENTREGABLE 2: OBRA CIVIL. 690
3. ENTREGABLE 3: EQUIPAMIENTO. 692
4. ENTREGABLE 4: RECURSOS HUMANO. 694
5. ENTREGABLE 5: PUESTA EN MARCHA. 695
D. DICCIONARIO EDT 696
1. DICCIONARIO 696
2. RECURSOS POR ACTIVIDAD 711
E. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS POR PAQUETE DE TRABAJO 717
F. DURACIÓN DEL PROYECTO 720
1. RED CPM - PERT 720
2. DATOS DE RED 722
3. REDES POR PAQUETE DE TRABAJO 727
3.1 Permisos de comercialización de abono. 727
3.2 Permisos de comercialización de energía eléctrica. 727
3.3 Propiedad intelectual. 728
3.4 Subcontratación. 728
3.5 Compra de materiales. 728
3.6 Levantamiento de cimientos. 728
3.7 Instalaciones eléctricas / hidráulicas. 729
3.8 Acabados superficiales. 729
3.9 Selección de proveedores. 730
3.10 Compra de maquinaria, mobiliario y equipo. 730
3.11 Acoplado. 731

3.12 Prueba de maquinaria y equipo. 732
3.13 Creación de oferta de trabajo. 732
3.14 Selección e inducción del personal. 732
3.15 Planificación. 733
3.16 Revisión y ajuste. 733
3.17 Actas e informes. 733
G. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO 734
1. DIAGRAMA GANTT 734
2. PROGRAMACIÓN FINANCIERA 735
2.1 Desglose de costos indirectos 735
2.2 Programación financiera temprana 735
2.3 Programación financiera tardía 737
2.4 Programación financiera balanceada 738
3. PROGRAMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS 740
3.1 Programación de recurso humana temprana 740
3.2 Programación de recurso humana tardía 741
3.3 Programación de recurso humana balanceada 741
4. PROGRAMACIÓN INTEGRADA 742
5. COSTOS POR RETRASO EN ACTVIDADES CRÍTICAS 744
H. ORGANIZACIÓN 753
1. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA 753
1.1 Estructura funcional 753
1.2 Estructura por proyectos 754
1.3 Estructura matricial 754
1.4 Diferencias principales 755

1.5 Análisis 756
1.6 Descripción breve de los puestos claves: 756
1.7 Matriz de responsabilidades 757
1.8 Justificación de la asignación de responsabilidades 760
I. SEGUIMIENTO Y CONTROL 762
1. DESGLOSE 762
2. INDICADORES DEL PROYECTO 764
CONCLUSIONES 765
RECOMENDACIONES 767
GLOSARIO TÉCNICO 769
BIBLIOGRAFÍA 772
ANEXOS 775

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Pretratamiento 23
Ilustración 2 Cámara de llegada 24
Ilustración 3 Cribado de gruesos y finos 25
Ilustración 4 Desarenadores 26
Ilustración 5 Esquema general de un RAFA 27
Ilustración 6 RAFA PTAR Nejapa 28
Ilustración 7 Tubería hacia Antorcha 29
Ilustración 8 Antorcha 29
Ilustración 9 Partes de un filtro percolador 31
Ilustración 10 Filtro percolador 31
Ilustración 11 Filtro percolador 32

Ilustración 12 Material de relleno plástico en filtros percoladores 33
Ilustración 13 ejemplo de decantador lamelar 35
Ilustración 14 Decantador lamelar PTAR 35
Ilustración 15 Tanque de hipoclorito 36
Ilustración 16 Patios de Secado 37
Ilustración 17 Plano de las instalaciones de la planta 71
Ilustración 18 Plano del proceso de tratamiento de aguas residuales 72
Ilustración 19 Mapa del sistema de tuberías conectados a PTAR Nejapa 73
Ilustración 20 Equipo de medición Multitec 540 80
Ilustración 21 Equipo de Trabajo 80
Ilustración 22 Planta AES Nejapa 94
Ilustración 23 AES Nejapa 95
Ilustración 24 Planta Hacienda San Ramón 96
Ilustración 25 Planta Hacienda San Ramón, biodigestor 98
Ilustración 26 Planta Hacienda San Ramón, Biofiltración 98
Ilustración 27 Planta San Julián 99
Ilustración 28 Biodigestor, Planta San Julián 100
Ilustración 29 Planta Renig 101
Ilustración 30 Planta Renig, Biodigestor 102
Ilustración 31 Ubicación Planta Agrocampestre 103
Ilustración 32 Planta Avícola Campestre 105
Ilustración 33 Planta Tri-City, Oregón 107
Ilustración 34 Pliego tarifario CAESS 161
Ilustración 35 Ejemplo de factura de CAES 162
Ilustración 36 Consumo KWH, PATAR Nejapa 163

Ilustración 37 Generadores no renovables GLN 174
Ilustración 38 Generadoras no renovables BUNKER 175
Ilustración 39 Generadoras geotérmicas 175
Ilustración 40 Generadoras hidroeléctricas 176
Ilustración 41 Generadoras Eólicas 177
Ilustración 42 Generadoras fotovoltaicas 177
Ilustración 43 Generadoras Biomasa 178
Ilustración 44 Generadoras Biogás 179
Ilustración 45 Central Geotérmica Berlín 192
Ilustración 46 Central Hidroeléctrica El Chaparral 194
Ilustración 47 Parque Eólico Ventus 195
Ilustración 48 Planta fotovoltaica Potenza 196
Ilustración 49 Planta fotovoltaica Potenza 197
Ilustración 50 Planta de Biomasa Ingenio El Ángel 197
Ilustración 51 Planta de Biogás AES Nejapa 198
Ilustración 52 Perfil mercado abastecedor 212
Ilustración 53 Tipo de instituciones del mercado nacional 267
Ilustración 54 Mercado eléctrico mayorista, minorista y regional 270
Ilustración 55 Logo Ente Operador Regional 272
Ilustración 56 Logo Comisión Regional de Interconexión Eléctrica 273
Ilustración 57 Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional 274
Ilustración 58 Empresa Propietaria de la Red 275
Ilustración 59 Sistema de Integración Eléctrica para Países de América Central 276
Ilustración 60 Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones 277
Ilustración 61 Unidad de Transacciones 279

Ilustración 62 Empresa Transmisora de El Salvador 281
Ilustración 63 Consejo Nacional de Energía 282
Ilustración 64 Dirección de Hidrocarburos y Minas 284
Ilustración 65 Sistema de Transmisión Nacional 288
Ilustración 66 Generadoras según el tipo de tecnología 289
Ilustración 67 Influencia de las principales distribuidoras de El Salvador 290
Ilustración 68 Influencia geográfica de AESS CLESA 291
Ilustración 69 Influencia geográfica de CAESS 292
Ilustración 70 Influencia geográfica de DELSUR 294
Ilustración 71 Influencia geográfica de DEUSEM 295
Ilustración 72 Influencia geográfica EDESAL 296
Ilustración 73 Influencia geográfica de la Empresa Eléctrica de Oriente 297
Ilustración 74 Influencia geográfica de ETESAL 298
Ilustración 75 Influencia geográfica de otras redes 299
Ilustración 76 Categorización del MARN 321
Ilustración 77 Categorización para proyectos de Biogás 321
Ilustración 78 Etapas para la síntesis de la situación actual 332
Ilustración 79 Sistema de generación de turbinas 343
Ilustración 80 Sistema de generación de turbinas 343
Ilustración 81 Sistema de generación microturbinas 345
Ilustración 82 Sistema de generación con motor de combustión Otto 346
Ilustración 83 Motor de combustión dual 347
Ilustración 84 Metodología para la localización del proyecto 387
Ilustración 85 Mapa de San Salvador y sus municipios 388
Ilustración 86 Mapa de Municipio de Apopa 389

Ilustración 87 Municipio de Quezaltepeque.....391
Ilustración 88 Factores de la macrolocalización.....392
Ilustración 89 Pliego tarifario CAESS.....395
Ilustración 90 Pliego tarifario DELSUR.....396
Ilustración 91 Macrolocalización óptima de la planta.....401
Ilustración 92 Factores para la Microlocalización.....406
Ilustración 93 Macrolocalización establecida.....413
Ilustración 94 Metodología de la ingeniería del proyecto.....414
Ilustración 95 Consumo mensual de agua por Municipio.....443
Ilustración 96 Layaout inicial.....500
Ilustración 97 Layaout primera aproximación.....500
Ilustración 98 Distribución Propuesta.....501
Ilustración 99 Plano propuesto.....503
Ilustración 100 Eras de secado.....504
Ilustración 101 Subestación eléctrica.....505
Ilustración 102 Tarjetas de presentación.....547
Ilustración 103 Ejemplo presentación de Camisa.....548
Ilustración 104 Stikers con logo.....548
Ilustración 105 Brochure.....550
Ilustración 106 Vista Principal página web.....551
Ilustración 107 Vista principal del Sistema Contable.....556
Ilustración 108 Registro de datos.....557
Ilustración 109 Catálogo de cuentas.....557
Ilustración 110 Balance General.....558
Ilustración 111 Estado de Resultado.....558

Ilustración 112 Botón Planilla 559

Ilustración 113 Botón Inventario 559

Ilustración 114 Calificaciones de magnitud e importancia 682

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Instituciones Autónomas de El Salvador 13

Tabla 2 Parámetros de cribado de gruesos 41

Tabla 3 Dimensionamiento de cribado de finos 43

Tabla 4 Diseño de Desarenador 44

Tabla 5 Especificaciones de RAFA 45

Tabla 6 Especificaciones de pozo de bombeo 50

Tabla 7 Dimensionamiento de filtro percolador 53

Tabla 8 Dimensionamiento de decantadores lamelares 57

Tabla 9 Dimensionamiento del área de desinfección 60

Tabla 10 Dimensionamiento de bomba de purga 62

Tabla 11 Características de patio de secado 65

Tabla 12 Equipo actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa 67

Tabla 13 Equipo de protección personal de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa 70

Tabla 14 Componentes del biogás 74

Tabla 15 Producción de biogás en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa 76

Tabla 16 Integrantes de equipo de medición 77

Tabla 17 Pasos para la medición de calidad de biogás 78

Tabla 18 Datos de la medición 79

Tabla 19 Capacidad de energía eléctrica 81

Tabla 20 Planta The AES Corporation Nejapa 94

Tabla 21 Planta Hacienda San Ramon 97

Tabla 22 Planta San Julián 99

Tabla 23 Planta Rening 101

Tabla 24 Planta Agrocampestre 103

Tabla 25 Ficha técnica de observación directa 114

Tabla 26 Ficha técnica de entrevista en planta de producción de biogás 115

Tabla 27 Ficha técnica de Entrevista 115

Tabla 28 Ficha técnica de entrevista a personal de alcaldía 116

Tabla 29 Ficha técnica de personal de Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas 116

Tabla 30 Ficha técnica de técnica documental 117

Tabla 31 Ficha técnica de entrevista a gerente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa 117

Tabla 32 Instrumento de observación 118

Tabla 33 Áreas y elementos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 118

Tabla 34 Instrumento de observación 119

Tabla 35 Instrumento de observación 120

Tabla 36 Instrumento de observación 121

Tabla 37 Instrumento de observación 122

Tabla 38 Instrumento de observación 123

Tabla 39 Instrumento de observación 124

Tabla 40 Instrumento de observación 125

Tabla 41 Instrumento de observación 126

Tabla 42 Instrumento de observación 127

Tabla 43 Instrumento de observación 128

Tabla 44 Instrumento de observación 129
Tabla 45 Instrumento de observación 130
Tabla 46 Instrumento de observación 131
Tabla 47 Instrumento de observación 132
Tabla 48 Instrumento de observación 133
Tabla 49 Instrumento de observación 134
Tabla 50 Instrumento de observación 135
Tabla 51 Instrumento de observación 136
Tabla 52 Instrumento de observación 136
Tabla 53 Entrevista al encargado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 138
Tabla 54 Entrevista con el personal de la Dirección de Hidrocarburos y Minas 138
Tabla 55 Entrevista en planta fotovoltaica 139
Tabla 56 Entrevista en planta de biogás 141
Tabla 57 Entrevista a especialista sobre biogás 141
Tabla 58 Entrevista a gerente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 142
Tabla 59 Consumo de energía eléctrica 2017 150
Tabla 60 Consumo de energía eléctrica 2018 151
Tabla 61 Consumo de energía eléctrica 2019 152
Tabla 62 Consumo de energía eléctrica 2020 153
Tabla 63 Consumo de energía eléctrica 2021 154
Tabla 64 Consumo de energía eléctrica 2022 155
Tabla 65 Demanda total por año para cada tipo de consumidor en el Municipio de Nejapa 156
Tabla 66 Promedio de consumo KWH, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa 164
Tabla 67 Promedio de consumo monetario, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa 164

Tabla 68 Tabla comparativa de generación de energía eléctrica 166
Tabla 69 Tipo de energía por tipo de empresa..... 166
Tabla 70 Tipo de energía por tipo de empresa, capacidad de energías renovales..... 168
Tabla 71 Generación neta de energía eléctrica al 2021 169
Tabla 72 Desglose según el estatuto de la empresa, privada o estatal 169
Tabla 73 Capacidad instalada y capacidad disponible de generadores mercado minorista 171
Tabla 74 Capacidad instalada de generadores mercado minorista 172
Tabla 75 Capacidad instalada de generadores mercado minorista 173
Tabla 76 Costos por generación de energía renovable. 200
Tabla 77 Muestras de caudal de marzo 2023 210
Tabla 78 Ley General de Recursos Hídricos. 214
Tabla 79 Ley De Medio Ambiente 224
Tabla 80 Código de Salud 229
Tabla 81 Reglamento Municipal 231
Tabla 82 Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección 240
Tabla 83 Reglamento especial de Aguas Residuales 252
Tabla 84 Reglamento especial de normas técnicas 254
Tabla 85 Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario 256
Tabla 86 Ley de Carreteras y Caminos Vecinales 263
Tabla 87 Instituciones y competencia en referencia Aguas Residuales 265
Tabla 88 Empresas generadoras del Mercado Mayorista 286
Tabla 89 Empresas distribuidoras de El Salvador 289
Tabla 90 Grandes usuarios de El Salvador 299
Tabla 91 Cantidad de empresas conectadas a la red de distribución..... 300

Tabla 92 Leyes aplicables al proyecto 301
Tabla 93 Leyes aplicables al proyecto ya establecidas y pendientes 304
Tabla 94 Normativa aplicable al proyecto 316
Tabla 95 Tiempo promedio para obtener permisos ambientales 322
Tabla 96 Perfil del mercado Distribuidor 327
Tabla 97 Análisis del mercado consumidor 328
Tabla 98 Análisis del mercado competidor 328
Tabla 99 Análisis del mercado distribuidor 329
Tabla 100 Análisis del mercado abastecedor 329
Tabla 101 Análisis de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa 330
Tabla 102 Análisis de normativas 331
Tabla 103 Matriz de involucrados 333
Tabla 104 variables que intervienen en el proceso 340
Tabla 105 Características generales de Turbinas de gas 348
Tabla 106 Características generales de Microturbinas 348
Tabla 107 Características generales de Motores de Combustión Interna 349
Tabla 108 Matriz morfológica con variantes 351
Tabla 109 Selección de primera alternativa de solución 352
Tabla 110 Costos prorrateados por comercialización de abono 353
Tabla 111 Ingresos estimados por comercialización de abono 354
Tabla 112 Costos prorrateados de alternativa 1 354
Tabla 113 Costos prorrateados de alternativa 1 355
Tabla 114 Selección de segunda alternativa de solución 355
Tabla 115 Costos prorrateados de alternativa 2 356
Tabla 116 Costos prorrateados de alternativa 2 357

Tabla 117 Selección de tercera alternativa de solución 357
Tabla 118 Costos prorrateados de alternativa 3..... 358
Tabla 119 Selección de cuarta alternativa de solución..... 359
Tabla 120 Costos prorrateados de alternativa 4..... 360
Tabla 121 Peso de los factores..... 361
Tabla 122 Parámetros y calificación de factor costos prorrateados y factor vida útil 362
Tabla 123 Parámetros y calificación de factor eficiencia y factor ingresos extra 362
Tabla 124 Valores de los factores de cada alternativa 362
Tabla 125 Matriz ponderada de alternativas de solución 363
Tabla 126 Análisis de consistencia 366
Tabla 127 Matriz de consistencia..... 368
Tabla 128 Medios de producción fijos actuales..... 371
Tabla 129 Determinación de factores 373
Tabla 130 Producción de abono 378
Tabla 131 Tecnología de producción 379
Tabla 132 Categorización de tamaños..... 379
Tabla 133 Alternativas de tamaño por producto/servicio..... 381
Tabla 134 Matriz morfológica..... 382
Tabla 135 Capacidades nominales..... 382
Tabla 136 Cálculo de NACI por alternativa 383
Tabla 137 Resumen de alternativa según NACI 383
Tabla 138 Justificación de factores..... 384
Tabla 139 Datos para evaluación de alternativas..... 384
Tabla 140 Parámetros y calificación de factor costos prorrateados y factor vida útil 385
Tabla 141 Parámetros y calificación de factor eficiencia y factor ingresos extra 385

Tabla 142 Valores de los factores de cada alternativa 385
Tabla 143 Matriz ponderada de alternativas de solución 386
Tabla 144 Tamaño seleccionado 386
Tabla 145 Localización del Mercado Consumidor 393
Tabla 146 Consideraciones del mercado abastecedor 393
Tabla 147 Distancias aproximadas 394
Tabla 148 Costo/kWh de las Distribuidoras CAESS y DELSUR 396
Tabla 149 Distancia en Km al cuerpo receptor 397
Tabla 150 Homicidios por municipio en marzo 2022 397
Tabla 151 Peso de los factores 398
Tabla 152 Escala de calificación del mercado consumidor 399
Tabla 153 Escala de calificación del mercado abastecedor 399
Tabla 154 Escala de calificación costos de energía eléctrica 399
Tabla 155 Escala de calificación cercanía del cuerpo receptor 400
Tabla 156 Escala de calificación de Seguridad 400
Tabla 157 Calificaciones por Municipio y Factor 401
Tabla 158 . Ubicaciones Microlocalización 402
Tabla 159 Microlocalización. Alternativa A 403
Tabla 160 Microlocalización. Alternativa B 404
Tabla 161 Microlocalización. Alternativa C 405
Tabla 162 Alternativas de superficie disponible 406
Tabla 163 Topografía y características del suelo 407
Tabla 164 Legislación y ambiente 408
Tabla 165 Costos de terreno 409
Tabla 166 Acceso a conexión de alcantarillado 409

Tabla 167 Proximidad a servicios 410
Tabla 168 Factores con su respectivo peso 410
Tabla 169 Escala de calificación de superficie disponible 411
Tabla 170 Escala de calificación de Topografía y características del suelo 411
Tabla 171 Escala de calificación Legal y Ambiental 412
Tabla 172 . Escala de calificación costo del terreno 412
Tabla 173 Escala de calificación de Acceso a conexión de alcantarillado 412
Tabla 174 Escala de calificaciones de Servicios 412
Tabla 175 Tabla de calificaciones Microlocalización 413
Tabla 176 Parámetros que debe cumplir el agua tratada antes liberarse al cuerpo receptor 415
Tabla 177 Descripción del producto - Generación de energía eléctrica a base de biogás 417
Tabla 178 Descripción del servicio - Tratamiento de aguas residuales 417
Tabla 179. Descripción de servicio - Generación de abono 418
Tabla 180 Ficha técnica. Generación de energía eléctrica a base de biogás 418
Tabla 181 Ficha técnica. Tratamiento de aguas residuales 419
Tabla 182 Ficha técnica. Generación de lodos (abono) 420
Tabla 183 Especificaciones técnicas del agua residual 421
Tabla 184 Especificaciones técnicas del biogás 421
Tabla 185 Especificaciones técnicas de los lodos 422
Tabla 186 propia Estimación del crecimiento poblacional 440
Tabla 187 Porcentaje de crecimiento poblacional 2023-2028 442
Tabla 188 Caudal de ingreso por año 444
Tabla 189 Porcentaje de crecimiento anual 444
Tabla 190 Estimación de producción anual de lodos 444

Tabla 191 Estimación de producción anual de abono 444
Tabla 192 Entrada de caudal 446
Tabla 193 Caudal de salida 446
Tabla 194 Reducciones que se prevén en el proceso 447
Tabla 195 Valores máximos permitidos de aguas residuales de tipo ordinario, NSO 13.49.01:09 447
Tabla 196 Mano de obra operativa 451
Tabla 197 Mano de obra de apoyo 452
Tabla 198. Ficha técnica de medidor de PH 452
Tabla 199 Ficha técnica Caudalímetro 453
Tabla 200 Ficha técnica tanque de almacenamiento 453
Tabla 201 Ficha técnica Generador eléctrico 455
Tabla 202 Ficha técnica Antorcha 456
Tabla 203 Ficha técnica de manómetro 457
Tabla 204 Ficha técnica Panel SIMATIC HMI 458
Tabla 205 Ficha técnica decantador lamelar 459
Tabla 206 Ficha técnica conos de sedimentación 460
Tabla 207 Ficha técnica bomba achicadora 461
Tabla 208 Ficha técnica de carretillas 462
Tabla 209 Ficha técnica de palas 462
Tabla 210 Ficha técnica de Bomba 1+1 463
Tabla 211 Ficha técnica depósito de hipoclorito 464
Tabla 212 Ficha técnica, medidor de caudal 465
Tabla 213 Ficha técnica, Medidor Multigas 466
Tabla 214 Ficha técnica, filtro de condesado 467

Tabla 215 Ficha técnica de filtro de remoción de gas 468
Tabla 216 Ficha técnica de Generador de combustión OTTO 469
Tabla 217 Máquina tamizadora 470
Tabla 218 Ficha técnica de balanza 471
Tabla 219 Ficha técnica de sacos 471
Tabla 220 Ficha técnica de guantes de vinil 472
Tabla 221 Ficha técnica de pallet Jack 472
Tabla 222 Ficha técnica de tarimas 473
Tabla 223 Ficha técnica de botas de hule 473
Tabla 224 Ficha técnica de pértiga dieléctrica 474
Tabla 225 Ficha técnica guantes dieléctricos 475
Tabla 226 Ficha técnica de calzado de seguridad dieléctrico 476
Tabla 227 Ficha técnica de casco dieléctrico 477
Tabla 228 Transformador de potencia 478
Tabla 229 Interruptor de Potencia 478
Tabla 230 Seccionador 479
Tabla 231 Relé de Protección 479
Tabla 232 Sistema de puesta tierra 480
Tabla 233 Banco de Condensadores 481
Tabla 234 Sistema de Control y Monitoreo 481
Tabla 235 Pararrayos 482
Tabla 236 Batería de Respaldo 482
Tabla 237 Medidor de Calidad de Potencia 483
Tabla 238 Aceite Aislante para Transformado 483
Tabla 239 Cables de alta tensión 484

Tabla 240 Conectores Eléctricos 484
Tabla 241 Aisladores de Tensión 485
Tabla 242 Fusibles Eléctricos 485
Tabla 243 Tablero de distribución 486
Tabla 244 Sistema de monitoreo de temperatura 487
Tabla 245 Sistema de Alarma y señalización 487
Tabla 246 Sistema de Iluminación 488
Tabla 247 Tanque de Aceite para transformadores 488
Tabla 248 Cargador de Baterías 489
Tabla 249 Multímetro Digital 489
Tabla 250 Pinza Amperimétrica 490
Tabla 251 Destornilladores aislados 490
Tabla 252 Taladro de percusión 491
Tabla 253 Escalera aislada 491
Tabla 254 Equipo de pruebas de aislamiento 492
Tabla 255 Cinta aislante 492
Tabla 256 Ficha técnica de laptop 493
Tabla 257 Ficha técnica de escritorio 493
Tabla 258 Ficha técnica de silla 494
Tabla 259 Ficha técnica de impresora 494
Tabla 260 Ficha técnica de archivero 495
Tabla 261 Tabla de áreas 497
Tabla 262 Tabla de proximidad 497
Tabla 263 Tabla de motivos de proximidad 498
Tabla 264 Diagrama de bloques 498

Tabla 265 Actividades relacionadas 499
Tabla 266 Funciones del Sistema Contable 556
Tabla 267 Ventajas y desventajas de alternativas 560
Tabla 268 Características del tipo de organización 563
Tabla 269 Escala de valoración de puntos 565
Tabla 270 Evaluación de alternativas 566
Tabla 271 Parámetros Microbiológicos de lodos de tipo ordinario y especial 579
Tabla 272 Análisis comunes para clasificación de lodos de tipo ordinario 579
Tabla 273 Análisis de sustancias peligrosas para lodos especiales 581
Tabla 274 Clasificación de Lodos por su Calidad 582
Tabla 275 Inversiones del proyecto 600
Tabla 276 Obra civil, producción de abono 601
Tabla 277 Obra civil, generación de energía eléctrica 602
Tabla 278 Maquinaria y equipo de producción 603
Tabla 279 Equipo de protección personal 605
Tabla 280 Mobiliario y equipo de oficina 606
Tabla 281 Resumen de inversiones fijas tangibles 606
Tabla 282 Costo de recurso humano para elaboración de perfil 608
Tabla 283 Costo de recursos materiales para elaboración de perfil 608
Tabla 284 Costo de recursos complementarios para elaboración de perfil 608
Tabla 285 Costos totales del perfil 609
Tabla 286 Costo de recurso humano para elaboración de estudio de mercado 609
Tabla 287 Costo de recursos materiales para elaboración de estudio de mercado 610
Tabla 288 Costo de recursos complementarios para elaboración de estudio de mercado 610
Tabla 289 Costos totales del estudio de mercado 610

Tabla 290 Costo de recurso humano para elaboración de estudio técnico 611
Tabla 291 Costo de recursos materiales para elaboración de estudio técnico 611
Tabla 292 Costo de recursos complementarios para elaboración de estudio técnico..... 611
Tabla 293 Costos totales del estudio técnico 612
Tabla 294 Costo de recurso humano para elaboración de etapa de evaluaciones..... 612
Tabla 295 Costo de recursos materiales para elaboración de etapa de evaluaciones 613
Tabla 296 Costo de recursos complementarios para elaboración de etapa de evaluaciones 613
Tabla 297 Costos totales de tapa de evaluaciones 613
Tabla 298 Costos de administración del proyecto 614
Tabla 299 Resumen de inversiones fijas intangibles 614
Tabla 300 Resumen de inversiones fijas..... 615
Tabla 301 Resumen de inversiones fijas más imprevistos 615
Tabla 302 Ciclo productivo 616
Tabla 303 Requerimientos de materia prima e insumos al mes 617
Tabla 304 Requerimientos de mano de obra 618
Tabla 305 Servicios básicos al mes 619
Tabla 306 Caja o efectivo 619
Tabla 307 Capital de trabajo por mes 620
Tabla 308 Inversión inicial 620
Tabla 309 Fuentes de financiamiento externa 622
Tabla 310 Fuentes de financiamiento no convencionales 623
Tabla 311 Evaluación de sistemas de costos 624
Tabla 312 Cálculo de costo real de la Mano de Obra Directa 626
Tabla 313 Costo anual de materia prima y materiales directos 627

Tabla 314 Costo de materiales indirectos 627
Tabla 315 Costos de Mano de Obra Indirecta 628
Tabla 316 Costos del área de producción 629
Tabla 317 Depreciación de obra civil producción 629
Tabla 318 Depreciación de la maquinaria y equipo del área de producción 630
Tabla 319 Costos totales de producción 632
Tabla 320 Mano de obra administrativa 633
Tabla 321 Total de insumos del área administrativa 633
Tabla 322 Costo total de suministros varios 634
Tabla 323 Depreciación de la maquinaria y equipo del área administrativa 634
Tabla 324 Total Costos Administrativos 635
Tabla 325 Total de mano de obra de comercialización 635
Tabla 326 Total insumos para marketing 635
Tabla 327 Total página web al año 636
Tabla 328 Amortización de marca comercial 636
Tabla 329 Resumen Costos de Comercialización 636
Tabla 330 Costos totales 637
Tabla 331 Costos totales por producto 637
Tabla 332 Precio de venta propuesto en base al margen de utilidad 640
Tabla 333 Presupuesto de ingresos anuales de Tratamiento de aguas residuales 641
Tabla 334 Presupuesto de ingresos anuales de Generación de Energía eléctrica 641
Tabla 335 Presupuesto de ingresos anuales de Generación de Abonos 642
Tabla 336 Egresos anuales tratamiento de aguas residuales 642
Tabla 337 Egresos anuales generación de energía eléctrica 643
Tabla 338 Egresos anuales generación de abono 644

Tabla 339 Resumen de gastos anuales 646
Tabla 340 Egresos mensuales año 1 Tratamiento de aguas residuales 647
Tabla 341 Egresos mensuales año 1 generación de energía eléctrica 648
Tabla 342 Egresos mensuales año 1 generación de abono 649
Tabla 343 Resumen de gastos mensuales por producto/servicio para el año 1. 650
Tabla 344 Consolidado de gastos anuales 650
Tabla 345 Costos fijos totales 652
Tabla 346 Costo fijo unitario 653
Tabla 347 Costos variables totales 653
Tabla 348 Costo Variable Unitario 654
Tabla 349 Resumen de Costos Fijos Unitarios y Costos Variables Unitarios 654
Tabla 350 Flujo de Efectivo para los 5 años 657
Tabla 351 Estado de Resultado Proforma 658
Tabla 352 Balance General 659
Tabla 353 Inflación promedio de los últimos 5 años 661
Tabla 354 Datos para el cálculo de Razón Beneficio Costo 664
Tabla 355 Información para el cálculo del Rotación del Activo Total 666
Tabla 356 Rotación del Activo Total (RAT) 666
Tabla 357 Información para el cálculo del Margen Bruto de Utilidades 667
Tabla 358 Margen Bruto de Utilidades (MB) 667
Tabla 359 Información para el cálculo del Rendimiento de la Inversión 668
Tabla 360 Rendimiento de la Inversión (REI) 668
Tabla 361 Información para el cálculo del Rendimiento sobre el Patrimonio 668
Tabla 362 Rendimiento Sobre el Patrimonio (ROE) 669
Tabla 363 Información para el cálculo del Margen Neto de Utilidad 669

Tabla 364 Margen Neto de Utilidad (MNU) 670
Tabla 365 Presupuesto anual de Generación de Energía Eléctrica con reducción del 20% 671
Tabla 366 Comparación con reducción del 20% en la generación de energía eléctrica 671
Tabla 367 Flujo de Efectivo con la reducción del 20% en la producción de Energía Eléctrica 672
Tabla 368 Datos para cálculo de Razón Beneficio Costo supuesta 673
Tabla 369 Presupuesto anual de Generación de Abono con reducción del 10% 674
Tabla 370 Comparación con reducción del 20% en la generación de abono 674
Tabla 371 Flujo de Efectivo con la reducción del 10% en la producción de Abono 675
Tabla 372 Datos para cálculo de Razón Beneficio Costo supuesta. 676
Tabla 373 Valoración de impactos 681
Tabla 374 Matriz de Leopold 683
Tabla 375 Desglose del proyecto 687
Tabla 376 Entregable 1: Legalización 689
Tabla 377 Entregable 2: Obra civil 690
Tabla 378 Entregable 3: Equipamiento 692
Tabla 379 Entregable 4: Recursos Humanos 694
Tabla 380 Entregable 5: Puesta en marcha 695
Tabla 381 Diccionario de actividades 696
Tabla 382 Asignación de recursos por actividad 711
Tabla 383 Políticas y estrategias por paquete de trabajo 717
Tabla 384 Datos de red CPM - PERT 722
Tabla 385 Diagrama de Gantt del proyecto 734
Tabla 386 Costos indirectos del proyecto 735
Tabla 387 Desembolsos del proyecto 738

Tabla 388 Costos por retraso en actividades críticas 744
Tabla 389 Principales diferencias entre tipos de estructura organizacional 755
Tabla 390 Comparación entre diferentes tipos de estructura organizacional 756
Tabla 391 Matriz RASCIV 759
Tabla 392 Matriz de responsabilidades 760
Tabla 393 Matriz del marco lógico extendido 762
Tabla 394 Desglose de indicadores del Proyecto 764

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 Estructura organizativa PTAR Nejapa 10
Diagrama 2 Pretratamiento 38
Diagrama 3 Tratamiento primario 39
Diagrama 4 Tratamiento secundario 39
Diagrama 5 Proceso de tratamiento de agua 40
Diagrama 6 Proceso de generación de biogás 75
Diagrama 7 Rangos de consumo 145
Diagrama 8 Árbol de problemas 335
Diagrama 9 Árbol de objetivos 336
Diagrama 10 Herramienta de caja negra 339
Diagrama 11 Conceptualización de la alternativa de Solución 365
Diagrama 12 Etapa 3 Estudio Técnico 369
Diagrama 13 Metodología general 370
Diagrama 14 Categorización de tamaños 380
Diagrama 15 . Diagrama de bloques de Generación de energía eléctrica a base de biogás 423

Diagrama 16 Diagrama de bloques de Tratamiento de aguas residuales 426
Diagrama 17 Diagrama de bloques de Generación de abonos 428
Diagrama 18 Diagrama de flujo de proceso actual. Generación de biogás 430
Diagrama 19 Diagrama de flujo de procesos propuesto. Generación de energía eléctrica . 431
Diagrama 20 Diagrama de flujo de proceso Tratamiento de aguas residuales 432
Diagrama 21 Diagrama de flujo de proceso actual. Generación de abono 433
Diagrama 22 Diagrama de flujo de proceso propuesto. Generación de abono 434
Diagrama 23 Diagrama de flujo de operaciones actual. Generación de biogás 435
Diagrama 24 Diagrama de flujo de operaciones propuesto. Generación de energía eléctrica 436
Diagrama 25 . Diagrama de flujo de Operaciones. Tratamiento de Aguas Residuales 437
Diagrama 26 Diagrama de flujo de operaciones actual. Generación de abonos 438
Diagrama 27 Diagrama de flujo de operaciones propuesto. Generación de abonos 439
Diagrama 28 Diagrama de balance de aguas residuales 448
Diagrama 29 Diagrama de balanceo de lodos 449
Diagrama 30 Diagrama de balanceo de generación de energía eléctrica 450
Diagrama 31 Organigrama de PTAR 507
Diagrama 32 Requerimientos del Sistema Contable 554
Diagrama 33 Estudio Económico Financiero 594
Diagrama 34 Evaluaciones del proyecto 595
Diagrama 35 Administración del proyecto 595
Diagrama 36 Metodología de estudio económico - financiero 596
Diagrama 37 Tipos de inversiones 600
Diagrama 38 EDT del proyecto 687
Diagrama 39 EDT- monto del proyecto 688

Diagrama 40 Red CPM - PERT 720
Diagrama 41 Permisos de comercialización de abono 727
Diagrama 42 Permisos de comercialización de energía eléctrica 727
Diagrama 43 Propiedad intelectual 728
Diagrama 44 Subcontratación 728
Diagrama 45 Compra de materiales 728
Diagrama 46 Levantamiento de cimientos 728
Diagrama 47 Instalaciones eléctricas / hidráulicas 729
Diagrama 48 Acabados superficiales 729
Diagrama 49 Selección de proveedores 730
Diagrama 50 Compra de maquinaria, mobiliario y equipo 730
Diagrama 51 Acoplado 731
Diagrama 52 Prueba de maquinaria y equipo 732
Diagrama 53 Creación de oferta de trabajo 732
Diagrama 54 Selección e inducción del personal 732
Diagrama 55 Planificación 733
Diagrama 56 Revisión y ajuste. 733
Diagrama 57 Actas e informes 733
Diagrama 58 Programación temprana financiera 736
Diagrama 59 Programación financiera tardía 737
Diagrama 60 Programación financiera balanceada 739
Diagrama 61 Programación de recurso humano temprana 740
Diagrama 62 Programación de recurso humano tardía 741
Diagrama 63 Programación de recurso humano balanceada 742
Diagrama 64 Programación integrada 743

Diagrama 65 Organigrama del Proyecto 756

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1Consumo mensual de energía eléctrica 2017 150

Gráfico 2 Consumo mensual de energía eléctrica 2018 151

Gráfico 3 Consumo mensual de energía eléctrica 2019 152

Gráfico 4 Consumo mensual de energía eléctrica 2020 153

Gráfico 5 Consumo mensual de energía eléctrica 2021 154

Gráfico 6 Consumo mensual de energía eléctrica 2022 155

Gráfico 7 Consumo de energía eléctrica 2017-2022 156

Gráfico 8 Porcentaje de participación por sector de consumo 2017 157

Gráfico 9 Porcentaje de participación por sector de consumo 2018 157

Gráfico 10 Porcentaje de participación por sector de consumo 2019 158

Gráfico 11 Porcentaje de participación por sector de consumo 2020 158

Gráfico 12 Porcentaje de participación por sector de consumo 2021 159

Gráfico 13 Porcentaje de participación por sector de consumo 2022 159

Gráfico 14 Porcentaje de participación total general 2017-2022 160

Gráfico 15 Boletín estadísticas eléctricas de El Salvador 167

Gráfico 16 Porcentaje de capacidad instalada por fuentes de energía 168

Gráfico 17 Porcentaje de capacidad instalada por tipo de empresa. 170

Gráfico 18 Promedio diario de entrada de caudal a PTAR Nejapa 211

Gráfico 19 Estimación de crecimiento poblacional 441

Gráfico 20 Tendencia de crecimiento poblacional 441

Gráfico 21 Precio de venta proyectado 640

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un estudio de factibilidad para la generación de energía eléctrica a partir del biogás que se genera en la planta de tratamiento de aguas residuales, Nejapa, se busca aprovechar la fuente de generación de energía renovable que permita beneficiar a la planta y a la comunidad.

Se inicia con las generalidades de la planta como lo son su misión, visión, historia. Además, se hace una breve explicación de la forma en la que está constituida la empresa, empezando por su estructura organizativa. Además, se describe el proceso dentro de la planta para el tratamiento de las aguas residuales y cada uno de sus componentes como lo es el pretratamiento, el tratamiento primario, tratamiento secundario, incluyendo diagramas de procesos. Además, se detallan los parámetros de diseño de cada elemento y sus especificaciones.

Se realiza un estudio de mercado abordando el mercado consumidor considerando la demanda de usuarios por kWh en el municipio, el mercado competidor se inicia con una descripción de cómo está compuesta la matriz energética del país, considerando las fuentes de energía renovables y no renovables, además, en este mercado se hace una descripción de proyectos en operación por tipo de energía renovable en el país. En el mercado abastecedor, se realiza una descripción de las características físicas y químicas de las aguas residuales, se muestra el cálculo del promedio de aguas que ingresan a la planta para su tratamiento. En el mercado distribuidor se abordan las entidades involucradas en el funcionamiento del sector energético en el país, como los son las generadoras, distribuidoras, transmisoras y comercializadoras, se incluyen las leyes y normativas que regulan la producción y distribución de energía eléctrica en El Salvador.

Se abordan aspectos del estudio técnico del proyecto, primero se abordan las especificaciones del tamaño y la localización para poder desarrollar el proyecto. Posteriormente se aborda la temática de la ingeniería del proyecto donde se detalla el diseño del producto, los diagramas de flujo donde se detalla cada uno de los procesos que se requieren para obtener el producto terminado, la evaluación de la materia prima, el proceso productivo, la planificación de la producción, las especificaciones de los recursos, la instalación fabril y las especificaciones de la obra civil.

Además, se presenta la organización de la empresa, las funciones básicas de la organización, el organigrama, los sistemas administrativos básicos y el marco legal propuesto para la empresa. Finalmente, se presenta la evaluación económica-financiera con el fin de determinar los montos de inversión, se abordan los estados financieros, además, se presenta la evaluación de género y ambiental, culminando con administración de la implementación del del proyecto.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Realizar un estudio de factibilidad sobre la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del biogás producido en la Planta del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Nejapa, de forma que contribuya a la generación de energía eléctrica y con ello a la sostenibilidad económica y ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar los antecedentes de la Planta del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Nejapa para visualizar y comprender la concepción de la Planta y del por qué no sé utiliza el biogás generado.
- Plantear la problemática que comprende actualmente la Planta del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Nejapa para poder generar la solución óptima según las limitantes y recursos disponibles en la actualidad.
- Establecer la línea guía que canalice el desarrollo del estudio de factibilidad sobre la instalación de un sistema que genere energía eléctrica a partir del biogás producido en Planta de Tratamiento de Nejapa.
- Investigar el mercado energético del país con la finalidad de contextualizar la actualidad del proyecto.
- Investigar sobre otros proyectos de generación de energía eléctrica a partir de biogás a nivel internacional, nacional y/o municipal.
- Determinar la demanda de energía eléctrica requerida en la Planta de Tratamiento con el fin de identificar los requisitos para la maquinaria del proyecto.
- Realizar los estudios de mercado para identificar los consumidores del servicio que brinda la Planta, los proveedores de los insumos para la operación de esta, así como del mercado distribuidor de energía eléctrica y los posibles competidores
- Detallar de manera minuciosa todos los aspectos relacionados con la ingeniería del proyecto a fin de diseñar los procesos, sistemas de apoyo e instalaciones para la prestación de los servicios.
- Determinar de manera técnica el tamaño y capacidad instalada del proyecto en estudio.

- Establecer mediante la aplicación de técnicas de ingeniería la macro y micro localización óptima para el desarrollo del proyecto.
- Definir los aspectos organizativos y legales que mejor se ajusten al proyecto a fin de que este pueda cumplir con los objetivos económicos y de sostenibilidad planteados.
- Determinar las inversiones para la construcción del sistema generador de energía eléctrica y la operatividad de este, con el propósito de estimar los recursos financieros que serán requeridos para ejecutar el proyecto.
- Realizar las proyecciones de ahorros / ingresos que se generan en energía eléctrica con el aprovechamiento del biogás generado en la Planta de Tratamiento.
- Efectuar las evaluaciones ligadas al proyecto referente a lo económico, financiero, social y ambiental, para visualizar si el proyecto es rentable en su ejecución.
- Definir el plan de implantación del proyecto de la construcción del sistema generador de energía eléctrica en la Planta de Tratamiento de Nejapa como base para la planificación y organización del proyecto.
- Determinar la inversión total del proyecto, en base a la maquinaria y equipo, materia prima, insumo, mano de obra y la realización de los estudios previos.
- Establecer el sistema de costeo más adecuado para asegurar una estimación precisa del costo unitario, lo cual facilitará una correcta toma de decisiones en precios y producción.
- Estimar el punto de equilibrio para el tratamiento de aguas residuales, para la generación de energía eléctrica y la generación de abonos, para cubrir los costos y evitar pérdidas.
- Calcular los estados financieros proforma y realizar las proyecciones para cinco años posteriores a la implementación del proyecto, tomando en cuenta la inflación promedio del país.
- Estimar las evaluaciones económica-financiera para determinar la decisión óptima de inversión, para la toma de decisiones de la ejecución del proyecto.
- Definir la estructura de trabajo de la implementación de la generación de energía eléctrica y producción de abono.

IMPORTANCIA

La importancia de elaborar un estudio de factibilidad para la generación de energía eléctrica renovable en la planta de tratamiento de aguas residuales de Nejapa, es que con ello se pueda dar un aprovechamiento a los residuos, ya que dentro del proceso de tratamiento de las aguas negras se genera biogás y lodo, en base al proceso anaeróbico, el cual actualmente, para evitar una contaminación significativa en la atmosfera, el biogás, que en su mayoría está compuesto por metano, se quema mediante una antorcha y con esto se convierte en CO_2, el cual es 21 veces menor que el metano en el potencial de calentamiento del ambiente.

Además, la planta de tratamiento de aguas residuales tiene un impacto positivo en su entorno, ya que gracias al proceso realizado en la planta todas las aguas negras del sistema de alcantarillado de Nejapa el cual lo integran 4698 hogares con caudales aproximados de 4000 m3/día, puede ser tratado a fin de disminuir significativamente la contaminación del cuerpo receptor, en este caso del Rio San Antonio, con ello se apertura una de las aristas del proyecto, la cual se centra en el aspecto ambiental, ya que con la generación de energía renovable a partir del biogás se reduce el impacto ambiental por emisión de gases de efecto invernadero, y además esta producción de energía eléctrica significará un ahorro en los costos operativos de la planta y esto asegura que el proyecto STAR de Nejapa sea sostenible a largo plazo, lo cual permitirá que el impacto por contaminación del Rio San Antonio sea el mínimo en el transcurso de los años; por ende, el factor socioeconómico se ve afectado de manera positiva, ya que casi 1500 hogares se ven beneficiados directamente al darle tratamiento a las aguas residuales del municipio, dado que con esta acción se ha logrado mitigar los malos olores que se percibían con la planta anterior a lo largo del cuerpo receptor, así como la calidad de agua del rio, con ello se ve una mejora en la calidad de vida de los hogares beneficiados directamente, al reducir enfermedades gastrointestinales, así como el aprovechamiento del vital líquido para uso en la agricultura o ganadería en el municipio y con ello se puede prever una reducción en los costos o mejora en la calidad de los productos de este tipo de actividades en la zona ya que se tiene agua de mejor calidad.

Bajo la misma línea, la generación de electricidad a partir de biogás, permitiría destinar parte del recurso monetario utilizado para pagar la energía eléctrica, para el coste del mantenimiento de la planta de tratamiento, así como para el sistema de alcantarillado de aguas negras del municipio, y con ello proporcionar un servicio de mayor calidad

JUSTIFICACIÓN

La entidad Municipal Descentralizada para el Sistema de Tratamiento y Gestión de Aguas Residuales, del municipio de Nejapa, tiene una gran oportunidad para aprovechar en su totalidad los subproductos, transformado el biogás que se genera en el tratamiento de las aguas residuales y utilizarlo como fuente de energía renovable.

Ya que la planta actualmente está generando biogás, esto hace que se convierta en una fuente constante de materia prima. El biogás está conformado en su mayor parte por metano, el cual tiene una gran capacidad de calentamiento al compararlo con otro tipo de gases como el CO_2; en la planta de tratamiento el biogás generado es quemado mediante una antorcha; por lo que se está desaprovechando una oportunidad para generar energía renovable.

La generación de electricidad a partir del biogás permitiría reducir significativamente los costos relacionados al consumo energético de la planta. Además, existe la posibilidad de que, en algunas ocasiones se genere un excedente de energía que podría ser inyectado a la red eléctrica o utilizados en otras dependencias municipales, generando un retorno económico adicional. Este tipo de proyectos puede acceder a incentivos gubernamentales o financiamientos internacionales vinculados a energías limpias y sostenibilidad.

Se busca aprovechar lo máximo posible la oportunidad que se tiene de generar energía verde y de forma simultánea hacer que el proyecto STAR Nejapa sea sostenible a largo plazo y contribuya al desarrollo sostenible de la comunidad. Además, puede convertirse en un modelo replicable que permita promover practicas sostenibles en el tratamiento de residuos o adaptarlo a otras plantas de tratamiento similares. Adicional a esto, la implementación del sistema podría generar empleos directos e indirectos, y fomentar la educación ambiental en torno al uso racional de los recursos y las energías renovables.

ALCANCE Y LIMITACIONES

ALCANCES

- El estudio de factibilidad se llevará a cabo en la planta del Sistema de Tratamiento y Gestión de Aguas Residuales Descentralizado, del Municipio de Nejapa, departamento San Salvador.

- El estudio de factibilidad para la creación de un sistema de generación de energía eléctrica a base de biogás en la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Nejapa. Se desarrollará por etapas: anteproyecto, estudio de mercado, estudio técnico y estudio económico-financiero

- Para el desarrollo de las etapas: anteproyecto, estudio de mercado y estudio técnico, se requiere hacer investigación de campo haciendo uso de técnicas de recolección de información.

- Se determinará la factibilidad de la generación de energía eléctrica a base de biogás en la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Nejapa desde un punto de vista técnico, económico y financiero.

LIMITACIONES

- Las visitas técnicas a la planta están sujetas a la disponibilidad de tiempo de la contraparte, abonado a esto el tiempo que se lleva cada miembro del equipo para poder llegar a las instalaciones de la misma.

- El equipo de trabajo no dispone de tiempo completo diario para realizar el estudio debido a actividades laborales por lo que se ha optado por establecer horarios acoplados para realizar el trabajo.

- El conocimiento técnico respecto a la generación de energía eléctrica a partir de biogás es limitado por parte del equipo encargado del estudio ya que sus miembros son egresados de la carrera de ingeniería industrial

I. GENERALIDADES DEL ESTUDIO

A. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.

1.1 Historia.

En el 2002 se construyó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Nejapa, la cual se encontraba dentro un área semirrural ubicado en el norte de la población y dentro de un terreno que ha sido otorgado en calidad de comodato por la Asociación Cooperativa de Producción Agropecuaria “El Ángel” de R.L. a favor de la Alcaldía de Nejapa. Dicho comodato se encuentra catastralmente ubicado en la jurisdicción de Nejapa mientras que la propiedad de la cual se deriva se encuentra registralmente inscrita en Apopa.

El proyecto de Construcción de la “Nueva Planta de Tratamiento, Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa” contempla la construcción de una nueva estación depuradora en el lugar de la ya existente, al objeto de permitir asumir el caudal de aguas residuales generadas en el municipio de Nejapa y darlas un tratamiento adecuado para cumplir con la normativa relativa en materia de aguas. La nueva depuradora se diseña para un periodo de 20 años, estimando un caudal de 48,07 l/s y dará servicio a aproximadamente 2,400 personas conectadas a la red de saneamiento y a una importante cantidad de actividades industriales.

Además de la construcción de la planta depuradora, el proyecto contempla resolver las deficiencias detectadas en la zona crítica del Colector Las Mercedes. Dado que no se ha desarrollado un sistema de alcantarillado en este corredor logístico, se proyectan las tuberías de servicio para recolección de aguas residuales en la zona, teniendo en cuenta la Ordenanza Municipal para la aplicación del Plan de Desarrollo Logístico de Nejapa, publicada en el Diario Oficial Tomo 373, Número 233 en fecha miércoles 13 de diciembre de 2006. Por lo tanto, se proyecta, tramos de tubería en el sector industrial para habilitar el servicio de drenaje de aguas negras en los lotes industriales que todavía no han sido utilizados para emplazar edificaciones. Además, en la red de alcantarillado existente se proyecta ampliar los diámetros en los tramos de tubería de los colectores primarios en los sitios donde se detectaron problemas, también se colocan pozos de conexión en tramos de tuberías mayores de 100 m y se reemplazan todas las tuberías existentes de concreto por material PVC. Una vez resueltas estas deficiencias, el

sistema de alcantarillado tiene la capacidad de absorber la proyección tanto del sector poblacional y del campo industrial para el final del período de diseño que es de 20 años.

Otra de las necesidades que se deseaba solventar era la implementación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales que fuera de mejor calidad y automatizando la mayor cantidad de procesos posibles, ya que las instalaciones anteriores se encontraban deterioradas por falta de mantenimiento. Como consecuencia, se producían constantes episodios de contaminación al caudal de las aguas del río San Antonio ya que allí deposita la PTAR su efluente el cual, como ya se ha indicado, se descarga con una baja remoción de material contaminante. Como resultado de lo anterior, se detectó una afectación en las especies acuáticas del mismo río. Tanto por la capacidad de subsistencia de los peces y batracios como a las garzas blancas que ocasionalmente descienden a las riberas del mismo río en busca de agua y alimentos.

Con el objetivo de mejorar las condiciones socio económicas y de género, ambientales y de salud de los habitantes del área de influencia, para lo cual también se tiene en cuenta la normativa legal y ambiental a nivel nacional y del Municipio de Nejapa.

1.2 Misión

Brindar, de forma sostenible y eficiente bajo estándares de calidad y mejoramiento continuo en concordancia con la legislación aplicable, el servicio de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales del área urbana y periurbana del municipio de Nejapa.

1.3 Visión

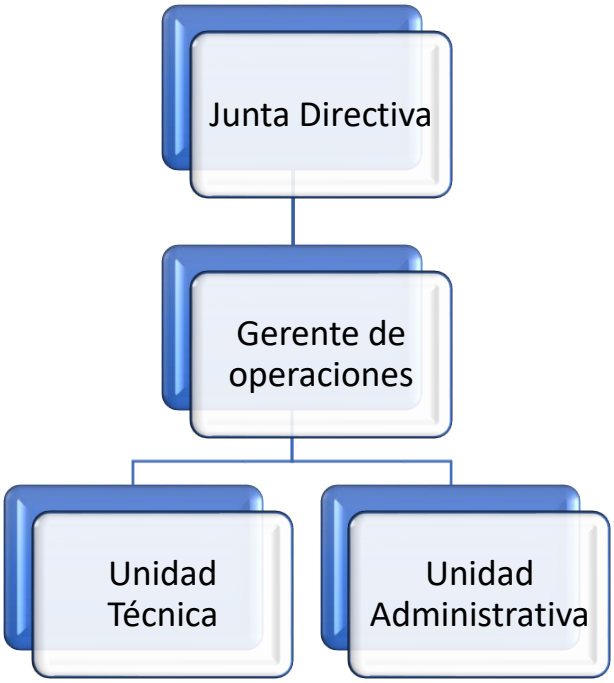
Ser la Entidad Municipal Descentralizada pionera a nivel nacional y municipal en la gestión del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa, con la participación intersectorial aplicando tecnología y medios que ayudarán a prevenir la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del río San Antonio, beneficiando también a los municipios aledaños a la cuenca del rio Lempa

1.4 Estructura organizativa

La administración y dirección está a cargo de una Junta Directiva que está formada por los distintos representantes de los sectores beneficiarios y la Municipalidad, contando para ello con un gerente responsable de dirigir las unidades administrativa y técnica.

Estructura organizativa de la PTAR Nejapa

Diagrama 1 Estructura organizativa PTAR Nejapa



Fuente: Elaboración propia

La entidad operadora del sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de Nejapa es la responsable del desarrollo, mantenimiento y la mejora continua del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

Dentro de las funciones a cumplir están:

- Elaborar, ejecutar y evaluar el Plan Anual Operativo de la Entidad Municipal Descentralizada
- Administrar eficientemente y dar mantenimiento a la infraestructura y los diferentes componentes que forman parte del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales
- Procurar mantener en buen estado la red de recolección y conducción de aguas residuales, así como la infraestructura de la Planta de Tratamiento.

Atender y gestionar las solicitudes relativas al servicio de los usuarios del sistema de tratamiento.

1.5 Administración del proyecto

La "descentralización" es el proceso de transferencia de funciones y actividades desde el gobierno central hacia los gobiernos locales con la finalidad de optimizar el uso y administración de recursos materiales, financieros y humanos en la producción de bienes públicos y en la prestación de servicios públicos que demanda la sociedad.[1]

Objetivo general de la descentralización: "Contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, promoviendo el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza en los territorios y sus poblaciones, mediante el fortalecimiento efectivo de las capacidades locales, orientadas a mejorar la gobernabilidad local, la eficiencia en la focalización, gestión y efectividad del gasto público y la provisión de los servicios básicos.[2]

Con la descentralización, el gobierno central inyecta recursos a diferentes ministerios, organismos, instituciones, corporaciones, organizaciones regionales, funcionales o privados para que se encarguen de la planificación, administración, obtención y asignación de dichos recursos. (Significados, 2013)

Entre los principales actores institucionales y roles en los procesos de descentralización se pueden mencionar los siguientes:

[1] Concepto extraído de: "Política Nacional de Descentralización", julio del 2007
[2] Texto sacado de: "Política Nacional de Descentralización", julio del 2007

- A nivel de Gobierno Central: aquí se incluyen las instituciones pertenecientes al Órgano Ejecutivo, así como instituciones oficiales autónomas. Sus roles a desempeñar dependen de su nivel de involucramiento en el proceso de trasferencias de competencias y recursos.
- A nivel local del Estado: Instituciones descentralizadas: Se incluyen los gobiernos Municipales y sus asociaciones o mancomunidades que son los responsables directos de la puesta en marcha y operación eficiente de los servicios que se les transfieran
- Entidades del sector privado: empresas privadas que fungen como proveedoras de bienes y servicios, etc.

Este sector agrupa las instituciones y organismos que prestan labores o servicios de utilidad pública, ya sea por delegación del poder central, de las leyes o de la propia constitución. En general, puede decirse que las instituciones que componen esta área producen bienes o servicios que no compiten en el mercado; por lo tanto, estarían llenando una necesidad pública que corresponde satisfacer al Estado. (INEC, 2019)

La descentralización se encuentra limitada en la Constitución hacia las municipalidades, en sus artículos 202 al 207, otorgándoles autonomía en determinadas funciones en el artículo 207.

Con respecto a las leyes secundarias, el Código Municipal es el más representativo en cuanto a legislación de la administración descentralizada se refiere, recibiendo más facultades dicho Código a partir del año 1986, donde se le otorgan nuevas competencias, en su artículo 4, como la libertad de elaborar sus tarifas y el poder crear sus propias ordenanzas.

De acuerdo a los conceptos anteriores, pueden mencionarse las características de la descentralización:

- Hay un traslado de competencias desde la administración central del Estado a nuevas personas morales o jurídicas.
- El Estado dota de personalidad jurídica al órgano descentralizado.
- Se le asigna un patrimonio propio y una gestión independiente de la administración central.
- El Estado solo ejerce tutela sobre éstos.
- Se basa en un principio de autarquía.

Actualmente en El Salvador se identifican las siguientes instituciones autónomas:

Tabla 1 Instituciones Autónomas de El Salvador

ANSP - Academia Nacional de Seguridad Pública	FISDL / FINET - Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local de El Salvador / Fondo de Inversión Nacional en Electrificación y Telefonía
ANDA - Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados	FOPROLYD - Fondo de Protección de Lisiados y Discapacitados a Consecuencia del Conflicto Armado
AAC - Autoridad de Aviación Civil de El Salvador	FOSAFFI - Fondo de Saneamiento y Fortalecimiento Financiero
AMP - AUTORIDAD MARÍTIMA PORTUARIA	FANTEL - Fondo Especial de los Recursos provenientes de la Privatización de ANTEL
ASA - Autoridad Salvadoreña del Agua	FONAVIPO - Fondo Nacional de Vivienda Popular
BCR - Banco Central de Reserva de El Salvador	FONAT - Fondo para la Atención a las Víctimas de Accidentes de Tránsito
BANDESAL - Banco de Desarrollo de la República de El Salvador	FOSEP - Fondo Salvadoreño para Estudios de Preinversión
BFA - Banco de Fomento Agropecuario	FSV - Fondo Social para la Vivienda
CAJA MINED - Caja Mutual de los Empleados del Ministerio de Educación	FOSOFAMILIA - Fondo Solidario para la Familia Microempresaria
CEFAFA - Centro Farmacéutico de la Fuerza Armada	FOSALUD - Fondo Solidario para la Salud (Fosalud)
CIFCO - Centro Internacional de Ferias y Convenciones de El Salvador.	IGSP - Inspectoría General de Seguridad Pública
CNR - Centro Nacional de Registros	INABVE - Instituto Administrador de los Beneficios de los Veteranos y Excombatientes
CENTA - Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, Enrique Álvarez Córdova	ICJ - Instituto Crecer Juntos
CEL - Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa	IBA - Instituto de Bienestar Animal

CEPA - Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma	IGD - Instituto de Garantía de Depósitos
CONAMYPE - Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa	ILP - Instituto de Legalización de la Propiedad
CVPCPA - Consejo de Vigilancia de la Profesión de Contaduría Pública y Auditoría	IEESFORD - Instituto Especializado de Educación Superior para la Formación Diplomática
CONAB - Consejo Nacional de Administración de Bienes	INJUVE - Instituto Nacional de la Juventud
CNC - Consejo Nacional de Calidad	INDES - Instituto Nacional de los Deportes de El Salvador
CONACYT - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	INPEP - (DISUELTA) - Instituto Nacional de Pensiones de los Empleados Públicos
CNE - Consejo Nacional de Energía	ISBM - Instituto Salvadoreño de Bienestar Magisterial
CONNA - Consejo Nacional de la Niñez y de la Adolescencia	ISDEM - Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal
CONAPINA - Consejo Nacional de la Primera Infancia, Niñez y Adolescencia	INSAFOCOOP - Instituto Salvadoreño de Fomento Cooperativo
CONAIPD - Consejo Nacional para la Inclusión de las Personas con Discapacidad	INSAFORP - Instituto Salvadoreño de Formación Profesional
CONSAA - Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera	ISSS - Instituto Salvadoreño del Seguro Social
CSC - Consejo Salvadoreño del Café	Instituto Salvadoreño de Pensiones (ISP) - Instituto Salvadoreño de Pensiones
CSSP - Consejo Superior de Salud Pública	ISRI - Instituto Salvadoreño de Rehabilitación Integral
CORSAIN - Corporación Salvadoreña de Inversiones	ISTA - Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria
CORSATUR - Corporación Salvadoreña de Turismo	ISTU - Instituto Salvadoreño de Turismo

DC - Defensoría del Consumidor	ISDEMU - Instituto Salvadoreño para el Desarrollo de la Mujer
DGCP - Dirección General de Centros Penales	ISNA - Instituto Salvadoreño Para el Desarrollo Integral de la Niñez y la Adolescencia
DGEHM - Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas	LNB - Lotería Nacional de Beneficencia
DGME - Dirección General de Migración y Extranjería	PROESA - Organismo Promotor de Exportaciones e Inversiones de El Salvador
DNM - Dirección Nacional de Medicamentos	IPSFA - Portal de Transparencia del Instituto de Previsión Social de la Fuerza Armada.
DOM - Dirección Nacional de Obras Municipales	RNPN - Registro Nacional de las Personas Naturales
ENA - Escuela Nacional de Agricultura	SC - Superintendencia de Competencia
FONAES - Fondo Ambiental de El Salvador	SSF - Superintendencia del Sistema Financiero
FOVIAL - Fondo de Conservación Víal	SIGET - Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

Fuente: Portal de transparencia, Instituto de acceso a la información pública.

El Modelo de gestión básico descentralizado está enfocado únicamente en brindar saneamiento de calidad para el municipio.

La planta de tratamiento ha sido elaborada a través de FOMILENIO II y del Ministerio de Obras Públicas y de Transporte (MOPT) con fondos provenientes de una donación del Gobierno y el pueblo de Estados Unidos de América a través de la Corporación Reto Milenio (MCC) y del Gobierno de la República de El Salvador, el cual tiene como uno de sus objetivos contribuir a mejorar el clima de Inversión en El Salvador, potenciando el desarrollo económico y social y la generación de empleo.

Con la creación de la planta se busca contribuir a la protección, mejora y conservación del recurso hídrico del Municipio, específicamente el Rio San Antonio en aras de preservar la salud de sus habitantes, así como lograr un desarrollo económico del Municipio a través de inversiones privadas responsables y amigables con el medio ambiente.

Ordenanza

El Consejo Nacional Aprobó la Ordenanza de creación de la Entidad Municipal Descentralizada, denominada: Sistema de Tratamiento y gestión de aguas residuales descentralizado del Municipio de Nejapa. Cuya finalidad es la de administrar, mantener y operar el sistema de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales del municipio que son descargadas en el Rio San Antonio.

En relación, a la normativa legal existente en el municipio de Nejapa, existen cuatro ordenanzas municipales decretadas por el Concejo Municipal, que regulan de forma directa el tema de la disposición de las aguas residuales y la administración y funcionamiento de la PTAR, que son las siguientes:

- Ordenanza Municipal para el Manejo Adecuado de las Aguas Residuales y Planta de Tratamiento del Municipio de Nejapa,
- Ordenanza para la Aplicación del Plan para el Desarrollo Logístico Nejapa, en el Municipio de Nejapa, Departamento de San Salvador,
- Ordenanza Integral para la Regulación, Gestión y Tratamiento del Recurso Hídrico del Municipio de Nejapa, Departamento de San Salvador,
- Ordenanza de Recuperación, Mejora, Conservación y Protección de la Cuenca, Cauce y Riberas del Rio San Antonio, Nejapa, San Salvador

¿Cómo funciona la administración de la planta?

El sistema de manejo y tratamiento esta administrado por un organismo denominado “ENTIDAD MUNICIPAL DESCENTRALIZADA, PARA LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO, TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE NEJAPA”, de naturaleza pública, sin ánimos de lucro, con autonomía en lo operativo, administrativo y financiero, con personalidad jurídica y patrimonio propio, se podrá abreviar “STAR NEJAPA”, cuya dirección está integrada por un sector público, representado por el Municipio, y el sector privado, representado por personas públicas y privadas del sector empresarial y usuarios de la zona logística, residencial y las comunidades, que garantizará la sostenibilidad legal, administrativa y operativa del sistema por toda la vida dl proyecto

Un procedimiento importante para la autosostenibilidad financiera del sistema de tratamiento y gestión de aguas residuales es el cobro de las tasas por prestación del servicio a los titulares generadores, ya que actualmente no se cuenta con un sistema de cobro habilitado, por lo que se hace necesario contar con el apoyo del Municipio de forma transitoria hasta que se finalicen todos los trámites y gestiones pendientes, así como se equipe adecuadamente las oficinas administrativas de la Planta.

Fines de STAR Nejapa

- Realizar actividades relacionadas con la Ingeniería Sanitaria y Ambiental en todos sus ramos
- Conducción, manejo y tratamiento adecuado de las aguas residuales del Municipio
- Desarrollar investigación para optimizar el proceso de tratamiento y estabilización de las aguas residuales
- Asesorar técnicamente a las personas que tributan al sistema de tratamiento
- El aprovechamiento energético asociado al tratamiento de aguas ordinarias y especiales y lodos residuales
- Reutilización de las aguas residuales tratadas y sus lodos, en cualquiera de las formas de clasificación de reúso establecidas en el decreto 29, Reglamento Especial de Aguas Residuales y Manejo de Lodos Residuales, precia la autorización ambiental del MARN
- Ampliar el sistema de saneamiento y tratamiento de todos aquellos sectores que no estén actualmente con cobertura del sistema, de acuerdo a la capacidad de dicha planta
- Elaborar estudios financieros para la actualización tarifaria del servicio de tratamiento de aguas residuales, considerando los costos de administración, operación, rehabilitación y mantenimiento del sistema
- Planificar y desarrollar programas de educación ambiental hídrica y de cultura tributaria municipal para impulsar el uso eficiente del agua potable, del sistema de alcantarillas
- Cuidar la vida útil de la Planta de Tratamiento y garantizar la administración del sistema de forma transparente y eficiente, de acuerdo a su capacidad técnica y económica
- Suscribir convenios, acuerdos y contratos, para el cumplimiento de los presentes fines, con entidades públicas, privadas, extranjeras, nacionales y personas naturales.

La dirección de STAR Nejapa esta confiada a una Junta Directiva, la cual estará integrada por cinco miembros:

- El alcalde o alcaldesa de Nejapa, o un delegado de este, quien será el presidente de la junta Directiva
- Un representante del sector empresarial y usuario de la Zona Logística quien será su director financiero
- El síndico municipal, que será su director secretario
- Un representante de las comunidades beneficiadas quien será su director vicepresidente
- Un representante del sector privado residencial, quien fungirá como Vocal. Un ordenanza de funcionamiento regulará la prestación del servicio de saneamiento, las obligaciones de los usuarios y el régimen sancionatorio.

Serán atribuciones de la Junta Directiva de STAR Nejapa

- Establecer una oficina que funcione separadamente de las dependencias municipales
- Seleccionar y controlar al personal competente y conocedor en la materia de conformidad a la legislación aplicable, según sea el caso
- Despedir, remover o suprimir plazas de STAR Nejapa, cuando fuera por necesidad o conveniencia de STAR Nejapa de conformidad a la normativa vigente.
- Verificar que se lleve la contabilidad formal debidamente organizada, registrada cronológicamente de acuerdo con los hechos económicos realizados y cumpliendo las normas técnicas y legales existentes
- Revisar el presupuesto de STAR Nejapa, propuesto por el gerente, modificar en caso de ser necesario y presentarlo al consejo para su aprobación
- Hacer las propuestas al Consejo Municipal de tarifas o reforma a la misma, de las tasas de cobro o por los servicios prestados por STAR Nejapa para que sean incorporados en el instrumento jurídico correspondiente
- Proponer la elaboración de instrumentos regulatorios, guías, manuales, reglamentos internos, para un mejor funcionamiento de STAR Nejapa
- Proponer al Consejo Municipal todas las reformas que crean convenientes a la ordenanza y estatutos de STAR Nejapa
- Conocer los informes presentados por el gerente sobre la gestión operativa, administrativa y financiera de STAR Nejapa

- Proponer al Consejo Municipal la venta, donación, arrendamiento, comodato y en general cualquier tipo de enajenación o gravamen de los bienes muebles e inmuebles de STAR Nejapa, por ser necesarios para el mantenimiento y sostenimiento del Sistema.
- Acordar la compra de bienes y servicios que demande el funcionamiento de STAR Nejapa, para la prestación de los servicios de saneamiento
- Evaluar la declaratoria de potenciales usuarios del sistema, en categoría de pobreza extrema, anexando para tal efecto la documentación de respaldo pertinente, a fin de asignar a esta población una tarifa acorde a sus posibilidades de ingreso
- Aprobar y dar a conocer al Consejo Municipal, el plan operativo anual, estados financieros y sus anexos, memoria anual de labores
- Evaluar anualmente la gestión desarrollada por el Gerente o quien haga sus veces

Serán obligaciones de la Junta Directiva

- Velar porque se lleven al día, mediante registros adecuados, el inventario de los bienes de STAR Nejapa
- Implementar los mecanismos necesarios para protección y conservación de los bienes de STAR Nejapa y establecer los casos de responsabilidad administrativa para quienes los tengan a su cargo, cuidado y custodia
- Llevar buenas relaciones con las instituciones públicas nacionales, regionales y departamentales, así como con otros municipios y cooperar con ellos para el mejor cumplimiento de los fines de los mismos
- Rendir cuentas a la comunidad beneficiaria de la marcha de las actividades de STAR Nejapa, una vez al año, mediante una asamblea general de usuarios al sistema
- Prohibir la utilización de bienes con fines partidarios, así como colores y símbolos del partido gobernante tanto en muebles o inmuebles propiedad de STAR Nejapa

Atribuciones del presidente de la Junta Directiva

- Presidir las sesiones ordinarias y extraordinarias
- Vigilar la marcha general de STAR Nejapa y velar por el cumplimiento de los acuerdos del Consejo Municipal, acuerdos y resoluciones de la Junta Directiva, así como de los Estatutos y reglamentos internos de STAR Nejapa
- Elaborar en coordinación con el director secretario, la agenda de reuniones de la Junta Directiva.

Atribuciones del director financiero de la Junta Directiva

- Ser depositario de los fondos de STAR Nejapa y sus bienes
- Fiscalizar sus movimientos económicos y presentar informes financieros trimestrales y anualmente
- Llevar el control y supervisión de los libros de contabilidad y las cuentas de STAR Nejapa
- Abrir, manejar y cerrar cuentas bancarias conjuntamente con el presidente y director secretario
- Velar por que se mantenga actualizado el inventario de los bienes y libros de contabilidad que permitan conocer y reflejar el estado patrimonial, presupuestario y financiero de STAR Nejapa.
- Velar porque se hagan efectivos los créditos a favor de STAR Nejapa y los pagos de las obligaciones a favor de esta
- Autorizar juntamente con el presidente y director secretario las erogaciones de STAR Nejapa

Son atribuciones del director vicepresidente

- Prestar la colaboración necesaria al presidente
- Sustituir al presidente en ausencia de éste y su suplente
- Atender a las instituciones que le formule la Junta Directiva
- Asesorar a la Junta Directiva en puntos de competencia de su sector

Son atribuciones del director secretario de la Junta Directiva

- Asistir a las sesiones de la Junta Directiva y elaborar las correspondientes actas
- Autorizar en conjunto con el director presidente, el libro de actas y demás libros correspondientes
- Tener a su cargo el libro de actas de sesiones que celebra la Junta Directiva
- Convocar a sesiones de Junta Directiva

Son atribuciones de los Vocales de la Junta Directiva

- Velar por el estricto cumplimiento de la Ley de acciones de STAR Nejapa
- Asesorar a la Junta Directiva en puntos de competencia de su sector
- Apoyar al resto de la Junta Directiva en aquellos asuntos que le sean requeridos

Además, la Junta Directiva, para la toma de decisiones de carácter ambiental respecto del manejo y tratamiento de las aguas residuales y otros aspectos similares, podrá pedir opinión a la Unidad Ambiental de la Alcaldía Municipal de Nejapa, e instituciones gubernamentales tales como: la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), Ministerio de Salud (MINSAL), Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y cualquier otra organización pública y privada que tenga que ver con la protección y gestión de los recursos naturales.

Administración técnica de STAR Nejapa

- Será administrada por medio de un Gerente, que ha sido elegido por
- El Gerente responderá ante la Junta Directiva de forma mensual, presentando un informe de respaldo por evidencia documental, en la que se compruebe el estado administrativo, financiero y operativo de STAR Nejapa
- El Gerente tendrá a su cargo una unidad técnica y otra administrativa.
- No podrán ser empleados de STAR Nejapa quienes sean cónyuges o parientes dentro del cuarto grado de consanguinidad o segunda afinidad de los miembros del Consejo Municipal, de la Junta Directiva, o del Gerente.

Las compras de bienes y servicios que demande el funcionamiento de STAR Nejapa para la prestación de los servicios de saneamiento, se sujetará a los establecido en El Código Municipal y la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública y su reglamento y el Manual de Administración de STAR Nejapa.

El patrimonio de STAR Nejapa está constituido por:

- Los bienes muebles e inmuebles transferidos por el estado, la Municipalidad de Nejapa u otros organismo nacional o internacional
- Los bienes muebles e inmuebles, derechos y valores que adquiera
- Aportes en efectivo o especies que se reciban a favor de STAR Nejapa
- Las donaciones, legados y contribuciones que se gestionen a nivel nacional e internacional, siempre que no limiten, coarten, o disminuyan las atribuciones de STAR Nejapa
- Las ganancias obtenidas de las operaciones normales o corrientes y extraordinarias que desarrolla STAR Nejapa.

Constituyen ingresos de STAR Nejapa:

- Los provenientes del pago por la prestación de servicios suministrados por STAR Nejapa en e l cumplimiento de los fines para los que fue creada.
- Los intereses originados por los depósitos que se mantengan en los bancos.
- Las donaciones y legados que reciba de personas naturales y jurídicas sean éstas nacionales o extranjeras.
- Las aportaciones de la Municipalidad de Nejapa.
- El producto de las sanciones pecuniarias de toda índole, (mora y multas) aplicadas por la administración de STAR Nejapa, de conformidad a lo establecido en las ordenanzas correspondientes.
- El producto de los contratos que celebre
  Cualquier otro que legalmente le sea permitido recibir

Constituirán obligaciones de STAR Nejapa

- las deudas técnicas y legalmente contraídas, por la atención de sus operaciones y derivadas de la ejecución del su presupuesto
- las deudas provenientes de préstamos y otros créditos contraídos y sus accesorios, autorizados por la Junta Directiva.
- Otras deudas que legalmente esté obligada a cancelar.

El manejo de fondos lo realizará STAR Nejapa a través de cuentas bancarias separadas, de las cuentas del Municipio de Nejapa, que autorice la Junta Directiva de conformidad a las atribuciones de los miembros que puedan hacerlo.

Además, cabe mencionar que STAR Nejapa será la encargada de administrar, mantener y operar el sistema de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales del municipio de Nejapa, que serán descargadas en el medio receptor río San Antonio, cumpliendo la normativa vigente.

LA autonomía de STAR Nejapa será en lo técnico, administrativo y financiero con una administración que se regulará de conformidad a sus estatutos de creación.

1.6 Proceso de tratamiento de aguas residuales.

Se describen a continuación los principales procesos que se llevan a cabo en planta para el tratamiento de las aguas residuales.

- **PRETRATAMIENTO**

La primera etapa para el tratamiento de las aguas residuales que se captan en la planta se ha denominado pretratamiento, este está compuesto por los siguientes elementos:

Todos los elementos se construirán con dos módulos a excepción del canal de cloración que será único para el total de caudal de la planta de tratamiento. Cada módulo tratará el 50% del caudal de diseño como máximo (2,088.50 m3/d). Además, existe una tubería de bypass que se extiende hasta la salida del canal de cloración, esta se junta en diferentes puntos de la planta para realizar una evacuación conjunta del efluente.

Ilustración 1 Pretratamiento



Fuente: Fotografía propia

El agua ingresa a la cámara de llegada donde existe un vertedero en demasías que permite evacuar el exceso de agua en caso de lluvias y entrada de aguas blancas en el sistema de alcantarillado. Diariamente se comprueba el correcto funcionamiento, de detectarse sedimentaciones en la cámara de llegada deben extraerse.

Ilustración 2 Cámara de llegada



Fuente: Fotografía propia

Existen dos canales de cribado de 0.5m de amplitud y 5.30m de longitud

El cribado de gruesos está formado por una reja manual con una luz de paso de 40mm que permiten eliminar los flotantes y solidos suspendidos de mayor tamaño. Los residuos sólidos son retirados tres veces al día de forma manual y se acumulan en las respectivas losetas escurridoras. Los sólidos ya secos se depositan en bolsas de basura para posteriormente ser recogidas por el servicio municipal. Para la correcta puesta en marcha del cribado de gruesos se debe a asegurar que las compuertas de entrada y salida a los canales de cribado estén abiertas y las losetas de escurrimiento limpias.

Posteriormente, se realiza el cribado de finos, cada canal está formado por una reja de 10mm de luz de paso que permite la retirada de flotantes y solidos suspendidos de tamaño más pequeño para asegurar en correcto funcionamiento. Al igual que en el cribado grueso los residuos son retirados, mínimo tres veces al día de forma manual y acumulados en las respectivas losetas escurridoras, los sólidos ya secos se depositan en bolsas de basura para posteriormente ser recogidas por el servicio municipal.

Ilustración 3 Cribado de gruesos y finos



Fuente: Fotografía propia

El desarenado se lleva a cabo a través de los dos canales paralelos de desarenado de aproximadamente 6.5m de largo por 1m de ancho. El vaciado de las arenas de los desarenadores se realiza una vez a la semana, para poder vaciarlos, se aísla el desarenador mediante tajaderas anteriores y posteriores y se procede a retirar las arenas acumuladas manualmente haciendo uso de palas; se cargan las arenas en una carretilla y se acumulan en una zanja exclusiva para ello se vuelven a abrir las compuertas para su funcionamiento. La extracción de las arenas se ajusta al nivel de arena que se genere en el desarenador, por lo que diariamente se comprueba el nivel de arenas, lo máximo que se permite acumular es a nivel de 0.30m en los desarenadores. La limpieza de los dos desarenadores se lleva a cabo con días de diferencia: uno a principio de la semana y el otro a finales.

Ilustración 4 Desarenadores



Fuente: Fotografía propia

A la salida de los canales desarenadores se ubica la cámara repartidora hidráulica, que envía el efluente hacia las dos unidades del tratamiento primario. La cámara consta de un bypass de emergencia de abertura manual mediante una compuerta tajadera.

- **TRATAMIENTO PRIMARIO**

Para realizar el tratamiento primario se hace uso de dos Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (RAFA), la función de estos reactores es la de decantación primaria, reactor biológico y la de digestión anaeróbica de los lodos a temperatura ambiente.

El agua es distribuida uniformemente por la parte baja de cada reactor realizando así un flujo ascendente. Los lodos de este sistema están constituidos por gránulos o flóculos. Este diseño permite mantener una zona de estabilización de lodos en la zona baja de cada reactor y otra de tratamiento del agua residual denominada manto de lodos en la zona intermedia de los reactores. Los gases que se producen en condiciones anaeróbicas más la velocidad ascensional del agua a través de los reactores son los que permiten mantener los lodos en agitación.

En la zona superior los reactores disponen de separadores trifásicos gas-sólido-líquidos. Este separador tiene por objetivos:

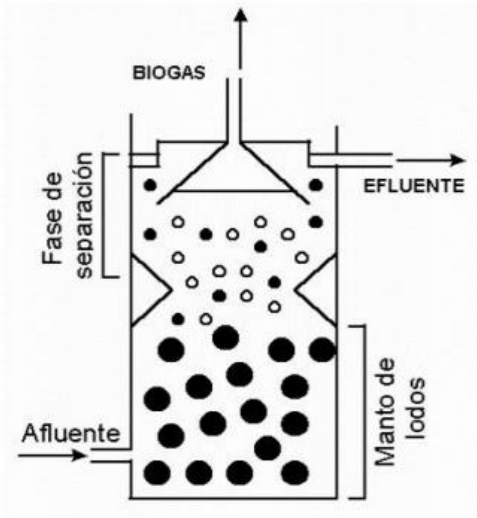
a. Mantener el lodo dentro del reactor
b. Realizar la decantación de los lodos sedimentables, llevándolos al compartimento de digestión, situado en la zona inferior de los reactores.
c. Extraer los gases producidos mediante una campana, con la ayuda de un deflector situado debajo del separador.

De esta manera los lodos se estratifican en dos capas principales. En la parte inferior se forma una capa de lodo con concentraciones del 4 al 10%, con gránulos de diámetro comprendido entre 1-5 mm. Por encima de esta capa se forma el manto de lodo, menos denso, con concentraciones del 1.5 al 3.0%, que presenta velocidades de sedimentación más bajas. El tiempo de retención de sólidos suele estar entre 30 y 60 días, de manera que cuando se retira del sistema puede considerarse estabilizado.

Los RAFA se clasifican en función de su geometría, tipo de manto de lodos (disperso, floculento y granular) y las condiciones de flujo y mezcla de biomasa.

La forma de los reactores puede ser circular o rectangular, con áreas superficiales uniformes a lo largo de toda la altura del reactor, o variables.

Ilustración 5 Esquema general de un RAFA



Fuente: Márquez y Martínez, 2011

Ilustración 6 RAFA PTAR Nejapa



Fuente: Fotografía propia

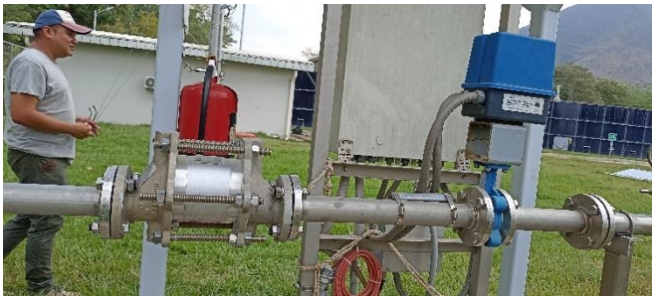
Durante el ascenso del agua afluente en el reactor, entra en contacto con el manto de lodos (microorganismos anaeróbicos), que llevan a cabo la degradación de compuestos complejos mediante una serie de etapas (hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis). El biogás, el lodo y el líquido tratado ascienden a la parte superior del reactor, en donde entran en contacto con los deflectores que permiten la separación del biogás y la sedimentación del lodo. El biogás es capturado en la campaña de recolección que se encuentra en la parte superior del reactor. El efluente sale por la parte superior.

Para el correcto funcionamiento de los RAFA es imprescindible tener un correcto funcionamiento del pretratamiento anterior con extracción de los flotantes, arenas y pelos.

Uno de los parámetros más importantes a controlar para tener un correcto funcionamiento del sistema, es el pH, ya que una excesiva acumulación de ácidos volátiles producidos en la etapa de acidogénesis, puede comportar la inhibición de las bacterias metanogénicas. Así mismo altas concentraciones de sulfuros (> 200 mg/l) o de amonio (> 500 mg/l) inhiben también este mismo tipo de bacterias.

El **biogás** que se produce es quemado en una antorcha, el agua efluente es conducida mediante unos canales hacia el Pozo de bombeo o cámara de bombeo para ser elevada a los dos filtros percoladores. Las purgas de lodos se dirigen a través del bombeo de lodos a los patios de secado.

Ilustración 7 Tubería hacia Antorcha



Fuente: Fotografía propia

Ilustración 8 Antorcha



Fuente: Fotografía propia

Para la obtención de la biomasa anaeróbica y el arranque de los biodigestores se realizó mediante la adición de un lodo anaeróbico proveniente de otra planta con un reactor RAFA, en este caso el lodo se añadió para que pudiera aclimatarse a las nuevas condiciones. Se buscó fango de una PTAR cercana con reactor RAFA para inocular los reactores.

- **TRATAMIENTO SECUNDARIO**

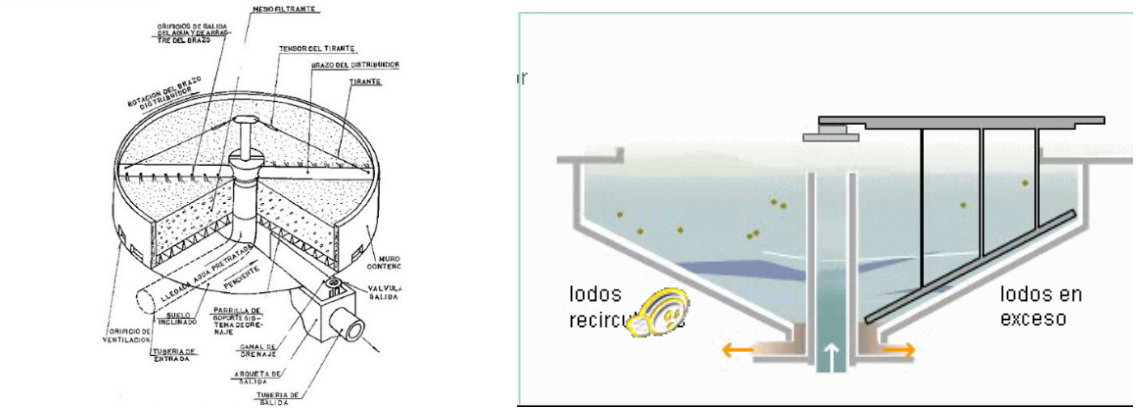
Como se mencionó anteriormente, el efluente de los tanques RAFA, es canalizado a través de unos canales internos al muro central de cada reactor, se conduce a una cámara o pozo de bombeo previo a los filtros percoladores a través de unas tuberías que lo mueven dentro del bombeo para evitar turbulencias y entrada de aire a las bombas. Además, el pozo de bombeo dispone de una tubería de by pass de emergencia para evitar su inundación. En el bombeo se ubican cuatro bombas, dos conjuntos de 1+1 bombas independientes entre sí que elevan el gua a los dos filtros percoladores, se han colocado en las tuberías de impulsión dos caudalímetros electromagnéticos, uno para cada línea, para poder controlar el caudal hacia dichos filtros. Se dispone una bomba en funcionamiento para cada filtro más una bomba de repuesto alternancia para cada una de ellas. Además, para asegurar el buen funcionamiento de los filtros las 24 horas al día y que estos conserven la humedad, se ha diseñado una cámara de recirculación con una válvula automática que se abrirá en función del caudal hacia los filtros. Durante el periodo nocturno, en que el caudal afluente disminuye, se abrirá la válvula de recirculación, retornando el caudal tratado por los filtros hasta el pozo de bombeo.

Filtro percolador

El tratamiento secundario que se ha escogido es el filtro percolador, también conocido como lecho bacteriano. El tratamiento mediante filtros percoladores consiste en un proceso aerobio, en el que el agua residual, después de haber sido sometida a un tratamiento previo (pretratamiento y tratamiento primario), percola por gravedad a través de un material de relleno, que constituye el material de soporte sobre el que se desarrollan y crecen los microorganismos, formando una biopelícula de espesor variable. El agua bombeada se distribuye mediante unos brazos móviles superiores que giran alrededor del filtro gracias a la presión de la propia agua. Se esparce en su superficie y percola a través del lecho, sin llegar a inundarlo, entrando en contacto con la biopelícula. Al mismo tiempo, existe una corriente de aire que atraviesa el lecho por tiro natural o forzado. Al entrar en contacto el agua residual con los microorganismos y el oxígeno del aire, se produce la degradación de la contaminación biodegradable contenida en el agua. Los sustratos disueltos en el agua residual y el oxígeno

difunden a través de la biopelícula, donde se produce la metabolización de los mismos, mientras que el CO2 y el resto de residuos generados en el proceso difunden en sentido contrario, hacia el exterior de la película. A su vez, la materia en suspensión y coloidal, presente en el agua residual a tratar, se aglomeran y adsorben en la biopelícula.

Ilustración 9 Partes de un filtro percolador



Fuente: ingenieriaquimica-iq.blogspot.com

Ilustración 10 Filtro percolador



Fuente: Fotografía propia

El sistema de reparto del agua móvil, mucho más frecuente y óptimo, está constituido por una columna central giratoria, de la que parten brazos radiales en los que van instaladas una serie de boquillas. En este sistema, aunque el agua salga de forma continua por las boquillas, su aplicación sobre la superficie superior del relleno es intermitente, como consecuencia del giro del brazo distribuidor. El sistema móvil se instala en filtros de geometría cilíndrica y el giro se logra, en la PTAR de Nejapa, de forma autónoma por carga hidráulica (al salir el agua de los brazos en un mismo sentido se consigue el movimiento de éstos en el sentido contrario.

Ilustración 11 Filtro percolador



Fuente: Fotografía propia

El tratamiento del agua residual tiene lugar en el Filtro Percolador en sentido descendente, creándose varias zonas donde la biocenosis posee diferente composición. El crecimiento de la biopelícula provoca que, a partir de un cierto espesor, el oxígeno no penetre en toda su profundidad, creándose una zona aerobia exterior y otra anaerobia más próxima a la superficie del material soporte. El espesor de la biopelícula alcanza un cierto límite, a partir del cual se desprende y es arrastrada por el agua circulante.

Los lechos de la PTAR de Nejapa operan con ventilación natural, basada en el tiro producido por la diferencia de temperatura entre el aire exterior y la temperatura en el interior del tanque. Si el agua a tratar está más caliente que el aire ambiente (noche) el aire del interior del lecho asciende al calentarse y perder densidad, provocando la entrada de aire más frío. Si el agua está más fría que el aire ambiente (día), ocurre el efecto contrario y el aire desciende a través del lecho al enfriarse.

Los filtros percoladores son de 20.00 m de diámetro y 3.00 m de altura útil de relleno. El agua será bombeada hacia éstos a través de una tubería central hacia los distribuidores rotativos de cuatro brazos, instalados en la parte superior de cada filtro.

Por otro lado, la rotación continua de los brazos distribuidores asegura un humedecimiento correcto del relleno de los filtros, lo que posibilita el desarrollo de lodos adheridos a la superficie plástica, que se alimentan de los nutrientes del agua afluente, depurándola.

Ilustración 12 Material de relleno plástico en filtros percoladores



Fuente: ecodena.com.mx

Una vez que el agua residual ha atravesado el lecho, es recogida en la parte inferior del mismo y dirigida a un **decantador secundario, o clarificador**, donde el agua ya tratada se separa del exceso de biopelícula erosionada y desprendida, que constituye los fangos en exceso del proceso de tratamiento.

Parte del agua clarificada suele recircularse y mezclarse con el agua residual de entrada al filtro percolador para:

- Conseguir una distribución más uniforme de la misma en toda la superficie.
- Evitar la aparición de zonas secas en el material de relleno.
- Diluir, cuando sea necesario, la concentración contaminante del agua residual, y evitar una DBO5 en la alimentación demasiado alta, que puede provocar fallos en el funcionamiento del sistema.
- Lograr un caudal de percolación lo suficientemente alto como para arrastrar las porciones de biopelícula desprendidas y evitar así la colmatación del lecho.

Cámara de recirculación

El agua de salida de los lechos bacterianos que se recoge en su parte inferior, se conduce hasta una cámara donde se mezcla y se vuelve a repartir hacia los decantadores secundarios. La cámara tiene un volumen útil establecido de 22.50 m3, de manera que acumula el agua necesaria para mantener el funcionamiento de las bombas de impulsión del bombeo previo, en funcionamiento con boyas. Esta cámara se comunica con el pozo de bombeo mediante la tubería de recirculación de 8" SDR9, a la salida de la cual se ubica una válvula de compuerta automática. Habitualmente durante las horas de máximo caudal está cerrada. Cuando el caudal de la planta disminuye hasta 120 m3/h (siendo 60 m3/h el caudal mínimo hacia los lechos bacterianos para poder movilizar los brazos repartidores), se abrirá la válvula vaciando el volumen de la cámara y recirculando el agua tratada en los filtros, hasta el cierre de la válvula.

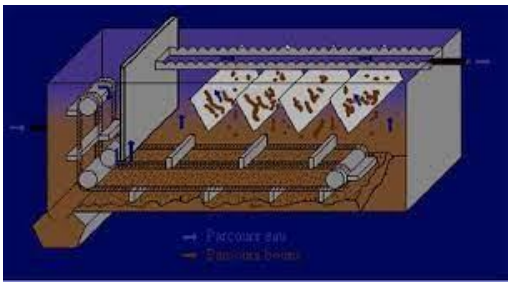
En caudales afluentes bajos, todo el caudal es recirculado. A medida que el caudal vuelve a incrementar, por la mañana, y superando la capacidad de la tubería de recirculación, se llena la cámara hasta el nivel de salida hacia los decantadores secundarios y el canal de cloración. En medio de ambos elementos se ubica el caudalímetro de salida. En cuanto su caudal llegue a 120 m3/h se cierra la válvula. Cuando el caudal en el caudalímetro de salida llegue a 120 m3/h se cerrará la válvula de recirculación, aproximadamente, con datos actuales, a las 8:00 de la mañana. La tubería de recirculación está diseñada para el paso de 85 m3/h que, junto con el caudal afluente de 45 m3/h, permite garantizar el caudal mínimo hacia los filtros las 24 h del día

- **DECANTACIÓN SECUNDARIA**

El efluente de los filtros percoladores será distribuido uniformemente entre los decantadores posteriores en la cámara de recirculación a la entrada en éstos.

Los decantadores son prefabricados, rectangulares con lamelas, en funcionamiento en contracorriente. Sus dimensiones son de 10,80 m de largo, 2,20 m de anchura y una altura total de 2,29 m. La superficie proyectada lamelar unitaria es de 9,20 m2/m3, con unas lamelas instaladas en un ángulo de inclinación de 55◦.

Ilustración 13 ejemplo de decantador lamelar



Fuente: wikiwater.fr

Ilustración 14 Decantador lamelar PTAR



Fuente: Fotografía propia

- **DESINFECCIÓN DEL EFLUENTE**

El sistema de desinfección escogido es la cloración. Se lleva a término en el tanque de contacto de cloración. Está diseñado para el tratamiento de todo el caudal de la planta.

Tiene unas dimensiones útiles de 13.00 m de largo, 5.50 m de ancho y 1,50 de altura útil. Está compuesto por cinco canales de 1.10 m de anchura. El agua desinfectada se verterá al río San Antonio.

La dosificación de hipoclorito sódico se llevará a cabo mediante dos bombas (1+1) de 50 l/h. El reactivo se almacenará en un depósito de 20 m3 de volumen para un almacenamiento de unos 21 días.

El reactivo propuesto es hipoclorito de sodio con una concentración de cloro activo de 160 gCl/l que se corresponde con una riqueza aproximada de producto comercial del 12%.

Ilustración 15 Tanque de hipoclorito



Fuente: Fotografía propia

Canal de cloración

En la tubería de entrada del agua al canal de cloración se ubicará el caudalímetro electromagnético de salida para contaje del caudal tratado y, como ya se ha comentado, comandará el cierre de la válvula de recirculación.

En la parte inferior del último canal de cloración se localizará la toma de agua de servicio para el grupo de presión que alimentará la instalación de riego de la planta y los puntos de limpieza

Bombeo de purga

Los lodos secundarios son llevados hasta los reactores anaeróbicos, de manera que las purgas de todos los lodos de la planta hacia los patios de secado se harán mediante este bombeo. Las purgas de los RAFA se realizan abriendo la válvula de compuerta que aspira de la parte superior de los reactores. Se abre una compuerta semanalmente. La purga de los decantadores secundarios será horaria hacia la salida del pretratamiento para un correcto reparto entre los reactores anaeróbicos.

Patios de secado

Los lodos producidos en la planta son deshidratados en 8 unidades de patios de secado, cuatro por cada línea de tratamiento. Sus dimensiones unitarias son de 15.00 m de longitud, 7.00 m de ancho y 1.00 m de alto total. La altura de la capa filtrante será de 0,30 m de altura y la altura máxima de lodos de 0,40 m. La arena tendrá un coeficiente de uniformidad máximo de 4.0 y un tamaño efectivo entre 0.30 y 0.75 mm.

Ilustración 16 Patios de Secado

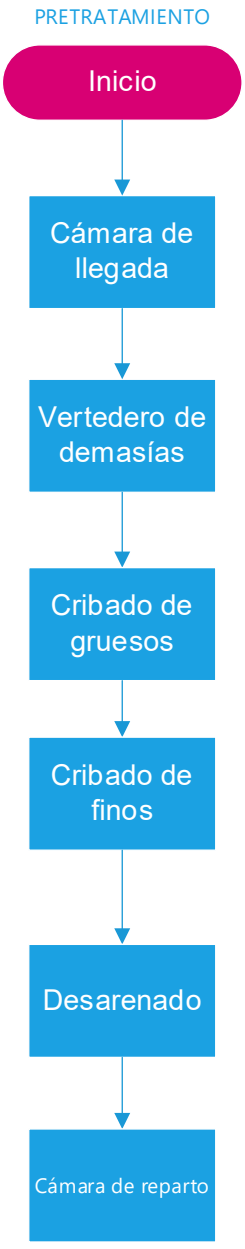


Fuente: Fotografía propia

1.7 Diagrama de proceso de tratamiento de aguas residuales

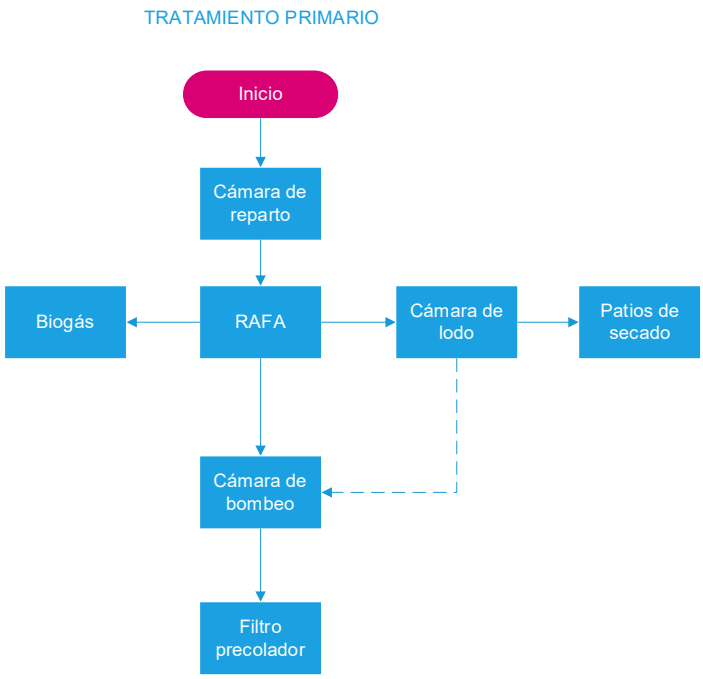
En los diagramas que se muestran a continuación se detallan los componentes de cada proceso que se efectúa para el tratamiento de aguas residuales en la PTAR de Nejapa:

Diagrama 2 Pretratamiento



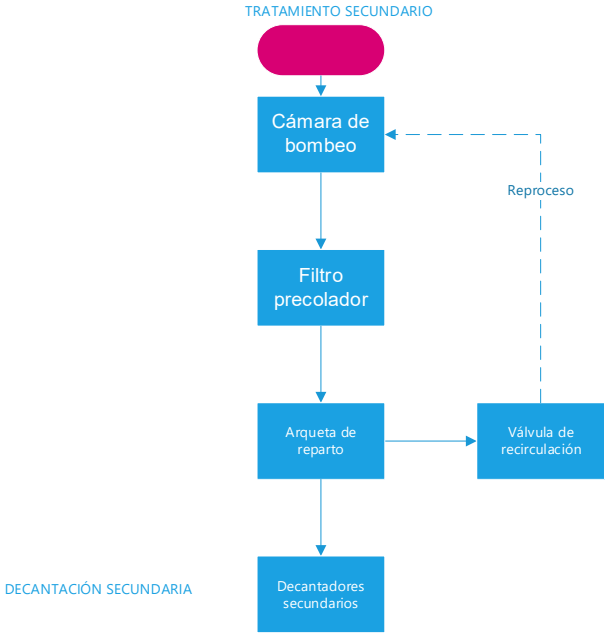
Fuente: Elaboración propia

Diagrama 3 Tratamiento primario



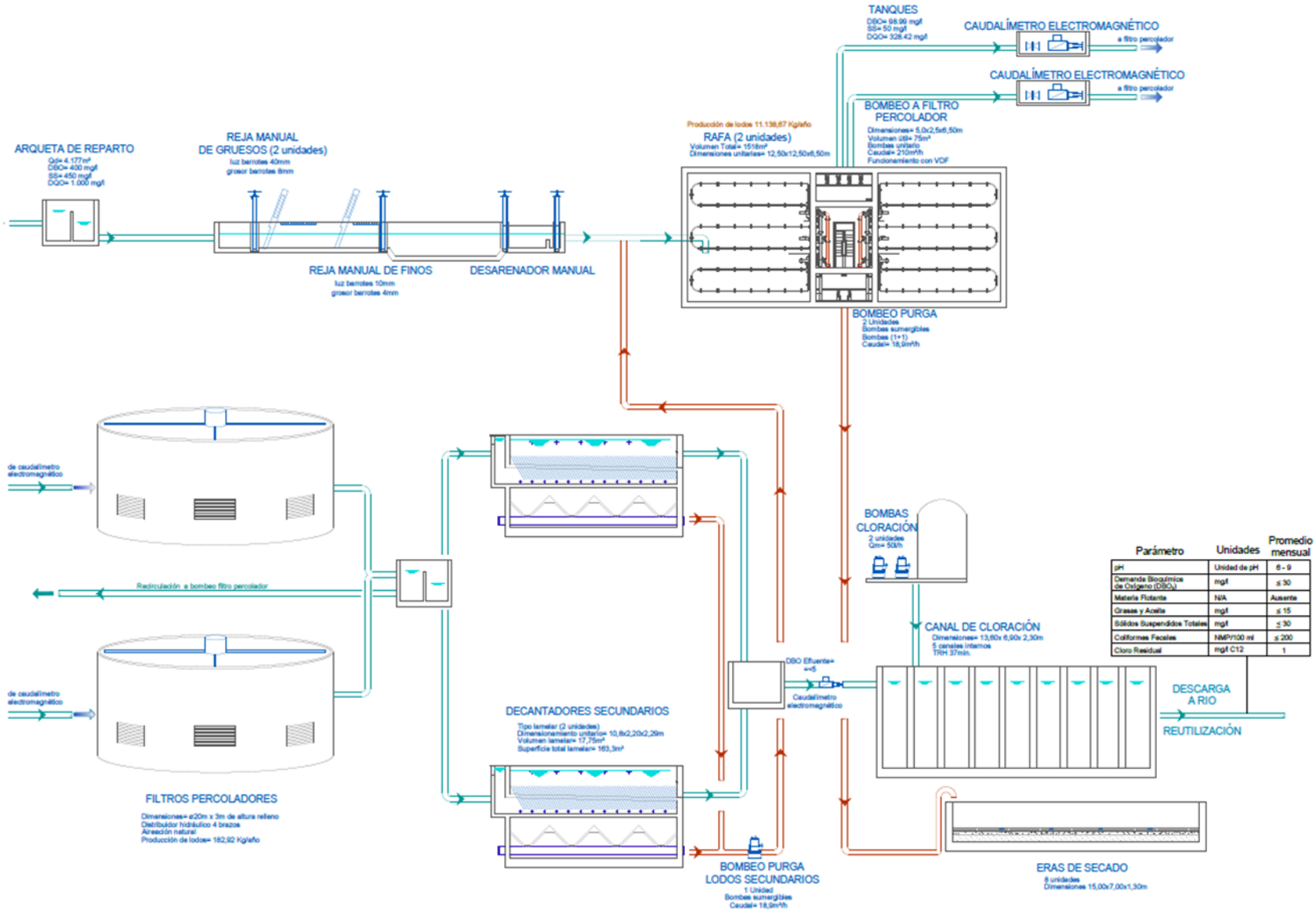
Fuente: Elaboración propia

Diagrama 4 Tratamiento secundario



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 5 Proceso de tratamiento de agua



Fuente: Aministración Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

1.8 Especificaciones y parámetros de diseño

- **Cribado de gruesos**

Los principales parámetros de diseño y funcionamiento son:

Tabla 2 Parámetros de cribado de gruesos

Máxima colmatación	**%**	**40.00**
Velocidad máxima de paso por reja, V_{max}	m/s	1.00
Luz entre barrotes, L	mm	40.00
Grosor de barrotes	mm	8.00
Ángulo de inclinación de los barrotes	◦	65.00
Dimensiones:		
Ancho útil canal	m	0.50
Altura útil adoptada	m	0.40
Resguardo	m	0.70
Altura total adoptada	m	1.10
Distancia entre rejas	m	0.50
Longitud total de canal	m	5.30
Comportamiento a caudal medio:		
Velocidad de paso por reja atascada	m/s	0.24
Velocidad de paso por reja limpia	m/s	0.15
Velocidad en el canal	m/s	0.12
Pérdida de carga en reja atascada	mm	3.72
Comportamiento a caudal punta:		
Velocidad de paso por reja atascada	m/s	0.58
Velocidad de paso reja limpia	m/s	0.35
Velocidad de aproximación	m/s	0.29
Pérdida de carga en reja atascada	mm	21.44

Fuente: Planta de tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas de las rejillas son:

- Ancho del canal ..... 500 mm
- Alto del canal ..... 1300 mm
- Altura de lámina de agua ..... 550 mm
- Altura de descarga (desde muro coron.) 150 mm
- Inclinación sobre la horizontal 65º
- Luz de paso ..... 40 mm
- Sección barrotes rejilla filtrante ..... 40 x 8 mm
- Ancho cesta recogida de sólidos ..... 490 mm

Materiales:

- Rejilla filtrante ..... Acero inoxidable AISI-304 L
- Rastrillo manual ..... Acero inoxidable AISI-304 L
- Cesta de recogida de sólidos ..... Acero inoxidable AISI-304 L
- Soporte de la cesta ..... Acero inoxidable AISI-304 L
- Tornillería ..... Acero inoxidable AISI-304

Acabados:

- Tratamiento anticorrosión en componentes en acero inoxidable: Decapado por inmersión en tanque o por aspersión
- Chorreado de arena a presión con aire comprimido

Y de las compuertas para aislar los diferentes canales:

- Tipo de accionamiento ..... Apertura regulable manual por volante con husillo no ascendente
- Ancho del canal ..... 500 y 1000mm
- Alto del canal ..... 1300 mm
- Carga de agua ..... 1000 mm
- Alto desde piso apoyo a accionamiento... 900 mm
- Sentido del fluido ..... Unidireccional
- Estanqueidad ..... 3 lados

Materiales:

- Cuerpo y tablero ..... Acero inoxidable AISI-304
- Cierres ..... Elastómero
- Tornillería ..... Acero inoxidable AISI-304

Acabados:

- Tratamiento anticorrosivo en cuerpos y componentes fabricados en acero inoxidable, consistente en decapado por inmersión en tanque o por aspersión.

Acabado en cuerpos y componentes fabricados en acero al carbono, consistente en limpieza con chorro de arena, imprimación epoxy espesor 50 µm y esmalte epoxy o poliuretano dos componentes 100 µm.

- **Cribado de finos**

Dimensionamiento y funcionamiento.

Los principales parámetros de diseño y funcionamiento son

Tabla 3 Dimensionamiento de cribado de finos

Máxima colmatación	**%**	**40.00**
Velocidad máxima de paso por reja	m/s	1.00
Luz entre barrotes	mm	10.00
Grosor de barrotes	mm	5.00
Ángulo de inclinación de los barrotes	◦	65.00
Dimensiones:		
Ancho canal adoptado	m	0.50
Altura útil adoptada	m	0.40
Altura total adoptada	m	1.00
Comportamiento a caudal medio:		
Velocidad de paso por reja atascada	m/s	0.30
Velocidad de paso por reja limpia	m/s	0.18
Velocidad en el canal	m/s	0.12
Pérdida de carga en reja atascada	mm	6.51
Comportamiento a caudal punta:		
Velocidad de paso por reja atascada	m/s	0.73
Velocidad de paso reja limpia	m/s	0.44
Velocidad de aproximación	m/s	0.29
Pérdida de carga en reja atascada	mm	37.52

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

Especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas de las rejillas a instalar son:

- Ancho del canal ..... 500 mm
- Alto del canal ..... 1300 mm
- Altura de lámina de agua ..... 550 mm
- Altura de descarga (desde muro coron.) 150 mm
- Inclinación sobre la horizontal 75º
- Luz de paso ..... 10 mm
- Sección barrotes rejilla filtrante ..... 40 x 8 mm
- Ancho cesta recogida de sólidos ..... 490 mm

Materiales:

- Rejilla filtrante ..... Acero inoxidable AISI-316 L
- Rastrillo manual ..... Acero inoxidable AISI-316 L
- Cesta de recogida de sólidos ..... Acero inoxidable AISI-316 L
- Soporte de la cesta ..... Acero inoxidable AISI-316 L
- Tornillería ..... Acero inoxidable AISI-316

Acabados:

- Tratamiento anticorrosión en componentes en acero inoxidable: Decapado por inmersión en tanque o por aspersión
- Chorreado de arena a presión con aire comprimido

➢ **Desarenado.**

Los principales datos de diseño realizados según OPS/CEPIS/05.158 UNATSABAR son

Tabla 4 Diseño de Desarenador

Número de unidades	**un**	**2.00**
Longitud	m	6.50
Ancho	m	1.00
Altura sobre solera de canal	m	0.50
Ancho fondo		0.25
Volumen útil	m3	1.38
Área superficial unitaria	m2	3.90
Eficiencia eliminación	%	75
Coeficiente de seguridad		1.75
Velocidad horizontal	m/h	982.72
	cm/seg	27.30

Velocidad de resuspensión	cm/seg	68.77
Velocidad de resuspensión > velocidad horizontal		**OK**
Nivel de agua en canal	m	1.06
Periodo de retención (PR)	seg	61.5
Longitud tramo de transición	m	1.04

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

Se estima la producción de arenas en 0.02 l/m^3, lo que representa un volumen semanal de 0.58 m3 y una altura de arenas en el desarenador de 0.22 m. En estas condiciones las arenas tampoco serán arrastradas pues la velocidad de resuspensión (67.32 cm/s) continúa siendo más elevada que la velocidad de sedimentación (41,46 cm/s). La altura máxima de arenas en el canal sin que puedan ser arrastradas es de 0,40 m.

- **Especificaciones de RAFA**

Los parámetros de diseño para el dimensionamiento de los RAFA se tomaron del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Operación y Mantenimiento de plantas de Tratamiento de aguas residuales municipales: Procesos Anaerobios, Núm. 28. CONAGUA, y son los siguientes:

Tabla 5 Especificaciones de RAFA

Parámetros de diseño		
Temperatura del agua	° C	15.00
Carga DQO afluente	Kg DQO/d	4177.00
Tiempo de retención hidráulico a Qm	h	8.00
Tiempo de retención hidráulico a Qp	h	3.63
Carga hidráulica volumétrica a Qm	m3/m3 d	< 4,00
Carga hidráulica volumétrica a Qp	m3/m3 d	< 7,00
Velocidad de flujo ascendente a Qm	m/h	0,50 a 0,70
Velocidad de flujo ascendente a Qp	m/h	< 1,50
Carga orgánica volumétrica	KgDQO/m3 d	2 a 4

Diseño (según Manual de agua potable Alcantarillado y Saneamiento, núm. 28, CONAGUA)		
Volumen total de reactor	m3	1392.33
Número de módulos	un	2.00
Volumen unitario módulos	m3	696.17
Altura útil de los módulos	m	6.00
Área útil de los módulos	m2	116.03
Ancho útil de los módulos	m	11.00
Longitud necesaria de los módulos	m	10.55
Longitud adoptada	m	11.50
Volumen total de reactor adoptado	m3	1518.00
Área total de reactor adoptado	m2	253.00
Parámetros de funcionamiento		
Carga hidráulica volumétrica a Qm	m3/m3 d	2.75
Carga hidráulica volumétrica a Qp	m3/m3 d	6.60
Carga orgánica volumétrica	KgDQO/m3 d	2.75
Velocidad de flujo ascendente a Qm	m/h	0.69
Velocidad de flujo ascendente a Qp	m/h	1.65
Eficiencia de remoción de la DQO	%	67.16
Eficiencia de remoción de la DBO	%	75.25
Concentración efluente DQO	mg/l	328.42
Concentración efluente DBO	mg/l	98.99
Tiempo de residencia hidráulico a Qm	h	8.72
Tiempo de residencia hidráulico a Qp	h	3.63
Sistema de distribución del afluente		
Parámetro de diseño		

Velocidad en tubos de distribución a Qp	m/s	< 0,20
Diseño		
Tubos de distribución por unidad de RAFA	un	6.00
Área servida para cada tubo distribuidor	m2	21.08
Número de orificios por tubo	un	600.00
Número de orificios totales	un	3600.00
Diámetro orificios de distribución	mm	10.00
Velocidad en tubos de distribución a Qp	m/s	0.21
Velocidad en tubos de distribución a Qm	m/s	0.17
Producción de metano		
Carga de DQO convertida a metano	KgDQOCH4/d	2095.11
Y obs	KgDQOlodo/KgDQOaplicada	0.17
Carga eliminada	Kg DQO elim	2805.20
Factor de corrección, K(t)		2.71
Producción de metano volumétrico	m3/d	773.66
Producción de biogás		
Porcentaje de metano en biogás	%	74.00
Producción de biogás	m3/d	1105.23
	m3/h	46.05
Energía del metano	kJ/m3	38,846.00
Energía del gas	kJ/d	30,053,596.11
Dimensionamientos colectores de gas		
Número de colectores por módulo	un	4.00
Longitud de cada colector	m	11.50
Longitud total de colector	m	92.00
Ancho de la parte superior del colector	m	0.60

Área total del colector de gas en parte superior	m2	55.20
Tasa de liberación de biogás en el colector	m/h	0.83
Dimensionamiento sedimentador		
Tipo separador		Tres fases
Aperturas		
Número de aperturas simples por módulos	un	4.00
Longitud aperturas	m	11.50
Longitud equivalente	m	92.00
Ancho de cada abertura	m	2.00
Área total de aperturas	m2	184.00
Velocidad en aperturas a Qm	m/d	22.70
	m/h	0.95
Velocidad en aperturas a Qp	m/d	54.48
	m/h	2.27
Compartimento		
Número de compartimentos por módulo	un	4.00
Número de compartimentos totales	un	8.00
Longitud de cada sedimentador	m	11.50
Longitud total de sedimentador	m	92.00
Ancho mínimo de cada colector de gas	m	0.65
Ancho de cada compartimento del sedimentador	m	1.80
Ancho efectivo de cada sedimentador	m	1.15
Área total del sedimentador	m2	423.20
Tasa de carga del sedimentador a Qm	m/d	9.87
	m/h	0.41
Tasa de carga del sedimentador a Qp	m/d	23.69

	m/h	0.99
Altura parte superior sedimentador (paredes verticales)	m	0.60
Altura de la parte del fondo sedimentador (paredes inclinadas)	m	3.00
Ángulo de inclinación	°	50.00
Volumen de sedimentador zona recta	m3	253.92
Volumen de sedimentador zona inclinada	m3	293.17
Volumen total sedimentador	m3	547.09
Tiempo de residencia en sedimentador a Qm	h	3.14
Tiempo de residencia en sedimentador a Qp	h	1.31
Producción de lodo		
Coeficiente de producción de sólidos, Y	Kg SST/KgDQOeliminada	0.15
Densidad del lodo	Kg/m3	1021
Concentración de lodos	%	4
Producción de lodos	KgSST/d	548.23
	m3/d	13.42
Requerimientos de alcalinidad aproximada	g CaCO3/l	2000 a 3250

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

Pozo de bombeo

Dimensionamiento.

Las principales características del dimensionamiento del pozo de bombeo, según Metcalf&Eddy, “Redes de Alcantarillado y bombeo de aguas residuales”, 1ª edición, y de funcionamiento (sin variadores) se observan a continuación:

Tabla 6 Especificaciones de pozo de bombeo

Profundidad total	**m**	**6.50**	
Altura de funcionamiento	m	1.50	
Ancho pozo de bombeo	m	2.50	
Largo pozo de bombeo	m	5.00	
Volumen útil pozo de bombeo	m3	18.75	
Superficie útil pozo de bombeo	m2	12.50	
Funcionamiento:			
Comportamiento a caudal medio			
Tiempo necesario llenado cámara	min	12.93	
Tiempo necesario vaciado cámara	min	9.15	
Bombas en funcionamiento por línea	un	1.00	
Número de arranques	arranques/h	2.72	
Comportamiento a caudal punta			
Tiempo necesario llenado cámara	min	5.39	
Tiempo necesario vaciado cámara	min	978.26	
Bombas en funcionamiento por línea	un	1.00	
Número de arranques	arranques/h	0.06	

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

Las especificaciones técnicas de los equipos de impulsión son los siguientes:

Características generales:

- Número de equipos 4
- Peso ..... 197,5 kg

Parámetros en el punto de servicio:

- Caudal unitario ..... 231,2 m^3/h
- Altura manométrica ..... 7,9 mca
- Rendimiento hidráulico 66,28
- Potencia en el eje ..... 7,1 kW

Características hidráulicas:

- Diámetro del impulsor 5
- Velocidad del impulsor ..... 1762 rpm
- Diámetro del tubo de descarga ..... 150 mm

- Paso de sólidos ..... 100 mm

Características del motor:

- Tipo de motor ..... Asíncrono trifásico
- Clase de protección ..... IP 68
- Aislamiento ..... Clase H
- Potencia nominal en el eje P2 ..... 9 kW
- Potencia nominal consumida de red P1 9,8 kW
- Tensión de servicio ..... 208 V
- Frecuencia ..... 60 Hz
- Intensidad nominal ..... 34,88 A
- Características especiales del motor…..... PTB
- Longitud del cable ..... 10 m
- Protecciones térmicas ..... TCS con sensores térmicos en el bobinado
- Protecciones de estanqueidad ..... Sistema DI, con sonda en la cámara de aceite

Materiales:

- Carcasa del motor EN-GJL-250
- Impulsor EN-GJL-250
- Eje del motor ..... 1.4021 (AISI 420)
- Tornillería ..... 1.4401 (AISI 316)
- Estanqueidad en el eje ..... Doble junta mecánica SiC/SiC SiC-C
- Asa de izado ..... 1.4401 (AISI 316)
- Placa/anillo de desgaste EN-GJL-250
- Recubrimiento ..... Resina epoxídica 2 componentes 120 µm

Las especificaciones técnicas de los caudalímetros electromagnéticos son

Características técnicas:

- Tipo ..... Magnético-inductivo
- Tamaño del medidor ..... DN 8”, DN 16”
- Conexión ..... 8” ASME B 16.5 300 lb
- Longitud de montaje …..... 400 mm
- Material de la brida …..... Acero ASTM A 105 N
- Temperatura del producto …..... -5ºC …+80ºC
- Alojamiento ..... Chapa metálica
- Revestimiento ..... Goma dura
- Electrodos ..... Hastelloy C22
- Aislamiento del bobinado ..... Clase H
- Clase de protección ..... IP 66/67
- Calibración ..... GKL

Características del convertidor de señal:

- Alimentación eléctrica ..... 100-230 V AC, 50/60 Hz
- Conexión de cable ..... 2 x M20 x 1,5
- Alojamiento del convertidor ..... Estándar, aluminio
- Comunicación ..... IO básica
- Salida de corriente ..... HART, activa / pasiva
- Salida de impulsos ..... pasiva
- Salida de estados ..... pasiva

Especificaciones técnicas del medidor ultrasónico de nivel:

Características técnicas:

- Tipo ..... Ultrasónico
- Conexión ..... G 1" ½ PVDF
- Temperatura del producto ..... -40ºC …+80ºC
- Presión ..... -0,2 – 2 bar
- Entrada de cable M20x1.5
- Alojamiento ..... Plástico PBT

➢ **Filtro percoladores**

Dimensionamiento.

Los principales datos del dimensionamiento, realizado según Metcalf&Eddy, AECOM, 5th Edition son:

Tabla 7 Dimensionamiento de filtro percolador

Número de líneas	**un**	**2.00**
Caudal diario por línea	m3/d	2,088.50
Caudal mínimo por línea	m3/h	60.00
Caudal máximo por línea	m3/h	135.00
Temperatura mínima del agua	° C	15.00
Área específica relleno	m2/m3	180.00
DBO entrada	mg/l	280.00
SS entrada	mg/l	247.50
Altura del filtro	m	3.00
Número de brazos distribuidores por filtro	un	4.00
Volumen de relleno adoptado	m3	942.17
Diámetro adoptado de los filtros	m	20.00
Área adoptada	m2	314.16
Volumen de relleno adoptado	m3	942.48
Peso relleno	Kg/m3	39.00
Peso relleno total	Kg	36,756.63
Carga hidráulica final	$m^3/m^2 \cdot d$	6.64
Carga orgánica máxima	KgDBO/m3 d	0.62
Lodos volátiles producidos	gSSV/m3	113.97
	Kg/d	476.04
Lodos totales producidos	Kg/d	476.04

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

El funcionamiento de los filtros será totalmente en automático.

Especificaciones técnicas**.**

Las especificaciones técnicas de los filtros y las diferentes partes son:

Servicio: Filtros percoladores

Características generales:

- Marca ..... ATI.IN o similar
- Número de depósitos 2

Características técnicas:

- Diámetro ..... 20 m
- Altura del tanque ..... 4,266 m
- Material ..... Vidrio fusionado al acero
- Gravedad específica 1,00
- Zona sísmica ..... 0,40 g
- Carga de viento ..... 1,2 kN/m^2
- Carga ..... 10 kN/m^3
- Temperatura del fluido ..... ~ 40ºC
- Rango de pH ..... 4 ~ 11
- Freeboard ..... 0,3 m
- Presión de gas ..... -5 ~ +35 mba
- Techo ..... No
- Paneles ..... 108 paneles (36 x 3 anillos)

Incluye:

- 1 Escalera de acceso vertical de acero galvanizado, con plataforma de 1 m x 1m fijada en 1,1 m por debajo de los niveles aleros
- 1 boca de inspección DN600 en acero galvanizado en caliente
- Pernos autoblocantes HDG
- Sellador de silicona

DISTRIBUIDORES ROTATIVOS

Servicio: Distribución de agua residual en filtros percoladores

Características técnicas:

- Caudal ..... 135 m^3/h
- Diámetro ..... 20 m
- Diámetro alimentación ..... DN 150
- Diámetro brazo ..... DN 150/100
- Altura del colector ..... 2120 mm
- Material ..... AISI 304 L
- Peso en vacío ..... 1270 kg
- Peso en agua ..... 2260 kg

- **Cámara de recirculación**

Especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas de los equipos a son:

VÁLVULA DE COMPUERTA ELÉCTRICA

Características generales:

- Tipo de cierre ..... Cierre elástico con bridas
- Tipo de accionamiento ..... Actuador eléctrico

Características técnicas:

- Diámetro ..... 150 mm

- Presión nominal ..... 10-16 kgf/cm^2
- Tipo de actuador ..... Todo-nada trifásico 400V / 50 Hz

Materiales:

- Cuerpo, tapa y cierre ..... Fundición nodular EN-GJS-500-7
- Revestimiento del cierre ..... EPDM
- Eje ..... Acero inoxidable X20
- Tuerca de cierre ..... Aleación de cobre forjado
- Tornillería ..... Acero 8.8

Acabados:

- Recubrimiento anticorrosivo interior y exteriormente con polvo de epoxy aplicado electrostáticamente.

VÁLVULAS DE COMPUERTA MANUALES

Características generales:

- Tipo de cierre ..... Cierre elástico con bridas
- Tipo de accionamiento ..... Volante

Características técnicas:

- Diámetro ..... 200 mm
- Presión nominal ..... 10-16 kgf/cm^2

Materiales:

- Cuerpo, tapa y cierre ..... Fundición nodular EN-GJS-500-7
- Revestimiento del cierre ..... EPDM
- Eje ..... Acero inoxidable X20
- Tuerca de cierre ..... Aleación de cobre forjado
- Tornillería ..... Acero 8.8

Acabados:

- Recubrimiento anticorrosivo interior y exteriormente con polvo de epoxy aplicado electrostáticamente.

➢ **Decantadores**

Los parámetros más importantes para el dimensionamiento de la decantación lamelar son:

- Velocidad del flujo en el interior del tubo o entre lamelas: Se trata de la velocidad determinada por la configuración geométrica y tendrá una dirección similar a la inclinación de los tubos o lamelas.
- Velocidad vertical crítica en el interior del tubo o entre lamelas. Se obtiene al proyectar la velocidad del agua en el interior de la lamela sobre la vertical. Deberá ser menor que la velocidad de caída de los flóculos o partículas a eliminar.
- Velocidad ascensional o carga hidráulica superficial funcional o de diseño: se obtiene de dividir el caudal efluente entre la superficie horizontal de decantación total, obtenida a partir de la suma de todas las proyecciones de superficies de los tubos o lamelas.
- Velocidad ascensional o carga hidráulica superficial global: se obtiene de dividir el caudal efluente entre la superficie horizontal que ocupa el decantador (no incluye las proyecciones de los tubos o lamelas).
- Tiempo de retención hidráulica: relacionado con el calado. Una mayor profundidad aumenta la probabilidad de choque (floculación) entre las partículas que sedimentan, aumentando su velocidad de caída:
- Carga hidráulica sobre vertedero: corresponde al caudal efluente por metro lineal de longitud del vertedero de salida. Se limita la velocidad de salida del efluente primario para evitar el posible arrastre de lodos.

Dimensionamiento y funcionamiento.

Los datos de su diseño y características de funcionamiento pueden observarse seguidamente:

Tabla 8 Dimensionamiento de decantadores lamelares

Caudal medio por línea	**m3/h**	**87.02**	
Caudal punta por línea	m3/h	135.75	
Tipo de decantación	Rectangular lamelar en contracorriente		
<u>Parámetros de diseño</u>:			
Velocidad del flujo confinado		m/d	≤ 15

Velocidad ascensional funcional (con proyecciones)	m/h	≤ 1- 2
Velocidad ascensional global (sin proyecciones)	m/h	≤ 6
TRH en zona confinada	min	≥ 6 - 10
Carga hidráulica sobre vertedero	m3/m h	≤ 10
Inclinación de las lamelas	°	> 50
Dimensionamiento:		
Longitud	m	10.80
Anchura	m	2.20
Altura total	m	2.29
Superficie horizontal unitario	m2	23.76
Volumen unitario	m3	54.41
Número canales vertedero Thomson	un	2.00
Dimensiones	mm	300 x 150
Longitud total vertedero	m	43.20
Lamelas:		
Superficie proyectada	m2/m3	9.20
Volumen lamelar	m3	17.75
Inclinación	°	55.00
Altura módulo	m	1.00
Velocidad de Hazen	m/h	0.60
Superficie total lamelar	m2	163.30
A caudal medio:		
Velocidad del flujo confinado	m/d	12.79
Velocidad ascensional funcional (con proyecciones) a Qm	m/h	0.53
Velocidad ascensional global (sin proyecciones) a Qm	m/h	3.66
TRH en zona confinada	min	37.52
Carga hidráulica sobre vertedero	m3/m h	2.01
Fangos producidos diarios por decantador	Kg/d	238.02
Concentración de extracción	Kg/m3	15.00
Volumen lodos de purga	m3/d	15.87

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

Los lodos producidos en los filtros percoladores y separados en los decantadores secundarios se evacuarán de éstos por la parte inferior donde se ubican las tuberías de salida de la purga cada 1.40 m. Éstas se unen en un colector conjunto provisto de una

válvula de compuerta manual para el aislamiento de la purga de los decantadores. La tubería conjunta transportará los lodos hasta la entrada a los RAFA desde donde serán extraídos con las bombas de purga. De allí se impulsarán hasta los patios de secado.

Especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas de los equipos son:

Características generales:

- Marca ..... DIMASA o similar
- Tipo ..... Horizontal de superficie

Características técnicas del decantador:

- Caudal máximo de tratamiento ..... 100 m^3/h
- Longitud ..... 10800 mm
- Ancho ..... 2200 mm
- Altura total ..... 2290 mm

Características de las lamelas:

- Superficie proyectada ..... 9,2 m^2/m^3
- Volumen lamelar ..... 17,75 m^3
- Inclinación 55º
- Altura módulo ..... 1000 mm
- Velocidad de Hazen ..... 0,6 m/h

Materiales:

- Decantador ..... PPH / PRFV
- Lamelas ..... PP
- Bridas ..... PRFV

- **Desinfección**

Los valores para el dimensionamiento de la dosificación de reactivo son:

Tabla 9 Dimensionamiento del área de desinfección

Producto		**Hipoclorito sódico**
Riqueza producto comercial	% v/v	12.00
Cl activo	g/l	160.00
Dosis máxima	gCl/m3	15.00
Caudal a dosificar de NaClO en Qm	l/h	16.32
Caudal a dosificar de NaClOen Qp	l/h	39.16
Número de bombas en funcionamiento	ud	1.00
Número de bombas en reserva	ud	1.00
Caudal necesario bombas	l/h	39.16
Caudal adoptado bombas	l/h	40.00
Densidad producto comercial	Kg/l	1.23
Peso p.c. a dosificar diario	Kg/d	481.66
Volumen depósito de almacenamiento de hipoclorito	m3	20.00
Tiempo de dosificación	d	21.28

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

Especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas de los equipos son:

GRUPO DE PRESIÓN

Características generales:

- Caudal unitario ..... 2,4 m^3/h
- Altura de elevación ..... 54 mca
- Potencia ..... 0,9 kW
- Velocidad ..... 2900 rpm
- Tensión de servicio ..... 208 V
- Frecuencia ..... 60 Hz
- Protección ..... IP 55

DEPÓSITO DE HIPOCLORITO

Servicio: Dosificación de hipoclorito

Características generales:

- Volumen ..... 20000 l
- Diámetro ..... 2500 mm
- Altura ..... 4500 mm
- Peso aproximado ..... 500 kg
- Material ..... PRFV

Accesorios:

- Tubuladura con brida en PRFV DN 50 de carga
- Tubuladura con brida en PRFV DN 65 de descarga
- Aireación en PVC
- Boca de hombre en polipropileno D.567
- Orejas de elevación
- Placas de anclaje

➢ **Bomba dosificadora**

Servicio: Dosificación de hipoclorito

Características generales:

- Caudal máximo ..... 50 l/h
- Presión máxima ..... 10 bar
- Carrera ..... 6 mm
- Cadencia ..... 144 gpm
- Potencia del motor ..... 120 W
- Tensión ..... 230/400 V
- Regulación del caudal ..... de 0 a 100%

- Precisión del caudal regulado ..... ± 2%
- Límites de temperatura del fluido …….. -10 a 40ºC
- Viscosidad máxima del fluido ..... 50 cP
- Altura máxima de aspiración ..... 2 mca
- Conexiones ..... G ½”

Accesorios:

- Caña de inyección
- Válvula de pie
- 6 m de tubo PE 6x8
- 6 m de tubo PVC reforzado 6x12

Materiales:

- Cuerpo dosificador ..... PP
- Cuerpo caja válvulas ..... PVDF
- Bolas ..... Cerámica
- Conexiones ..... PVDF / PP
- Membrana ..... PTFE

➢ **Bomba de purga**

Dimensionamiento.

El dimensionamiento del pozo es el siguiente:

Tabla 10 Dimensionamiento de bomba de purga

Longitud útil	**m**	**5.00**
Ancho útil	m	2.50
Profundidad total	m	6.50
Tipo de bomba		Bomba sumergible
N.º bombas purga a instalar		2.00
N.º bombas purga en funcionamiento		1.00
Tiempo de funcionamiento diario	m3/h	1.54
Caudal unitario adoptado	m3/h	15.00

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

Especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas de los equipos son:

Servicio: Bombeo de fangos

Características generales:

- Peso ..... 37 kg

Parámetros en el punto de servicio:

- Caudal unitario ..... 18,9 m^3/h
- Altura manométrica ..... 8,12 mca
- Rendimiento hidráulico 38,28
- Potencia en el eje ..... 1,09 kW

Características hidráulicas:

- Tipo de impulsor ..... Vortex
- Paso de sólidos ..... 60 mm
- Diámetro de salida ..... 65 mm

Características del motor:

- Potencia nominal en el eje P2 ..... 1 kW
- Potencia nominal consumida de red P1 1,32 kW
- Velocidad del motor ..... 1713 rpm
- Tensión de servicio ..... 208 V
- Intensidad nominal ..... 7,96 A
- Longitud del cable ..... 10 m
- Protecciones térmicas ..... Klixon en estator
- Protecciones de estanqueidad ..... Sistema DI, con sonda en la cámara de aceite

Materiales:

- Alojamiento del motor ..... Fundición gris GG 25
- Eje del rotor ..... Acero inoxidable AISI 420
- Impulsor ..... Fundición gris GG 25
- Voluta ..... Fundición gris GG 25
- Tornillería exterior ..... Acero inoxidable AISI 316

COMPENSADORES DE DILATACIÓN

Características técnicas:

- Diámetro ..... 5”, 8”
- Cuerpo ..... EPDM con tejido interior de nylon
- Conexión ..... Brida

VÁLVULAS DE RETENCIÓN A CLAPETA

Características técnicas:

- Diámetro ..... 100 o 250 mm
- Presión nominal ..... 10-16 kgf/cm^2

Materiales:

- Cuerpo, tapa y clapeta ..... Fundición GG-25
- Casquillo de giro Rg.5
- Disco de sujeción del cierre GG-25
- Cierre ..... Neopreno

- **Patios de secado**

Dimensionamiento.

Las principales características de su dimensionamiento, realizado según OPS/CEPIS/ 05.163 y Metcaff&Eddy 5th Edition, son las siguientes:

Tabla 11 Características de patio de secado

Características de patio de secado		
Volumen lodos primarios	m3/año	4,899.72.83
Concentración lodos primarios	Kg/m3	40.00
Producción lodos primarios	Kg/año	195,988.00
Producción lodos secundarios	Kg/d	182.92
	Kg/año	66,764.39.26
Concentración lodos secundarios	Kg/m3	12.00
Volumen lodos secundarios	m3/d	15.24
Producción total lodos	Kg/año	262,753.03.45
	m3/año	10,463.42
Número de eras de secado por línea	un	4.00
Número de líneas	un	2.00
Número de eras totales	un	8.00
Ancho útil de eras	m	7.00
Longitud	m	15.00
Alto total	m	1.00
Alto útil	m	0.40
Área superficial total	m2	840.00
Carga superficial de lodos	KgSST/m2 año	312.80
Volumen disponible para secado	m3	336.00

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa

Especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas de los equipos instalados son:

VÁLVULAS DE COMPUERTA MANUALES

Características generales:

- Tipo de cierre ..... Cierre elástico con bridas
- Tipo de accionamiento ..... Volante

Características técnicas:

- Diámetro ..... 100, 150 o 250 mm
- Presión nominal ..... 10-16 kgf/cm^2

Materiales:

- Cuerpo, tapa y cierre ..... Fundición nodular EN-GJS-500-7
- Revestimiento del cierre ..... EPDM
- Eje ..... Acero inoxidable X20
- Tuerca de cierre ..... Aleación de cobre forjado
- Tornillería ..... Acero 8.8

Acabados:

- Recubrimiento anticorrosivo interior y exteriormente con polvo de epoxy aplicado electrostáticamente

1.9 Maquinaria y Equipo

Dentro de este apartado se describen la maquinaria / equipo que se tiene en actualmente en la PTAR:

- **Maquinaria y equipo**

Tabla 12 Equipo actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Conos de Sedimentación 	Sirven para la determinación de partículas sedimentadas en el agua. Ya sean aguas salinas o aguas residuales. En la planta esto permite ver los niveles de sedimentación dentro del reactor anaeróbico y determinar cuándo es necesario expulsar los lodos.
Medidor PH  	El medidor de pH es un instrumento utilizado para medir la acidez o la alcalinidad de una solución, también llamado de pH. El pH es la unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad y es medido en una escala que va de 0 a 14. El pH del agua se mide a la entrada del caudal en la planta, en el desarenador, en los RAFA, en la cámara de recirculación, lamelares y a la salida del efluente. Además, con este aparato se mide la conductividad y temperatura del agua.
Vasos de presipitado y probetas 	Los vasos de precipitado o vaso Baker se utilizan para almacenar sustancias, disolverlas, mezclarlas, traspasarlas, calentarlas y en general cualquier cosa que no necesite una medida de precisión de volumen. Las probetas se usan para medir el volumen del líquido de forma aproximada y para verificar que la medición de los lodos se encuentre dentro de los parámetros establecidos.

Caudalimetro electromagnetico 	El sensor del caudalímetro magnético se coloca en línea, y mide un voltaje inducido generado por el líquido a medida que fluye por la tubería. El transmisor toma el voltaje generado por el sensor, lo convierte en una medición del caudal y transmite esta medición a un sistema de control. En la planta se usan para controlar el caudal que llega a los filtros percoladores.
Planta Generador de corriente (de emergencia) 	Un generador diésel es un equipo que facilita energía durante un tiempo prolongado y solucionan un corte de electricidad. En la planta se hace uso de este en caso exista una interrupción del flujo eléctrico y así regular el funcionamiento de la planta.
Bomba achicadora 	Los lodos que se acumulan a la entrada de los RAFA son extraídos con las bombas para ser impulsados hasta los patios de secado. Se hace uso de la bomba de reserva cuando las otras bombas del sistema fallen o se encuentren en mantenimiento.

Cepillo de cerda rigida 	Sirven para eliminar manchas, placa y restos de comida. En la planta se utiliza para la limpieza de las rejillas en los cribados gruesos y finos para la eliminación de grasas acumuladas.
Pala 	Herramienta para cavar y para recoger y trasladar materiales, en especial blandos o pastosos como arena o tierra. En los desarenadores se utiliza la pala para expulsar las arenas acumuladas cuando el nivel sea de 0.3m y evitar el mal funcionamiento de estos.
Carretilla 	La carretilla es una herramienta ergonómica para transportar diferentes materiales o herramientas. Se utiliza para trasladar la arena de los desarenadores a las zanjas exclusivas para ello.

Fuente: Elaboración propia

- **Equipo de Protección Personal (EPP)**

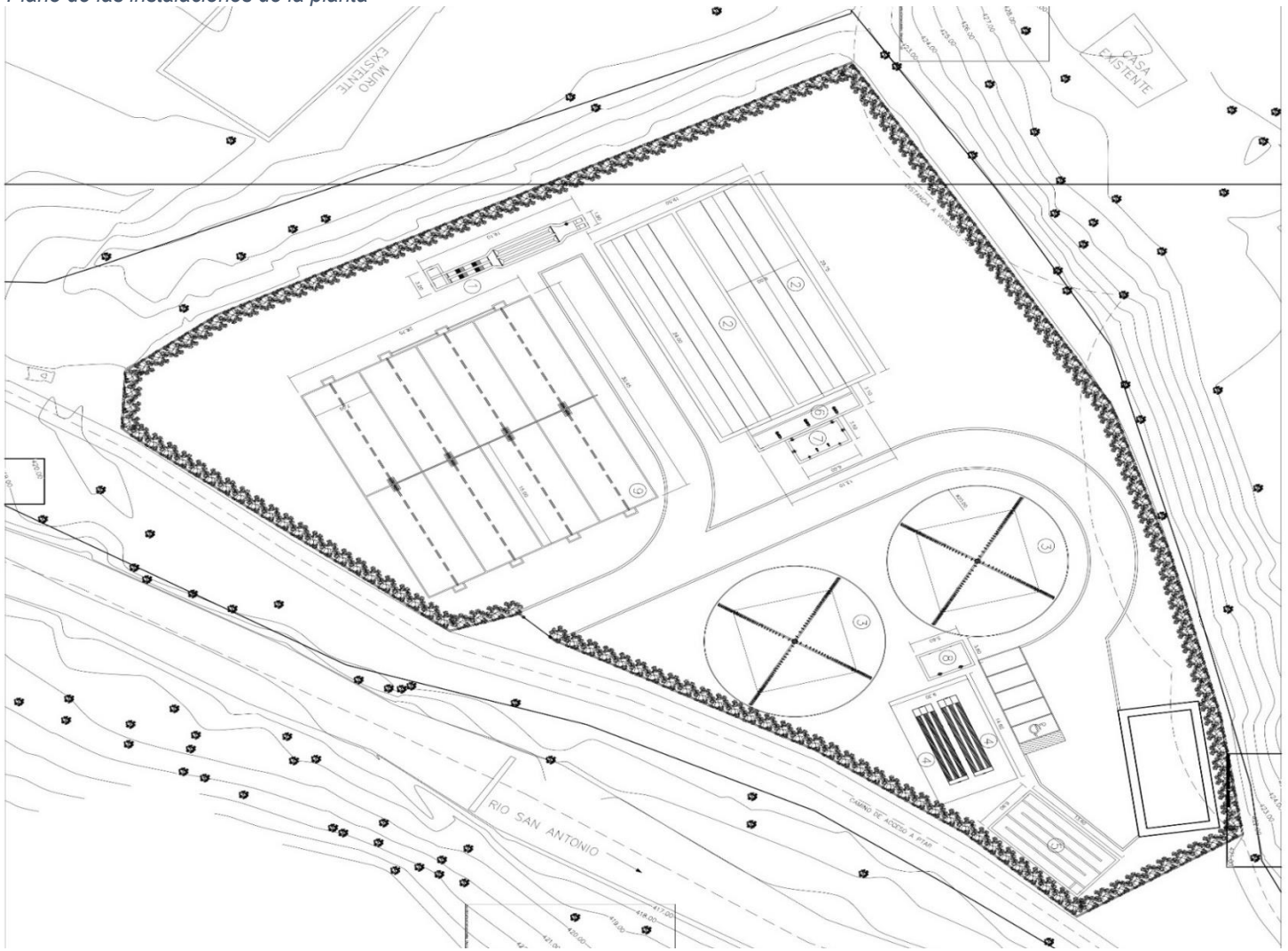
Tabla 13 Equipo de protección personal de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

Nombre	Descripción
Casco 	Se utiliza al realizar actividades que presenten riesgo de impacto de objetos en caída libre, golpes contra objetos fijos, salpicaduras químicas y radiación solar
Guantes 	Guantes de látex desechables son usados debido su alta resistencia y protección contra químicos o fluidos; cuando se está realizando supervisión de campo dentro de la planta.
Lentes 	Están hechas de policarbonato resistente a los arañazos y a los impactos, o de acetato cuando se trata de proteger contra las salpicaduras.
Calzado de seguridad 	Se utiliza cuando se desarrollen actividades que presenten riesgo de recibir golpes, ciadas libres de objetos pesados, cargas y descargas de objetos pesados que puedan ocasionar lesiones en los pies.
Botas de hule 	Son útiles para los trabajadores que estén en contacto directo con el agua que ingresa a la planta, humedad y lodos.

Fuente: Elaboración propia

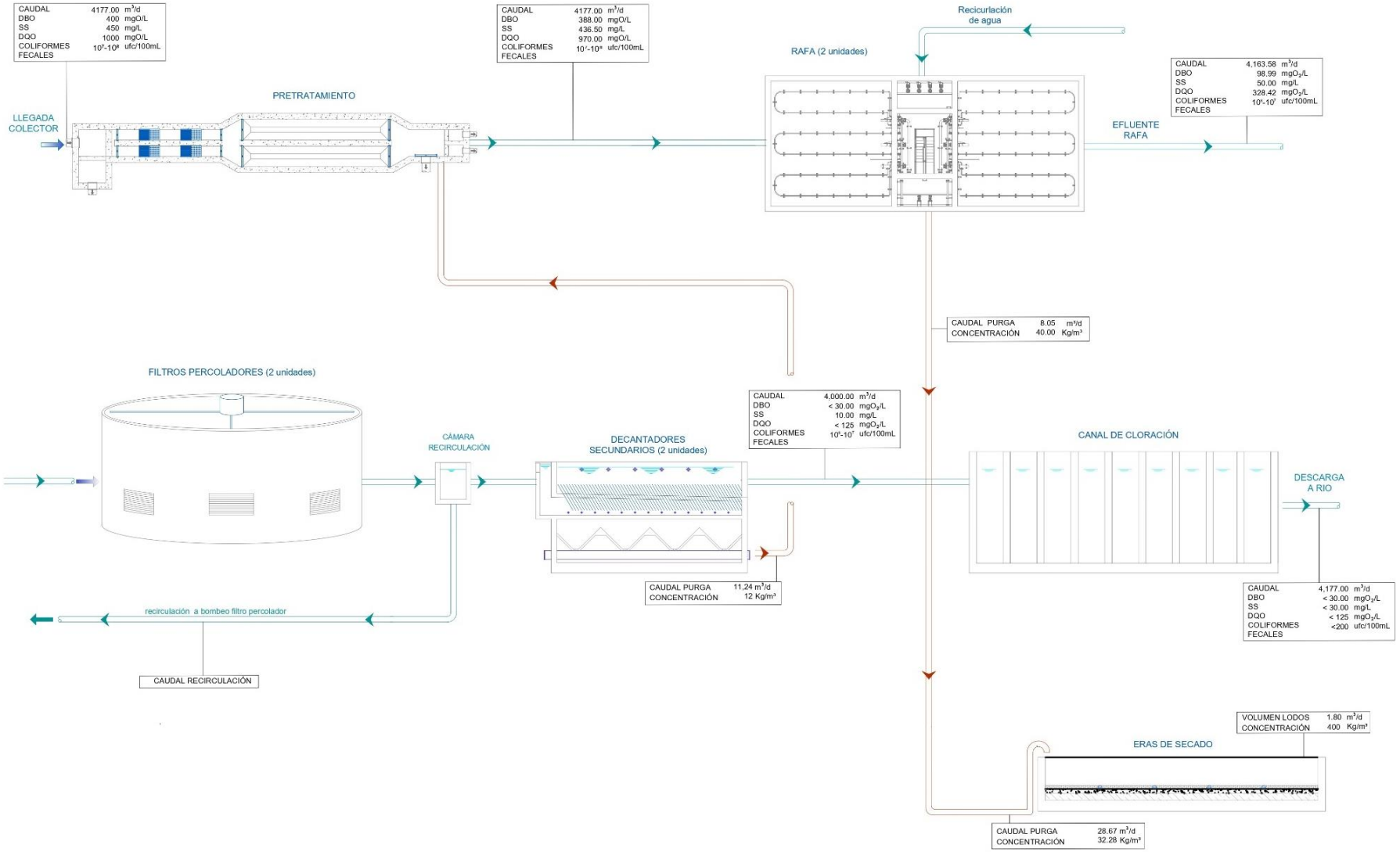
1.10 Planos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Ilustración 17 Plano de las instalaciones de la planta



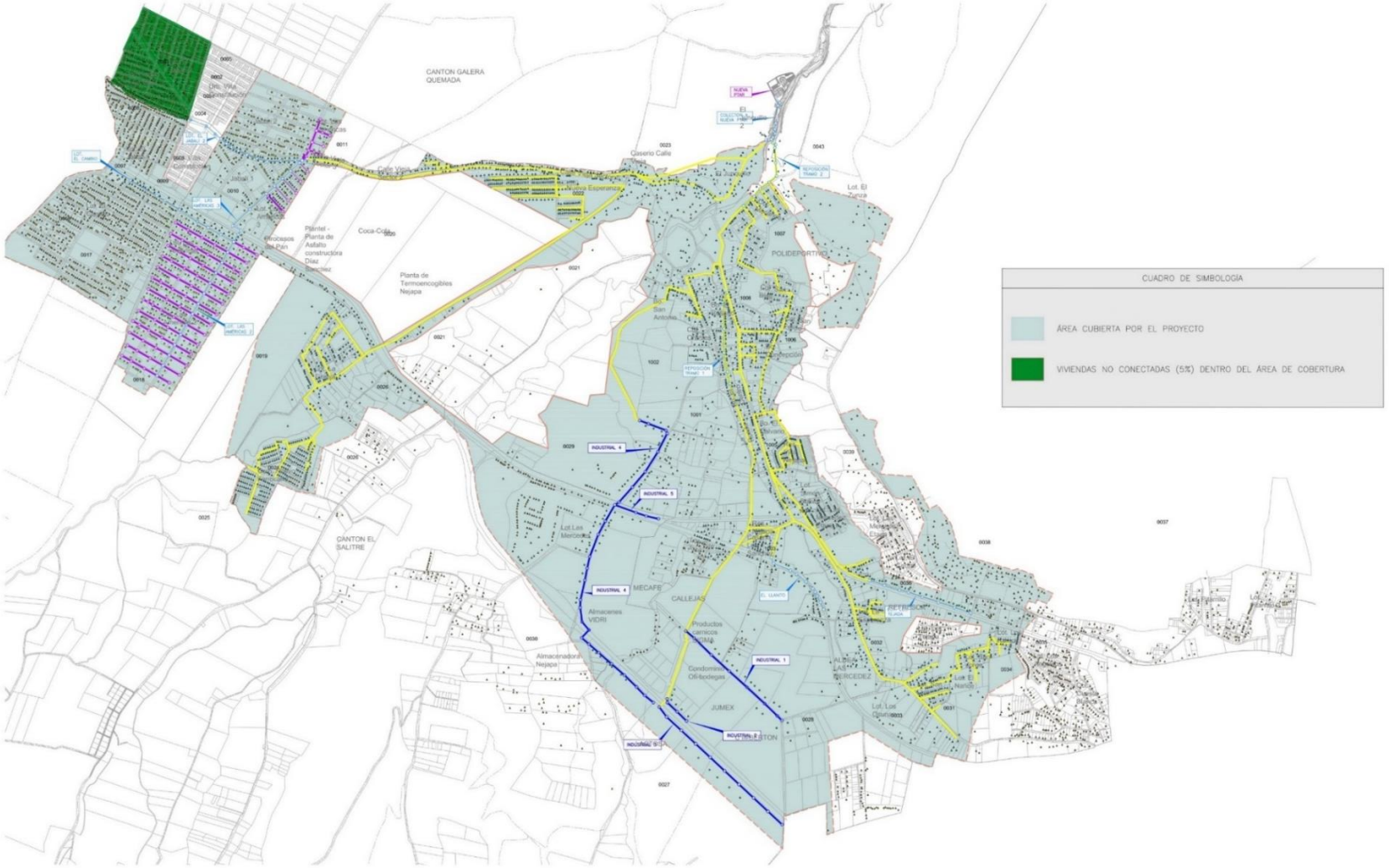
Fuente: Administración de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

Ilustración 18 Plano del proceso de tratamiento de aguas residuales



Fuente: Administración de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

Ilustración 19 Mapa del sistema de tuberías conectados a PTAR Nejapa



Fuente: Administración de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

2. BIOGÁS

2.1 Descripción

El biogás es una mezcla gaseosa formada principalmente por metano y dióxido de carbono, y pequeñas porciones de otros gases, como H2S, H2, NH3, entre otros. Además, que la composición del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del tipo de proceso (Zamorano, 2023).

Tabla 14 Componentes del biogás

Componentes	Fórmula Química	Porcentaje %
Metano	CH_4	60-70
Gas carbónico	CO_2	30-40
Hidrógeno	H_2	1.0
Nitrógeno	N_2	0.5
Monóxido de carbono	CO	0.1
Oxígeno	O_2	0.1
Ácido Sulfhídrico	H_2S	0.1

Fuente: Producción de biogás a partir de aguas residuales y residuos agrícolas.

2.2 Proceso de generación de biogás

Para que se produzca el biogás, se necesita una planta adecuada donde poder almacenar los residuos en los que las bacterias trabajarán la descomposición. Las funciones básicas en las que se ha de desarrollar todo el proceso, serían las siguientes:

1. Receptores. El lugar donde se almacenan los residuos orgánicos antes de transformarse en biomasa. Aunque pueden combinarse diferentes tipos de sustratos (como, por ejemplo, de una industria ganadera y un vertedero urbano) la mayoría de las plantas trabajan con un solo tipo, ya que se optimiza mejor el proceso.

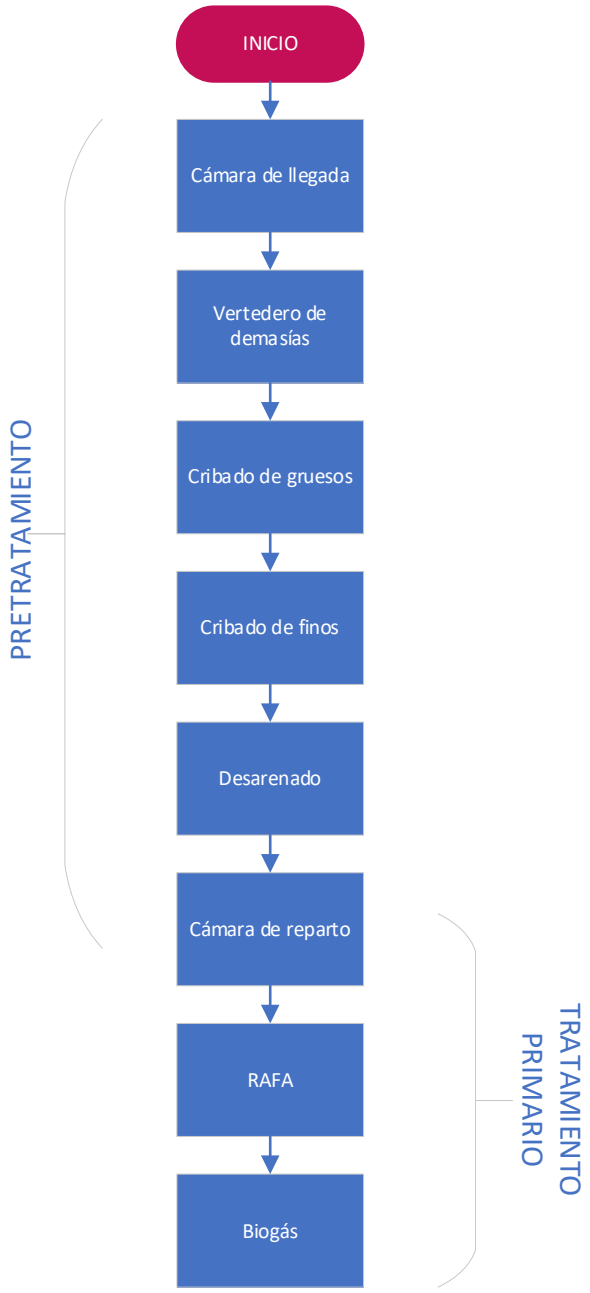
2. Fermentadores. La fermentación es el fenómeno por el que el producto sólido se convierte en gas. Se almacenan durante unos dos meses en cámaras sin luz ni oxígeno donde los residuos se mantienen en movimiento y a una temperatura estable cerca de 40 grados centígrados.

3. Almacenamiento. Una vez terminado el proceso, el resto de materia orgánica puede aprovecharse para producir fertilizantes.

4. Generadores de energía. Es el último paso, que se da en un lugar en el que el gas se transporta, se inyecta directamente a la red o se transforma en energía eléctrica.

2.3 Diagrama de proceso de generación de biogás

Diagrama 6 Proceso de generación de biogás



Fuente: Elaboración propia

2.4 Usos de Biogás

El biogás se puede tener diferentes usos. Por un lado, puede ser un sustituto bastante eficiente del gas natural. En este sentido, el biogás se puede usar tanto para mover ciertos medios de transporte, como puedan ser los autobuses urbanos o algunos vehículos rodados. Por otro lado, también se puede usar para calentar las viviendas, suministrando servicio de calefacción y agua caliente cuando sea necesario, igual que sucede con la quema del gas natural.

Así mismo, el biogás también se puede usar para producir energía eléctrica en las plantas energéticas. De nuevo, nos encontramos ante un uso similar al que se hace del gas natural en este aspecto. Quemando biogás, se puede calentar un circuito de agua que, al evaporarse, activa una serie de turbinas, lo que permite convertir la energía del movimiento en electricidad que pueda ser usada por cualquier persona que esté conectada al suministro.

Finalmente, otro de los usos que no se deriva directamente del biogás, pero sí de su fabricación, es la producción de abonos y fertilizantes naturales. Durante el proceso de producción de biogás, también se produce una gran cantidad de residuos sólidos que no son aprovechados por los microorganismos para producir biogás. Sin embargo, estos restos sólidos, son un excelente compost para fertilizar suelos de cualquier tipo, desde las macetas de las plantas decorativas de una vivienda a los campos de cultivo. De este modo, se trata de una industria, no solo no genera residuos sólidos, sino que los residuos que genera son perfectamente aprovechables por la industria agraria, en un claro ejemplo de economía circular cerrada que beneficia a todas las partes implicadas.

2.5 Capacidad de generación de energía eléctrica

Dado que uno de los usos del biogás es la generación de electricidad, para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa, es la opción idónea para aprovechar un recurso que actualmente no se está utilizando, por tanto, se procede a estimar la generación de energía eléctrica con la producción actual de biogás, para esto se toma en cuenta la producción de biogás de diseño:

Tabla 15 Producción de biogás en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

Producción de biogás	**m3/d**	**1105.23**

Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

Además de la producción de biogás en la planta se requiere determinar la calidad del biogás generado en la Planta, para el cálculo de esta se efectúa una medición en una de las tuberías de transporte del biogás en la PTAR Nejapa, la cual se efectúa bajo la supervisión de la Ing. Melissa Ruiz, tal como se detalla a continuación:

Tabla 16 Integrantes de equipo de medición

Rol	Nombre
Equipo de Tesis	Lilian Marisol Barrera Flores
Equipo de Tesis	Patricia Leonor Servano Valdez
Equipo de Tesis	Nelson Giovanni Pérez Chávez
Facilitador de equipo de medición (UCA)	Inga. Yesenia Melissa Ruiz Gómez
Gerente de PTAR	Ing. Francisco Amaya

Fuente: Elaboración propia

A. Introducción:

El presente informe tiene como objetivo medir la calidad del biogás producido en un reactor anaeróbico de flujo ascendente dentro de la PTAR de Nejapa. El biogás es un combustible renovable y sostenible que se genera a partir de la descomposición de materia orgánica en ausencia de oxígeno. La calidad del biogás es fundamental para su utilización eficiente y segura en diversas aplicaciones, como la generación de energía eléctrica, el calentamiento de espacios o como combustible en vehículos.

B. Metodología:

2.1 Descripción de Actividades

2.1.1 Recorrido:

Se hizo un recorrido de la planta guiado por el gerente de la planta, donde explicó cada uno de los procesos que se desarrollan dentro de la planta para el tratamiento de aguas residuales.

2.1.2 Medición de la calidad del biogás

Se mencionan a continuación los pasos que se ejecutaron para medir calidad del biogás.

Tabla 17 Pasos para la medición de calidad de biogás

a. Ubicación de la válvula de muestreo en la tubería.	
b. Preparación de equipo Multitec 540: • **Consiste en sacar el equipo de su estuche** • **Colocar los accesorios para el buen funcionamiento** • **Insertar boquilla de instrumento en válvula de muestreo**	
c. Toma de medición	
d. Desconectar equipo de medición y Guardarlo en estuche.	

Fuente: Elaboración propia

Se llevó a cabo un muestreo del biogás en el sistema de digestión anaeróbica vía una de las válvulas del sistema de tuberías que conducen el biogás hacia la antorcha. A continuación, se muestran los datos obtenidos de la medición:

Tabla 18 Datos de la medición

Metano (CH4)	Dióxido de carbono (CO2)	Oxigeno (O2)	Ácido sulfúrico (H2S)	Monóxido de carbono (CO)
74 % Vol.	1 % Vol.	N/A	126 ppm	36 ppm

Fuente: Elaboración propia

* Nota: el dato del indicador de oxígeno no está calibrado por lo que no se toma en cuenta.

- ✓ **Contenido de metano (CH4):**

El contenido de metano en el biogás es un indicador clave de su calidad como combustible. Se utilizó un analizador de gases portátil denominado Multitec 540 para determinar el porcentaje de metano presente en la muestra, el cual es de un 74%, que está por encima del porcentaje promedio de metano en el biogás que varía entre un 50 – 70%.

- ✓ **Contenido de dióxido de carbono (CO2):**

El dióxido de carbono es otro componente importante del biogás y su presencia afecta directamente el poder calorífico del gas. Se midió el porcentaje de dióxido de carbono en la muestra utilizando el mismo analizador de gases, el valor captado es del 1%.

- ✓ **Contenido de monóxido de carbono (CO):**

El monóxido de carbono es otro componente detectado en la medición efectuada, el cual se encuentra presente 36 PPM.

- ✓ **Contaminantes y compuestos no deseados:**

Se realizaron análisis para detectar la presencia de impurezas y compuestos no deseados en el biogás como sulfuro de hidrógeno (H2S) con medidas de 126 PPM.

C. Resultados:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

- Contenido de metano (CH4): El biogás analizado presentó un contenido promedio de metano del 74%, lo cual es considerado adecuado para su uso como combustible.

- Contenido de dióxido de carbono (CO2): El porcentaje promedio de dióxido de carbono fue del 1%, lo que indica un biogás con un buen potencial energético.

- Contaminantes y compuestos no deseados: Se detectaron trazas de sulfuro de hidrógeno (H2S) en la muestra, pero dentro de los límites tolerables.

D. Conclusión:

Basados en los resultados obtenidos se puede concluir que el biogás producido en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa presenta una calidad adecuada para su utilización como insumo para la generación de energía eléctrica. El contenido de metano está por encima del promedio general del contenido del biogás.

E. Recomendaciones:

Para mantener y mejorar la calidad del biogás se sugiere un monitoreo regular de la composición del gas para detectar posibles cambios en los niveles de metano y dióxido de carbono, así como en la presencia de contaminantes. Además, se deben implementar prácticas de mantenimiento adecuadas en el sistema de digestión anaeróbica para minimizar la formación de impurezas y asegurar un funcionamiento óptimo.

Nota: La calidad del biogás puede variar dependiendo de la materia orgánica utilizada para su producción, el diseño y operación del sistema de digestión y otros factores. Este informe se basa en los datos recopilados específicamente para este estudio y puede ser necesario realizar mediciones adicionales en el futuro para mantener un seguimiento adecuado de la calidad del biogás producido.

F. Anexos:

Ilustración 20 Equipo de medición Multitec 540



Fuente: Fotografía propia

Ilustración 21 Equipo de Trabajo



Fuente: Fotografía propia

De la realización de la medición de la calidad del biogás, se obtuvo una calidad de 74% de Metano el cual es el gas principal para la generación de energía eléctrica.

Para determinar la generación de energía que se puede obtener se utilizan las siguientes equivalencias.

- Metano puro, tiene una capacidad calorífica de $9.94\ kWh/m^3$

Por lo que se puede inferir que con una calidad de Metano del 74%, la capacidad calórica es de:

$$\frac{74\% \times 9.94\ kWh/m^3}{100\%} = 7.356\ kWh/m^3$$

Por lo tanto, podemos calcular la Capacidad de Energía

$$7.356\ kWh/m^3 \times 1105.23\ m^3/d$$

$$= 8{,}130.07\ kWh/d$$

Obteniendo una potencia de:

$$Potencia\ Eléctrica = 8{,}130.07 \frac{kWh}{d} \times \frac{1\ d}{24\ h}$$

$$Potencia\ Eléctrica = 338.75\ kW$$

Por lo tanto, se puede decir que:

Tabla 19 Capacidad de energía eléctrica

Capacidad de energía eléctrica	**kWh/d**	**8,130.07**
	kWh/mes	243,902.10

Fuente: Elaboración propia

Por lo que con la producción actual de la planta de 1,105.23 m3/día de biogás, manteniendo la calidad de este en el 74% de metano, se puede generar una potencia de 338.75 kW equivalente a 0.339 MW, generando a la vez 243,902.10 kWh al mes, si se opera todo el día y todos los días del mes.

2.6 Requerimiento actual de energía eléctrica de la planta

Como la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Municipio de Nejapa funciona las 24 horas del día, del dato obtenido de las facturas de los meses de marzo y abril se tomará el valor promedio, el cual es de **9,105.06 kWh/mes**.

2.7 Estimación del ahorro teórico de la planta

Para determinar si se genera algún ahorro de lo que se produce teóricamente de energía eléctrica respecto al promedio de consumo de los meses de marzo y abril, se utilizará la diferencia de lo que se generaría y el consumo promedio de los meses mencionados anteriormente.

$$\text{Ahorro} = 243{,}902.10 - 9{,}105.06$$

$$\text{Ahorro} = 234{,}797.04 \text{ kWh/mes}$$

Al generarse mayor cantidad de energía eléctrica generada por el biogás, se puede decir que se cubre el gasto que la planta tiene según las estimaciones y el restante pudiese conectarse a la red eléctrica local para ser distribuida.

3. LEGISLACIÓN

3.1 Leyes y/o Normas Ambientales Nacionales

Se presenta la Legislación Nacional actual encargada de salvaguardar el Medio Ambiente dentro de las fronteras salvadoreñas.

- Código Municipal

  El presente Código tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, funcionamiento y ejercicio de las facultades autónomas de los municipios.

- Ley de Áreas Naturales Protegidas

  La presente Ley tiene por objeto regular el establecimiento del régimen legal, administración, manejo e incremento de las Áreas Naturales Protegidas, con el fin de conservar la diversidad biológica, asegurar el funcionamiento de los procesos ecológicos esenciales y garantizar la perpetuidad de los sistemas naturales, a través de un manejo sostenible para beneficio de los habitantes del país.

- Ley de Conservación de Vida Silvestre

  La presente ley tiene por objeto la protección, restauración, manejo, aprovechamiento y conservación de la vida silvestre. Esto incluye la regulación de actividades como la cacería, recolección y comercialización, así como las demás formas de uso y aprovechamiento de este recurso.

- Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje

  La presente ley tiene por objeto lograr el aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura de los residuos, a fin de proteger la salud de las personas, el medio ambiente y fomentar una economía circular, a través del establecimiento de una visión sistémica en la gestión integral de los residuos, la determinación de los actores y su forma de interacción, y la asignación de responsabilidades para lograr cambios conductuales en la población.

  Para lograr lo anterior, se considerarán al menos los procesos siguientes: disminución de la generación de residuos priorizando la prevención, el fomento a la reutilización, reparación, el reciclaje y otros tipos de valorización, concientizando a la población en la preferencia de productos que generen residuos aprovechables.

- Ley de Minería

  La Ley de Minería tiene por objeto regular los aspectos relacionados con la exploración, explotación, procesamiento y comercialización de los recursos naturales no renovables existentes en el suelo y subsuelo del territorio de la República; excepto los hidrocarburos en estado líquido o gaseoso que se regulan en leyes especiales, así como la extracción de material pétreo de ríos, playas y lagunas que se regulará de acuerdo a la normativa ambiental existente; y la extracción de sal obtenida por procesos de evaporación de aguas marinas la cual se encuentra regulada en el Reglamento para el establecimiento de salineras y explotaciones con fines de acuicultura de los bosques salados.

- Ley de prohibición de la minería metálica

  La presente Ley tiene por objeto prohibir la minería metálica en el suelo y el subsuelo del territorio de la República.

- Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial

  La presente Ley tiene por objeto desarrollar los principios Constitucionales relacionados con el ordenamiento y desarrollo territorial; establecer las disposiciones que regirán los procesos de ordenamiento y desarrollo territorial; enumerar los principios rectores de la administración pública y municipal; organizar la institucionalidad que implementará la Ley y sus funciones; regular los instrumentos de planificación, programación, evaluación y de gestión territorial; así como, el régimen sancionatorio aplicable a la violación de sus disposiciones.

- Ley de Medio Ambiente

  a presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

- Ley Especial de Agilización de Trámites para el Fomento de Proyectos de Construcción

  La presente ley, tiene por objeto promover el desarrollo económico y social del país, mediante la agilización de los trámites y procedimientos administrativos ejecutados por el Órgano Ejecutivo, entidades autónomas y municipalidades, destinados al otorgamiento de los permisos y autorizaciones para el desarrollo de proyectos de construcción y parcelación, facilitando el crecimiento en la eficiencia de la administración pública.

- Ley Forestal

  La presente Ley tiene por objeto establecer disposiciones que permitan el incremento, manejo y aprovechamiento en forma sostenible de los recursos forestales y el desarrollo de la industria maderera; los recursos forestales son parte del patrimonio natural de la Nación y corresponde al Estado su protección y manejo.

  Declárase de interés económico el desarrollo forestal del país desde el establecimiento de la plantación hasta el aprovechamiento final y todas sus formas de valor agregado. Asimismo, esta ley busca establecer las condiciones para estimular la participación del sector privado en la reforestación del territorio nacional con fines productivos, quedando fuera de esta regulación las Áreas Naturales Protegidas y los Bosques Salados.

- Ley sobre Control de Pesticidas, Fertilizantes y Productos para uso Agropecuario

  La presente ley tiene por objeto regular la producción, comercialización, distribución, importación, exportación, y el empleo de: pesticidas, fertilizantes, herbicidas, enmiendas o mejoradores, defoliantes y demás productos químicos y químico-biológicos para uso agrícola, pecuario o veterinario y sus materias primas.

- Ley sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

  Se atribuye por esta Ley al Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social, la responsabilidad de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, de acuerdo a la política hídrica nacional establecida por el Presidente de la República en Consejo de Ministros.

- Reglamento de la Ley Forestal

  El presente Reglamento tiene por objeto desarrollar las disposiciones contenidas en la Ley Forestal.

- Reglamento Especial de Aguas Residuales y Manejo de Lodos Residuales

  El presente Reglamento tiene por objeto desarrollar tas disposiciones de la Ley del Medio Ambiente, vinculadas a la gestión de las aguas residuales y lodos, y establecer los criterios técnicos y requisitos que deben cumplirse para su manejo, tratamiento, uso, reúso y disposición final.

- Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental

  El presente Reglamento tiene por objeto determinar los lineamientos o directrices para el establecimiento de las normas técnicas de calidad ambiental en los medios receptores, y los mecanismos de aplicación de dichas normas, relativo a la protección de la atmósfera, el agua, el suelo y la bio-diversidad.

- Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos

  Las presentes disposiciones tienen por objeto reglamentar la Ley del Medio Ambiente, que en lo sucesivo se denominará “la Ley”, en lo que se refiere a las actividades relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos.

- Reglamento Especial para la Compensación Ambiental

  El objeto del presente Reglamento Especial es el de dictar normas que reconozcan formas directas de compensación ambiental, las cuales faciliten el desarrollo de un sistema de cobros y pagos por servicios ambientales y el marco que corresponde a las actuaciones de los Agentes Especializados, coadyuvando al apoyo a las actividades productivas ambientales sanas y mecanismos de financiamiento de la gestión ambiental.

- Reglamento Especial sobre el Control de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono

  El presente Reglamento tiene por objeto regular en el país la importación y el consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, para contribuir a la protección de la

capa de Ozono Estratosférica y al cumplimiento de las obligaciones que emanan de los instrumentos internacionales que El Salvador ha ratificado en la materia.

- Reglamento Especial sobre el Manejo Integral de los Desechos Sólidos y sus Anexos
  El presente Reglamento tiene por objeto regular el manejo de los desechos sólidos. El alcance del mismo será el manejo de desechos sólidos de origen domiciliar, comercial, de servicios o institucional; sean procedentes de la limpieza de áreas públicas, o industriales similares a domiciliarios, y de los sólidos sanitarios que no sean peligrosos.

- Reglamento General de la Ley de Medio Ambiente
  El presente Reglamento General tiene por objeto desarrollar las normas y preceptos contenidos en la Ley del Medio Ambiente, a la cual se adhiere como su instrumento ejecutorio principal.

- Reglamento para el Establecimiento y Manejo de Zoo criaderos de especies de vida silvestre
  El presente Reglamento, contiene las disposiciones normativas requeridas para el establecimiento y desarrollo de proyectos de reproducción y de restauración en cautiverio de especies animales de vida silvestre. Los locales destinados para tales efectos se llamarán “ZOOCRIADEROS”.

- Reglamento sobre la Calidad del Agua, el Control de Vertidos y las Zonas de Protección
  El presente Reglamento tiene por objetivo desarrollar los principios contenidos en la Ley Sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y su Reglamento, así como los Artículos 100 y 101 de la Ley de Riego y Avenimiento, referente a la calidad del agua, el control de vertidos y a las zonas de protección con el objetivo de evitar, controlar o reducir la contaminación de los recursos hídricos.

- Certificación para uso o manipulación de biogás

  En el Salvador existen instituciones gubernamentales que supervisan, regulan y deben ser notificadas cuando se llevan a cabo proyectos relacionados con la generación de energías renovables. Dentro de estas se pueden mencionar:

- **MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

Este ente se encarga de regular los aspectos ambientales relacionados con el uso de biogás, por lo que se debe realizar un estudio de Impacto Ambiental, además, regula la gestión de los residuos orgánicos y las emisiones que se hacen a la atmosfera.

- **MINSAL (Ministerio de Salud)**

Este ente puede intervenir si en el proyecto se manejan residuos orgánicos o se presentan riesgos para la salud pública.

- **CNE (Consejo Nacional de Energía)**

El CNE se encarga de promover el uso de fuentes renovables para la generación de energía incluido el biogás, este ente emite las políticas y lineamientos técnicos y relacionados a la eficiencia energética. Además, brinda asesoría para el registro o validación de proyectos de energía renovable.

- **SIGET (Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones)**

Si el biogás se utiliza para la generación de energía eléctrica y se desea conectarse a la red, se requiere de la autorización de la SIGET, ya que, esta regula la generación, transmisión y comercialización de energía eléctrica; además, puede que se requiera permisos o licencias si el sistema instalado sobrepasa ciertos niveles de potencia.

- **DOM (Dirección de Obras Municipales)**

Aunque no regula el uso del biogás, pude ser la encargada de ejecutar el proyecto y coordinar directamente con las entidades antes mencionadas.

- <u>Permiso del Cuerpo de Bomberos de El Salvador</u>

  El Cuerpo de Bomberos puede ser involucrado en la autorización para el uso de biogás a través de la emisión de un permiso anual de funcionamiento para establecimientos permanentes, que garantice el cumplimiento de normativas de seguridad. No obstante, el proceso para la autorización de proyectos que involucren el uso de biogás, como la generación o almacenamiento, probablemente requeriría la coordinación con otras entidades gubernamentales además del Cuerpo de Bomberos, como la Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas (DGEHM), que gestiona la emisión de Dictámenes Técnicos para equipos y productos.

  El CBES realiza inspecciones y certificaciones a instalaciones que manejan gases inflamables o sustancias peligrosas, y puede requerir la presentación de un proyecto

técnico, planos y medidas de seguridad antiselfidas, en especial para tanques, transporte o almacenamiento. Es probable que el biogás esté incluido en su catálogo de sustancias controladas, por su similitud técnica con gases combustibles.

Permisos

1. Inspección técnica y certificado de seguridad del CBES:

Similar al proceso para estaciones de servicio o transporte de gases y combustibles inflamables/acoplables, que requiere planos arquitectónicos, memorias del proyecto y medidas de seguridad simple.

2. Permisos ambientales o sanitarios adicionales:

Podría requerirse un permiso del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) o del Ministerio de Salud si es una instalación con riesgos sanitarios (por ejemplo, digestores, residuos orgánicos)
Se recomienda:

- obtener autorización del Cuerpo de Bomberos para garantizar que la instalación y uso del biogás cumplan con los criterios técnicos y de seguridad contra incendios.
- Adicionalmente, dependiendo del tipo de instalación, volumen y ubicación, es posible que también necesites permisos sanitarios o ambientales del MARN o del Ministerio de Salud.
- Contacta directamente a la Unidad de Prevención y Seguridad contra Incendios del CBES, ya sea vía la plataforma de trámites en línea o presencialmente, para confirmar requisitos exactos para biogás
- Prepara documentación técnica: memoria de proyecto, planos de la instalación, detalles del sistema de almacenamiento y medidas de mitigación de incendios.

  Permiso Anual de Funcionamiento:

  El Cuerpo de Bomberos emite este tipo de permiso para todo local que opere de forma permanente, y es una autorización que tiene una vigencia de un año calendario. Este permiso se enfoca en la seguridad humana, riesgos de incendio, materiales peligrosos y sistemas de protección contra incendios, según lo establecido en las normativas.

Pasos a seguir:

- Consultar sobre requisitos para instalación y uso de biogás a través de carta o correo al Departamento de Inspección del CBES
- Solicitar el formulario o guía específica para biogás, o averigua si se aplica el formato estándar de inspección de combustibles.
- Prepara:
  - ✓ Memoria técnica del proyecto (detalles del sistema de producción, almacenamiento, presión, uso).
  - ✓ Planos (arquitectónicos, eléctricos, de tuberías).
  - ✓ Medidas de seguridad contra incendios específicas al biogás y almacenamiento.

3.2 Leyes y/o Normas Internacionales

Se presenta la Normativa Internacional referente al mantenimiento y defensa del Medio Ambiente.

- Acuerdo Regional sobre Movimiento Transfronterizo de Desechos peligrosos

  Los Gobiernos de las Repúblicas de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

  Considerando que hay evidencia de gestiones por parte de personas naturales y jurídicas para la importación de Desechos Peligrosos hacia la Región Centroamericana y reconociendo la necesidad de tomar acciones inmediatas ante el tráfico ilegal de tales desechos.

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

  Conscientes de la valiosa labor analítica que sobre el cambio climático llevan a cabo muchos Estados y de la importante contribución de la Organización Meteorológica Mundial, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y otros órganos, organizaciones y organismos del sistema de las Naciones Unidas, así como de otros organismos internacionales e intergubernamentales, al intercambio de los resultados de la investigación científica y a la coordinación de esa investigación.

Reconociendo que todos los países, especialmente los países en desarrollo, necesitan tener acceso a los recursos necesarios para lograr un desarrollo económico y social sostenible, y que los países en desarrollo, para avanzar hacia esa meta, necesitarán aumentar su consumo de energía, tomando en cuenta las posibilidades de lograr una mayor eficiencia energética y de controlar las emisiones de gases de efecto invernadero en general, entre otras cosas mediante la aplicación de nuevas tecnologías en condiciones que hagan que esa aplicación sea económica y socialmente beneficiosa.

- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR)

  El objetivo de la Convención es impedir la pérdida de humedales y asegurar su conservación.

- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por sequía Grave o Desertificación, en particular, en África

  El objetivo de la presente Convención es luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales, en el marco de un enfoque integrado acorde con el Programa 21, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas.

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación.

  Regula los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y otros desechos y obliga a sus partes a garantizar que esos desechos sean manejados y eliminados de una manera ambientalmente responsable.

- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes

  Regula el tratamiento de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) que perduran por tiempos prolongados, con el objetivo de proteger la salud humana y el ambiente.

- Convenio de Minamata sobre el Mercurio

  El Convenio de Minamata fue adoptado en la Conferencia de Plenipotenciarios en 2013 en Kumamoto, Japón y entro en vigor en agosto de 2017. El objetivo de este tratado global es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenos de mercurio y compuestos de mercurio.

- Convenio de Rotterdam

  El Convenio de Rotterdam fue aprobado por Ley 25.278 y entró en vigor en el año 2004. El Convenio busca promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos, a fin de proteger la salud humana y el ambiente.

- Convenio sobre la Diversidad Biológica

  La meta es lograr la conservación de la diversidad biológica mediante el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de la utilización de los recursos genéticos.

- Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

  Busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el planeta y promueve el crecimiento sustentable de los países en desarrollo.

- Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono

  Exige el control de casi 100 sustancias químicas en varias categorías. Para cada grupo o anexo de sustancias químicas, el Tratado establece un calendario para la eliminación gradual de la producción y el consumo de esas sustancias, con el objetivo de eventualmente eliminarlas por completo.

4. OTROS PROYECTOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE

4.1 Proyectos a nivel nacional

Proyecto que sean idénticos al que se está estudiando, actualmente no hay en El Salvador, sin embargo, en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) se tiene un proyecto en desarrollo con identificador NFA 1003-2020 , con nombre del proyecto “Instalación de una planta de generación eléctrica con biogás en el rio Acelhuate”, el titular de dicho proyecto es la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa, él es descrito de la siguiente manera: El proyecto pretende generar energía eléctrica a partir de la combustión del biogás producido por el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales de uno de los principales colectores del AMSS, para lo cual se va a construir una instalación con los siguientes componentes principales:

- Una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) para el tratamiento anaerobio de 118,400 m3/día de aguas residuales que actualmente son descargados sin ningún tratamiento en el río Tomayate, el cual es tributario del rio Acelhuate, lo que se estima producir: 22,240 m3 biogás/día (1 atm) cuya combustión se estima generara con una potencia de 2.85 MW;
- Pequeña Central Hidroeléctrica, que operará con el agua tratada en la EDAR, cuyo caudal promedio se estima en 1.40 m3/s, una caída bruta de 33.0 m, con una capacidad instalada de 0.45 MW;
- Un Sistema Fotovoltaico, instalado sobre los techos de los componentes de las edificaciones proyectadas; con el cual se instalará una potencia de 1.9 MW pico.
- Colector de 3.2 km en la margen izquierda del río Tomayate, que transporte el agua residual desde el pozo colector de descarga de ANDA hacia la instalación de generación de energía.
- Subestación elevadora a 23 kV y línea de interconexión al sistema de distribución eléctrica de 2.4 km Con esta configuración y combinación de tecnologías, el proyecto totaliza una potencia instalada de 5.2 MW.

Por tanto, a la actualidad aún no hay ninguna PTAR municipal que genere electricidad con el biogás que produce en proceso de depuración de las aguas residuales, sin embargos para efectos de la investigación se identificaron cinco plantas a base de biogás que están catalogadas como generadoras de electricidad en la SIGET:

- **Planta AES Nejapa Gas.**

Ilustración 22 Planta AES Nejapa



Fuente. Google Maps

Tabla 20 Planta The AES Corporation Nejapa

Titular	Planta	ID Proyecto
AES NEJAPA GAS, LTDA. De C.V.	AES NEJAPA GAS	A6001
Inicio de suministro	**Tecnología**	**Tipo de generador**
01/03/2011	Biogás	GDR
Departamento	**Municipio**	
San Salvador	Nejapa	
Potencia nominal AC, MW	**Interconexión**	
5.0	CAESS, S.A. de C.V.	

Fuente. Elaboración propia

AES Nejapa, es una planta de generación ubicada en el municipio de Nejapa, que inicio operaciones en 2011 con una capacidad instalada de 6 MW generados a partir del biogás que se obtiene del relleno sanitario, el cual es captado y conducido por una red de captación que se encuentra en toda el área del relleno sanitario, la cual consta de 130 pozos verticales y horizontales de extracción, conectados a alrededor de 5,000 mt de sub colectores y colectores

hasta el área de la planta de generación de energía eléctrica, con ello evitando la expulsión de este gas a la atmosfera y contribuyendo de esta forma a contrarrestar el efecto invernadero, dado que con esto actualmente retira el equivalente de 200 mil toneladas de C02.

Hasta el primer semestre del año 2020 la generadora, según datos del boletín de estadísticas eléctricas de la SIGET, tiene una potencia nominal AC de 5 MW, donde está catalogado como un Auto Productor Renovable (APR) y aportaba según este boletín el 92% de la generación de energía eléctrica a partir del uso de biogás que estaba. Sin embargo, bajo la perspectiva del sitio web de la SIGET de Generadores de Energía Eléctrica de El Salvador a la fecha de la consulta (2023), el total de energía que se genera a partir de biogás es de 7 MW de los cuales 5 MW son generados en la Planta AES Nejapa lo que representa el 71% de la energía producida a base de biogás del país.

Ilustración 23 AES Nejapa



Fuente: Blog spot

Visión: En AES El Salvador respondemos al reto de crear valor compartido con las comunidades a través de nuestros cuatro ejes de responsabilidad social: AES Medio Ambiente, AES Educación, AES Energía Rural y AES Mujer, mediante los cuales abordamos iniciativas dirigidas a proteger el medio ambiente y la biodiversidad, educar en el uso seguro y eficiente de la energía, y propiciar la inclusión económica de la mujer salvadoreña y de las familias más desfavorecidas.

En medio de un entorno cada vez más exigente y competitivo, en AES El Salvador, junto a nuestra gente, nuestros clientes, comunidades y socios, continuamos acelerando un futuro energético más seguro, sustentable e inteligente para mejorar la vida de todos los salvadoreños.

Misión: Acelerando el futuro de la energía juntos.

Valores:

- La seguridad primero, es el centro de todo lo que hacemos. Siempre identificamos los riesgos potenciales para nuestra gente, clientes, contratistas, socios y comunidades. Medimos el éxito con base en la seguridad con la que realizamos nuestro trabajo juntos, mientras contribuimos a un futuro energético más sostenible.
- Aplicamos los más altos estándares, actuamos con la mayor integridad hacia nuestra gente, clientes, contratistas, socios y comunidades. Las soluciones que juntos ofrecemos cumplen con estándares globales de excelencia.
- Todos juntos, trabajamos como un equipo con nuestros clientes, socios, contratistas y comunidades. Satisfacemos las necesidades cambiantes de los clientes con agilidad y disfrutamos celebrando el éxito de todos, resolviendo retos significativos como un equipo.

- **Planta Hacienda San Ramon**

Este proyecto está ubicado en el Kilómetro 56.5, Carretera a Sonsonate, Cantón Agua Caliente, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate.

Ilustración 24 Planta Hacienda San Ramón



Fuente. Google Maps

En la imagen satelital se puede observar el área donde se ubica la Hacienda San Ramon, donde en la parte inferior derecha se ubican y en la parte inferior izquierda se aprecia el biodigestor anaeróbico que es utilizado para producir biogás dentro de la Hacienda.

Tabla 21 Planta Hacienda San Ramon

Titular	Planta	ID Proyecto
Agrícola Ganadera Onza, S.A. de C.V.	San Ramon	B6001
Inicio de suministro	**Tecnología**	**Tipo de generador**
01/07/2015	Biogás	GDR
Departamento	**Municipio**	
Sonsonate	Sonsonate	
Potencia nominal AC, MW	**Interconexión**	
0.3	AES CLESA Y CIA, S. en C. de C.V.	

Fuente. Elaboración propia

Este proyecto forma parte de la Hacienda San Ramón, de la cual es propietario el Sr. Carlos Borja, esta empresa tiene una trayectoria larga en el tiempo y se dedica al ámbito ganadero, entre algunas actividades se tiene la generación y producción de leche fluida; tomando consideraciones del medio ambiente se realiza una inversión de $1.3 millones aproximadamente en la construcción de un biodigestor para el aprovechamiento de todos los desechos de la ganadería y de esta forma contribuir con la política de diversificación energética hacia las energías renovables que incentiva el CNE.

Este proyecto se llevó a cabo de la mano de AQUALIMPIA El Salvador, el cual está compuesto por un tanque de homogeneización, un reactor anaeróbico cubierto por una membrana de caucho flexible el cual sirve como un almacén temporal de biogás, un sistema de limpieza de filtros biológicos, un generador de motor MAN y un generador de 360 KW de potencia instalada. Además, este proyecto es apoyado por BANDESAL que incentiva la diversificación de energía renovables del parque nacional.

Esta planta es la segunda más longeva en la producción de energía a base de biogás en El Salvador, la cual al primer semestre del año 2020 la generadora, según datos del boletín de estadísticas eléctricas de la SIGET, tiene una potencia nominal AC de 0.3 MW lo que representaba el 6% de la producción para aquel año, dado que solo se contemplaban 3 plantas de esta tipología donde se generaba 5.45 MW a nivel nacional, pero, desde la perspectiva del

sitio web de la SIGET de Generadores de Energía Eléctrica de El Salvador, a la fecha de la consulta (2023), el proyecto de la Hacienda San Ramón genera la misma potencia que en 2020, sin embargo, esta aportación representa del 4% de la producción de energía eléctrica nacional a base de biogás.

Ilustración 25 Planta Hacienda San Ramón, biodigestor



Fuente. AQUALIMPIA ENGINEERING

Ilustración 26 Planta Hacienda San Ramón, Biofiltración



Fuente: AQUALIMPIA ENGINEERING

- **Agroindustrias San Julián**

Ilustración 27 Planta San Julián



Fuente. Google Maps

De la imagen satelital se observar la ubicación del biodigestor que forma parte de la empresa San Julián, una marca de productos lácteos reconocida en el país, sin embargo, el plantel agroindustrial contempla no solo la producción de lácteos, sino, además crianza de ganado porcino, proyectos energéticos, cultivos agrícolas y forestales.

Tabla 22 Planta San Julián

Titular	Planta	ID Proyecto
Agrosania S.A. de C.V.	Biodigestor San Julián	B6002
Inicio de suministro	**Tecnología**	**Tipo de generador**
06/01/2017	Biogás	GDR
Departamento	**Municipio**	
Sonsonate	San Julián	
Potencia nominal AC, MW	**Interconexión**	
0.15	AES CLESA Y CIA, S. en C. de C.V.	

Fuente. Elaboración propia

Establecida el 15 de enero de 1985, bajo la supervisión del Ingeniero Max Fernández Rothe y con el respaldo de sus hijos, surge el inigualable SABOR que caracteriza a la marca SAN JULIÁN. Su misión era la producción de productos lácteos pasteurizados de primera calidad, elaborados y envasados siguiendo rigurosas normas de higiene. En 1987, se crea la granja de cerdos de engorde, con la intención de aprovechar los subproductos generados en la planta de leche, como el suero resultante del proceso de coagulación. En 1997, se lleva a cabo la

expansión de la granja porcina con innovadores diseños y equipos de vanguardia, incorporando la crianza de cerdos de alta genética. Hoy en día, esta instalación es una de las más avanzadas en términos tecnológicos en la región.

San Julián fue de las primeras empresas lácteas en nuestro país, en crear un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales a base de lagunas anaeróbicas y facultativas. Estas lagunas a pesar de ser un tratamiento aceptable y autorizado producen gases, es por esta razón que en el año 2013 y por indicativa empresarial se decide invertir en un biodigestor. Sistema de tratamiento anaeróbico para depurar las aguas residuales mixtas, de todos los procesos agroindustriales en conjunto. Captando a su vez el biogás producido para generar energía térmica y eléctrica.

Misión: Proveer productos lácteos que satisfagan las expectativas de nuestros clientes mediante sistemas efectivos de gestión que nos permiten alcanzar la rentabilidad y desarrollo sostenible de la organización, de sus colaboradores, proveedores e inversionistas.

Visión: Ser reconocidos en el sector lácteo a nivel regional por la calidad y sabor de nuestros productos; siendo socialmente responsables y amigables con el medio ambiente. Ser una empresa ejemplar que opere con rentabilidad, solidez financiera e integridad; apoyado por personal competente, comprometido y orgulloso de pertenecer a la gran familia AGROSANIA.

Valores: Lealtad

- Dignidad humana
- Compromiso
- Espíritu de servicio
- Equidad con justicia

Ilustración 28 Biodigestor, Planta San Julián



Fuente: AQUALIMPIA ENGINEERING

Este proyecto de igual forma que el de Hacienda San Ramon, se llevó a cabo por AQUALIMPIA, el cual ejecuto la Construcción de una planta de biogás tipo laguna para empresa Agrosania en El Salvador, que se dedica al procesamiento de lácteos y la crianza de cerdos. En los biodigestores se aprovechan sueros y purines de cerdo para la generación de electricidad y en reemplazo del GLP que se utiliza como combustible de calderas.

Este proyecto es el último en aparecer en el boletín de estadísticas eléctricas de la SIGET al primer semestre del año 2020, la cual en ese tiempo tenía una capacidad instalada de 0.15 MW, lo que significaba el 3% de la producción de energía a base de biogás del país; sin embargo, al consultar el mapa de Generadoras de Energía Eléctrica de El Salvador (2023) este biodigestor tiene la capacidad de producir la misma que en el 2020, dado esto su influencia en la producción de energía eléctrica nacional a base de biogás es del 2%.

- **RENIG**

Ilustración 29 Planta Renig



Fuente. Google Maps

Tabla 23 Planta Rening

Titular	Planta	ID Proyecto
Renig S.A. de C.V.	Renig	D6213
Inicio de suministro	**Tecnología**	**Tipo de generador**
01/02/2021	Biogás	GDR
Departamento	**Municipio**	

La Libertad	Jayaque	
Potencia nominal AC, MW	**Interconexión**	
0.85	DELSUR, S.A. de C.V.	

Fuente. Elaboración propia

Ilustración 30 Planta Renig, Biodigestor



Fuente. AQUALIMPIA ENGINEERING

La empresa RENIG SA de CV en El Salvador ha contratado a AquaLimpia Engineering e.K. para llevar a cabo el diseño detallado y la construcción de un sistema de biodigestión destinado a aprovechar los residuos de gallinaza producidos por un millón de aves ponedoras de huevos.

El biogás permanecerá como fuente de combustible para la generación de electricidad, que posteriormente será inyectada en la red eléctrica pública. El proyecto implica la creación de un biodigestor de 5,000 metros cúbicos, del cual resultó una laguna de descarga, una casa de máquinas y procesos de purificación de biogás, separación de lodos y un sistema de reducción de nitrógeno. Esta solución tecnológica y de diseño es proporcionada por AquaLimpia Engineering. La iniciativa tiene como objetivo generar aproximadamente 2x360 kW durante un período de 12 horas al día.

- **Agrocampestre**

Ilustración 31 Ubicación Planta Agrocampestre



Fuente. Google Maps

Tabla 24 Planta Agrocampestre

Titular	Planta	ID Proyecto
Agrocampestre S.A. de C.V.	Biogás Agrocampestre	E6001
Inicio de suministro	**Tecnología**	**Tipo de generador**
19/04/2022	Biogás	GDR
Departamento	**Municipio**	
San Miguel	San Miguel	
Potencia nominal AC, MW	**Interconexión**	
0.7	EEO, S.A. de C.V.	

Fuente. Elaboración propia

GRUPO CAMPESTRE es un corporativo de empresas que nace en el Oriente del país, a la fecha formamos una familia de ocho empresas, integrados por más de 1,600 empleados con una misma visión: SU SATISFACCIÓN.

Las empresas que conforman nuestro grupo son:

- Pollo Campestre, S.A. de C.V.
- Avícola Campestre, S.A. de C.V.
- Agrocampestre, S.A. de C.V.
- Agropecuaria La Laguna S.A. de C.V.

- Panadería Sinaí, S.A de C.V.
- Recursos Humanos Excelentes de El Salvador, S.A. de C.V.
- Hotel y Restaurante Mar y Sol.

Todo comienza con una familia arraigada en la agricultura y la ganadería, quienes fortalecen AGROPECUARIA LA LAGUNA, SA de CV, Sin embargo, debido al conflicto armado en El Salvador, se ven forzados a emigrar a la ciudad de San Miguel. En 1984, dan origen a la sencilla PANADERÍA SINAI, SA de CV, un negocio de panadería gestionado en el ámbito familiar. Hoy en día, esta panadería se ha convertido en nuestro proveedor de pan y postres, y ambas iniciativas sentaron las bases para la creación de nuestra empresa principal: Pollo Campestre, SA de CV

En 1987, surgió la idea cuando un amigo de la familia les ofreció un equipo para freír pollo. Para abastecer a Pollo Campestre con su principal insumo, la carne de pollo, nació lo que ahora conocemos como AVÍCOLA CAMPESTRE, SA de CV Inicialmente, esta empresa tenía a Pollo Campestre como su único cliente, pero en la actualidad se encuentra entre las tres avícolas más grandes y tecnológicamente avanzados del país. Nuestro enfoque principal es el suministro de pollo fresco.

A medida que la experimentación de restaurantes y la avícola un crecimiento y expansión cadena constantes, surgió la necesidad de establecer RECURSOS HUMANOS EXCELENTES DE EL SALVADOR, una entidad que se encarga del reclutamiento, selección, capacitación y promoción de los empleados que se unen al grupo. Continuando con la noción de un Grupo Empresarial autosostenible, se fundó AGROCAMPESTRE, SA de CV, nuestra fábrica de concentrados. Esta compañía está dedicada a la producción de alimentos especialmente formulados para ganado, gallinas y pollos, con el propósito de lograr un buen aumento de peso en los animales.

Valores:

- Justicia,
- Trabajo en equipo,
- Calidad,
- Lealtad,
- Responsabilidad,

- Optimización de recursos,
- Comunicación Asertiva,

Ilustración 32 Planta Avícola Campestre



Fuente: elsitioavicola.com

El Grupo Campestre se destaca como una de las principales compañías avícolas en El Salvador, y opera el mayor biodigestor del país, diseñado para aprovechar la biomasa residual de ciertos procesos agro productivos. Estas instalaciones se encuentran en las proximidades de una laguna que ha sido designada como un sitio RAMSAR.

La planta de generación de biogás, ubicada en el cantón El Brazo de San Miguel, hace uso de las aguas residuales generadas en una granja avícola y una hacienda ganadera, ambas pertenecientes al Grupo Campestre. Mediante este sistema, se logra producir 35 mil metros cúbicos de biogás cada mes. En los dos primeros años, esta avícola reducirá el consumo de búnker para su caldera en un 100 % a través de este proceso. Aunque en la actualidad también utilice gas licuado de petróleo (GLP) cuando sea necesario. Más allá de los beneficios económicos del biogás, esta iniciativa refuerza los esfuerzos de la empresa en pro de la sostenibilidad ambiental.

Desde 2011, la avícola aprovecha diversas fuentes, como las aguas residuales de sus instalaciones de procesamiento, el estiércol generado por la ganadería y los desechos de los galpones avícolas, para la producción de biogás. Aunque todavía no se emplea el biogás para todos aprovechar los residuos, como las aguas de sacrificio de pollos que contienen una carga orgánica significativa.

La recolección del estiércol se lleva a cabo de manera automatizada, utilizando un sistema de canaletas especiales y raspadores mecánicos. Actualmente, la empresa mantiene un hato ganadero de 100 cabezas.

Todos los residuos se dirigen hacia un tanque colector que alimenta el biodigestor, diseñado para funcionar con un sustrato líquido con un contenido de sólidos del 3-4%. El biogás resultante se dirige a una caldera para generar vapor.

Este sistema comprende instalaciones para el pretratamiento de aguas residuales y excrementos vacíos, así como la construcción de un biodigestor anaeróbico con capacidad para producir 24.000 metros cúbicos de biogás al mes. Se planea expandir el sistema para todos los desechos de la cadena de Pollo Campestre y posiblemente otros proveedores de materia orgánica, como una alcaldía local.

Además, desde 2014, el Grupo Campestre ha incursionado en la energía solar, instalando paneles en los techos de sus galpones. El exceso de energía generada se inyecta en la red eléctrica de la empresa, resultando en reducciones en la factura eléctrica desde 2017.

4.2 Proyectos a nivel internacional

Proyectos de esta índole a nivel internacional se encuentran en naciones fuera de la región centroamericana, dado que es un recurso no explotado en la zona, lo cual puede ser aprovechado para auto mantener las plantas de tratamiento y hacer sostenible el brindar el servicio de tratamiento de aguas a la población donde se ubique la planta, con ello se aseguran impactos positivos en diversas perspectivas como la salud, el medio ambiente y el socioeconómico; atendiendo este punto y como elemento de comparación y visualización se investiga sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en otros países, por ello se han tomado en cuenta la siguientes plantas:

A. TRI-CITY OREGÓN (EE.UU.)

Ilustración 33 Planta Tri-City, Oregón



Fuente: cleanwaterservices.org

Energía renovable a partir de metano, eso es exactamente lo que ocurre en la planta de recuperación de recursos hídricos Tri-City del condado de Clackamas, en Oregón (EE. UU.). Desde agosto de 2021, la planta ha estado bombeando energía renovable producida a partir del metano, un subproducto natural procedente de la descomposición de los residuos humanos en un entorno sin oxígeno. Ahora, este bucle de energía verde representa un poderoso ejemplo de cómo los residuos pueden convertirse en algo de lo que nos beneficiamos en lugar de gastar recursos en su eliminación.

Al convertir los residuos humanos en energía, las instalaciones de tratamiento de aguas residuales tienen el potencial de convertirse en generadores de energía en lugar de consumidores, al tiempo que crean agua limpia que se devuelve al ecosistema local. Y ahora, han añadido un tercer elemento a la lista de recursos beneficiosos que producen: energía verde. En el interior de unos tanques, los microorganismos naturales descomponen aún más la materia orgánica en un entorno sin oxígeno que permite la producción concentrada de metano. El metano sube a la parte superior y se transfiere a un nuevo motor de cogeneración de combustión pobre de 600 kW, que lo convierte en calor y electricidad.

La Instalación de Recuperación de Recursos Hidráulicos de Durham, ubicada en Tigard cerca de Cook Park y la escuela secundaria Tigard, es una instalación de vanguardia aclamada a nivel nacional que atiende a los habitantes del condado de Washington en las ciudades de

Beaverton, Durham, King City, Sherwood, Tigard, Tualatin y pequeñas porciones del suroeste de Portland y Lake Oswego.

Hoy, la instalación limpia un promedio de 26 millones de galones, 0 98.4 millones de litros de agua usada cada día con los más altos estándares de seguridad y calidad en la nación. A través de tecnología y procesos avanzados, la instalación de Durham trata y elimina recursos valiosos del agua recolectada de hogares y negocios. Esta agua fluye a través de un proceso estratégico de recuperación de líquidos y sólidos. Luego, el agua se devuelve al único río del condado de Washington: el Tualatin. El agua devuelta es tan limpia que mejora la calidad del agua del río.

El agua limpia también se utiliza para el riego local, y los subproductos naturales del proceso de tratamiento se convierten en electricidad y calor, y se utilizan como enmiendas del suelo. El gas metano capturado, un subproducto del manejo anaeróbico, suministra energía eléctrica a la instalación. En 2009, Durham instaló la primera instalación comercial de recuperación de nutrientes del país, en asociación con la compañía canadiense Ostara Nutrient Recovery Technologies. La instalación captura el 80 % del fósforo del flujo de reciclaje de aguas residuales y lo convierte en un fertilizante de la mejor calidad y de liberación lenta que se utiliza en agricultura y viveros.

En 2016, Clean Water Services, Energy Trust of Oregon y el Departamento de Energía de Oregon dedicaron un nuevo sistema de cogeneración que convierte las aguas residuales y la grasa de los alimentos en energía limpia y renovable. Con este sistema innovador, la planta de tratamiento de Durham es la tercera planta de recuperación de recursos hidráulicos en Oregon por codigerir mantecas, aceites y grasas.

El sistema de cogeneración triplica la generación de energía renovable de Durham, produciendo el 60 por ciento de la electricidad necesaria para hacer funcionar la instalación de recuperación de recursos hidráulicos cuando se combina con su sistema eléctrico solar existente de 403 kilovatios. La electricidad y el calor renovables producidos se utilizan en el sitio, lo que reduce los costos de energía de CWS en casi $800,000 dólares al año, lo que garantiza el valor para los contribuyentes. La generación de energía limpia y renovable a partir de biogás reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y ayuda a Oregon a cumplir sus objetivos de reducción de carbono.

Durham había operado un sistema de cogeneración de 500 kilovatios desde 1993 usando biogás del tratamiento de las aguas residuales de las comunidades para compensar su propio uso de energía. Al reemplazar este motor más pequeño con dos motores nuevos, Durham ahora tiene un sistema de cogeneración de 1.7 megavatios alimentado por biogás producido gracias al manejo anaeróbico de consumir sólidos de aguas residuales municipales, así como mantecas, aceites y grasas (FOG, siglas en inglés) recolectados de restaurantes del condado de Washington y otros. FOG, también conocida como «grasa marrón», se bombea desde las trampas de grasa de los restaurantes y los interceptores a intervalos regulares.

Este es solo un proyecto en el que CWS y Energy Trust se han unido para invertir en proyectos que ahorran y generan energía. Desde 2004, CWS ha trabajado con Energy Trust en más de 100 mejoras de ahorro de energía en todas sus instalaciones, desde mejoras de capital a gran escala, hasta nuevas luces, bombas y unidades de eficiencia energética, y mejoras de operaciones y mantenimiento. Esto ha resultado en más de 9 millones de kilovatios por hora de electricidad ahorrados por año para los Servicios de Agua Limpia, y las facturas de servicios públicos y los costos operativos más bajos se traducen en ahorros para los contribuyentes.

B. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE PORTINHO DA COSTA

Los lodos son uno de los subproductos del proceso de tratamiento de aguas residuales y se utilizan para producir biogás. Los lodos están compuestos por sustancias orgánicas del alcantarillado y son el mejor producto para la digestión anaeróbica (degradación biológica sin oxígeno). El producto final de este proceso es el biogás, una fuente renovable de energía, que está compuesto principalmente de CH4 (metano) y CO2. La composición del biogás depende de las características de los residuos y de las condiciones del proceso de digestión anaeróbica, pero, de media, el biogás está compuesto por un 60% de CH4 y un 40% de CO2. En la planta de tratamiento de aguas de Portinho da Costa la composición del biogás es de un 69% de CH4, un 28% de CO2 y un 3% de N2 y O2. El biogás producido se utiliza en un sistema de cogeneración que genera electricidad y calor. El sistema de cogeneración está compuesto por dos líneas de generación de electricidad (2x250 KW) que transforman aproximadamente el 33% de la energía contenida en el biogás en electricidad, y aproximadamente el 60% del contenido de energía del biogás también se recupera a través de los gases de escape y los circuitos de refrigeración de motor. El biogás se almacena en dos tanques flotantes de doble membrana (2x200 m3). Gracias a este sistema de cogeneración es posible reducir el consumo de electricidad y gas natural en un 67%, lo que equivale aproximadamente a 2000 Mwh al año

II. ESTUDIO DE MERCADO.

A. METODOLOGIA DE ESTUDIO DE MERCADO

La investigación requerirá de la recolección de información primaria y secundaria. La información primaria es la relacionada con los productos generados a través de la investigación científica – artículos científicos, tesis, ensayos, documentos monográficos, gubernamentales, de organismos internacionales, anales de congresos, legislación y documentos no convencionales – como los informes de investigación que forman la literatura gris – publicadas en texto completo en medio electrónico. Incluí aun las bases de dados numéricas de encuestas y censos estadísticos. Ejemplos: colecciones SciELO y repositorios institucionales de textos completos, mientras que la información secundaria es aquella información documentada acerca del tema que puede ser consultada sin relacionarse directamente con la situación en estudio.

1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Son técnicas utilizadas por los investigadores para recolectar datos de forma directa, en lugar de depender de la información recolectada por investigadores anteriores. Técnicamente se lleva a cabo para abordar un determinado problema que requiere un análisis a profundidad. Dentro de la investigación se implementarán las siguientes técnicas de recolección de información primaria:

1.1 Entrevistas (telefónicas o presenciales)

La realización de entrevistas ha sido uno de los métodos de investigación cualitativa más popular durante años. Estas entrevistas pueden realizarse en persona o por teléfono. El proceso abierto implica diálogo o interacción entre el entrevistador y el entrevistado.

Se dice que la realización de entrevistas cara a cara genera una mejor respuesta de los encuestados, ya que es un enfoque más personal. Sin embargo, el éxito del proceso depende en gran medida de la capacidad del investigador para hacer preguntas y de su experiencia relacionada con la realización de tales entrevistas en el pasado.

Los tipos de preguntas que se utilizan en este tipo de investigación son en su mayoría abiertas, ya que ayudan a profundizar en las opiniones y percepciones de los encuestados.

Las entrevistas personales suelen durar hasta 30 minutos o incluso más, dependiendo del tema de la investigación.

La entrevista es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico que adopta la forma de un diálogo coloquial. Canales la define como "la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto". Heinemann propone para complementarla, el uso de otro tipo de estímulos, por ejemplo, visuales, para obtener información útil para resolver la pregunta central de la investigación. Se argumenta que la entrevista es más eficaz que el cuestionario porque obtiene información más completa y profunda, además presenta la posibilidad de aclarar dudas durante el proceso, asegurando respuestas más útiles. La entrevista es muy ventajosa principalmente en los estudios descriptivos y en las fases de exploración, así como para diseñar instrumentos de recolección de datos (la entrevista en la investigación cualitativa, independientemente del modelo que se decida emplear, se caracteriza por los siguientes elementos: tiene como propósito obtener información en relación con un tema determinado; se busca que la información recabada sea lo más precisa posible; se pretende conseguir los significados que los informantes atribuyen a los temas en cuestión; el entrevistador debe mantener una actitud activa durante el desarrollo de la entrevista, en la que la interpretación sea continua con la finalidad de obtener una compresión profunda del discurso del entrevistado). Con frecuencia la entrevista se complementa con otras técnicas de acuerdo a la naturaleza específica de la investigación

1.2 Observaciones

Esta técnica es elemental para verificar como se encuentra actualmente el entorno del fenómeno a investigar, que de forma general Diaz, L. la describe como: “una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.”; de igual forma esta se ve desagregada en diversas tipologías, por lo que a continuación se detallan los clasificación que tiene la técnica de observación que se aplica para conocer el entorno del área de bodega en Catalana:

- Observar científicamente. Significa observar un objetivo claro, definido y preciso: el investigador sabe que es lo que desea observar y para que quiere hacerlo, lo cual implica que debe preparar cuidadosamente la observación.
- Directa: cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar

- La observación de campo es el recurso principal de la observación descriptiva; se realiza en los lugares donde ocurren los hechos o fenómenos investigados.
- Observación de equipo o de un grupo es la que se realiza por parte de varias personas que integran un equipo
- grupo de trabajo que efectúa una misma investigación y puede realizarse de varias maneras: o Cada individuo observa una parte o aspecto de todo.
- Todos observan lo mismo para cotejar luego sus datos (esto permite superar las operaciones subjetivas de cada uno).
- Todos asisten, pero algunos realizan otras tareas o aplican otras técnicas

2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Existe en el mundo económico y social, y en general en el Mundo Científico mucha información producto de diversas Investigaciones realizadas por diversas Instituciones a escala local, regional, nacional e internacional, y con el avance del Internet cada día podemos acceder a un mayor número de datos e información de valiosa utilidad para el análisis metodológico y científico; gracias también a la estadística descriptiva e inferencial podemos utilizar esta información para encontrar sus relaciones causales entre dos a másvariables con información que en un principio estuvo orientada a otro aspecto. Existen paraello diversas formas de recolección de información.

2.1 Fuentes internas

Toda Institución genera información periódicamente, que va almacenando en sus bancos de datos, esta información con el tiempo se convierte en valiosa para el trabajo metodológico ya que se constituye en insumos interesantes sobre los cuales comenzaremos a depurar la información que nos hace falta.

Por ejemplo, los proyectos de microcréditos se nutren de sus propias fuentes cuando alguien desea realizar un análisis del índice de morosidad o los impactos del crédito.

2.2 Publicaciones del gobierno

El estado a través de sus diversas Instituciones realiza análisis de sus sectores en forma periódica que permiten al investigador científica, utilizar estos datos en beneficio de futuras investigaciones, además que por ser el estado la fuente adquiere carácter de oficial y de

seriedad. La ventaja de los estudios del estado es el tamaño de la población que es objetode su Investigación que muchas veces se convierte en universal es decir analiza el total dela población como es el caso de los censos poblacionales, fuente más rica de información sobre la cual giran diversas investigaciones.

Un ejemplo claro de la utilización de estas fuentes para diversos estudios es aquellos referidos a la pobreza en nuestro país y qué relación tienen con la tasa de analfabetismo, el investigador no tendrá que levantar información de primera mano para analizar la relaciónde estas variables sino aprovechar la información existente y darles un tratamiento estadístico.

2.3 Otras investigaciones

Los temas sociales y económicos no son exclusividad de ningún investigador por lo que yase han trabajado y publicado estudios miles acerca de igual cantidad de temas sociales y económicos, lo importante es aprovechar estos mismos trabajos en beneficio de nuestra investigación y completar lo que no se dijo o ir más allá de ellos sintetizando todo lo que sedijo en un modelo.

Mencionaríamos como ejemplo el resultado del premio Nobel en economía Amartya Sen (1998- Libertad y Desarrollo) que comprueba su Hipótesis correlacionando información oficial pero también basándose en estudios complementarios que ya contaban con

Información importante para su investigación como por ejemplo la de Kerala acerca de sus políticas de Educación y el número de beneficiarias de sus programas de Integración.

2.4 Periódicos y revistas

Especializados o no pero que cuenten con una imagen de seriedad, y en la información que publique figure la fuente.

2.5 Datos comerciales

Resultado de las actividades del sector y exigidas por demandas legales o necesidades del mercado.

2.6 Datos internacionales

Acontecimientos o hechos que tienen carácter de histórico y que cuenten con fuente y en muchos casos de oficial.

2.7 Información en internet

Que es el resultado de querer compartir información con los demás con diversos propósitos entre ellos el comercial, en general lo importante es que es la recopilación o animación en

páginas web de artículos, monografías, estudios, etc. De diversas fuentes oficiales o no. Se debe de considerar antes de coger información de la red varios aspectos como son:

- La Oficialidad de la página.
- Tipo de Información publicada
- Validez de la Información. Etc.

Debido a que los estudios más ambiciosos tratan de convertirse en generalidades, es decirque los eventos que se investigan no sean eventos aislados sino que se repetirían y se repiten en distintas condiciones y espacios, la necesidad científica es que los espacios de análisis sean mayores, la imposibilidad natural e intelectual de un investigador de generar toda la información que necesita, genera la utilización cada vez mayor de este tipo de recolección que exige del investigador un manejo más exquisito de la Estadística, Econometría y las Matemáticas, para interpretar con precisión y ver con claridad la explicación de fenómenos sociales y económicos explicados por el comportamiento de otrasmuchas variables.

3. FICHAS TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS A UTILIZAR.

➢ SEGUNDA VISITA TÉCNICA A PTAR

Tabla 25 Ficha técnica de observación directa

ENTREVISTA A ENCARGADO DE PTAR	
Técnica a utilizar:	Observación de Equipo
Tipo de instrumento:	Check list y Preguntas abiertas
Objetivo:	Conocer el estado de equipo actual en PTAR, capacidades de los equipos y el proceso de tratamiento de aguas residuales a detalle.
Universo:	
Selección Muestral:	Muestreo por conveniencia.
Tamaño de la Muestra:	1
Muestra:	-
Cantidad de ítems:	80
Fecha de realización:	06 – 05 – 2023
Lugar de realización:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa.
Incidencia en la investigación:	Situación actual de la planta

Fuente: Elaboración propia

- VISITA TECNICA A PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

Tabla 26 Ficha técnica de entrevista en planta de producción de biogás

ENTREVISTA EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS	
Técnica a utilizar:	Observación de Equipo
Tipo de instrumento:	Check list y Preguntas abiertas
Objetivo:	Conocer cómo se da el proceso de generación de energía eléctrica a partir de biogás en otra planta funcional a nivel nacional.
Universo:	Plantas de Generación de Electricidad a Partir de Biogás. (5 Plantas)
Selección Muestral:	Muestreo por conveniencia, dado que se dará según disponibilidad y apertura de las plantas.
Tamaño de la Muestra:	1
Muestra:	Planta RENIG
Cantidad de ítems:	10
Fecha de realización:	04 – 06 – 2023 (pendiente)
Lugar de realización:	AES Generadora Eléctrica
Incidencia en la investigación:	Proyectos nacionales similares

Fuente: Elaboración propia

- ENTREVISTA A PERSONAL DE PTAR

Tabla 27 Ficha técnica de Entrevista

ENTREVISTA A ENCARGADO DE PTAR	
Técnica a utilizar:	Entrevista
Tipo de instrumento:	Preguntas abiertas
Objetivo:	Conocer aspectos administrativos, legales y operativos de PTAR.
Universo:	Personal de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
Selección Muestral:	Muestreo por conveniencia, dado que se requiere de personal que conozca todos los aspectos de la Planta desde lo administrativo hasta lo operativo.
Tamaño de la Muestra:	1
Muestra:	Ing. Francisco Amaya, Gerente de PTAR
Cantidad de ítems:	10
Fecha de realización:	06 – 05 - 2023
Lugar de realización:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa.
Incidencia en la investigación:	Situación actual de la planta

Fuente: Elaboración propia

- ENTREVISTA A PERSONAL DE ALCALDIA

Tabla 28 Ficha técnica de entrevista a personal de alcaldía

ENTREVISTA A PERSONAL DE ALCALDIA	
Técnica a utilizar:	Entrevista
Tipo de instrumento:	Preguntas abiertas
Objetivo:	Conocer la dependencia administrativa con PTAR, además de indagar sobre el consumo eléctrico municipal y estadísticas de los habitantes del municipio.
Universo:	Personal de la Alcaldía de Nejapa
Selección Muestral:	Muestreo por conveniencia, dado que se requiere de personal que conozca sobre consumos energéticos municipales y sobre la dependencia de PTAR con la alcaldía; lo que de igual manera está sujeto a disponibilidad del personal.
Tamaño de la Muestra:	1
Muestra:	S/N
Cantidad de ítems:	8
Fecha de realización:	28 – 05 – 2023
Lugar de realización:	Oficina de la Alcaldía de Nejapa
Incidencia en la investigación:	Mercado Consumidor

Fuente: Elaboración propia

- ENTREVISTA A PERSONAL DE DHM

Tabla 29 Ficha técnica de personal de Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas

ENTREVISTA A PERSONAL DE DHM	
Técnica a utilizar:	Entrevista
Tipo de instrumento:	Preguntas abiertas
Objetivo:	Conocer el panorama del mercado eléctrico nacional y la influencia de las energías renovables en el país.
Universo:	Personal de la DHM
Selección Muestral:	Muestreo por conveniencia, dado que se requiere de personal que tenga conocimiento sobre el mercado eléctrico nacional y sobre energías renovables.
Tamaño de la Muestra:	1
Muestra:	Ing. Víctor Sagastume, Jefe de la División de Desarrollo Sostenible DHM - CNE
Cantidad de ítems:	16
Fecha de realización:	11 – 05 – 2023
Lugar de realización:	Vía Google Meet (disponibilidad de
Incidencia en la investigación:	Mercado Distribuidor

Fuente: Elaboración propia

- INFORMACIÓN DE LA SIGET

Tabla 30 Ficha técnica de técnica documental

ENTREVISTA A ENCARGADO DE LA SIGET	
Técnica a utilizar:	Técnicas Documentales
Tipo de instrumento:	Solicitud de Información Publica
Objetivo:	Conocer datos estadísticos de consumo a nivel del municipio de Nejapa.
Universo:	Personal de Información Publica
Selección Muestral:	Muestreo por conveniencia, dado que dependerá del técnico que atienda la solicitud de información pública de la SIGET.
Tamaño de la Muestra:	1
Muestra:	S/N
Cantidad de ítems:	5
Fecha de realización:	02 – 05 – 2023
Lugar de realización:	Vía correo electrónico
Incidencia en la investigación:	Mercado consumidor

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 Ficha técnica de entrevista a gerente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

ENTREVISTA A GERENTE DE PTAR	
Técnica a utilizar:	Entrevista
Tipo de instrumento:	Cuestionario con Preguntas abiertas
Objetivo:	Conocer cómo funciona la administración de a PTAR Nejapa y las funciones que cumple cada miembro de esta por ser una entidad descentralizada.
Universo:	
Selección Muestral:	Muestreo por conveniencia, persona conocedora de la forma de administrar la PTAR
Tamaño de la Muestra:	1
Muestra:	-
Cantidad de ítems:	8
Fecha de realización:	10 – 06 – 2023
Lugar de realización:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa.
Incidencia en la investigación:	Situación actual de la planta respecto a su administración.

Fuente: Elaboración propia

4. INSTRUMENTOS A UTILIZAR

A. Observación directa.

Tabla 32 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Vista de Planta	**Fecha: 06 – 05 – 2023**
¿En qué áreas se divide la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?	

Fuente: Elaboración propia



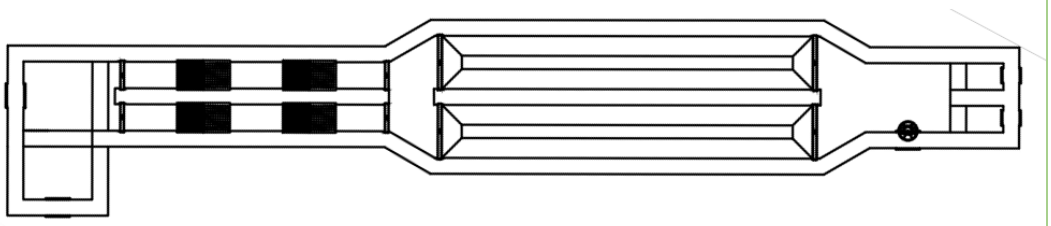
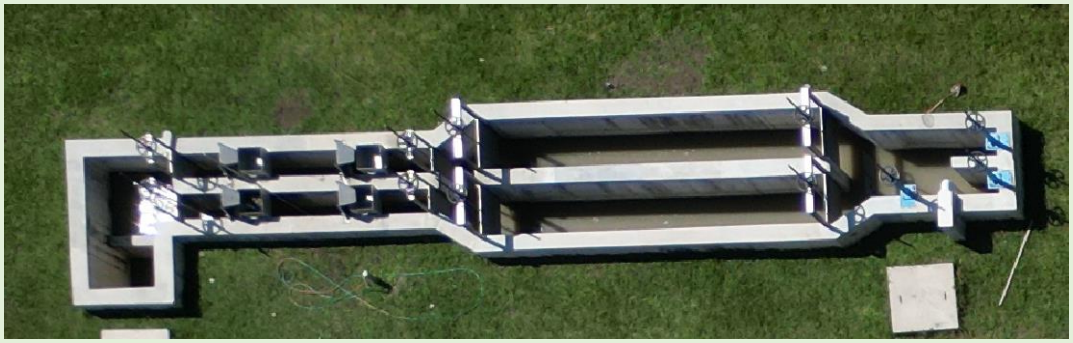
Fuente: Google Maps.

Tabla 33 Áreas y elementos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Áreas y elementos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales			
1	Pretratamiento - Cribado de gruesos - Cribado de finos - Desarenado - Cámara de reparto	**6**	Tratamiento secundario - Filtro percoladores o lecho bacteriano.
2	Tratamiento primario - Reactores anaeróbicos de flujo ascendente	**7**	Distribuidor de caudal - Cámara de recirculación
3	Quema de biogás - Antorcha	**8**	Decantación secundaria - Decantador lamelar
4	Bombeo de agua a tratamiento secundario - Pozo de bombeo	**9**	Desinfección - Canal de cloración
5	Bombeo de purga - Pozo de bombeo	**10**	Patios de secado - Patios de secado de lodos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	PRETRATAMIENTO
Imagen según plano. 	
Fotos actuales del área.  	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35 Instrumento de observación

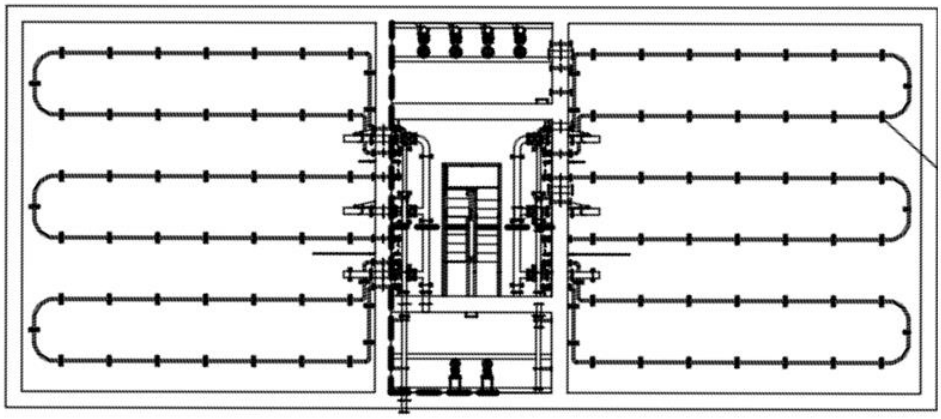
INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	PRETRATAMIENTO
¿cuál es el caudal que entra actualmente a la Planta?	
¿Para qué se utiliza el Bypass de la Planta? ¿En qué puntos se conecta el Bypass?	
¿Funcionan las compuertas tajaderas de 50 cm al inicio de pretratamiento? ¿Para qué sirven? **SI NO Por qué?**	
¿Funcionan las rejas de grueso de 40 mm de luz? **SI NO ¿Por qué?**	
¿Funcionan las bandejas escurridoras? ¿Para qué sirven? **SI NO ¿Por qué?**	
¿Funcionan las rejas de grueso de 10 mm de luz? **SI NO ¿Por qué?**	
¿Funcionan las compuertas tajaderas de 100 cm? **SI NO ¿Por qué?**	
¿Funcionan los desarenadores? ¿Para qué sirven? **SI NO ¿Por qué?**	
¿Para qué sirven los tubos de 400 mm D, al inicio de pretratamiento?	
¿Para qué sirven los tubos de 250 mm D, al final de pretratamiento? ¿Por qué cambian las dimensiones?	
¿Funcionan las compuertas tajaderas de 130 cm, al final de Pretratamiento? ¿Para qué sirven? **SI NO ¿Por qué?**	
¿A qué área pasa el agua después de finalizado el Pretratamiento? ¿Únicamente a esa área pasa?	
¿Se utiliza corriente dentro del Pretratamiento? **SI NO**	

Fuente: Elaboración propia

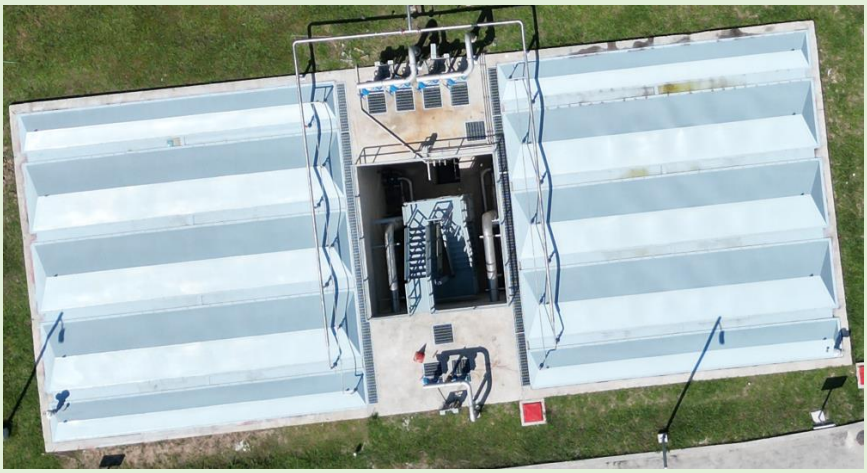
Tabla 36 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	TRATAMIENTO PRIMARIO

Imagen según plano.



Fotos actuales del área.





Fuente: Elaboración propia

Tabla 37 Instrumento de observación

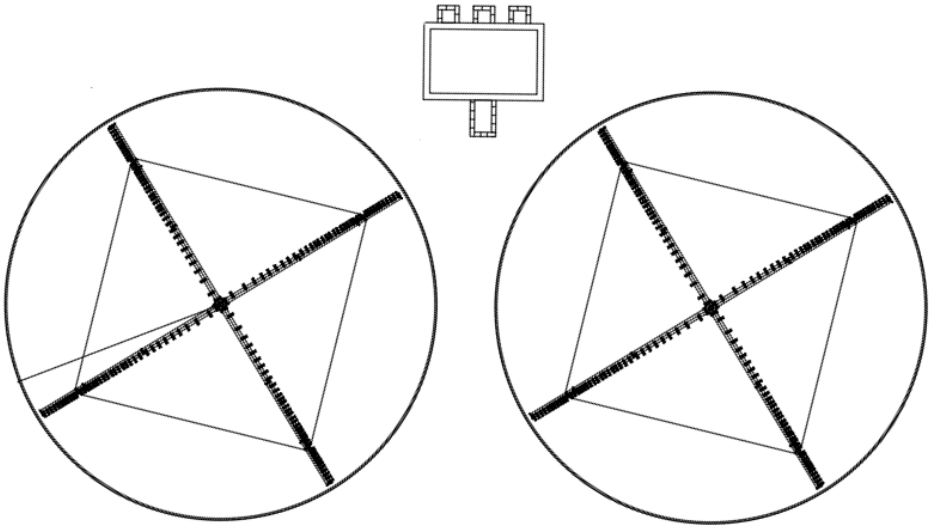
INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	TRATAMIENTO PRIMARIO
¿Cuál es la capacidad del Tanque INHOF?	
¿Cómo funciona el proceso que se da en el biodigestor?	
¿Según imagen de plano, hasta dónde llega el lodo, el agua y donde se almacena el biogás?	
¿Hay bombas dentro del área del Tratamiento Primario? ¿Cuántas hay? ¿Para qué se utilizan? ¿Cuáles son sus capacidades? **¿Funcionan correctamente actualmente?** **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se toman mediciones y/o muestras dentro del Tratamiento Primario? ¿Para qué sirven? ¿Qué tipo de aparatos/ equipos se utilizan?	
¿Cuáles son las salidas que hay dentro del Tratamiento Primario?	
¿A qué área pasa el agua después de finalizado el Tratamiento Primario? ¿Únicamente a esa área pasa?	
¿Funcionan las válvulas del Tratamiento Primario? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se utiliza corriente dentro del Tratamiento Primario? **SI ☐ NO ☐**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	TRATAMIENTO SECUNDARIO

Imagen según plano.



Fotos actuales del área.







Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Instrumento de observación

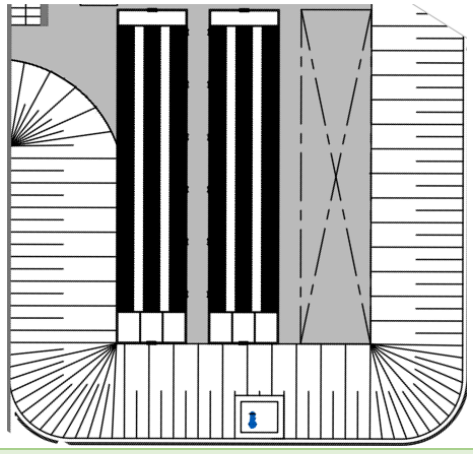
INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	TRATAMIENTO SECUNDARIO
¿Cuál es el caudal de entrada a los Filtros Percoladores?	
¿Cómo funciona el proceso que se da en los filtros percoladores? ¿Cuál es el objetivo del filtro percolador?	
¿Toda el agua tratada pasa por esta área? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Hay bombas dentro del área del Tratamiento Secundario? ¿Cuántas hay? ¿Para qué se utilizan? ¿Cuáles son sus capacidades? **¿Funcionan correctamente actualmente?** **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se toman mediciones y/o muestras dentro del Tratamiento Secundario? ¿Para qué sirven? ¿Qué tipo de aparatos/ equipos se utilizan?	
¿Cuáles son las salidas que hay dentro del Tratamiento Secundario?	
¿A qué área pasa el agua después de finalizado el Tratamiento Secundario? ¿Únicamente a esa área pasa?	
¿Se utiliza corriente dentro del Tratamiento Secundario? **SI ☐ NO ☐**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	DECANTADOR SECUNDARIO

Imagen según plano.



Fotos actuales del área.







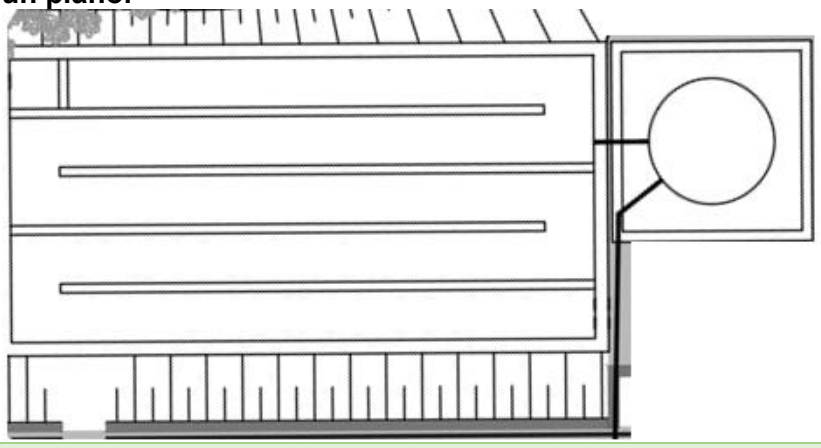
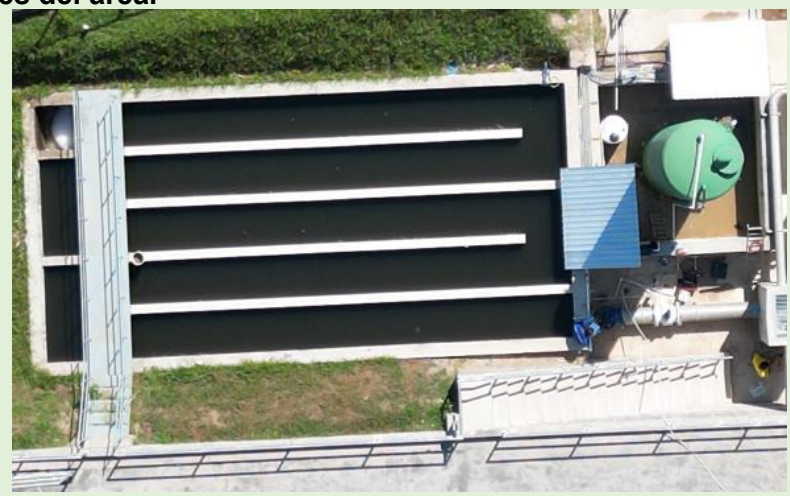
Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	DECANTADOR SECUNDARIO
¿Cuál es el caudal de entrada a los Decantadores Lamelares?	
¿Cómo funciona el proceso que se da en los decantadores secundarios?	
¿Toda el agua tratada pasa por esta área? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Hay bombas dentro del área del Decantador Secundario? ¿Cuántas hay? ¿Para qué se utilizan? ¿Cuáles son sus capacidades? **¿Funcionan correctamente actualmente?** **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se toman mediciones y/o muestras dentro del Decantador Secundario? ¿Para qué sirven? ¿Qué tipo de aparatos/ equipos se utilizan?	
¿Cuáles son las salidas que hay dentro del Decantador Secundario?	
¿A qué área pasa el agua después de finalizado el Decantador Secundario? ¿Únicamente a esa área pasa?	
¿Se utiliza corriente dentro del Decantador Secundario? **SI ☐ NO ☐**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	DESINFECCIÓN
Imagen según plano. 	
Fotos actuales del área.   	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Instrumento de observación

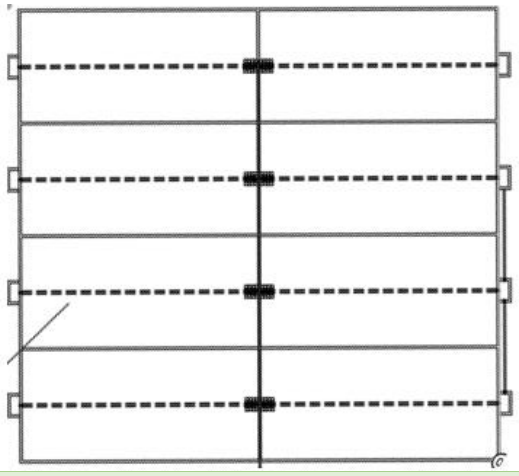
INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	DESINFECCIÓN
¿Cuál es el caudal de entrada al Canal de Cloración?	
¿Cómo funciona el proceso que se da en el Canal de Cloración?	
¿Toda el agua tratada pasa por esta área? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Funciona el depósito de hipoclorito? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Hay bombas dentro del área de Desinfección? ¿Cuántas hay? ¿Para qué se utilizan? ¿Cuáles son sus capacidades? **¿Funcionan correctamente actualmente?** **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se toman mediciones y/o muestras dentro del Tratamiento Secundario? ¿Para qué sirven? ¿Qué tipo de aparatos/ equipos se utilizan?	
¿Cuáles son las salidas que hay dentro del Tratamiento Secundario?	
¿A qué área pasa el agua después de finalizado el Tratamiento Secundario? ¿Únicamente a esa área pasa?	
¿Se utiliza corriente dentro del Tratamiento Primario? **SI ☐ NO ☐**	
¿Se extrae agua del canal de cloración para el riego de la Planta y de los puntos de limpieza?	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	PATIO DE SECADO

Imagen según plano.



Fotos actuales del área.







Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 Instrumento de observación

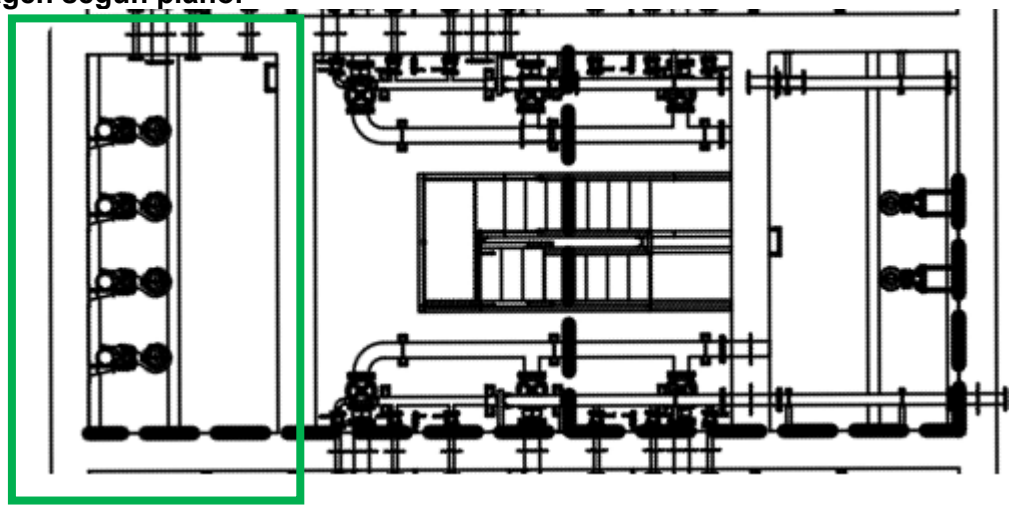
INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	PATIO DE SECADO
¿Cuáles caudales de entrada se manejan al Patio de Secado?	
¿Cómo funciona el proceso que se da en el Patio de Secado?	
¿Todo el lodo pasa para esta área? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Funciona o están en uso todos los Patios de Secados? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Hay bombas dentro del área del Patio de Secado? ¿Cuántas hay? ¿Para qué se utilizan? ¿Cuáles son sus capacidades? **¿Funcionan correctamente actualmente?** **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Cada cuanto se llenan los Patios de Secado?	
¿Cuáles son las salidas que hay dentro del Secado de Lodos?	
¿Funcionan correctamente todas las válvulas de compuertas? ¿Para qué sirve? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Funcionan la tubería de drenaje? ¿Para qué sirve y donde se drena? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se utiliza corriente dentro del Secado de Lodos? **SI ☐ NO ☐**	

Fuente: Elaboración propia

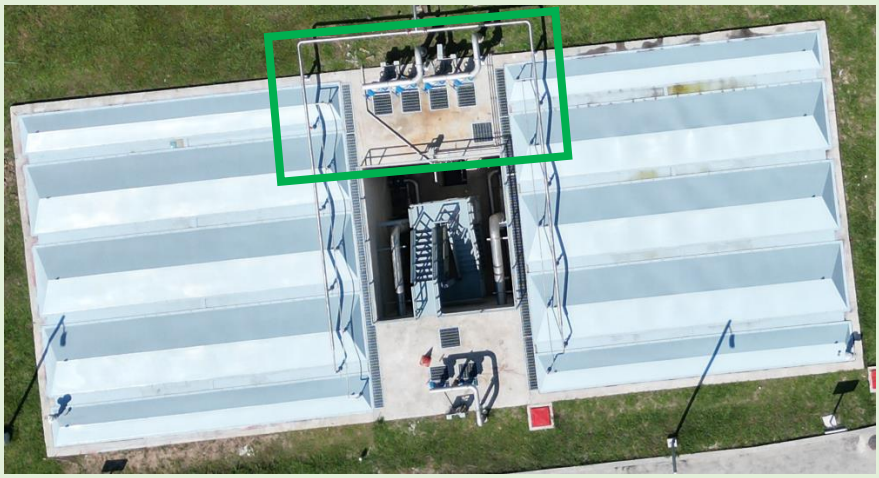
Tabla 46 Instrumento de observación

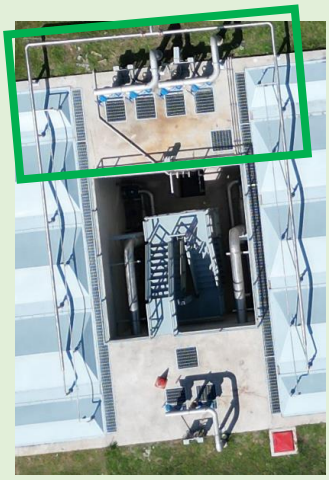
INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	BOMBEO DE AGUA

Imagen según plano.



Fotos actuales del área.







Fuente: Elaboración propia

Tabla 47 Instrumento de observación

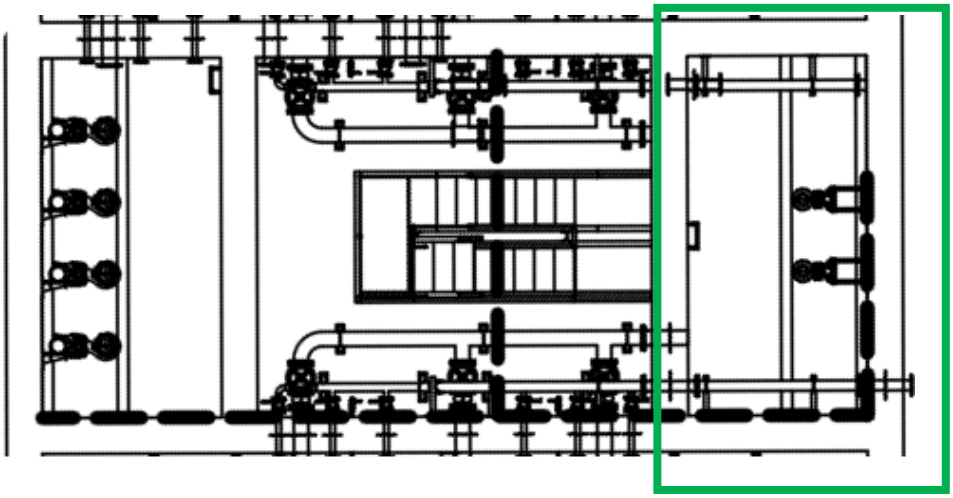
INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	BOMBEO DE AGUA
¿Cuál es el caudal de entrada al Pozo de Agua Tratada?	
¿Cómo funciona el proceso que se da en el Pozo de Bombeo de Agua Tratada?	
¿Toda el agua proviene del Tanque IMHOF? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Hacia dónde se bombea el agua?	
¿Hay bombas dentro del Pozo de Agua Tratada? ¿Cuántas hay? ¿Para qué se utilizan? ¿Cuáles son sus capacidades? **¿Funcionan correctamente actualmente?** **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Para qué son los pasa tubos de Bypass y Recirculación?	
¿Funcionan correctamente el caudalímetro electromagnético? ¿Para qué sirve? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Funcionan correctamente todas las válvulas de compuertas? ¿Para qué sirve? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se utiliza corriente dentro del Pozo de Agua Tratada? **SI ☐ NO ☐**	

Fuente: Elaboración propia

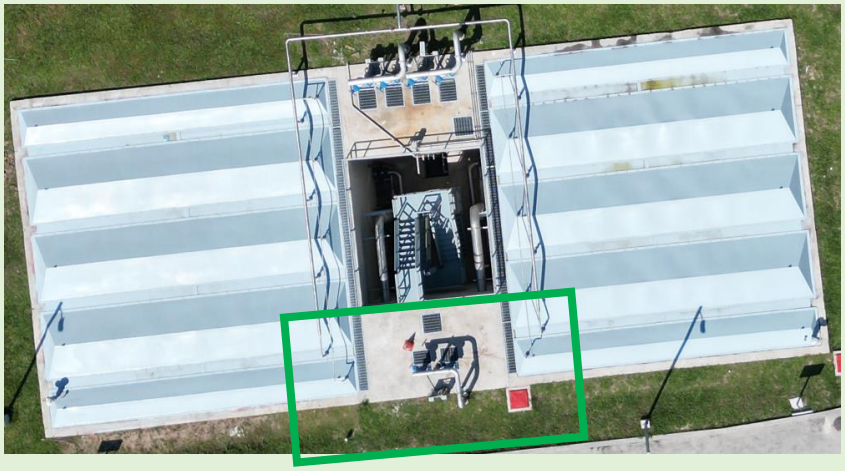
Tabla 48 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	BOMBEO DE PURGA

Imagen según plano.



Fotos actuales del área.







Fuente: Elaboración propia

Tabla 49 Instrumento de observación

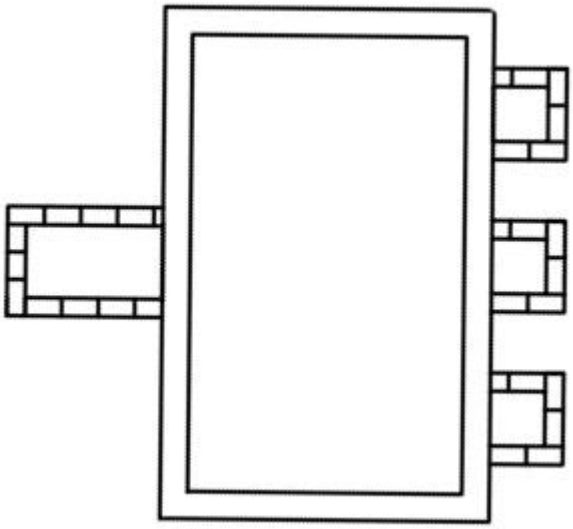
INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	BOMBEO DE PURGA
¿Cuál es el caudal de entrada al Pozo de Purga?	
¿Cómo funciona el proceso que se da en el Pozo de Bombeo de Purga?	
¿Toda la purga proviene del Tanque IMHOF? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Hacia dónde se bombea la purga?	
¿Hay bombas dentro del Pozo de Purga? ¿Cuántas hay? ¿Para qué se utilizan? ¿Cuáles son sus capacidades? **¿Funcionan correctamente actualmente?** **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Para qué son los pasa tubos de Bypass y Recirculación?	
¿Funcionan el carrete de desmontaje? ¿Para qué sirve? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Funcionan correctamente todas las válvulas de compuertas? ¿Para qué sirve? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se utiliza corriente dentro del Pozo de Agua Tratada? **SI ☐ NO ☐**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	DISTRIBUIDOR DE CAUDAL

Imagen según plano.



Fotos actuales del área.









Fuente: Elaboración propia

Tabla 51 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	DISTRIBUIDOR DE CAUDAL
¿Cuál es el caudal de entrada a la Cámara de Recirculación?	
¿Cuál es el caudal de salida de la Cámara de Recirculación?	
¿Cómo funciona el proceso que se da en la Cámara de Recirculación?	
¿Toda el agua tratada proviene del Filtro Percolador? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Funciona la válvula de guillotina? ¿Para qué sirve? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Funcionan válvula automática? ¿Para qué sirve? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se toman mediciones y/o muestras dentro del Tratamiento Primario? ¿Para qué sirven? ¿Qué tipo de aparatos/ equipos se utilizan?	
¿Hay bombas dentro de la Cámara de Recirculación? ¿Cuántas hay? ¿Para qué se utilizan? ¿Cuáles son sus capacidades? **¿Funcionan correctamente actualmente?** **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Funcionan correctamente la chapa estriada? ¿Para qué sirve? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**	
¿Se utiliza corriente dentro del Pozo de Agua Tratada? **SI ☐ NO ☐**	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52 Instrumento de observación

INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN EN PTAR	
Nombre de Área:	OTRAS ÁREAS
¿Otras áreas no identificadas? ¿Para qué se utilizan?	



Área de Quemado de Biogas



Cuarto de Control y Cuarto de Laboratorio



Planta de Energía de Emergencia



Área Administrativa

¿Qué equipos / maquinas se tienen en estas áreas?
¿Qué elementos componen la antorcha?
¿Se toman mediciones en esta área? ¿Qué equipos utilizan? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**
¿Sirven los equipos de medición? **SI ☐ NO ☐ ¿Por qué?**
¿Cuál es el caudal promedio producido de biogás?

Fuente: Elaboración propia

B. (2da) Entrevista a encargado de PTAR.

Tabla 53 Entrevista al encargado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

ENTREVISTA A ENCARGADO DE PTAR	
Fecha de entrevista	Fecha: 06 – 05 – 2023
¿Cuántos empleados hay en la planta?	
¿Qué puestos ocupan?	
¿Se tienen planes de nuevas contrataciones?	
¿Cuál es la tarifa a cobrar al usuario?	
¿Cuál es el caudal actual que entra a la planta?	
¿Cuál es la dependencia de la alcaldía de Nejapa que administrara la PTAR?	

Fuente: Elaboración propia

C. Entrevista a personal de DGEHM.

Tabla 54 Entrevista con el personal de la Dirección de Hidrocarburos y Minas

ENTREVISTA A PERSONAL DE DGEHM	
Fecha de entrevista	Fecha: 11 – 05 – 2023
Formación.	
Puesto que desempeña actualmente.	
¿Se tienen planes de nuevas contrataciones?	
¿Cuál es la tarifa a cobrar al usuario?	
¿Cuál es el caudal actual que entra a la planta?	
¿Cuál es la dependencia de la alcaldía de Nejapa que administrara la PTAR?	
La DHM interviene / regula en algún aspecto en el mercado eléctrico nacional.	

Cuáles son las características (diferencias) del mercado mayorista y del mercado minorista de energía eléctrica de El Salvador y que participantes componen cada mercado. (generadores, distribuidores, comercializador y grandes usuarios de energía eléctrica)
Cuál es la función de ETESAL. Que dice que es la que se encarga de transportar energía de alta tensión. ¿qué entidad/es transportan la energía de media y baja tensión?
Cuál es la función de la Unidad de Transacción. Que investigamos que administra el mercado mayorista y opera el sistema eléctrico de potencia y las interconexiones a nivel regional en coordinación con el EOR. Ente operador regional
CNE / concejo nacional de energía, aun funciona el CNE y que funciones cumplía/ cumple
Cuál es la diferencia entre un gran usuario y usuarios finales (comerciales, residencial e industria)
Que diferencia que un operador sea transmisor, comercializador o distribuidor
Diferencia entre la potencia y la energía brindada
Con respecto a las concesiones para las plantas generadoras de energía eléctrica, al ser esta un caso de energía renovable: ¿biogás se debe tramitar la concesión? (Art 5)

Fuente: Elaboración propia

D. Entrevista en planta fotovoltaica.

Tabla 55 Entrevista en planta fotovoltaica

ENTREVISTA A ENCARGADO DE PLANTA FOTOVOLTAICA	
Fecha de entrevista	Fecha: 11 – 05 – 2023
¿Cuál es el nombre de la planta?	
¿Cuánto tiempo lleva operando la planta?	
¿La planta tuvo apoyo de organizaciones gubernamentales?	

¿Ha tenido incrementos o se va a incrementar la capacidad en la planta en estos años?
¿De cuánto se incrementó o se va a incrementar la capacidad?
¿cuál es el proceso de generación de energía?
¿Cuántos paneles hay actualmente en la planta?
¿Cuánta energía genera cada panel?
¿Cuál es la capacidad instalada de la planta?
¿Cuánta energía eléctrica genera la planta?
¿Cuál es el costo por KW generado en la planta?
¿Qué variables se consideran para el costo del KW?
¿A qué precio se vende el KW a la distribuidora?
¿Cuál es la compañía distribuidora? **¿Conoce como es el acuerdo?**
¿La inyección de energía es interrumpida ocasionalmente? ¿O es una distribución continua?
¿A que lugares se distribuye la energía eléctrica?
¿Cuántas familias son beneficiadas de la planta?
¿Que compone la subestación eléctrica? **Y cuál es la función de cada una de los elementos?**

Fuente: Elaboración propia

E. Entrevista en planta de biogás.

Tabla 56 Entrevista en planta de biogás

ENTREVISTA A ENCARGADO DE PTAR	
Fecha de entrevista	Fecha: 11 – 05 – 2023
¿En qué año comenzaron a operar?	
¿Tuvieron alguna ayuda gubernamental?	
¿Cuál es el objetivo con la empresa?	
¿Cuánta es la producción del biogás al día?	
¿Cuánto generan de energía al día?	
¿La potencia del motor va a depender de la cantidad de hora?	
¿Cuánto generan energía eléctrica mensual?	
¿Por qué se mantienen biogás?	

Fuente: Elaboración propia

F. Entrevista a especialista sobre biogás

Tabla 57 Entrevista a especialista sobre biogás

ENTREVISTA A ENCARGADO DE PTAR	
Fecha de entrevista	Fecha: 11 – 05 – 2023
Explicación Proceso de PTAR	
Reactor anaeróbico de flujo ascendente	
Generalidades biogás	
¿qué gases componen el biogás y en que proporciones lo componen en una situación ideal?	

¿Cuáles de estos gases se deben eliminar en un escenario de generación de energía eléctricas?
¿Qué métodos de purificación del biogás se puede utilizar, cuál es el más eficiente y en base a qué Criterios se puede seleccionar el método?
¿método o fórmula para calcular la generación de energía eléctrica según el volumen de biogás producido?
¿De qué forma podríamos medir o cuantificar la capacidad real de generación de biogás (caudal)?
¿Existe equipo en la UES para esto?
¿Qué sistema de generación de energía eléctrica recomienda para la capacidad de diseño de generación de biogás de la Planta?
¿Qué elementos debería tener la estación donde se inyectará la energía a la red?

Fuente: Elaboración propia

G. Entrevista a gerente de PTAR

Tabla 58 Entrevista a gerente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

ENTREVISTA A GERENTE DE PTAR	
Fecha de entrevista	Fecha: 10 – 06 – 2023
1. ¿Quién es el representante de la planta de tratamiento?	
2. ¿Quién es el ente encargado de la construcción planta y de donde provienen los fondos para su construcción?	
3. ¿Cómo funciona la administración de la planta?	

4. **¿Quiénes conforman la junta directiva de la planta?**
5. **¿Cómo se espera que la planta sea sostenible en el tiempo?**
6. **¿Cómo Gerente de la planta, a quién debe responder por la forma en que es administrada?**
7. **¿Dentro del área administrativa, se tienen definidas las funciones de cada persona?**
8. **¿Qué ordenanzas han sido creadas para el apoyo en la PTAR?**

Fuente: Elaboración propia

B. MERCADO CONSUMIDOR

Con el pasar del tiempo el sector eléctrico se ha convertido en un punto clave en el país, ya que se encuentran inmersos temas relacionados a la legislación, el aumento en el precio de la electricidad, el sensibilizar a la población sobre la generación de energía eléctrica a bases de fuentes renovables, etc.

Lo mencionado anteriormente hace que el sector de la población que consume la energía eléctrica preste atención ya que, se está frente a un alza en los precios, y se debe tener claro los derechos y las obligaciones de las empresas que suministran el servicio.

1. DEFINICIÓN

La CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia) define como consumidor a todas las personas físicas o jurídicas que contratan la energía eléctrica a través de la comercializador o tarifa de suministro, no restringiendo su aplicación a los consumidores que se encuentran en una situación de vulnerabilidad.

Además, El consumo energético es la cantidad total de energía que se necesita para un proceso determinado y se mide en kilovatios hora (kWh). Aquí se incluye el gasto de energía eléctrica, de gas, de gasoil y de biomasa. (Repsol, 2023)

La generación de energía eléctrica en nuestro país proviene de recursos hidráulicos, geotérmicos y térmicos; esta energía es inyectada al sistema pasando por la red de transmisión (en un nivel de voltaje igual o mayor a 115,000 voltios), que sirve para transportar electricidad desde una fuente generadora a un punto de distribución del sistema, y luego es utilizada por los usuarios finales, los cuales pueden estar en bajo voltaje (<=600V) o medio voltaje (>600V) y pueden ser clientes residenciales, comerciales o industriales. (SIGET, 2023)

2. TIPOS DE CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL PAÍS

A continuación, se hace una definición de los tipos de Consumidores que se tienen en el país.

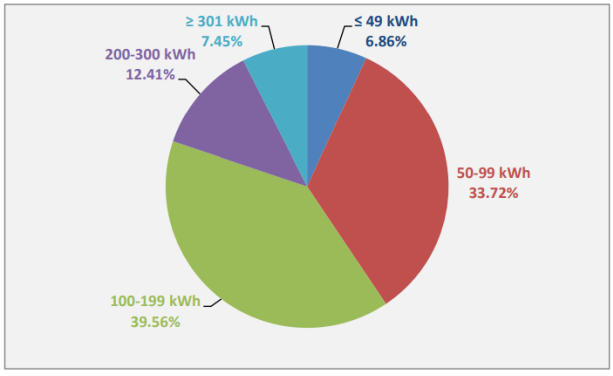
2.1 Sector residencial

Elementos de consumo: básicamente, son todos aquellos dispositivos, aparatos o cualquier equipo que consuma electricidad. Incluye las cargas fijas (aparatos conectados permanentemente en la instalación). Por ejemplo: timbres, lámparas y focos, etc. (Plomero al instante, 2021)

En el 2018 el sector residencial fue responsable del 35.6 % (1933.1 GWh) del consumo de energía eléctrica final en El Salvador. Al representar poco más de un tercio de la electricidad final consumida del país, este sector se convierte en uno de los más relevantes respecto a la manera de consumo de la electricidad y de mayor potencial de impacto de medidas de uso eficiente de energía. Siendo uno de los sectores más críticos referente al consumo de electricidad, se hace necesario el conocimiento de la caracterización de los distintos usos dentro de este sector para determinar la forma en que el recurso energético es utilizado y así, tomar acciones que promueven el uso eficiente de la energía eléctrica y la adopción de tecnologías más eficientes. ((CNE), 2018)

Se muestra en el grafico el rango de consumo de energía eléctrica de las viviendas, donde se puede observar que el rango con mayor representatividad es 100-199 kWh con un 39.56%, en segundo lugar, se tiene el rango de 50-99 kWh, con un 33.72%; y, en tercer lugar, el rango de 200-300 kWh con un 12.41%.

Diagrama 7 Rangos de consumo



Fuente: CNE

2.2 Sector industrial

La industria consume cerca del 40% de la electricidad mundial, de la cual dos terceras partes son utilizadas por motores eléctricos. Los convertidores de frecuencia de velocidad variable (VSD), que regulan la velocidad de los motores, pueden reducir su consumo energético en un 50% en numerosas aplicaciones, pero menos del 10% de los motores están equipados con un dispositivo de esta clase. (ABB, 2023)

Las dos principales distribuidoras de energía eléctrica en el país afirman que la mitad de sus ingresos y operaciones son para el sector de la gran empresa e industria. Solo en el caso de AES, del 1.5 millones de clientes que tienen 10,000 son empresas. “Esos 10,000 hacen el 50 % de los ingresos de la distribuidora, el resto que son más de 1.4 millones hacen el otro 50 % del consumo”, destacó el director general de AES Soluciones, Roberto Sandoval. (Reyes, 2021)

2.3 Sector comercial

Las instalaciones eléctricas comerciales requieren de ciertas características para su funcionamiento demandante, donde la iluminación y la conexión de equipos o aparatos de aire acondicionado son primordiales y donde debe existir un rendimiento aceptable. (Plomero al instante, 2020)

Las instalaciones eléctricas para comercio trabajan con bajo voltaje que comprenden desde los 120 v, 220 v, 440 v, en sus distintas conexiones, todos en corriente alterna:

- Monofásicos
- Bifásicos
- Trifásicos

Las instalaciones eléctricas comprenden principalmente sucursales bancarias, farmacias, tiendas de conveniencia, tiendas departamentales, talleres, oficinas, etc.

Las instalaciones eléctricas comerciales comprenden los siguientes servicios:

- Instalación de alumbrado: fluorescente, leds.
- Instalación de contactos: dúplex, falla a tierra, regulados.
- Tableros de alumbrado y fuerza.
- Equipos de aire acondicionado: mini Split, unidades condensadoras.
- Reguladores de voltaje y UP’s.
- Conexiones de bombas de agua, electroniveles, hidrománticos.

3. CONSUMO ENERGÉTICO DEL MUNICIPIO DE NEJAPA

La SIGET, a través de la Unidad de Acceso a la Información y Respuesta, brinda la información (UAIT) a través de su Oficina de Información y Respuesta (OIR) atendiendo a la solicitud presentada responde lo siguiente:

- **Con relación "al consumo de energía eléctrica en el municipio de Nejapa mensualmente, específicamente datos estadísticos de los últimos tres años, del sector eléctrico en la zona respecto a los tipos de consumidores finales: hogares, sector comercio, sector industria, Alcaldía"**

R/ La distinción con la que se cuenta, conforme lo establece los TÉRMINOS Y CONDICIONES GENERALES AL CONSUMIDOR FINAL es una clasificación tarifaria descrita en función de la potencia que demanda (pequeña demanda (alumbrado público, general y residencial (0 < KW ≤10), mediana demanda (10 < KW ≤ 50), grades demanda (>50kw) Residencial) y el uso, por lo tanto, no se puede determinar el tipo especifico de usuario final (hogar, hogar comercio, industria).

Para tener una visión más clara de cómo se clasifica cada tipo de consumidor se tienen los siguientes datos obtenido de los Términos y Condiciones Generales al Consumidor Final del año 2022, en sus artículos 8 y 9.

Categoría tarifaria

(ART. 8)
Pequeña demanda: Son aquellos servicios en los cuales la demanda máxima de potencia es menor o igual que 10kilovatios (KW).
Mediana demanda: Son aquellos servicios en los cuales la demanda máxima de potencia es mayor que 10KW y menor o igual que 50KW; y
Gran demanda: Son aquellos servicios en los cuales la demanda máxima de potencia es superior a 50KW
Se entenderá como demanda máxima de potencia, el máximo valor promedio durante quince minutos consecutivos, registrados en KW por el medidor en cada ciclo mensual de lectura de los medidores de energía eléctrica.
(Art 9)

El suministro de energía en las redes de distribución se clasifica en dos categorías de tensión:

Baja tensión (BT): son los suministros que se realizan a niveles de voltajes menores o iguales que 600 voltios.

Media Tensión (MT): son los suministros que se realizan a niveles de voltaje superiores a 600 voltios e inferiores a 115,000 voltios.

(Art 41) Para todas las categorías tarifarias contenidas en el pliego tarifario, a factura de usuario final incluirá los siguientes cargos del servicio eléctrico:

- Cargo de comercialización
- Cargo por energía
- Cargo por distribución

Categorías tarifarias

A. TARIFA No. 1-PEQUEÑAS DEMANDAS

Art. 42 La tarifa No. 1 se aplica a los usuarios finales cuya demanda máxima sea de 10 kW o menos. Los servicios suministrados a casas o apartamentos destinados exclusivamente para uso residencial se clasificarán en la Tarifa No 1-R aun cuando tenga una demanda superior a 10kw. Esta tarifa se clasifica en las siguientes categorías: [3]

- Tarifa No. 1-R: pequeñas Demandas para Uso Residencial
- Tarifa No. 1-AP: pequeñas Demandas para Alumbrado Público
- Tarifa No. 1-G: pequeñas Demandas para Uso General

Art. 43 Los suministros clasificados de conformidad con esta tarifa, se conectarán a un nivel de tensión nominal de 120 y/o 240 voltios, con instalación monofásica o 240 voltios trifásico.

- A.1 TARIFA 1-R: PEQUEÑAS DEMANDAS PARA USO RESIDENCIAL

Art 44 Esta tarifa se aplicará a los suministros realizados en los lugares detallados a continuación:

a) Casas o apartamentos destinados exclusivamente para habitación. Incluye, además, los inmuebles de uso colectivo de dos o más viviendas y
b) Viviendas cuyos ocupantes desarrollen también actividades profesionales, técnicas o de comercio y que la potencia de los motores y/o artefactos a dicha actividad no exceda de 10kw en conjunto.

[3] Información obtenida del TÉRMINOS Y CONDICIONES GENERALES AL CONSUMIDOR FINAL DEL PLIEGO TARIFARIO DEL 2022

Art 45 La tarifa a aplicar a los usuarios residenciales está compuesta por tres bloques de consumo:

- Bloque 1: De 0 a 99kwh
- Bloque 2: De 100 a 199 kwh
- Bloque 3: De 200kwh o más

A.2 TARIFA No. 1-AP: PEQUEÑAS DEMANDAS PARA ALUMBRADO PÚBLICO

Art. 46 Esta tarifa se aplicará a los usuarios finales que utilizan la energía eléctrica para iluminación de lugares tales como: calles, avenidas, plazas, parques, puentes, caminos, vías públicas, vallas publicitarias, rótulos luminosos, cabinas telefónicas, paradas de buses, fuentes ornamentales y monumentos.

Art. 47 Las condiciones de suministros para esta tarifa son las previstas en la Normativa para Facturación del Servicio de Alumbrado Público, aprobada por la SIGET.

- A.3 TARIFA No. 1-G: PEQUEÑAS DEMANDAS PARA USO GENERAL

Art. 48 Esta tarifa se aplicará a los usuarios finales de Pequeñas Demandas que no estén contempladas en las clasificaciones anteriores.

B. Disposiciones aplicables a las tarifas de Mediana y Gran Demanda

Art 50. En cada documento de cobro mensual el Distribuidor deberá informar al usuario final la demanda registrada de potencia.

C. Tarifa No. 2 MEDIANAS DEMANDAS

Art 54. Esta tarifa se aplicará a los usuarios finales cuya demanda máxima sea de más de 10 kw y hasta 50kw, independiente del uso que se dé a la energía. El suministro puede efectuarse en media o baja tensión, según los requerimientos del usuario final.

D. TARIFA No. 3 GRANDES DEMANDAS

Art 55 Esta tarifa se aplicará a los usuarios finales cuya demanda máxima sea de más de 50kw, independiente del uso que se dé a la energía. El suministro puede efectuarse en media o baja tensión, según los requerimientos del usuario final.

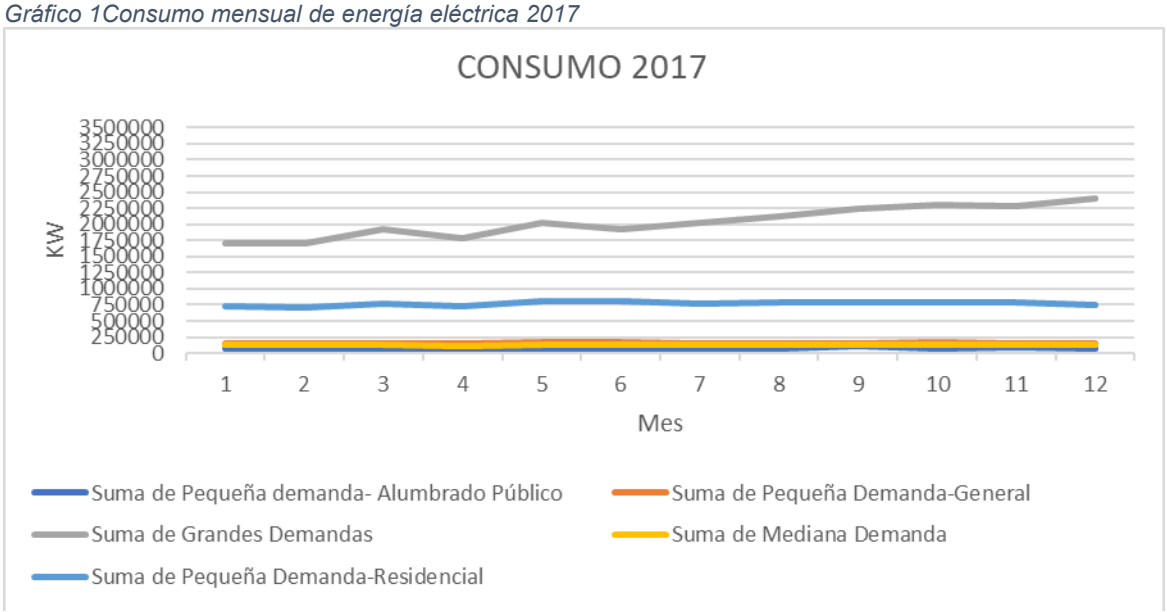
Las tablas que a continuación se presentan han sido elaboradas a partir de un archivo Excel brindado por la SIGET, donde se muestra el histórico de consumo para el municipio de Nejapa. Se tienen los datos reales de consumo de electricidad del Municipio de Nejapa a partir del 2017 hasta diciembre 2022.

Tabla 59 Consumo de energía eléctrica 2017

Mes	Suma de Pequeña demanda- Alumbrado Público	Suma de Pequeña Demanda- General	Suma de Grandes Demandas	Suma de Mediana Demanda	Suma de Pequeña Demanda- Residencial
1	79341.77	143641.2	1702394.39	132014.2	722465
2	79144.97	145094.9	1703801.87	128776.2	717810.98
3	72376.52	159524.5	1928000.17	138056.77	762649
4	78677.97	153091.5	1786446.79	126488.49	735056.94
5	77272.96	164324	2025067.34	129961.2605	818857
6	79224.56	165418.9	1919641.78	132290.7775	802476
7	76875.16	161067.9	2020375.722	131709.558	777018
8	79125.77	160079.2	2131042.352	132505.644	791891.72
9	112634.8	155496.3	2239681.87	133368.1625	794849
10	82366.2	168915.9	2298285	129146.3715	782800
11	84958.31	158058.7	2282999.525	128165.7845	785369.82
12	82742.99	146064.4	2403795.055	132710.8865	740532
Total general	**984741.98**	**1880777.4**	**24441531.86**	**1575194.105**	**9231775.46**

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1Consumo mensual de energía eléctrica 2017



Fuente: Elaboración propia

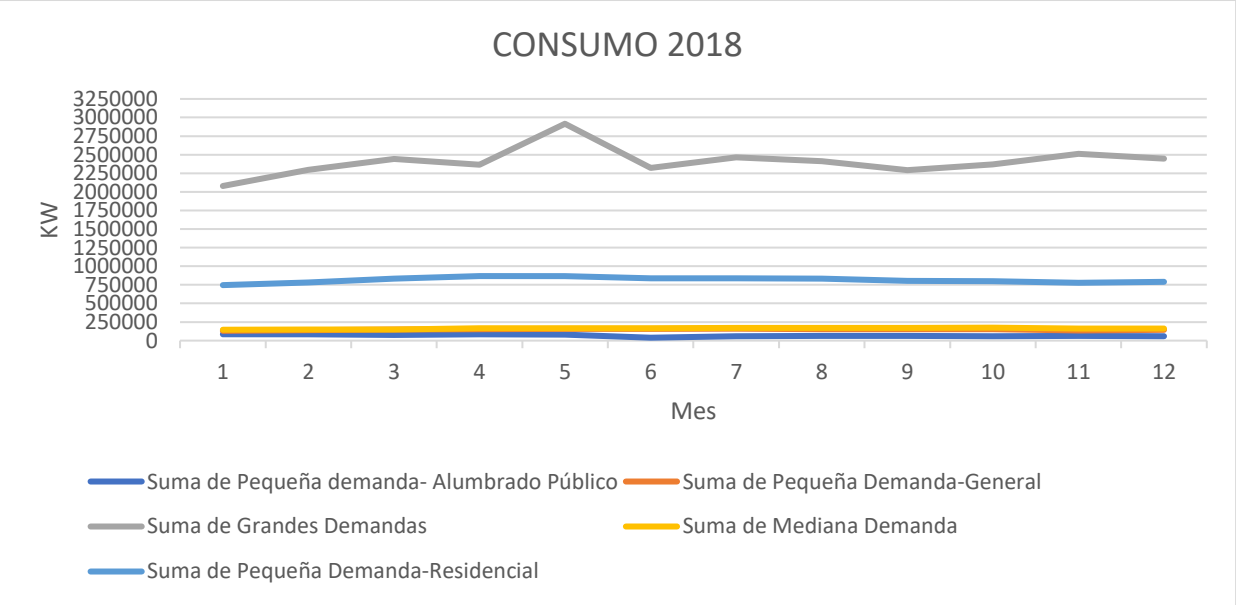
Respecto al 2017, el sector conformado por las grandes demandas presenta una tendencia creciente, presentando un promedio de consumo al año de 2,036,974.32 KW. La pequeña demanda no presenta mayor variación ya que sus datos de consumo varían dentro de un rango de 722376kw y 112,634 kw. Al igual, la pequeña demanda General varia dentro de un rango de consumo de 143,641kw y 168,915 kw .

Tabla 60 Consumo de energía eléctrica 2018

Mes	Suma de Pequeña demanda- Alumbrado Público	Suma de Pequeña Demanda- General	Suma de Grandes Demandas	Suma de Mediana Demanda	Suma de Pequeña Demanda- Residencial
1	85428.1	131472.12	2078978.15	146290.989	746198.11
2	85263.9	141343.1	2297709.28	147352.184	782970.01
3	76328.97	149820.3	2442575.67	148518.192	832467
4	84387.71	153503.3	2365748.58	164401.518	866344.85
5	81754.51	159156.8	2916169.77	168255.198	867052.36
6	38833.58	157692.5	2324022.54	167729.411	838639
7	59635.28	160040	2464207.63	168747.793	837522.52
8	61752.05	155066.6	2410605.64	171537.702	834360
9	61637.14	154929.23	2294040.47	168845.637	802443
10	59784.79	154685.4	2369931.1	174096.01	800744
11	61719.54	135368.7	2511841.82	163841.936	775733
12	59807.68	146087.9	2448762.25	162364.753	790695
Total general	**816333.25**	**1799165.95**	**28924592.9**	**1951981.32**	**9775168.85**

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2 Consumo mensual de energía eléctrica 2018



Fuente: Elaboración propia

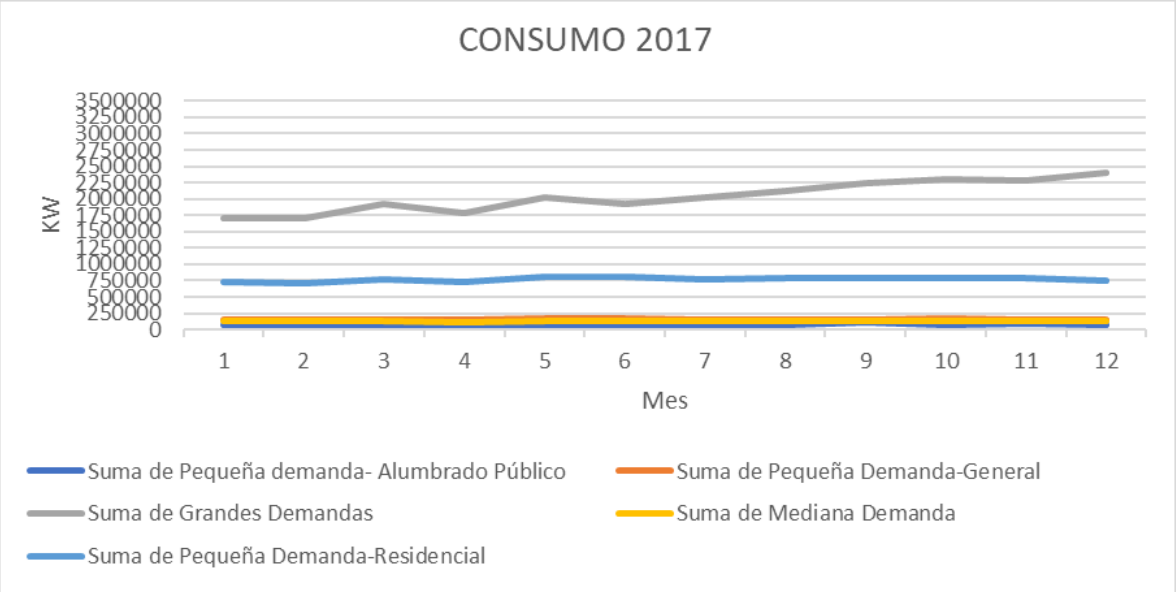
Respecto al 2018, el sector de consumo que presenta mayores variaciones es Grandes Demandas ya que para el mes de mayo presento un consumo de 2,916,169.77 kw y su promedio de consumo mensual oscila entre los 2,410,382.74 Kw.

Tabla 61 Consumo de energía eléctrica 2019

Mes	Suma de Pequeña demanda- Alumbrado Público	Suma de Pequeña Demanda- General	Suma de Grandes Demandas	Suma de Mediana Demanda	Suma de Pequeña Demanda- Residencial
1	61746.54	134098	2393602.312	162400.0425	777294.99
2	61691.16	145850.2	2358690.335	157847.8289	810513
3	55967.94	156345.2	2516064.277	170994.8435	858279.7
4	61596.54	168832	2461150.779	181139.688	895647.3
5	59289.08	161905.6	2397611.438	169999.1015	938763
6	62212.94	162297.5	2471268.837	156557.086	898229
7	60343.08	164565.49	2175118.916	160011.2205	928674.95
8	62246.94	160791.1	2961574.885	160579.982	907158
9	62242.94	162143.66	2414608.765	184576.5055	851124
10	61808.08	159822.94	2480492.568	210359.246	852620
11	63588.94	158331.8	2518073.728	212519.474	847735
12	62123.08	162606.7	2669478.358	215850.5885	841937
Total general	**734857.26**	**1897590.19**	**29817735.2**	**2142835.607**	**10407975.94**

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 Consumo mensual de energía eléctrica 2019



Fuente: Elaboración propia

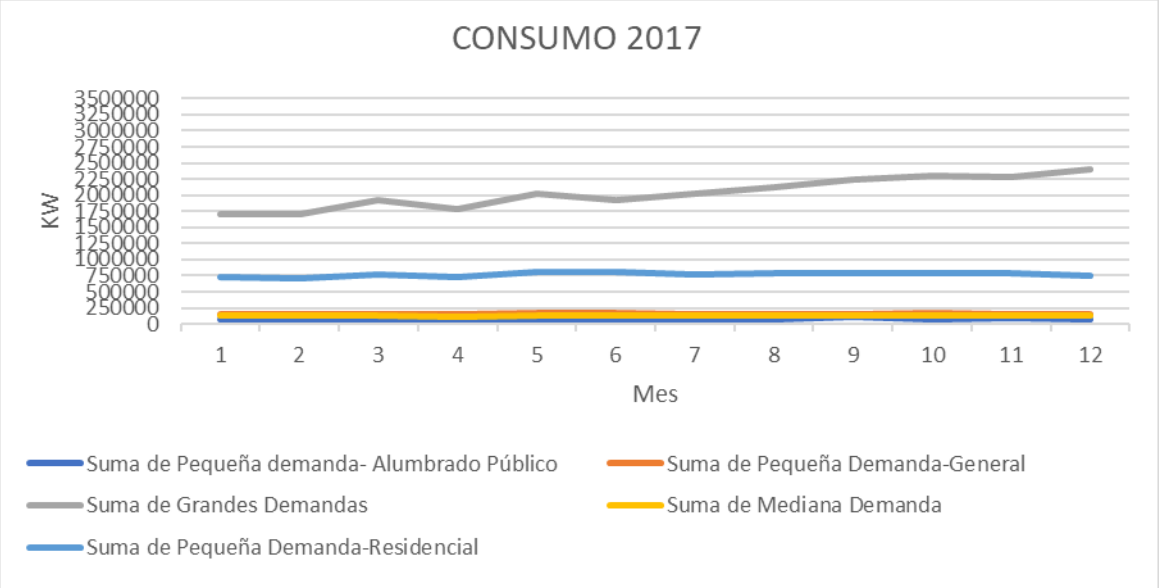
Para el 2019, el sector de Grandes Demandas presenta variaciones en su demanda, para el mes de agosto, su consumo ascendió a 2,961,574.89kw mientras que su consumo promedio mensual oscila entre 2,484,811.26 kw.

Tabla 62 Consumo de energía eléctrica 2020

Mes	Suma de Pequeña demanda- Alumbrado Público	Suma de Pequeña Demanda- General	Suma de Grandes Demandas	Suma de Mediana Demanda	Suma de Pequeña Demanda- Residencial
1	64018.94	147911.6	2453693.64	209856.182	845423.98
2	63989.94	162520.9	2631060.73	203246.781	887362
3	60404.21	164481.5	2487720.27	219992.276	940296
4	64109.94	152287.1	2527901.3	210064.718	1079505
5	62316.08	138501.2	2319506.18	177244.381	1096272
6	64059.94	126533.8	2375265.66	165530.184	1007585.8
7	62277.08	136924.3	2667335.71	136384.749	1091728.2
8	65802.94	144439.5	2616311.66	148769.579	1038356
9	65637.87	145836	2537670.76	138992.685	997317
10	63913.08	158799	2643379.36	134054.635	1011661.97
11	65613.94	157092.2	2713732.63	140135.909	963998.99
12	64102.08	153561	2823701.35	137510.876	949298
Total general	766246.04	1788888.1	30797279.2	2021782.95	11908804.9

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4 Consumo mensual de energía eléctrica 2020



Fuente: Elaboración propia

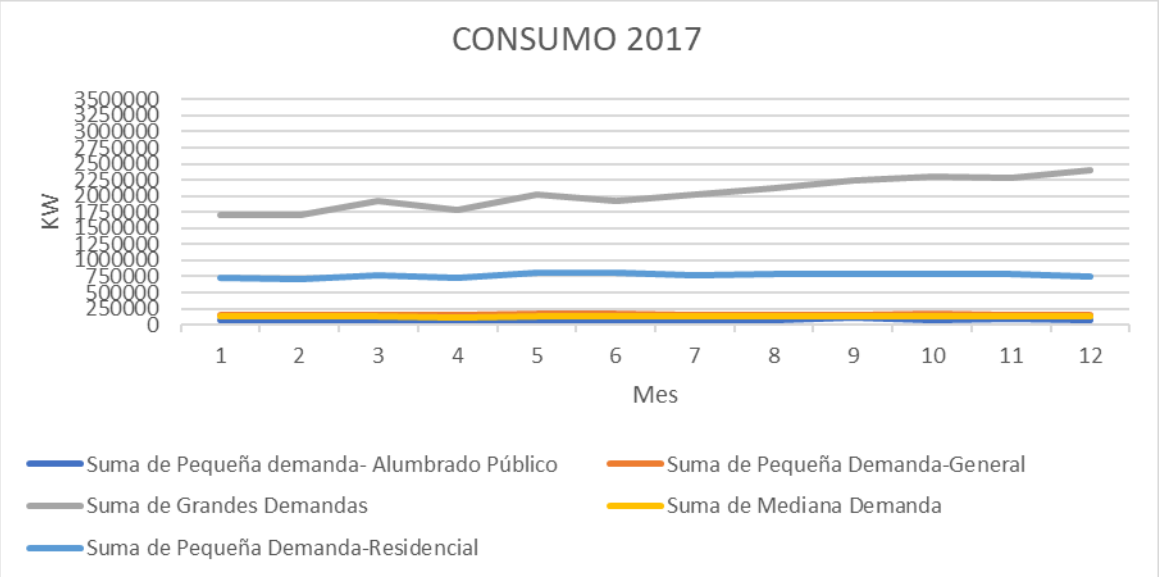
Para el 2020, el sector de Grandes demandas muestra un incremento a partir del mes de octubre, su promedio mensual de consumo oscila entre 1,348,542.35 kw, la pequeña Demanda Residencial presenta un consumo promedio mensual de 947,572.86kw.

Tabla 63 Consumo de energía eléctrica 2021

Mes	Suma de Pequeña demanda- Alumbrado Público	Suma de Pequeña Demanda- General	Suma de Grandes Demandas	Suma de Mediana Demanda	Suma de Pequeña Demanda- Residencial
1	65984.94	133640.96	2691395.15	152296.434	846397.96
2	65454.94	142002.3	2644370.88	165501.046	855390
3	60181.34	154554.4	2737866.73	170445.944	921153.2
4	65805.94	157482.6	2957228.22	165508.162	963871.8
5	6011	135698.9	2739667.29	89368.764	917066.01
6	65765.94	164990.4	2930545.91	170839.792	978569.9
7	63837.48	162367.3	2992107.59	146456.582	950555
8	65746.62	166037.8	2807667.35	174430.77	975089
9	65647.62	161330.1	2866267.27	135905.038	956280
10	63814.48	161073.7	2021812.88	151028.721	970344.4
11	65624.62	166753.8	1318711.24	164102.53	928269.6
12	63967.48	164656.8	1306864.41	161270.464	911669.9
Total general	717842.4	1870589.06	30014504.9	1847154.25	11174656.8

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5 Consumo mensual de energía eléctrica 2021



Fuente: Elaboración propia

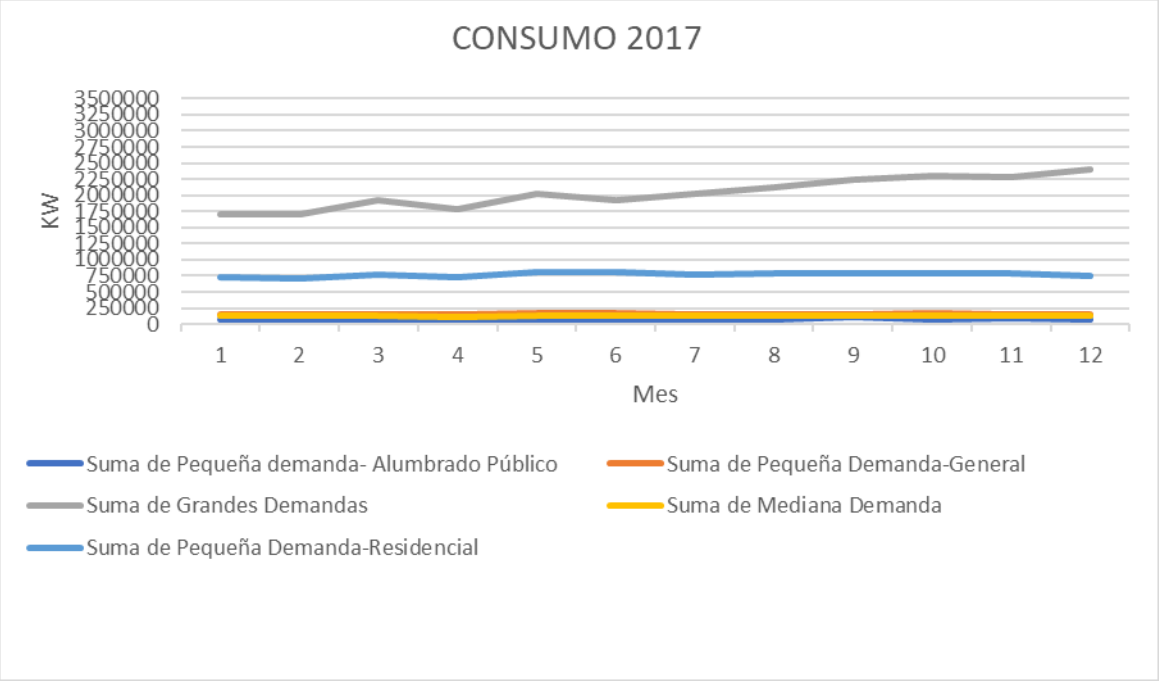
Para el 2021, el sector que presenta mayores variaciones es el de Grandes Demandas, ya del mes de septiembre a noviembre presentó una disminución considerable de en su consumo de 2,866,267.27 kw a 164,102.53 kw.

Tabla 64 Consumo de energía eléctrica 2022

Mes	Suma de Pequeña demanda- Alumbrado Público	Suma de Pequeña Demanda- General	Suma de Grandes Demandas	Suma de Mediana Demanda	Suma de Pequeña Demanda- Residencial
1	65855.62	156662.38	1303335.984	152778.1235	916158.42
2	65337.62	159710.9	1366313.457	152405.05	880682.6
3	60111.18	166684.8	1340780.124	156206.432	966178.2
4	65659.62	203119.7	1319392.104	165674.8525	1008597
5	74615.03	163229.2	1283763.81	153455.407	1009525.8
6	68377.07	160236.3	1320028.092	159128.0335	943801.1
7	65959.4	162136.2	1365880.69	138710.4665	944919.7
8	67895.41	162550.1	1300207.708	152776.8593	952918.3
9	67696.41	163768.3	1355978.257	172834.6758	951321.4
10	65929.4	161598.1	1385571.165	131756.776	958342.6
11	93175.66	168415.7	1400456.983	155303.4285	927638.2
12	70958.35	162667.4	1440799.773	156491.2965	910791.1
Total general	**831570.77**	**1990779.08**	**16182508.14**	**1847521.401**	**11370874.42**

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6 Consumo mensual de energía eléctrica 2022



Fuente: Elaboración propia

Respecto al 2022, los sectores de consumo de energía eléctrica no presentan mayor variación en sus niveles de consumo.

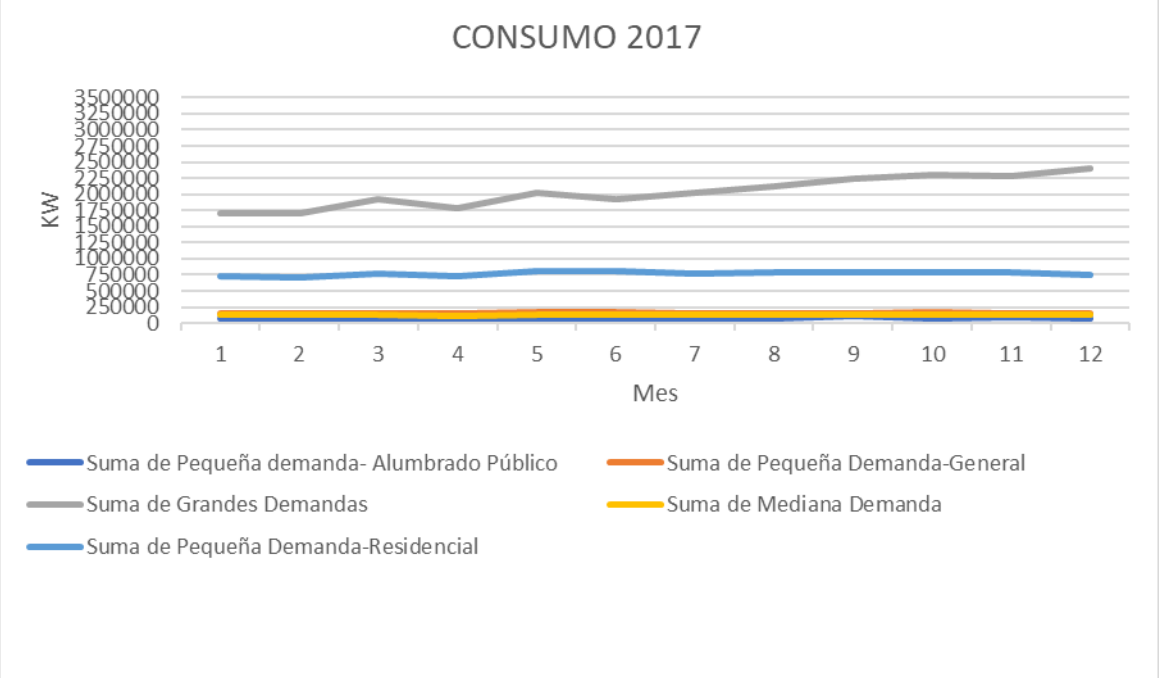
Demanda total por año para cada tipo de consumidor en el Municipio de Nejapa

Tabla 65 Demanda total por año para cada tipo de consumidor en el Municipio de Nejapa

Etiquetas de fila	Suma de Pequeña demanda- Alumbrado Público	Suma de Pequeña Demanda-General	Suma de Grandes Demandas	Suma de Mediana Demanda	Suma de Pequeña Demanda-Residencial
2017	984741.98	1880777.4	24441531.86	1575194.105	9231775.46
2018	816333.25	1799165.95	28924592.91	1951981.323	9775168.85
2019	734857.26	1897590.19	29817735.2	2142835.607	10407975.94
2020	766246.04	1788888.1	30797279.24	2021782.953	11908804.94
2021	717842.4	1870589.06	30014504.91	1847154.247	11174656.77
2022	831570.77	1990779.08	16182508.14	1847521.401	11370874.42
2023	77699.95	349056.3	2752615.759	310032.285	1838669.69
Total general	**4929291.65**	**11576846.08**	**162930768**	**11696501.92**	**65707926.07**

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7 Consumo de energía eléctrica 2017-2022

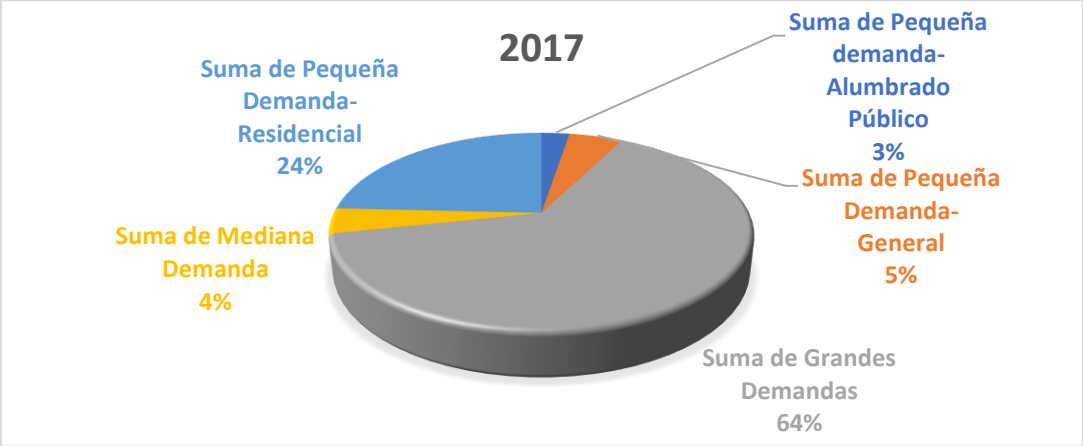


Fuente: Elaboración propia

En los últimos 5 años el sector de consumo que mayor variación ha presentado es el de Grandes Demandas, del 2021 al 2022 su consumo descendió en 13,429,892.39kw. Mientras que la Pequeña Demanda Residencial para el mismo periodo muestra un incremento de 9,532,205kw. Se presenta a continuación un resumen por año, del porcentaje de participación de cada tipo de sector de consumo para el municipio de Nejapa.

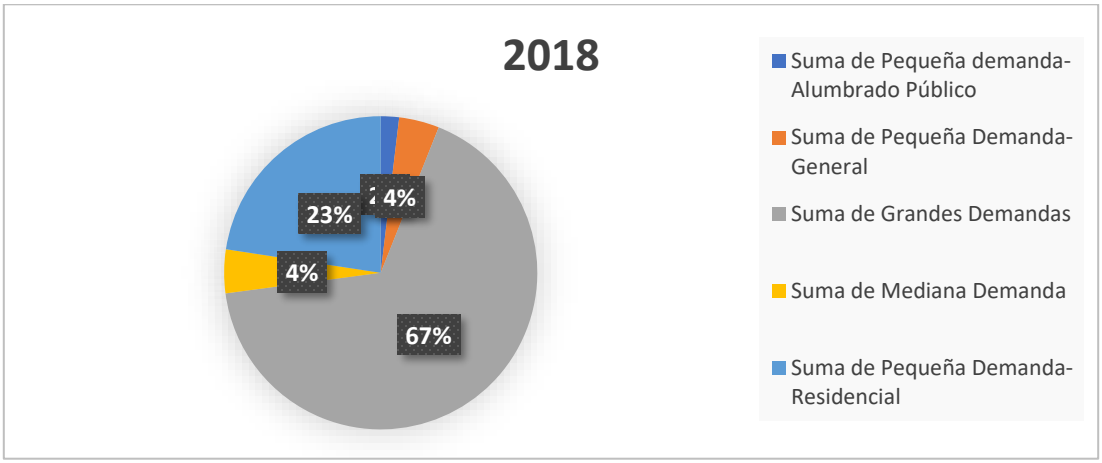
Nejapa:

Gráfico 8 Porcentaje de participación por sector de consumo 2017



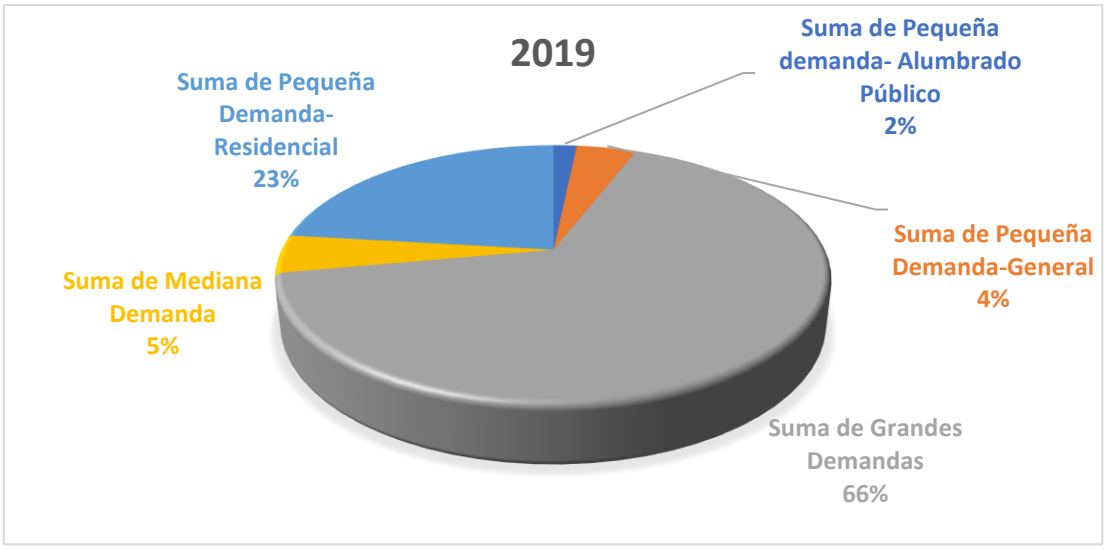
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9 Porcentaje de participación por sector de consumo 2018



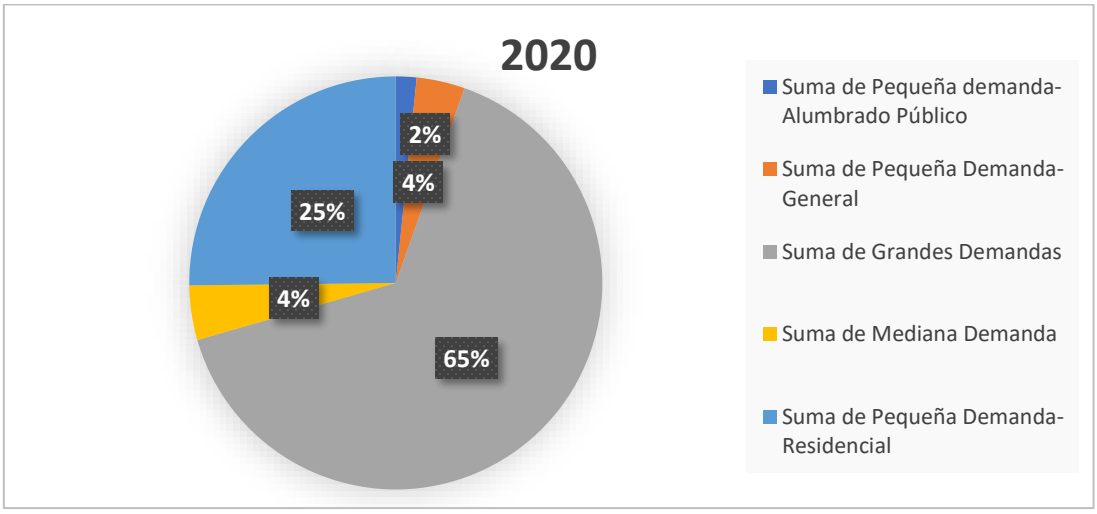
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10 Porcentaje de participación por sector de consumo 2019



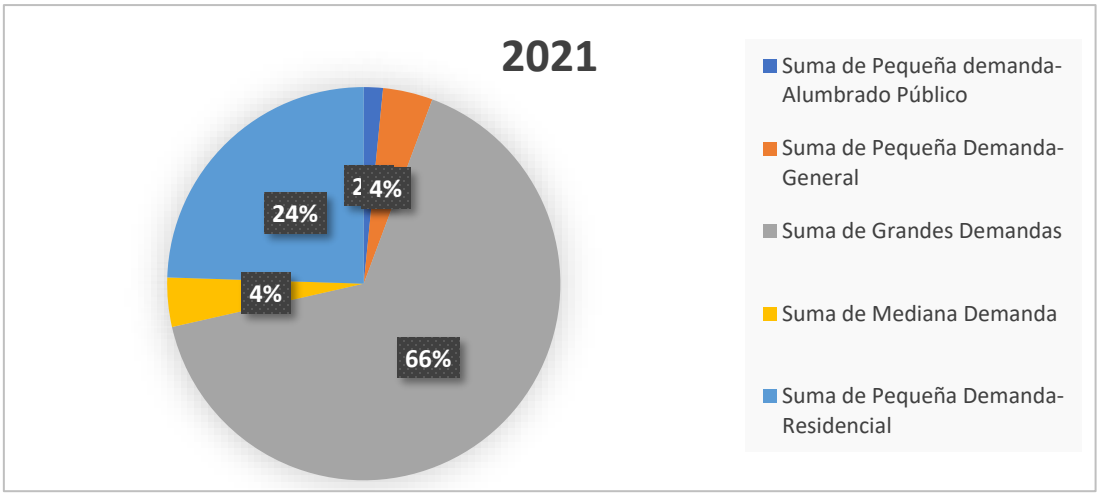
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11 Porcentaje de participación por sector de consumo 2020



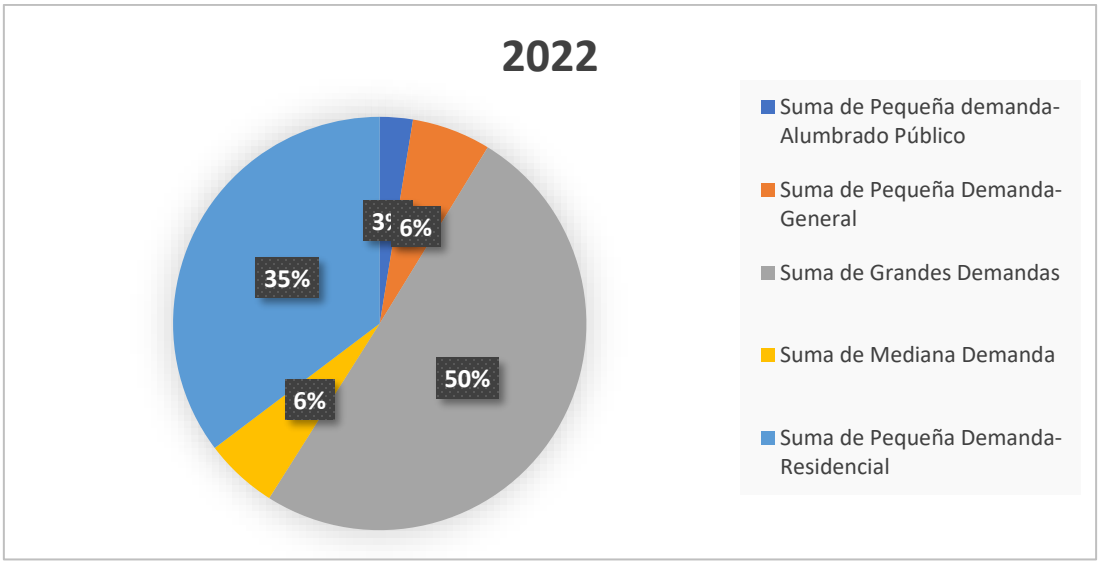
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12 Porcentaje de participación por sector de consumo 2021



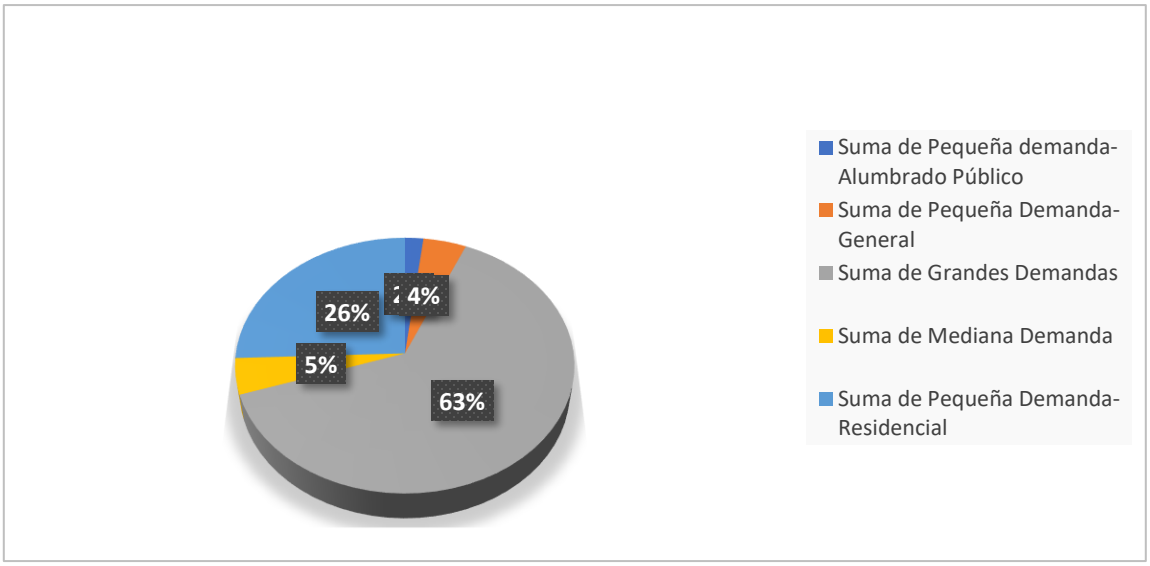
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13 Porcentaje de participación por sector de consumo 2022



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14 Porcentaje de participación total general 2017-2022



Fuente: Elaboración propia

En conclusión, se puede mencionar que para los 5 años en estudio el sector que tiene mayor representatividad respecto al consumo de kw es el de Grandes demandas ya que su porcentaje de participación varía entre 50%-67%; teniendo en 5 años una demanda de consumo en el municipio de Nejapa del 63%.El 26% de consumo de energía lo representa la pequeña demanda, mientras que el 5% corresponde a la Mediana Demanda, sector que no presenta mayor variación en los 5 años ya que su porcentaje varía entre 4 y 6%.

En 5 años, el 4% del consumo de energía eléctrica lo representa la Pequeña Demanda General, mientras que el 2% corresponde a la Pequeña Demanda-Alumbrado Público que no presenta variación excepto en el 2022 que aumentó al 3%.

- **En atención a "como varia la tarifa dependiendo el tipo de consumidor"**

R/ Esta información se puede verificar a través de la revisión de los Pliegos tarifarios del suministro de energía eléctrica al consumidor final, que se autorizan cada tres meses, los cuales son aplicados por todas las distribuidoras de energía eléctrica que brinda dicho servicio. Por lo que se muestra a continuación la tarifa que cobra cada distribuidora de acuerdo a cada tipo de consumidor. (Ver ANEXO 1)

Además, en el municipio de Nejapa la entidad que se encarga distribuir la electricidad es AES por lo que se presenta su pliego tarifario:

Ilustración 34 Pliego tarifario CAESS

CAESS, S.A. DE C.V.

Pliego tarifario del servicio eléctrico aplicable al usuario final

En cumplimiento a lo establecido en el artículo 90 del Reglamento de la Ley General de Electricidad, la COMPAÑÍA DE ALUMBRADO ELÉCTRICO DE SAN SALVADOR, S.A. de C.V., informa a sus usuarios finales los precios del Cargo por Energía vigente a partir del 15 de abril de 2023, según el siguiente detalle:

PEQUEÑAS DEMANDAS	Cifras en Dólares
Tarifa Residencial	
Bloque 1: Primeros 99 kWh	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.155505
Bloque 2: Los siguientes 100 kWh	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.155567
Bloque 3: Los restantes	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.154197
Tarifa Uso General	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.152422
Tarifa Alumbrado Público	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.135704

MEDIANAS DEMANDAS	Cifras en Dólares
BT con medición de potencia	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.150839
MT con medición de potencia	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.140448
BT con medición horaria	
Cargo por Energía	
Punta ($/kWh)	0.168658
Resto ($/kWh)	0.144400
Valle ($/kWh)	0.166003
MT con medición horaria	
Cargo por Energía	
Punta ($/kWh)	0.156245
Resto ($/kWh)	0.133772
Valle ($/kWh)	0.153785

GRANDES DEMANDAS	Cifras en Dólares
Baja Tensión	
Cargo por Energía	
Punta ($/kWh)	0.168658
Resto ($/kWh)	0.144400
Valle ($/kWh)	0.166003
Media Tensión	
Cargo por Energía	
Punta ($/kWh)	0.156245
Resto ($/kWh)	0.133772
Valle ($/kWh)	0.153785

MT : Media Tensión
BT : Baja Tensión

NOTAS:
-Los cargos de la Distribuidora (Comercialización y Distribución) no varían
-Los cargos no incluyen IVA

Fuente: aes-elsalvador.com

Ejemplo de factura CAESS

Ilustración 35 Ejemplo de factura de CAES



Número de Identificación de Contrato (NIC)

Es el número con el que te identificas como cliente de nuestras distribuidoras.

Período facturado

Es el período por el que se está facturando tu consumo de energía eléctrica.

Consumo en Kws

Es la energía consumida y registrada por tu medidor, según las horas de uso de tus aparatos eléctricos dutante el mes.

Historial de consumo

Es tu consumo de energía en los últimos seis meses.

Detalles de facturación

Cargo por energía: es el costo de la energía que consumiste durante el mes. Este precio NO lo establece tu empresa distribuidora.

Cargo por distribución: es lo que nos permite operar, mantener y expadir nuestra red.

Cargo por comercialización:comprende la atención comercial y la disponibilidad del 2506-9000 las 24 horas del día los 365 días del año.

Alcaldía

Es el cobro de las tasas municipales de tu alcaldía.

Resumen de pago y total a pagar

Encuentra, de forma resumida, los cobros de tu factura de energía, incluyendo los de tu Alcaldía Municipal.

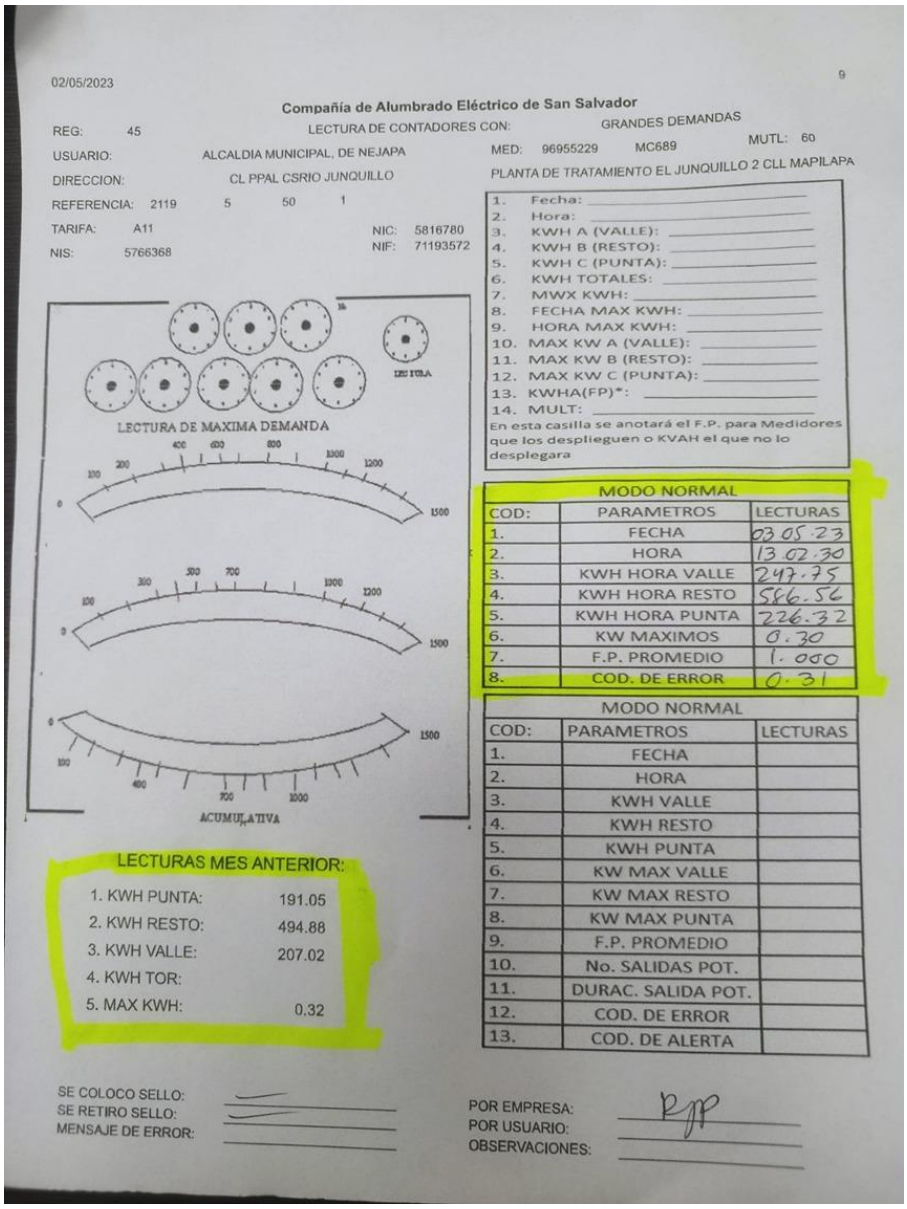
aes El Salvador
CAESS CLESA EEO DEUSEM

Fuente: aes-elsalvador.com

4. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PTAR NEJAPA

Actualmente la planta de tratamiento consume energía de la red de distribución administrada por AES, para el municipio de Nejapa.

Ilustración 36 Consumo KWH, PATAR Nejapa



Fuente: Administración de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

Para poder conocer el consumo de energía eléctrica real, se ha obtenido una factura brindada por la administración de la PTAR, por lo que se obtiene un promedio de datos brindados.

Tabla 66 Promedio de consumo KWH, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

MES PARAMETRO	LECTURA DE ABRIL	LECTURA DE MARZO	PROMEDIO
KWH PUNTA	191.05	226.32	208.685
KWH RESTO	494.88	586.56	540.72
KWH VALLE	207.02	247.75	227.385
Total	892.95	1060.63	**976.79**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67 Promedio de consumo monetario, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

PARAMETRO	PROMEDIO(KWh)	KW	PLIEGO TARIFARIO ($)	TOTAL ($)
KWH PUNTA	208.685	1252.11	0.168658	$ 211.18
KWH RESTO	540.72	6488.64	0.1444	$ 936.96
KWH VALLE	227.385	1364.31	0.166003	$ 226.48
TOTAL		9105.06		$ 1,374.62

Fuente: Elaboración Propia

Horas punta: Bloque horario comprendido entre las 18:00 hr hasta las 22:59 hr de cada día

Horas Resto: Bloque horario comprendido entre las 5:00 hr hasta las 17:59 hr de cada día

Horas Valle: Bloque horario comprendido entre las 23:00 hr hasta las 23:59 hr y de las 0:00hr hasta las 4:59hr de cada día

C. MERCADO COMPETIDOR

1. GENERALIDADES DE LA MATRIZ ENERGÉTICA DE EL SALVADOR

1.1 Pastel de generación eléctrica de El Salvador

Hasta la fecha de la investigación los datos más recientes son del año 2021, sin embargo, es de considerar que los datos actuales pueden haber variado desde la última actualización. La matriz energética de un país hace referencia a la composición de fuentes de energía que utiliza para satisfacer sus necesidades energéticas. Estas fuentes pueden incluir energía renovable, combustibles fósiles, nuclear, entre otros.

En el caso de El Salvador, históricamente ha dependido en gran medida de los combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón, para generar electricidad y satisfacer su demanda energética del país. No obstante, en los últimos años ha habido un esfuerzo por diversificar la matriz energética y aumentar la participación de fuentes de energía más limpias y renovables. Hasta el 2021 algunos componentes clave de la matriz energética de El Salvador incluyen:

- **Energía térmica a base de petróleo**
  El Salvador ha dependido de la generación térmica alimentada con petróleo para gran parte de su suministro eléctrico. Esto ha tenido un impacto en la seguridad energética y en los costos debido a la volatilidad de los precios del petróleo.
- **Energía hidroeléctrica.**
  El país ha aprovechado sus recursos hídricos para generar electricidad a través de plantas hidroeléctricas. Sin embargo, la capacidad hidroeléctrica puede verse afectada por variaciones climáticas y ambientales.
- **Energía geotérmica.**
  El Salvador es conocido por su potencial geotérmico, y ha desarrollado plantas de energía geotérmica para aprovechar el calor natural de la Tierra y generar electricidad de manera más sostenible.
- **Energía solar y eólica.**
  En los últimos años, El Salvador ha comenzado a explorar y desarrollar proyectos de energía solar y eólica para diversificar aún más su matriz energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Es por ello que la capacidad instalada en el mercado eléctrico nacional al 31 de diciembre del 2021 ascendió a 2,441.33 MW, significando un 3.44 % superior a la capacidad instalada a la misma fecha de 2020. El incremento en la potencia instalada en el 2021 se debió a la puesta en operación de proyectos solares fotovoltaicos (64.3 MW) y eólicos (18 MW). Según la SIGET.

Así mismo, según la misma entidad los datos del mercado eléctrico nacional están detallados en la siguiente tabla comparativa de los últimos dos años de los que se poseen estadísticas del sector:

Tabla 68 Tabla comparativa de generación de energía eléctrica

GENERADORAS	CAPACIDAD INSTALADA ANUAL				VARIACIÓN
	2020		2021		
	(MW)	(%)	(MW)	(%)	
COMBUSTIBLE FÓSIL	771.11	32.67%	771.11	31.59%	0.00%
HIDRÁULICA	573.79	24.31%	571.86	23.42%	-0.34%
FOTOVOLTAICA	474.46	20.10%	539.06	22.08%	13.62%
BIOMASA	293.60	12.44%	294.60	12.07%	0.34%
GEOTÉRMICA	204.40	8.66%	204.40	8.37%	0.00%
EÓLICA	36.00	1.53%	54.00	2.21%	50.00%
BIOGÁS	6.85	0.29%	6.30	0.26%	-8.03%
TOTAL	**2,360.21**	**100.00%**	**2,441.33**	**100.00%**	**3.44%**

Fuente: Boletín estadísticas eléctricas de El Salvador, Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

Los datos anteriores estan clasificados y desglosadas según el estatuto de la empresa, privada o estatal, como se detalla en la siguiente tabla:

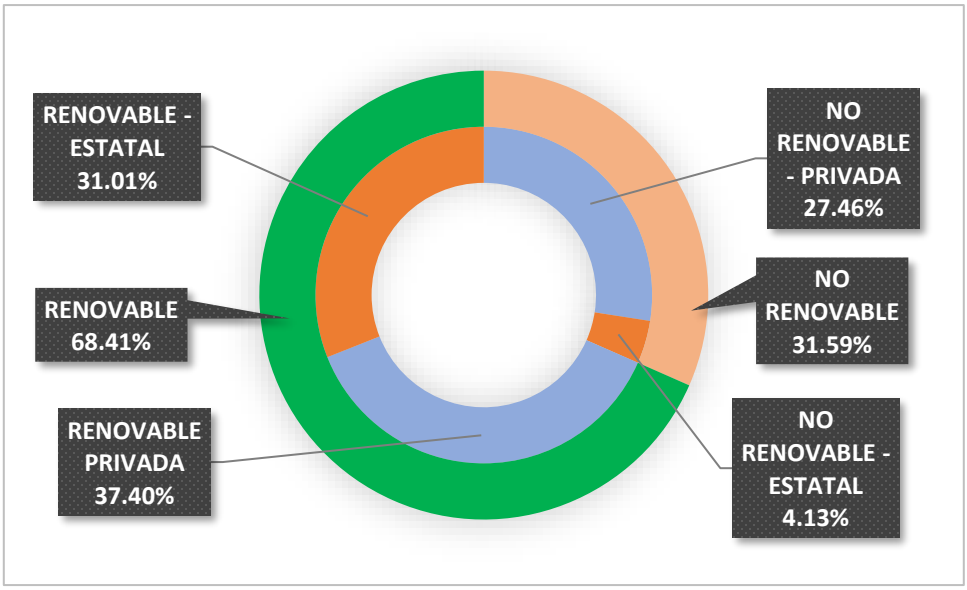
Tabla 69 Tipo de energía por tipo de empresa

TIPO DE ENERGÍA	TIPO DE EMPRESA	2021 (MW)	(%)	(% acum)
NO RENOVABLE	PRIVADA	670.39	27.46%	31.59%
	ESTATAL	100.72	4.13%	
RENOVABLE	PRIVADA	913.12	37.40%	68.41%
	ESTATAL	757.10	31.01%	
TOTAL		**2,441.33**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Con base a los datos anteriores se obtiene la grafica siguiente, estratificada según el tipo de energia generada por cada tipo de empresa, publica y privada:

Gráfico 15 Boletín estadísticas eléctricas de El Salvador



Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2021

Con base a los datos de las dos tablas anteriores se tiene que al 2021, la mayor capacidad instalada según la tecnologia utilizada es la que se da mediante el combustible fosil con 771.11 MW que representa el 31.59% de la capacidad total de El Salvador, y la de menor capacidad es la de generacion a base de biogás con 6.30 MW que representa unicamente el 0.26% de la capacidad instalada del pais, recalcando que la capacidad de esta tecnologia disminuyo en 8.03% en el 2021 a comparacion del 2020, lo que representa una disminucion de 0.55 MW de implementando esta tecnologia; en el mismo sentido la capacidad global de El Salvador crecio en un 3.44% que representan 81.12 MW mas de capacidad, donde la tecnologia que mas aumento su capacidad es la energia eolica con un 50% de variacion con respecto al año 2020. El top 3 de mayor capacidad instalada al años 2021, lo cierran las generadoras hidraulicas con una participacion del 23.42% que representan 571.86 MW y le sigue las generadoras fotovoltaicas con 539.06 MW que significa el 22.08% de la capacidad del mercado electrico salvadoreño.

De los 2,441.33 MW de capacidad instalada del mercado electrico del pais, en el ultimo grafico se puede observar que la energia no renovable representa el 31.59% de la capacidad instalada anual, de la cual el 27.46% es generada por la empresa privada y el 4.13% restante por la empresa publica; donde el porcente global restante, 68.41%, es energia renovable, de la cual el 31.01% la genera la empresa publica y un 37.40% la empresa privada.

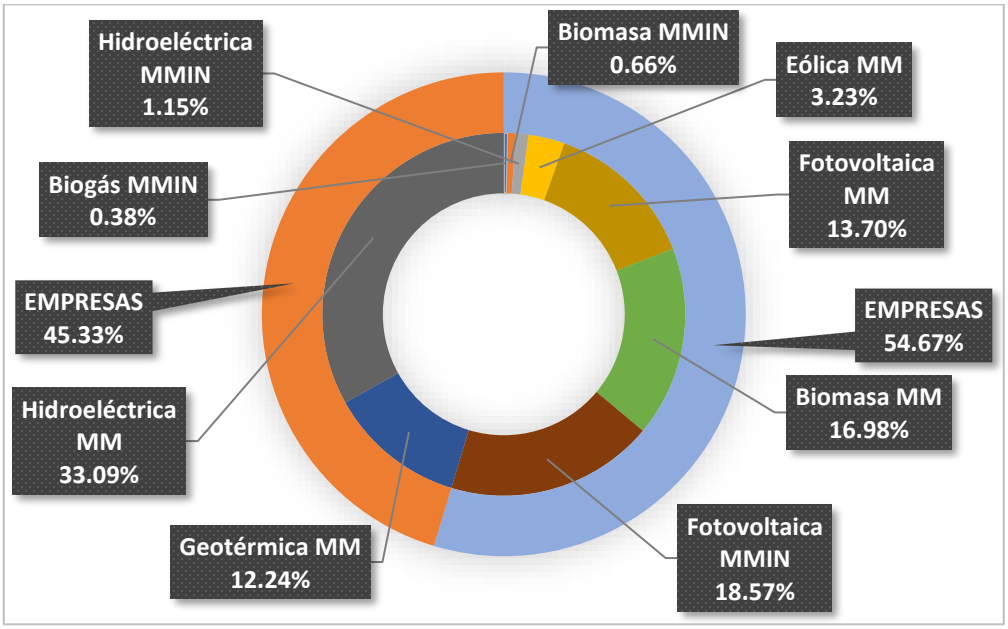
Continuando con la capacidad instalada de 2021, la capacidad de las energias renovables es de 1,670.22 MW, según los datos de la SIGET, se pueden desagregar en empresa privada y empresa estatal, por cada tipo de energia renovable que se explota en la matriz energetica de El Salvador:

Tabla 70 Tipo de energía por tipo de empresa, capacidad de energías renovales

Tipo de Energía	(%)	Empresa Privada	Tipo de Energía	(%)	Empresa Estatal
Biogás MMIN	0.38%	6.35	Geotérmica MM	12.24%	204.43
Biomasa MMIN	0.66%	11.02	Hidroeléctrica MM	33.09%	552.68
Hidroeléctrica MMIN	1.15%	19.21			
Eólica MM	3.23%	53.95			
Fotovoltaica MM	13.70%	228.82			
Biomasa MM	16.98%	283.60			
Fotovoltaica MMIN	18.57%	310.16			
Subtotal	**54.67%**	**913.11**		**45.33%**	**757.11**

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16 Porcentaje de capacidad instalada por fuentes de energía



Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2021

De la tabla y gráfico anterior, se puede inferir que la capacidad instalada en energias renovables, por parte de la empresa estatal es del 45.33% del total de esta capacidad

(1,670.22 MW), lo cual representan 757.11 MW, mientras que la empresa privada tiene el 54.67% de esta capacidad lo cual significa 913.11 MW de la matriz; de lo anterior se tiene que la empresa estatal toda su capacidad proviene de la energia geotermica (204.43 MW) y de la energia hidroelectrica (552.68 MW) y ambas estan conectadas a la red de transmision, dicho de otras palabras estan dentro del Mercado Mayorista; mientras que la empresa privada es mas diversificada la capacidad que posee al 2021, donde el 33.91% pertenecen al Mercado Mayorista (MM) representado por la generacion fotovoltaica (228.82 MW), biomasa (283.60 MW) y eolica (53.95 MW), por el contrario se tiene la capacidad instadala siempre de la empresa privada pero en el Mercado Minorista (MMIN), dentro del cual esta presente la energia a partir de biogás, biomasa, hidroelectrica y fotovoltaica representando el 20.76% de la capacidad de las energias renovables, lo que significan 346.74 MW de capacidad instalada.

La generacion neta de energia electrica al 2021, según datos de la SIGET, se detallan a continuación:

Tabla 71 Generación neta de energía eléctrica al 2021

GENERADORAS	GENERACIÓN				VARIACIÓN
	2020		2021		
	(MWh)	(%)	(MWh)	(%)	
HIDRÁULICA	2,066,194.99	34.69%	1,821,172.03	28.13%	-11.86%
GEOTÉRMICA	1,449,987.63	24.34%	1,559,103.69	24.08%	7.53%
FOTOVOLTAICA	899,634.47	15.10%	1,074,429.43	16.59%	19.43%
COMBUSTIBLE FÓSIL	953,587.08	16.01%	986,484.35	15.24%	3.45%
BIOMASA	546,798.52	9.18%	880,444.25	13.60%	61.02%
EÓLICA	14,121.19	0.24%	131,784.89	2.04%	833.24%
BIOGÁS	26,385.27	0.44%	21,279.74	0.33%	-19.35%
TOTAL	**5,956,709.15**	**100.00%**	**6,474,698.38**	**100.00%**	**8.70%**

Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2021

Los datos anteriores estan clasificados y desglosadas según el estatuto de la empresa, privada o estatal, como se detalla en la siguiente tabla:

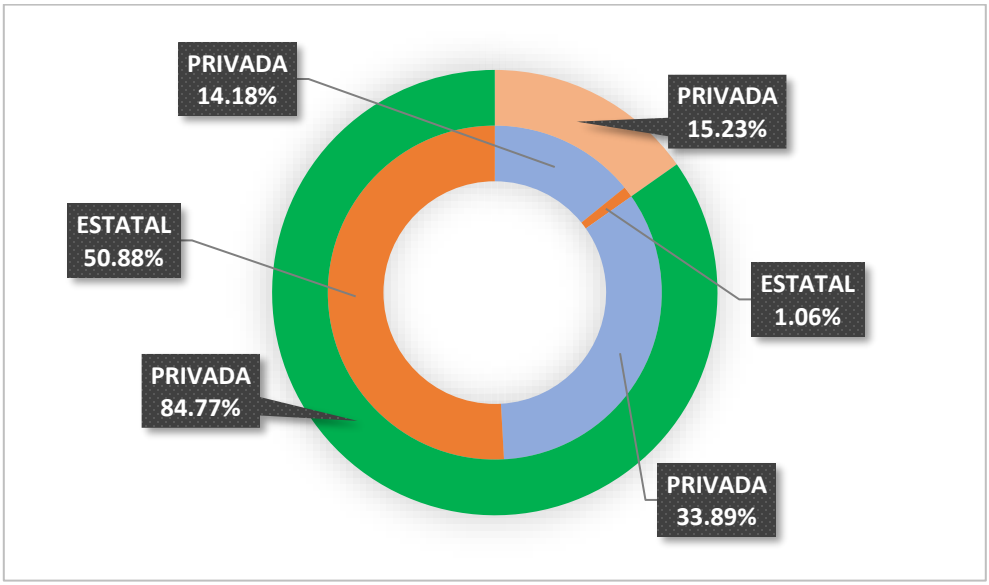
Tabla 72 Desglose según el estatuto de la empresa, privada o estatal

TIPO DE ENERGÍA	TIPO DE EMPRESA	2021 (MWh)	(%)	(% acum)
NO RENOVABLE	PRIVADA	918,112.23	14.18%	15.23%
	ESTATAL	68,372.12	1.05%	
RENOVABLE	PRIVADA	2,194,120.25	33.89%	84.77%
	ESTATAL	3,294,093.78	50.88%	
TOTAL		**6,474,698.38**	**100.00%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Con base a los datos anteriores se obtiene la grafica siguiente, estratificada según el tipo de energia generada por cada tipo de empresa, publica y privada:

Gráfico 17 Porcentaje de capacidad instalada por tipo de empresa.



Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2021

Con base a los datos de las dos tablas anteriores se tiene que al 2021, la mayor generación según la tecnologia utilizada es la que se da mediante las generadoras hidraulica con 1,821,172.03 MWh que representa el 34.69% de la generación total de El Salvador, y la de menor generación es la que se da a base de biogás con 21,279.74 MWh que representa unicamente el 0.33% de la generación del pais, recalcando que la generación de esta tecnologia disminuyo en 19.35% en el 2021 a comparacion del 2020, lo que representa una disminucion de 5,105.53 MWh de generación implementando esta tecnologia; en el mismo sentido la generación global de El Salvador crecio en un 8.70% que representan 517,989.23 MWh mas de generación, donde la tecnologia que mas aumento su generación es la energia eolica con un 833.24% de variacion con respecto al año 2020. El top 3 de mayor generación al año 2021, lo cierran las generadoras geotermicas con una participacion del 24.08% que representan 1,559,103.69 MWh y le sigue las generadoras fotovoltaicas con 1,074,429.43 MWh que significa el 16.59% de la generación del mercado electrico salvadoreño.

De los 6,474,698.38 MWh de generación del mercado electrico del pais, en el ultimo grafico se puede observar que la energia no renovable representa el 15.23% de la generación anual, de la cual el 14.18% es generada por la empresa privada y el 1.05% restante por la empresa

publica; donde el porcente global restante, 84.77%, es energia renovable, de la cual el 50.88% la genera la empresa publica y un 33.89% la empresa privada.

CAPACIDAD INSTALADA Y CAPACIDAD DISPONIBLE DE GENERADORES MERCADO MINORISTA (MW)

Tabla 73 Capacidad instalada y capacidad disponible de generadores mercado minorista

No	NOMBRE	TIPO	CAPACIDAD INSTALADA		CAPACIDAD DISPONIBLE	
			(MW)	(%)	(MW)	(%)
	COMBUSTIBLES FÓSILES		**757.1**	**36%**	**724.2**	**38%**
1	ORAZUL		338.3	16%	313.1	17%
	1.1- ACAJUTLA	A) MOTORES	*150*	*7%*	*147.3*	*8%*
	1.2- ACAJUTLA	B) GAS	*82.1*	*4%*	*64*	*3%*
	1.3- ACAJUTLA	C) VAPOR	*63*	*3%*	*59.5*	*3%*
	1.4- ACAJUTLA	D) VAPOR	*27*	*1%*	*27*	*1%*
	1.5- SOYAPANGO	D) MOTORES	16.2	1%	15.3	1%
2	NEJAPA POWER	MOTORES	143.9	7%	141.5	7%
3	CENTRAL ELÉCTRICA TALNIQUE	MOTORES	100.8	5%	100.8	5%
4	TERMOPUERTO S.A. de C.V.	MOTORES	73.7	4%	71.7	4%
5	TEXTUFIL, S.A.	MOTORES	42.5	2%	42.5	2%
6	HOLCIM	MOTORES	25.9	1%	25.9	1%
7	ENERGÍA BOREALIS	MOTORES	13.6	1%	11.3	1%
8	GENERADORA ELÉCTRICA CENTRAL, S.A. DE C.V.	MOTORES	11.6	1%	10.9	1%
9	HILCASA ENERGY	MOTORES	6.8	0%	6.5	0%
	HIDRÁULICA		**552.69**	**27%**	**552.69**	**29%**
10	CEL		552.69	27%	552.69	29%
	10.1 - 5 DE NOVIEMBRE	HIDRÁULICA	*180.09*	*9%*	*180.1*	*10%*
	10.2 - 15 DE SEPTIEMBRE	HIDRÁULICA	*180*	*9%*	*180*	*9%*
	10.3 - CERRÓN GRANDE	HIDRÁULICA	*172.8*	*8%*	*172.8*	*9%*
	10.4 - GUAJOYO	HIDRÁULICA	*19.8*	*1%*	*19.8*	*1%*
	BIOMASA		**283.6**	**14%**	**181.7**	**10%**
11	CASSA		123.4	6%	63	3%
	11.1- INGENIO CHAPARRASTIQUE	TURBOGENERADOR	*78.4*	*4%*	*35*	*2%*
	11.2- CENTRAL IZALCO	TURBOGENERADOR	*45*	*2%*	*28*	*1%*
12	INGENIO EL ÁNGEL	TURBOGENERADOR	95.3	5%	53.8	3%
13	INGENIO JIBOA	TURBOGENERADOR	34.9	2%	34.9	2%
14	INGENIO LA CABAÑA	TURBOGENERADOR	30	1%	30	2%
	FOTOVOLTAICA		**228.9**	**11%**	**211.9**	**11%**

15	CAPELLA SOLAR		115	*6%*	*100*	*5%*
	15.1- ALBIREO I	FOTOVOLTAICA	*57.5*	*3%*	*50*	*3%*
	15.2- ALBIREO II	FOTOVOLTAICA	*57.5*	*3%*	*50*	*3%*
16	PROVIDENCIA SOLAR		60	*3%*	60	*3%*
	16- ANTARES	FOTOVOLTAICA	*60*	*3%*	*60*	*3%*
17	ACAJUTLA ENERGÍA SOLAR LTDA. DE C.V.		20	1%	20	1%
	17- LOS REMEDIOS	FOTOVOLTAICA	*20*	*1%*	*20*	*1%*
18	PROYECTO LA TRINIDAD, LTDA. DE C.V.		14	1%	14	1%
	18.1- LA TRINIDAD	FOTOVOLTAICA	*8*	*0%*	*8*	*0%*
	18.2- MÁRQUEZ	FOTOVOLTAICA	*6*	*0%*	*6*	*0%*
19	SONSONATE SOLAR		10	*0%*	*8*	*0%*
	19.1- SONSONATE SOLAR	FOTOVOLTAICA	*10*	*0%*	*8*	*0%*
20	ECOSOLAR, S.A. DE C.V.		9.9	*0%*	*9.9*	*1%*
	20.1- ECOSOLAR	FOTOVOLTAICA	*9.9*	*0%*	*9.9*	*1%*
	GEOTÉRMICA		**204.4**	**10%**	**175**	**9%**
21	LAGEO		204.4	10%	175	9%
	21.1- BERLÍN	GEOTÉRMICA	*109.4*	*5%*	*100.3*	*5%*
	22.2- AHUACHAPÁN	GEOTÉRMICA	*95*	*5%*	*74.7*	*4%*
	EÓLICO		**54**	***3%***	**50**	***3%***
22	VENTUS, S.A. DE C.V.	EÓLICO	*54*	*3%*	*50*	*3%*
	TOTALES		**2,080.71**	**100%**	**1,895.46**	**100%**

Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2021

CAPACIDAD INSTALADA DE GENERADORES MERCADO MINORISTA (MW)

Tabla 74 Capacidad instalada de generadores mercado minorista

CAPACIDAD INSTALADA	APR	GDR	UPR	APT-D	TOTAL
CENTRALES FOTOVOLTAICAS, MW					
AES NEJAPA GAS, LTDA. DE C.V.		2.50			**2.50**
AES UNION DE NEGOCIOS		3.50			**3.50**
AHUACHAPAN SOLAR, S.A. DE C.V.		1.80			**1.80**
AMERICAN INDUSTRIAL PARK		24.45			**24.45**
ASOCIO GRUPO ARQUERO DELFOS, S.A. DE C.V.		1.20			**1.20**
BOSFORO LTDA. DE C.V.		100.00			**100.00**
BUENAVENTURA, S.A. DE C.V.		0.78			**0.78**
CERÁMICA DEL PACIFICO, S.A. DE C.V.		0.30			**0.30**
CERSA S.A DE C. V		11.50			**11.50**
COESAR, S.A. DE C.V.		1.08			**1.08**
CUSCATLÁN SOLAR, LTDA. DE C.V.		10.00			**10.00**
DESARROLLOS AGRICOLAS SANTA MARTA		1.94			**1.94**
DISTRIBUIDORA DE AZUCAR Y DERIVADOS, S.A. DE C.V.		0.20			**0.20**
ECOENERGY, S.A. DE C.V.		4.50			**4.50**
ECTROPA, S.A. DE C.V.		0.10			**0.10**
EDECSA, S.A. DE C.V.		2.00			**2.00**
ELECTRICA DE CEREN, S.A. DE C.V.		10.00			**10.00**
ELIAS POCASANGRE		3.50			**3.50**

ENCINA SOLAR		1.50			**1.50**
ENERGIA Y PROYECTOS, S.A. DE C.V.		1.40			**1.40**
ENERPOWER, S.A. DE C.V.		0.30			**0.30**
EPOCACI, S.A. DE C.V.		1.60			**1.60**
F. PEÑA DE MORENO, S.A. DE C.V.		0.45			**0.45**
GENEFI, S.A. DE C.V.		0.19			**0.19**
GENRO, S.A. DE C.V.		1.90			**1.90**
HILCASA ENERGY, S.A. DE C.V. (APOPA ENERGY)		12.28			**12.28**
HILOSA POWER, S.A. DE C.V.		1.50			**1.50**
IELOU ENERGY, S.A. DE C.V.		2.04			**2.04**
INDUFOAM ENERGY SUPPLY, S.A. DE C.V.		3.10			**3.10**
INVERSIONES ENERGÉTICAS DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.		0.75			**0.75**
INVERSIONES ICARUS, S.A. DE C.V.		0.04			**0.04**
INVERSIONES Y DESARROLLOS ENERGETICOS, S.A. DE C.V.		3.64			**3.64**
LEXCORP SOLAR, S.A. DE C.V.		**2.38**			**2.38**

Fuente: Boletín estadísticas eléctricas de El Salvador. SIGET

CAPACIDAD INSTALADA DE GENERADORES MERCADO MINORISTA (MW)

Tabla 75 Capacidad instalada de generadores mercado minorista

CAPACIDAD INSTALADA	APR	GDR	UPR	APT-D	TOTAL
CENTRALES FOTOVOLTAICAS, MW					
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA		0.25			0.25
PARQUE SOLAR CANGREJERA, S.A. DE C.V.		1.20			1.20
POTENZA, S.A. DE C.V.		11.00			11.00
PROMOTORA INMOBILIARIA M.A. S.A. DE C.V.		1.40			1.40
PROVIDENCIA SOLAR, S.A. DE C.V.		19.80			19.80
PROYECTO LA TRINIDAD, LTDA. DE C.V.		8.60			8.60
SOLAR INTERNACIONAL, S, A. DE C. V		1.20			1.20
SOLARIS ENERGY, S.A. DE C.V.		0.80			0.80
VASES INGENIEROS		0.50			0.50
VIJOSA POWER, LTDA. DE C.V.		1.35			1.35
UPR			51.60		51.60
APR	0.05				0.05
TOTAL C. FOTOVOLTAICAS	**0.05**	**258.51**	**51.60**		**310.16**
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS, MW					
COMPAÑÍA ELÉCTRICA CUCUMACAYÁN, S.A. DE C.V.		11.65			11.65
DE MATHEU Y CIA, S.A. DE C.V.		0.60			0.60
HIDRO JUAYUA		2.47			2.47
HIDROELÉCTRICA PAPALOATE S.A. DE C.V.		2.00			2.00
INDUSTRIAS AGRICOLAS VENECIA Y PRUSIA S.A. DE C.V.		0.25			0.25
SANEAMIENTO BÁSICO, EDUCACIÓN SANITARIA Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS (SABES)		0.08			0.08
SENSUNAPAN S.A. DE C.V.		2.00			2.00
VELESA ENERGY, S.A. DE C.V.		0.12			0.12
TOTAL P.C. HIDROELÉCTRICAS	**-**	**19.169**	**-**		**19.17**
CENTRALES DE GLP, MW					
KIMBERLY-CLARK DE CENTRO AMÉRICA, LTDA. DE C.V.				13.99	13.99
TOTAL C. DE GLP	**-**	**-**		**13.99**	**13.99**
CENTRALES DE BIOMASA, MW					
INGENIO CENTRAL AZUCARERO JIBOA, S.A. DE C.V.		9.20			9.20
INGENIO LA MAGDALENA, S.A. DE C. V		1.80			1.80
TOTAL C. DE BIOMASA	**-**	**11.00**	**-**		**11.00**
CENTRALES DE BIOGAS, MW					
AES NEJAPA GAS, LTDA. DE C.V.		5.00			5.00

AGRÍCOLA GANADERA ONZA, S.A. DE C.V.		0.30			0.30
AGROSANIA S.A. DE C.V.		0.15			0.15
RENIG, S.A. DE C.V.		0.85			0.85
TOTAL C. DE BIOGAS	**-**	**6.30**	**-**		**6.30**
TOTAL GENERAL	**0.05**	**294.98**	**51.60**	**13.99**	**360.62**

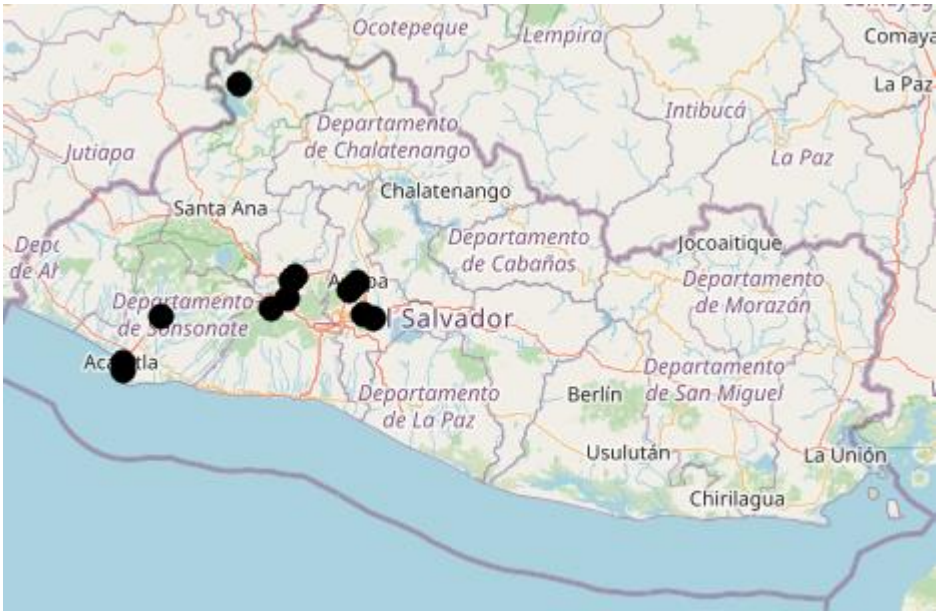
Fuente: Boletín estadísticas eléctricas de El Salvador. SIGET

Según uno de los links proporcionados en la entrevista al Ing. Víctor Sagastume detalla las plantas que hay según la tecnologia que se utiliza para la generacion de energia electrica, las cuales se detallan a continuación:

A. Energías No Renovables.

Dentro de las energías no renovables se consideran aquellas que utilizar derivados del petróleo por lo que, tiene cabida aquella que es generada a base de GLN, en los siguientes mapas se muestran las generadoras de esta tipología:

Ilustración 37 Generadores no renovables GLN



Fuente: generadores.siget.gob.sv

Dentro de esta generación, se tienen la de tipo térmico a base de bunker, de las cuales en El Salvador se tienen 12 planta con esta tecnología de generación.

Bajo la misma tipología de energías no renovables, se tiene la generadora de tecnología térmica a base de GNL, bajo la titular de energía del pacifico, LTDA. De C.V., la cual está conectado a la red de transmisión bajo entidad ETESAL, aportando 380.65 MW a la matriz energética.

Ilustración 38 Generadoras no renovables BUNKER

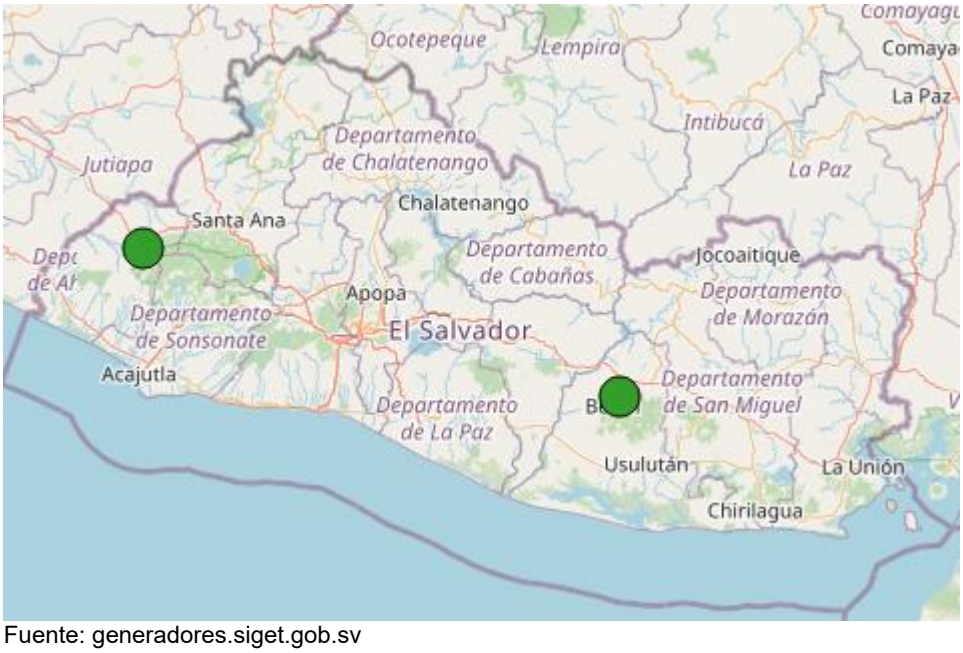


Fuente: generadores.siget.gob.sv

B. Energía Geotérmica.

Bajo esta tipología de generadora se tienen únicamente dos plantas, una ubicada en Ahuachapán y la otra ubicada en el departamento de Usuluán.

Ilustración 39 Generadoras geotérmicas



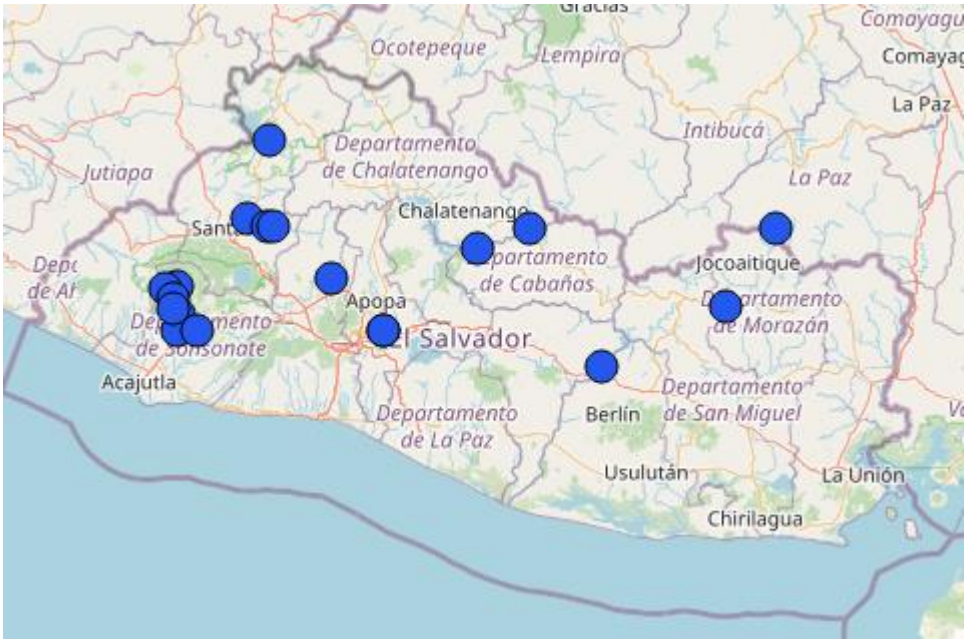
Fuente: generadores.siget.gob.sv

La ubicada en Ahuachapán, tiene una potencia nominal de 95 MW, está conectada a la red de transmisión bajo el ente ETESAL, y es conocida con el nombre de Central Geotérmica Ahuachapán, mientras que la ubicada en Usulután es conocida como Central Geotérmica Berlín y tiene una potencia nominal de 109.4 MW, que al igual que la anterior está conectada a la red de transmisión bajo el mismo ente.

C. Energía Hidráulica.

Una fuente representativa en la matriz eléctrica nacional es la energía hidroeléctrica la cual, según el mapa de generadoras de El Salvador, hay diecinueve plantas hidroeléctricas a nivel nacional.

Ilustración 40 Generadoras hidroeléctricas



Fuente: generadores.siget.gob.sv

De las diecinueve plantas identificadas, cuatro de estas están conectadas a la red de transmisión de El Salvador, siendo estas: Central Hidroeléctrica 15 De Septiembre, Central Hidroeléctrica 5 De Noviembre, Central Hidroeléctrica Cerrón Grande y Central Hidroeléctrica Guajoyo.

D. Energía Eólica.

De este tipo de tecnología de generación solamente se tiene una planta a nivel nacional, la cual está ubicada en el departamento de Santa Ana, en el municipio de Metapán.

Ilustración 41 Generadoras Eólicas



Fuente: generadores.siget.gob.sv

Es conocida como Parque VENTUS, esta generadora está conectado a la red de transmisión nacional mediante el ente ETESAL, aportando un total de 54 MW.

E. Energía Fotovoltaica.

Actualmente es un tipo de energía que se ha explotado en El Salvador, para ello la referencia del mapa, el cual está repleto de generadoras con este tipo de tecnología.

Ilustración 42 Generadoras fotovoltaicas



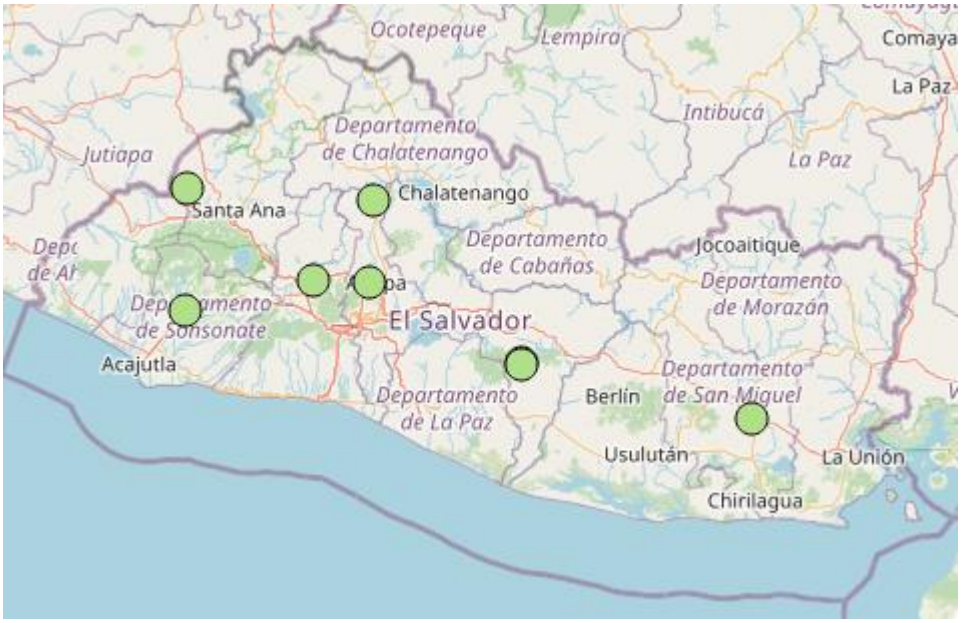
Fuente: generadores.siget.gob.sv

De todas las plantas fotovoltaicas que se observan en la imagen únicamente seis están conectadas a la red de transmisión, las cuales forman parte del mercado mayorista, de las seis plantas mencionadas la de mayor potencia nominal está ubicada en el departamento de Usulután, en el municipio de Puerto el Triunfo, aportando 100 MW a la matriz energética, conocida como planta albireo.

F. Energía de Biomasa.

De esta tipología de generadoras se contabilizan ocho plantas a nivel nacional, de las cuales siete son planta de ingenios azucareros, los cuales aprovechan el bagazo de la caña de azúcar, y la restante es propiedad de HanesBrands.

Ilustración 43 Generadoras Biomasa



Fuente: generadores.siget.gob.sv

Del total de plantas a base de biomasa se tienen que seis de estas, están conectadas a la red de transmisión de El Salvador, donde la de mayor potencia está ubicada en el municipio de Apopa, propiedad de Ingenio El Ángel, aportando 95.3 MW.

G. Energía de Biogás.

El total de plantas que explotan este recurso son cinco, de las cuales ninguna se basa en el tratamiento de aguas residuales, la más cercana es la planta ubicada en Nejapa propiedad de AES, que se basa en tratamiento de desechos sólidos.

Ilustración 44 Generadoras Biogás



Fuente: generadores.siget.gob.sv

De las cinco plantas con esta tecnología, ninguna está conectada a la red de transmisión de El Salvador, siendo la más potente la planta mencionada anteriormente, AES Nejapa Gas, aportando 5 MW a la matriz energética.

Basándose en las estadísticas eléctricas de 2021 y en los mapas de generadoras de la SIGET, se infiere que el biogás al no ser la tecnología de generación que menos plantas tiene, ya que lo es la tecnología eólica, pero si es la que menos aporta a la matriz energética, ya que según datos de las estadística de 2021, el biogás generó en 2021 6.30 MW lo que es aproximadamente nueve veces menos de lo que genera la única planta eólica de El Salvador (54 MW), agregando que ninguna de las plantas de biogás es basándose en el tratamiento de aguas residuales, por lo que el Proyecto se vuelve interesante desde diversas perspectivas, social, ambiental, etc., ya que el aprovechamiento de un recurso que se genera al brindar un bienestar común para los habitantes de un municipio, como lo es el tratamiento de aguas residuales, puede ser replicable en cualquiera de los municipios que así busque adoptar este modelo de proyecto.

1.2 Definición de producción de energía eléctrica de El Salvador

A. Energías No Renovables

Estos son recursos energéticos que pueden agotarse y se encuentran en la naturaleza en cantidades limitadas, es decir son los métodos de producción de energía a partir de una fuente de energía agotable y que además consumen algún tipo de combustible como, por ejemplo: petróleo, carbón, uranio, etc.

La energía no renovable una vez que se consume en su totalidad, no puede ser sustituido debido a que no existe un sistema de producción o de extracción que pueda ser económicamente viable; además se puede decir que la energía no renovable se considera a nivel de la vida humana ya que algunos procesos han durado hasta más de quinientos millones de años, un ejemplo de ello es la acumulación de carbono.

Este tipo de energía en su mayoría las fuentes de las que provienen implican la emisión de gases en efecto invernadero y de este modo contribuyen a empeorar el cambio climático.

Algunos tipos de Energía No Renovable son:

Combustibles fósiles: Estos se originaron a partir de material orgánico que ha experimentado altas temperaturas y presiones durante millones de años antes de transformarse en una de las siguientes formas:

- **El carbón:** Es una especie de roca compuesta principalmente de carbono.
- **Petróleo:** Es una mezcla de compuestos orgánicos, también formada a partir de material orgánico y que, en condiciones normales de presión y temperatura, es un líquido bituminoso.
- **Gas natural:** Es una combinación de hidrocarburos de gases ligeros de origen natural, siendo su componente principal el metano.

Ejemplos de energía no renovable que se pueden mencionar:

- Automóviles de gasolina o diésel, los cuales utilizan combustibles derivados del petróleo.
- Embarcaciones de carga que funcionan con gasoil.
- Aeronaves que utilizan derivados del petróleo.
- Plantas nucleares que utilizan el uranio en reacciones de fisión nuclear.
- Equipos de calefacción a gas que funcionan con gas natural.

Luego de comprender que son las energías no renovables, se abordan las energías renovables que son las que se obtienen a partir de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales para la moderación de la extracción de minería de fluidos gases y fósil; algunos de los tipos de energías que están presentes en el territorio salvadoreño son las siguientes:

B. Energía Geotérmica

Este en un tipo de energía renovable que su terminología proviene del del griego geo (Tierra) y thermos (calor); que literalmente significa: calor de la Tierra.

La energía geotérmica se obtiene al aprovechar el calor que emana del interior de la tierra y el cual se transmite a través de los cuerpos de roca o piedras calientes o conducción y convección, donde se combinan los procesos de interacción de agua subterránea que está presente bajo la superficie terrestre, en espacios rocosos o suelos porosos y las rocas que están formadas por cristales o granos de uno o más minerales, dando origen a los sistemas geotérmicos que están presentes en el interior de la Tierra cuando está caliente y la temperatura aumenta con la profundidad; además este tipo de energía es considerado globalmente continua e inagotable a escala humana.

Durante los últimos siete años, El Salvador ha habido un aumento de casi un 35% de su capacidad de generación energía, principalmente a través de las fuentes renovables; en estas se puede destacar la geotermia, que es una de las fuentes de energía más tradicionales del país, y en la actualidad la energía geotérmica contribuye al 23% del total de electricidad consumida en el mercado interno salvadoreño y en comparación con otras fuentes, esta forma de energía proporciona una fuente estable y fiable, a un costo relativamente bajo, sin intermitencias y con representando un mínimo de riesgos operativos o tecnológicos.

En el contexto de El Salvador, en un reciente estudio presentado en el último Congreso Mundial de Geotermia por investigadores de El Salvador, islandeses e iraníes mencionan un costo total de US$ 480 millones para una planta geotérmica de 50 MW en el país de Centroamérica, lo que es equivalente a 9.600 dólares por kilovatio (kW).

Esto representa aproximadamente una quinta parte del costo por kW de la energía geotérmica evaluada por IRENA, o alrededor de una décima parte del costo de la energía geotérmica indicado en el estudio del Congreso Mundial de Geotermia.

Entre las ventajas se pueden mencionar las siguientes:

- Su coste es económicamente bajo y no implica riesgos asociados con su extracción.
- Se puede extraer de cualquier parte de la corteza terrestre lo que significaría una reducción considerable en la dependencia energética exterior para muchos países.
- Los residuos que genera son mínimos en comparación con los generados por otras fuentes de energía, cómo el petróleo y el carbón.
- La fuente de recurso geotérmico es inagotable con el pasar del tiempo a escala de la humanidad.
- Los precios no están sujetos a los internacionales, sino que puede mantener los precios nacionales o locales.

Las principales desventajas son:

- Aunque en proporciones pequeñas con relación a la energía suministrada, se producen emisiones de ácido sulfhídrico y CO2.
- Puede contaminar aguas que cercanas con sustancias cómo el arsénico o el amoniaco.
- Su instalación tiene un gran impacto visual en el entorno de los paisajes.
- No es transportable.

C. Energía Hidráulica

Este tipo de energía también es conocida como energía hídrica o hidroenergía, que es la que se adquiere de aprovechar la energía cinética o potencial de los flujos de agua, caídas o saltos de agua; además en un tipo de energía que se ha utilizado durante mucho tiempo a lo largo de la historia humana y en diversas escalas, debido a su capacidad para convertirse en múltiples formas de energía útiles y beneficiosa.

La energía hidráulica es considerada un fuente de recurso segura, renovable y limpia, debido a que no se desgasta el agua que se utiliza y tampoco produce sustancias tóxicas o contaminantes; sin embargo, es común que tenga un impacto notable en el medioambiente debido a las consecuencias que pueden surgir de las instalaciones, sobre todo a gran escala, como es el caso de las represas hidroeléctricas, que modifican el flujo de agua de los ríos, provocan inundaciones de tierras previamente secas y pueden incluso tener un gran impacto en la calidad del agua.

Desde tiempos antiguos, la fuerza de los ríos ha sido aprovechada mediante molinos y dispositivos giratorios para convertir su energía en potencia mecánica, ya sea para moler granos o trigo, o para producir electricidad. La potencia del agua, su fluidez y su abundancia hacen que estos mecanismos sean un recurso valioso e idóneo para la humanidad a lo largo de los siglos.

Las plantas hidroeléctricas son el ejemplo más reconocido de la utilización de la energía hidráulica con el propósito de generar energía eléctrica. Este proceso se lleva a cabo mediante la ubicación de la central en lugares donde hay caída de agua natural o un cauce de río o mediante la construcción de una represa hidroeléctrica en caso de no contar con la altura adecuada.

El principio detrás de estos emplazamientos consiste es aprovechar la energía potencial gravitatoria del agua o la fuerza de su corriente, para poner en movimiento el líquido y que este se mueva constantemente en una turbina hidráulica, generando un movimiento de rotación que se transmite a un generador de eléctrico. La electricidad producida de esta manera puede luego ser distribuida a través de la red eléctrica para abastecer a hogares y establecimientos comerciales que la necesitan.

La generación de energía hidroeléctrica está a cargo de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), una empresa estatal. Durante el lapso comprendido entre el 1 al 5 de julio del 2022, la contribución de esta fuente ascendió al 36,97% de la oferta nacional y como consecuencia, emerge como el principal proveedor en términos de cantidad en comparación con las otras cinco fuentes. En el período que abarca del 6 al 7 de julio del 2022, El Salvador enfrentó la influencia del huracán Bonnie, junto con posteriores ondas tropicales. Con el propósito de resguardar a la población ante las fuertes precipitaciones, la CEL optó por evitar las mencionadas descargas de agua y optó por maximizar la producción. De esta manera, durante esos días, las cuatro centrales hidroeléctricas lograron generar un total de 15.631,57 megavatios por hora (Mw/h), manteniendo los embalses casi llenos para prevenir inundaciones en cultivos, daños en viviendas y evitar un mayor exceso de humedad en el suelo; además entre mayo y julio, la entidad estatal informa que ha conseguido generar al menos 50 % más de energía que el año anterior en las represas.

Las ventajas de dicho tipo de energía son las siguientes:

- Es una fuente renovable ya que no se agota el suministro de agua de los ríos y no contribuye en su disminución.
- Es económica y de fácil obtención debido a la amplia disponibilidad de agua en el planeta y los costos se centran principalmente en la instalación de las centrales hidroeléctricas, lo cual se considera solo como inversión inicial.
- Se caracteriza por ser una forma de energía limpia, ya que no produce sustancias contaminantes debido a la ausencia de procesos de combustión o utilización de materias primas.
- A largo plazo resulta rentable ya que no depende de la adquisición continua de materias primas, ni está sujeto a las fluctuaciones del mercado.

Las desventajas presentes en este tipo de energía son:

- El impacto ambiental causado por las grandes instalaciones en ríos y lagos.
- Los gastos elevados están asociados a la construcción de las centrales, así como los costos adicionales derivados de la necesidad de las inundar de tierras fértil para crear una represa.
- La modificación de los ecosistemas fluviales río abajo, debido a que el agua liberada por la planta carece de sedimentos.
- Las temporadas de sequía extrema y fenómenos como El Niño pueden tener un efecto drástico en la producción de electricidad.

D. Energía Eólica

Es aquella energía que se obtiene al aprovechar la fuerza del viento. El viento contiene diferentes niveles de energía cinética, que se pueden convertir en electricidad a través de turbinas y aspas. Esto permite alimentar ciudades, industrias y zonas rurales, especialmente en áreas con vientos constantes e intensos, esta fuente de energía renovable ofrece un rendimiento sólido, seguro y respetuoso con el medio ambiente.

La energía eólica, al igual que la solar, forma parte del conjunto de energías "verdes" o sostenibles, que son más amigables con el entorno ambiental en comparación con las fuentes altamente contaminantes como la quema de los combustibles fósiles. Por este motivo, la instalación de parques eólicos ha advertido de forma multitudinaria a todo el mundo en respuesta a la preocupación ambiental por el cambio climático.

Estos parques eólicos suelen ubicarse en áreas costeras, donde la eficiencia es mayor, aunque los costos también aumentan, así como en terrenos planos y extensas llanuras donde el viento es constante y significativo. aproximadamente el 5% de la producción global de electricidad proviene de estas instalaciones, y naciones como Dinamarca que satisfacen alrededor del 25% de sus demandas energéticas a través de la energía eólica.

El calentamiento desigual de la superficie terrestre debido a la radiación solar provoca alteraciones en la presión y la temperatura de las masas de aire naturales, resultando en la formación de vientos. Estos vientos, al desplazarse, tienen la capacidad de poner en movimiento las hélices de los generadores eólicos. Estos generadores, comparables en esencia a molinos tradicionales, transforman la energía cinética del viento en lugar de moler trigo, en cambio, la definición en energía eléctrica con múltiples aplicaciones.

Este fenómeno ocurre cuando las aspas de la hélice son impulsadas por el viento, lo que a su vez hace girar el rotor de un generador. Este generador, en conjunto con un alternador, produce una corriente eléctrica constante. Estos artefactos son denominados como generadores de turbinas eólicas, y frecuentemente se necesita de la instalación de varias unidades debido a su producción de energía relativamente moderada.

La implementación de energía eólica en El Salvador tendrá efectos positivos como la disminución de la dependencia en los combustibles fósiles importados, la garantía de una mayor estabilidad en los preciosos energéticos y la ampliación de la diversidad en la red eléctrica nacional. ArcVera Renewables desempeñó un papel técnico fundamental en el desarrollo de este significativo proyecto inaugural en el país, participando en todas las fases del proceso. Esto agregó la aplicación de la técnica avanzada de modelado de mesoescala de ArcVera desde las primeras etapas del proyecto para definir y optimizar la producción de energía eólica.

La empresa Tracia Network Corporation ha logrado con éxito la implementación del Proyecto Eólico Ventus, marcando así la inauguración del primer parque eólico en el país de El Salvador. Para llevar a cabo este proyecto, se contó con el respaldo de los servicios avanzados proporcionados por ArcVera Renewables, que desempeñarán un papel crucial desde las etapas de exploración y planificación hasta el desarrollo y la obtención de financiamiento.

Situado en Metapán, El Salvador, el parque eólico Ventus, con una capacidad de 54 MW, consta de 15 aerogeneradores Vestas V136-3.6. Esta iniciativa tendrá un impacto significativo

en la capacidad de generación de energía renovable en El Salvador y contribuirá a la reducción de aproximadamente 200,000 toneladas de CO2 anuales en emisiones a la atmósfera.

Ventajas de la energía eólica:

- Limpieza, constituye una manera relativamente amigable con el medio ambiente para obtener energía, ya que, además de la instalación de los parques eólicos, podrían afectar visualmente el paisaje en cierta medida y no generar emisiones atmosféricas, ni contaminantes de ningún tipo.
- La estabilidad, en los parques eólicos no presentan los riesgos a corto y largo plazo asociados con la energía nuclear y no suponen peligros para la salud. Aunque en ocasiones se han registrado problemas derivados del ruido generado por el giro diario de las máquinas, por esta razón se tiende a favorecer la elección de permanecer en zonas moderadamente apartadas.
- Es un recurso renovable, el viento es una fuente de energía inagotable y natural.
- Utilización del terreno, los parques eólicos pueden coexistir con campos de cultivo u otras formas de uso del terreno, incluso en áreas que de otra manera no serían adecuadas para la agricultura, como desiertos, costas marítimas o pendientes muy empinadas.
- Los Costos, la tecnología eólica es muy económica en comparación con otras alternativas para la generación de electricidad.

Las desventajas de la energía eólica son:

- Variabilidad, la velocidad del viento no mantiene una constancia, lo que resulta en una producción de energía intermitente y poco confiable. Por lo tanto, se hace necesario combinarla con otros métodos de generación.
- Rentabilidad limitada, a pesar de su carácter limpio y seguro, la eficiencia de la energía eólica es limitada. Se requieren grandes extensiones de tierra para instalar múltiples turbinas y lograr niveles significativos de producción eléctrica.
- Impacto medioambiental, aunque no emiten contaminantes, los parques eólicos alteran la apariencia del entorno natural de los paisajes y degradan a la fauna local, en particular a las aves migratorias.

E. Energía Fotovoltaica

Consiste en la conversión directa de la energía solar en electricidad, un proceso que ocurre en dispositivos llamados paneles solares fotovoltaicos. En estos paneles, la radiación solar estimula los electrones en un material semiconductor, generando una pequeña diferencia de potencial eléctrico. Al conectar varios de estos dispositivos en serie, se obtiene un aumento en la diferencia de potencial.

Aunque se conocía el efecto fotovoltaico desde el siglo XIX, fue en la década de los años 50, durante la era de la carrera espacial, cuando los paneles solares fotovoltaicos experimentaron un avance notable. Inicialmente empleados para proporcionar electricidad a satélites de comunicación en órbita, en la actualidad representan una tecnología crucial para la generación de energía renovable.

Una de las ventajas fundamentales de la tecnología fotovoltaica radica en su carácter modular, lo que permite construir desde grandes instalaciones solares en el suelo hasta pequeños paneles para tejados.

La energía solar, conocida técnicamente como energía fotovoltaica, representa un ahorro económico y una apuesta por la sostenibilidad medioambiental para las compañías que eligen esta forma de generación.

Un caso ilustrativo de la adopción de esta modalidad de energía se encuentra en El Salvador, donde Holcim y AES El Salvador han acordado construir y operar un parque fotovoltaico para abastecer la producción de cemento. Este parque proporcionará energía a la Planta El Ronco en Metapán, Santa Ana, estimando que un 21% de la energía necesaria para la fabricación del cemento será generada mediante paneles solares.

Cuando este parque solar de la cementera esté en funcionamiento en 2023, se estima que se dejarán de consumir alrededor de 43,000 barriles de fuel oil. Esto significará un ahorro financiero al no tener que invertir en grandes cantidades de combustible, así como un beneficio medioambiental al evitar la quema de combustibles fósiles y sus emisiones de gases que contribuyen al cambio climático.

La utilización de energías renovables para autoconsumo se perfila como una solución energética sólida para las empresas, no solo en términos de reducción de costos operativos y mejora de la rentabilidad, sino también en la gestión de activos con un impacto ambiental

reducido. Al hacerlo, estas empresas se definen en ciudadanos corporativos responsables que contribuyen positivamente al cuidado del planeta.

Entre sus beneficios fundamentales:

- Genera energía limpia, gratuita e inagotable.
- Requiere una inversión inicial asequible.
- Altamente adaptable a diversas situaciones.
- Por otro lado, sus principales desafíos son:
- Almacenamiento complicado.
- Su rendimiento depende de la intensidad solar.
- Requiere una superficie extensa para su instalación.

F. Energía de Biomasa

La representa la sustancia orgánica utilizada como fuente de energía, que puede derivar de biomasa o plantas, incluyendo desechos naturales; además esta forma de energía se adquiere a través del proceso de fotosíntesis ejecutada por las plantas, ellas aprovechan la radiación solar para transformar el dióxido de carbono del aire, el agua y otras sustancias elementales en compuestos orgánicos.

Comparada con las formas tradicionales de energía generada a partir de combustibles fósiles, la biomasa es una alternativa más rentable. Además, se presenta como una fuente de energía renovable, más segura y ecológica que los combustibles convencionales, ya que su proceso de combustión emite menos agentes contaminantes al entorno.

La energía se emplea normalmente en la calefacción de espacios cerrados, calentamiento de agua y biomasa de producción de electricidad o calor, siendo aplicable tanto a nivel doméstico como industrial. En la actualidad, la biomasa también permite la producción de biocombustibles, como el bioetanol o biobutanol.

En El Salvador, en lo que respecta a la producción de electricidad a partir de biomasa, se han dado pasos significativos en el análisis de la disponibilidad de recursos dendroenergéticos. Se ha llevado a cabo una evaluación preliminar de la extensión de la oferta y demanda de madera, dado que aproximadamente el 47% del consumo de energía primaria en el país proviene de esta fuente.

Esta evaluación ha involucrado la implementación de tecnologías de detección remota y la validación de patrones espectrales captados desde dispositivos en el terreno, con el propósito de cuantificar de forma individual y establecer correlaciones estadísticas.

Los beneficios de emplear biomasa como recurso energético son:

- Representa una forma de energía sostenible y regenerativa.
- Contribuye a disminuir la cantidad de desechos, además de otorgarles un propósito funcional.
- Abundancia en cantidades significativas.
- No intensifica el impacto en el efecto invernadero, ya que su empleo como combustible resulta en una emisión reducida de agentes perjudiciales al entorno.
- Resulta económicamente rentable.
- Tiene el potencial de generar beneficios económicos en áreas rurales.

Los inconvenientes asociados al empleo de biomasa como recurso energético son:

- Su aplicabilidad aún se encuentra limitada en alcance.
- Su eficiencia energética es inferior en comparación con otros tipos de fuentes, como los combustibles fósiles.
- Requiere de extensiones con gran amplitud para su cultivo y almacenamiento subsiguiente.
- Puede generar amenazas para áreas forestales.
- Los canales de distribución que se utilizan en la generación de este tipo de energía de biomasa no están suficientemente desarrollados.
- Existe la posibilidad de aumentar el costo de ciertos alimentos, ya que ciertos cultivos son desviados hacia la producción de esta fuente de energía.
- Su densidad energética es menor que la de los combustibles fósiles.

Diversos ejemplos de materiales orgánicos empleados como fuentes de energía de biomasa incluyen:

- Residuos de aceite en hogares.
- Depósitos de excrementos de rumiantes.
- Partículas de aserrín.
- Tallos de caña de azúcar.
- Granos como sorgo, maíz, trigo o cebada.
- Desechos de poda vegetal.
- Ramas provenientes de árboles.

- Sobrantes de la planta de remolacha.
- Madera para combustión.
- Restos de alimentos.
- Cáscaras de distintas frutas.

G. Energía de Biogás

Esta forma de energía sostenible proviene de convertir desechos orgánicos en forma de gas, contribuyendo al ciclo económico circular, en conjunto con fuentes establecidas como la energía solar y la eólica. El biogás está haciendo esfuerzos por destacar y demostrar su contribución a la economía circular.

Una vez purificado de manera apropiada, este gas puede emplearse para generar energía eléctrica a través de turbinas o instalaciones generadoras de gas, además de servir como fuente de calor en hornos, estufas, secadoras, calderas, sistemas de calefacción y otros dispositivos debidamente ajustados.

El biogás representa una forma de gas renovable derivado de desechos orgánicos provenientes de diversas industrias como la alimentaria, agrícola y ganadera. En esencia, este biocombustible puede ser obtenido siempre que exista materia orgánica biodegradable susceptible de descomposición.

En la naturaleza, cualquier desecho orgánico se convierte en nutriente para otros organismos vivos. El biogás opera bajo este mismo principio, incluso en entornos urbanos, donde se generan numerosos residuos biodegradables como cáscaras de fruta y posos de café, así como otros restos que se acumulan en los contenedores de desechos orgánicos.

Según la ASI, El Salvador ostenta el título de ser el primer país en Centroamérica en albergar una central generadora de biogás. La instalación, ubicada en AES Nejapa, produce electricidad a partir de los residuos sólidos depositados en el relleno sanitario de Nejapa desde el año 2011.

La capacidad de la planta alcanza los 6.6 megavatios, un logro que ha atraído la atención en la región. De hecho, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) la considera un proyecto "innovador" y sin precedentes en la zona.

Según la Cepal, en el año 2018, aproximadamente el 0.7% de la energía eléctrica generada en El Salvador se originó a partir de los desechos en vertederos y de las actividades agroindustriales relacionadas con la cría de ganado vacuno, porcino y avícola.

Las ventajas de la energía del biogás se centran principalmente en sus cualidades como fuente de energía renovable y en el nivel de economía que puede ser logrado mediante su utilización:

- Esta forma de energía es sostenible y no se agota con su uso. La generación de biogás puede continuar indefinidamente, siempre y cuando se provea la cantidad necesaria de materia orgánica para operar el sistema. Esta materia puede derivar de fuentes animales, como las granjas, o vegetales, provenientes de residuos agrícolas.
- El proceso permite un ciclo cerrado, ya que los excedentes generados en la producción de biogás pueden ser empleados como fertilizantes, añadiendo así una nueva fuente al ámbito agrícola. Esta nueva materia orgánica alimenta a los sistemas de producción, completando un ciclo beneficioso.
- El biogás es una forma de energía limpia que no emite grandes cantidades de sustancias tóxicas o contaminantes a la atmósfera o al suelo, en contraste con los combustibles fósiles o la energía nuclear.
- Además, el biogás tiene la capacidad de generar electricidad, calor y carburantes utilizables en vehículos.

El biogás también exhibe una serie de inconvenientes que pueden dar lugar a los siguientes aspectos negativos:

- La inversión requerida para la instalación de los sistemas de biogás es considerablemente alta. A medida que se busque un mayor potencial, el costo tiende a aumentar. A pesar de que el ahorro a mediano y largo plazo es significativo, es necesario efectuar un desembolso sustancial antes de iniciar la producción de biogás.
- Aunque la emisión de CO2 (dióxido de carbono) en la atmósfera debido a la producción de biogás no sea excesiva, sigue siendo perjudicial para el entorno en cantidades significativas.
- La investigación en este campo aún está en progreso y los avances no son tan extensos como se desearía, lo que limita la eficiencia general de la tecnología.
- El producto resultante del biogás puede contener impurezas que potencialmente dañen los motores cuando se utiliza como carburante.
- La viabilidad del biogás depende de las materias primas disponibles, las cuales no se encuentran distribuidas de manera uniforme en todo el mundo. Las áreas rurales resultan más apropiadas, ya que tienen la capacidad de proporcionar una mayor cantidad de materia orgánica.

2. PROYECTOS DE REFERENCIA POR TIPO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA

2.1 Descripción de proyectos por cada tipo de tecnología de generación

A. Energías no renovables

Energía del Pacífico (EDP) anunció este lunes el inicio de la operación del proyecto de generación de energía eléctrica a base de gas natural ubicado en Acajutla, tendrá capacidad de generar 380.7 megavatios (MW) de potencia y su energía asociada, se convierte en la planta con la mayor capacidad instalada del sistema eléctrico salvadoreño.

La construcción de la planta de gas natural, en Acajutla, es la inversión privada más alta de El Salvador por más de $1,000 millones.

El proyecto, que inició en 2015, contó con capital propio y con cuatro financistas: la financiera estatal finlandesa (Finnvera), el banco alemán KFW, Overseas Private Investment Corporation (OPIC) y la Corporación Financiera Internacional (IFC), el brazo financiero del Banco Mundial.

B. Energía geotérmica.

Ilustración 45 Central Geotérmica Berlín



Fuente: Informe estadístico Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020

La generación geotérmica aportada por LAGEO al Mercado Mayorista de Electricidad durante el primer semestre del 2020 fue de 722.07 GWh, cubriendo el 24.57% de la demanda, y el resto fue producida mediante recursos hidroeléctricos (22.86%), térmicos (19.23%), recursos renovables no convencionales (8.49%) e importación (9.64%)

Central Geotérmica Ahuachapán

De febrero a marzo se realizó el cambio de cuatro válvulas defectuosas (3 de 20” y una de 24”) en la descarga de las bombas Johnston hacia la línea de reinyección Chipilapa.

Durante marzo se realizó el cambio de la tubería incrustada de la línea de descarga del sistema de bombeo Johnston a la línea de reinyección Chipilapa, lo cual permitió remover aproximadamente 20 metros de tubería incrustada (de 20” diámetro).

De marzo a junio, debido a la pandemia mundial provocada por el virus COVID-19, se creó el equipo de emergencia que se encargó de la operación y mantenimiento de la Central Geotérmica de Ahuachapán desde marzo a de junio/2020

Central Geotérmica Berlín

Salida de línea programada de la Unidad-2 por Mantenimiento Mayor para la revisión integral de todos los equipos principales y auxiliares que componen la unidad generadora. Se sustituyeron partes dañadas, se efectuaron pruebas de diagnóstico para verificación de estado de los activos. Se realizó evaluación y diagnóstico de equipos por parte de Power Engineers.

Salida de línea de la Unidad-4 por Mantenimiento Mayor para la revisión integral de todos los equipos principales y auxiliares que componen la unidad generadora. Se sustituyeron partes dañadas, se les efectuaron pruebas de diagnóstico para verificación de estado de los activos. Se efectuó mantenimiento nivel L4 correspondiente a las 100,000 horas de operación al generador y sustitución de los preheaters “B” de los sistemas 2/9 y 4/5.

Mantenimiento a todos los equipos de la subestación de 115lkV. Termografía para detectar puntos calientes. Limpieza a aisladores, herrajes de subestación. Limpieza de punto de contactos y apriete de pernos. Pruebas de operación, funcionamiento, diagnóstico a interruptores, CTs, PTs y a los relevadores de protección de línea de la subestación. Debido a la pandemia mundial provocada por el virus COVID-19, se creó el equipo de emergencia que se encargó de la operación y mantenimiento de la Central Geotérmica de Berlín desde marzo a de junio/2020

C. Energía hidroeléctrica

Ilustración 46 Central Hidroeléctrica El Chaparral



Fuente: Informe estadístico Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020

La generación hidroeléctrica aportada por CEL al Mercado Mayorista de Electricidad durante el primer semestre del 2020 fue de 671.8 GWh, cubriendo el 22.86% de la demanda, y el resto fue producida mediante recursos geotérmicos (24.57%), térmicos (19.23%), recursos renovables no convencionales (8.49%) e importación (9.64%).
La época lluviosa del año 2019 a pesar que estuvo influenciada por la presencia del fenómeno El Niño, permitió que el embalse de regulación de la central hidroeléctrica Cerrón Grande alcanzara su nivel máximo llegando a la cota 243.18 msnm, (cota máxima 243.00 msnm), sin embargo, la central Guajoyo quedó en la cota 426.83 msnm (Cota máxima 430 msnm); esta condición limitó la disponibilidad de energía almacenada para el primer semestre del año.

De acuerdo a la información del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), la época lluviosa del año 2020, ha generado precipitación sobre el promedio hasta el mes de julio. Asimismo, la lluvia en los meses de mayo y junio, se observó con superávit, esto ha permitido que la generación hidroeléctrica se haya incrementado para dichos meses. Con excepción de la unidad de la Central Hidroeléctrica Guajoyo, la unidad 1 de la Central Hidroeléctrica 15 de Septiembre, y unidad 4 de la Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre, se ha tenido una disponibilidad arriba del 94%. Se dio cumplimiento al Programa Anual de Mantenimientos Mayores y mantenimientos preventivos periódicos de las unidades de las cuatro centrales hidroeléctricas.

Debido a las restricciones establecidas para el control de la pandemia del COVID-19, se ha registrado retraso en la finalización del mantenimiento de la Unidad 4 de la Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre, que requiere de la intervención de especialistas extranjeros.

El precio promedio de venta de CEL en el MRS fue de US$54.59/ MWh. Durante el primer semestre de 2020, CEL importó 6.88 GWh desde el Mercado Eléctrico Regional y aprovechando los excedentes del recurso hidroeléctrico exportó 9.06 GWh

D. Energía eólica

Ilustración 47 Parque Eólico Ventus



Fuente: Informe estadístico Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2020

El parque eólico de la empresa Ventus, ubicado en el Municipio de Metapán y cuya obra inició su construcción el 19 de agosto de 2019, dio inicio a la generación energética por medio de la fuerza del viento.

La gerencia de Ventus destacó que, gracias al apoyo de los actores gubernamentales, entre ellos el CNE, se logró continuar con la operación pese a la emergencia por la pandemia. Durante el mes de abril de 2020 se recibieron los componentes para los aerogeneradores en el Puerto de Acajutla, en ese momento el proyecto contaba con un avance del 44%.

Durante una visita técnica realizada por funcionarios de CNE y de la empresa INE, se explicó que el parque eólico cuenta con 10 de sus 15 aerogeneradores inyectando energía eléctrica a la red nacional.

Los aerogeneradores tienen 11 componentes entre ellos: base, torre, nacelle (caja multiplicadora), 3 aspas de 67 metros de largo cada una, y un buje que se encarga de fijar las aspas. Estos modernos equipos, operan por sí mismos y están orientados hacia el norte, dirección por donde se recibe el viento, este parque eólico es el más grande de Centroamérica y que además cuenta con los aerogeneradores más altos de la región con 120 metros de altura según el CNE

E. Energía fotovoltaica

La planta está ubicada en Usulután y suministra el 7% de la energía que se consume en el país, y con el precio más competitivo. Esta es la segunda instalación de la compañía NEOEN, que inicia operaciones en El Salvador, la primera se encuentra en el departamento de La Paz.

Gracias al impulso dado a las energías limpias, con las plantas Albireo 1 y 2 se dejarán de emitir 64,400 toneladas de CO2 al año, además durante la construcción y operación, destacaron la participación de mujeres que con su aporte contribuyen a generar energía renovable.

Ilustración 48 Planta fotovoltaica Potenza





Fuente: Fotografía propia

Así mismo en este tipo de energía eléctrica se tuvo el privilegio de efectuar una visita técnica en la planta Potenza, que está ubicada en el departamento de La Libertad en el municipio de Jayaque, la cual como lo explica el guía de la visita las operaciones de la planta iniciaron en el año 2017, desde entonces no se ha incrementado su capacidad pero actualmente se encuentra en estudio la posibilidad de aumentar el número de paneles en la planta, el proceso de generación es que Por medios de paneles conectados en serie distribuyen una cantidad

de volts y están van conectados a unos transformadores que hacen que eleve el volt a una tensión alta y esta se dirige a una subestación, la cantidad de paneles que se tienen en Potenza son de 38,760, donde cada uno genera 46 KW por lo que tiene un capacidad instalada de 10 KW, generando 10.967 MW, están conectados a una red distribuidora de AES.

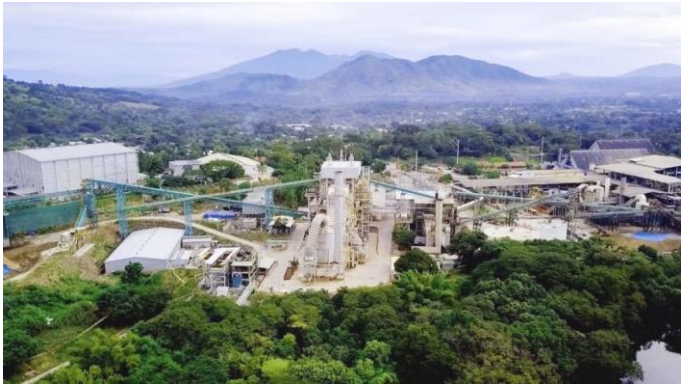
Ilustración 49 Planta fotovoltaica Potenza.



Fuente: Fotografía propia

F. Energía de biomasa

Ilustración 50 Planta de Biomasa Ingenio El Ángel



Fuente: guanacos.com

Miles de toneladas de bagazo van saliendo a diario como residuo al exprimir hasta la última gota de la caña en la época de zafra, un producto que desde el 2002 hasta la fecha ha jugado un papel importante en la generación de energía eléctrica en el país.

Actualmente existen seis ingenios azucareros en El Salvador, de los cuales cuatro generan

energía eléctrica para autoconsumo, y el excedente lo inyectan a la red nacional, que en total vienen siendo 125 megavatio/hora (MW/h) en año zafra. Dicho excedente ayuda, en cierta medida, a que los precios de la energía eléctrica nacional mantengan cierta estabilidad, ya que no dependen totalmente del mercado eléctrico internacional, lo que influye positivamente en la factura del consumidor final.

Cada ingenio produce diferente volumen de energía, ya que cada uno procesa diversos montos en toneladas de caña y por tanto de bagazo.

En la actualidad la producción de energía por medio del bagazo de caña de azúcar presenta un crecimiento de cerca de un 7.5%, siendo esta su presencia dentro de la matriz energética, según cifras de la Unidad de Transacciones.

El ingenio El Ángel inauguró este viernes uno de los proyectos de generación de energía renovable más grandes ejecutado en El Salvador. La planta de energía es capaz de producir 47.6 megavatios y generó cerca de 700 empleos durante su construcción. Tuvo una inversión de cerca de $68.2 millones y se finalizó en aproximadamente dos años en todas sus fases. El ministro de Economía, Tharsis Salomón, estuvo presente en la inauguración y felicitó al ingenio El Ángel por su contribución al desarrollo de El Salvador. El presidente del ingenio El Ángel, Juan Wright, manifestó que actualmente trabaja con 1,800 cañeros y que desde 1998 continúan invirtiendo en la generación de energías renovables.

G. Energía de biogás

Ilustración 51 Planta de Biogás AES Nejapa



Fuente: aes-elsalvador.com

Planta de generación, ubicada en el municipio de Nejapa, cuenta con una capacidad instalada de 6 megavatios (MW) generados a partir del biogás que se obtiene de relleno sanitario, el cual es captado y conducido hacia la planta, evitando su expulsión a la atmósfera y contribuyendo así a contrarrestar el efecto invernadero.

2.2 Costos de generación de energías renovables

La década de 2010 a 2020 representa un periodo notable de reducción de costos para las tecnologías de energía solar y eólica. La combinación de apoyo político específico e impulso de la industria ha hecho que la electricidad renovable de la energía solar y eólica pase de un nicho costoso a una competencia cara a cara con los combustibles fósiles para obtener nueva capacidad. En el proceso, ha quedado claro que las energías renovables se convertirán en la columna vertebral del sistema eléctrico y ayudarán a descarbonizar la generación de electricidad, con costos más bajos que en un futuro normal.

Los costos de generación de energía eléctrica pueden variar ampliamente en función de una serie de factores que afectan la producción, el transporte y la distribución de la electricidad. Aquí tienes algunos de los factores clave que influyen en los costos de generación de energía eléctrica:

- **Tipo de fuente de energía:** Cada tipo de fuente de energía tiene diferentes costos asociados con la extracción, producción y conversión de energía. Las fuentes de energía pueden incluir combustibles fósiles (como petróleo, gas natural y carbón), energía nuclear, energías renovables (como hidroeléctrica, solar, eólica y geotérmica) y otros.
- **Tecnología y eficiencia:** Dentro de cada tipo de fuente de energía, las tecnologías utilizadas pueden variar en términos de eficiencia, costos de fabricación, operación y mantenimiento. La innovación tecnológica puede influir en la disminución de los costos con el tiempo.
- **Capacidad y tamaño de la planta:** La capacidad de generación de una planta influye en los costos. Las plantas más grandes tienden a ser más eficientes en términos de costo por unidad de energía generada que las plantas más pequeñas.

- **Inversión inicial:** Los costos de construcción y equipamiento inicial son una parte importante de los costos de generación. Esto incluye la infraestructura, los generadores, los sistemas de transmisión y distribución, entre otros.
- **Operación y mantenimiento:** Los costos operativos, como el mantenimiento de equipos, la supervisión y el personal, contribuyen significativamente a los costos de generación a lo largo del tiempo.
- **Combustibles y recursos:** Para las fuentes de energía que utilizan combustibles, los precios de estos combustibles (como el petróleo, el gas natural o el uranio) pueden variar y afectar los costos de generación.
- **Ubicación geográfica:** La ubicación de la planta puede influir en los costos debido a las condiciones geográficas, el acceso a recursos naturales (como la radiación solar o la velocidad del viento) y los requisitos de infraestructura, como la construcción de líneas de transmisión.
- **Regulaciones y permisos:** Los requisitos legales y regulatorios, así como los costos asociados con la obtención de permisos y cumplimiento de regulaciones ambientales y de seguridad, pueden aumentar los costos.
- **Ciclos de demanda:** Los costos pueden variar según los patrones de demanda de energía eléctrica a lo largo del día, la semana o el año. La demanda pico puede requerir inversiones adicionales en capacidad de generación y transmisión.
- **Impacto ambiental:** Las fuentes de energía que generan emisiones contaminantes pueden enfrentar costos adicionales asociados con el cumplimiento de regulaciones ambientales y la implementación de tecnologías de mitigación.

En resumen, los costos de generación de energía eléctrica están influenciados por múltiples factores interrelacionados. La combinación de estos factores varía según la fuente de energía, la tecnología utilizada, la ubicación geográfica y otros elementos específicos del contexto.

Si bien los costos asociados a la generación de energía eléctrica pueden variar en función de los factores antes mencionado, a continuación, se muestra un promedio de los costos según de las energías renovables que actualmente están generando electricidad en el país:

Tabla 76 Costos por generación de energía renovable.

E. hidráulica	E. eólica	E. fotovoltaica	E. biomasa	E. geotérmica
0.044 USD /kWh.	0.039 USD /kWh	0.057 USD / KWh	0.076 USD /kWh	0.075 USD/kWh
65 $/ MWh	35 $ / MWh	41 $/MWh	44 $/MWh	$52 / MWh

Fuente: Power generation costs. IRENA

Tal y como se puede apreciar en la tabla de costos promedios de generación de energía eléctrica la biomasa no el más bajo en costos de producción, sin embargo, esto puede representar una disminución de los costos a futuro ya que en este tipo de Proyectos únicamente se considera la inversión por la actividad de generación eléctrica y no la inversión de la PTAR, ya que esa inversión tiene una finalidad establecida, por ende, es una ventaja que genera este tipo de proyecto.

D. MERCADO DE ABASTECIMIENTO O PROVEEDOR

1. GENERALIDADES DEL MERCADO

1.1 Identificación de la materia prima e insumos

Los componentes de las aguas residuales pueden ser físicos, químicos y biológicos:

Físicos: Los componentes y parámetros físicos de las aguas residuales son:

a) Olor: es un punto importante de caracterización ya que se debe a la presencia de los gases liberados durante la descomposición de la materia orgánica, donde el agua residual posee un olor peculiar debido a la presencia de sulfuro de hidrogeno que es el resultado del proceso de la reducción de los sulfatos a sulfitos producido por la acción de los microorganismos, la caracterización y medida de olores se debe a cuatros factores importantes como el carácter, detectabilidad, sensación y la intensidad.(Maceo & Universidad, 2024).

b) Temperatura: es otra característica particular ya que las aguas residuales presentan temperaturas mayores que las aguas no contaminadas, a esto se debe a que a que este tipo de agua al existir mayor actividad bioquímica por parte de los microorganismos va a ser un factor proporcional al aumento de la temperatura, también se toma los puntos de descargas de aguas calientes como las procedentes de las casas y de los diferentes usos industriales, la temperatura del agua es un parámetro importante ya que incide sobre el desarrollo de la vida acuática, debido a que el oxígeno es menos soluble en agua caliente.(Ruiz et al., 2024).

c) Densidad: comúnmente se define como la masa por unidad de volumen expresado en Kg/m3 y g/cm3, también se emplea como una alternativa el peso específico del agua residual obtenido del coeficiente ya establecido entre la densidad del agua y la

densidad de agua residual, lo cual depende mucho de la temperatura y esta a su vez está en función de la concentración toral de los sólidos presentes en el agua residual. (Chacón et al., 2024).

d) Turbiedad: es un procedimiento que nos indica la calidad de las aguas que se vierten debido a la relación de del material coloidal y residual en suspensión, La obtención de la medición de la turbiedad se lleva por métodos prácticos-físicos como es la comparación entre la intensidad de luz dispersada en la muestra y la intensidad de luz ya acotada en un registro de suspensión de referencia, esta característica es importante ya que la materia coloidal suspendida en la superficie del agua absorbe la luz impidiendo su transmisión, donde existe una variabilidad de proporción en relación de las dos características como es la turbiedad y la concentración de sólidos en suspensión de aguas residuales.(Llano et al., 2024).

e) Contenido de solidos: encuentra representados por las partículas visibles y coloidales que se encuentra en la masa de las aguas residuales que está conformada por la materia orgánica como los carbohidratos, celulosa, partículas de fibra, quitina y otros elementos más de tipo orgánico, también se encuentra las sustancias químicas inorgánicas. El contenido de sólidos se clasifica en los siguientes. (Colotta, 2024).

f) Sólidos Totales (ST): se definen como los residuos que quedan después de que la muestra ha sido evaporada y secada entorno a una temperatura de 105°C durante un intervalo de tiempo de veinte cuatro horas al calor seco. (Garcés & Peñuela, 2024).

g) Color: el color en las aguas residuales se debe por la presencia de sólidos suspendidos, también un color verde en estas aguas se deduce que por el producto de las sustancias coloidales y sustancias disueltas, el color es punto importante ya que podemos deducir a simple vista que puede ser producto de la sustancias que son arrojadas en los desagües en la que encontramos los colorantes de la industrias, los ácidos húmicos y fúlvicos, taninos y otros muchos elementos más, cabe mencionar que se puede estimar con esta característica las condiciones que se encuentra el agua residual. (Cordova, 2024)

h) Distribución de Partículas según el Tamaño: el tamaño de las partículas de las aguas residuales varía en cuanto su magnitud tenemos: < 0,08 µm sustancias disueltas; 0,08 hasta 1,0 µm para partículas coloidales; 1 hasta 100 µm para partículas supracoloidales; > 100 µm para partículas sedimentables. (Morón, 2024)

i) pH: es el grado de alcalinidad o acidez que posee el agua, depende a la proporción de contracción de iones de hidrógenos los valores de pH oscilan en una escala entre 0 y 14 siendo el pH = 7 el neutro, este es característica es importante porque nos permite saber el grado de acidificación que tiene estas aguas residuales. (Amaya et al., 2024)

Químicos: Los componentes químicos más comunes en las aguas residuales son:

- Orgánicos:
    a) Carbohidratos: Estas representan el 25% de los componentes orgánicos de las aguas residuales domesticas que están conformadas por azúcares, almidones los cuales se degradan por la actividad microbiana presente en las aguas residuales, también existe carbohidratos complejos de difícil degradabilidad. (Salgado et al., 2024)

    b) Proteínas: estas constituyen el 65% del material orgánico de las aguas residuales domésticas y son los principales componentes químicos que se tarta en los sistemas de tratamiento, también se produce el ácido sulfhídrico debido a los aminoácidos azufrados presentes en las proteínas. (Romero et al., 2024)

    c) Lípidos: están constituidos por aceites y grasa que conforma el 10% de los componentes orgánicos, se los considera componentes indeseables debido a que contribuye a la obstrucción de las tuberías, también producen malos olores e inhiben la proliferación de los microorganismos. (Vásquez, 2024)
- Inorgánicos:
    a) Nitratos: Procedente de la descomposición de las materias vegetales y animales o de los compuestos nitrogenados que en presencia de oxígeno los microorganismos trasforman la materia orgánica presente en el agua. (Larios, 2024)

b) Sulfatos: son solubles, proceden oxidación bacteriana de sulfuros, su concentración oscila en ríos entre 20 y 50 mg/l. (Aguilera et al., 2024)

c) Cromo: se encuentra en forma natural, pero en aguas residuales se trata de un metal contaminante los cuales en aguas forman complejos aminados y cianurados, complejos de estabilidad con otros compuestos químicos como los cloruros, sulfatos, sales amónicas, cianuros y nitratos presenta un grato de toxicidad en los organismos. (Benito et al., 2024)

d) Hierro: están presente en las aguas residuales debió a la producción de acero y otros materiales, este se encuentra trivalente en las aguas superficiales, estos compuestos químicos producen serios problemas de salud como la dermatitis. (Gilpavas et al., 2024)

e) Cloruro: la presencia de los cloruros se debe a la disolución de depósitos de minerales, provenientes de diversos afluentes de la actividad industrial o domestica debido, también se puede tomar como indicador de la presente contaminación de carácter microbiológico de un patógenos indeseable. (Morante, 2024)

f) Calcio: la presencia de este metal es que forma sales solubles con aniones de bicarbonato, sulfato, fluoruro y cloruro, están asociadas con el nivel de mineralización. (Ramírez et al., 2024)

g) Zinc: su presencia en las aguas superficiales y subterráneas es rara, donde este elemento químico se encuentra en forma inorgánica, iónica y colorida, los cuales en grandes cantidades son causan la turbidez de estas aguas, es un claro indicador de contaminación por pilas, aceites de motores que son consecuencia de derrame de vertederos. (Mancilla et al., 2024)

- **Gases:** sulfuro de hidrógeno, metano y oxígeno.

Biológicos: Las aguas residuales tratada o crudas albarca un sin número de organismos vivos entre los que se encuentra los patógenos de la salud humana como son: Bacterias, Virus, formas parasitarias, también encontramos indicadores de contaminación fecal entre ellos el Escherichia Coli que se usan en los diseños de las lagunas de estabilización, también se encuentra las bacterias nitrificantes como el Nitrobacter, Nitrosomas , y las bacterias que oxidan el azufre, también géneros importantes como Nocardia, Sphaerotillus y los Ciliados como los rotíferos y pedunculados.(Romero et al., 2024)

Definición de aguas residuales

Aguas residuales

Aguas desechadas provenientes de las actividades de diferentes usos: público urbano, público rural, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas. Su composición puede ser variada y presentar sustancias contaminantes disueltas o en suspensión. La normativa correspondiente identifica agua residual, agua residual de tipo especial y agua residual de tipo ordinario.

1.2 Diversificación de las aguas residuales y términos relacionados

Aguas residuales de tipo ordinario

Agua residual generada por las actividades domésticas de los seres humanos, tales como el uso de servicios sanitarios, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa y otras similares.

Aguas residuales de tipo especial

Agua residual generada por actividades agroindustriales, industriales, hospitalarias y todas aquellas que no se consideran de tipo ordinario.

Alcantarillado sanitario

Sistema formado por colectores, subcolectores, obras accesorias, tuberías o conductos generalmente cerrados y que conducen aguas ordinarias, especiales o ambas.

Cuerpo de agua

Es todo aquel manantial, rio, quebrada, arroyo permanente o no permanente, lago, marisma, embalse natural o artificial, estero, turbera, pantano, humedal, agua dulce, salobre o salada.

Efluente

Caudal de aguas residuales que sale de la última unidad de conducción o tratamiento. También se refiere a la derivación de un curso de agua principal.

Ente generador

Persona natural o jurídica, pública o privada, responsable de la actividad causante del vertido, del tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

Lecho

Superficie del fondo de un cuerpo de agua, fundamentalmente constituido por sólidos sedimentados de distinta composición fisicoquímica, que incluye bentos y la materia orgánica inerte.

Medio o cuerpo receptor

Río, quebrada, lago, laguna, embalse, mar, estero, manglar, pantano, donde se vierten aguas residuales tratadas, excluyendo el sistema de alcantarillado y el suelo.

Reúso de aguas residuales

Uso o aprovechamiento de aguas residuales o recicladas que hayan sido objeto o no de tratamiento previo.

Saneamiento

Consiste en métodos y medios para recoger y eliminar las excretas y las aguas residuales de una colectividad de manera higiénica para no poner en peligro la salud de las personas y de la comunidad en su conjunto.

Vertido o vertimiento

Es cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, a un cuerpo receptor, al suelo o al subsuelo.

Vertimiento puntual

Es aquel vertimiento realizado en un punto fijo y en donde el ente generador de la descarga es identificable.

1.3 Procedencia de aguas residuales domésticas e industriales

A. Procedencia de aguas residuales domésticas o urbanas

Las aguas residuales que generan los humanos son identificadas y nominadas según su origen de contaminación. En el caso de las aguas residuales generadas en los hogares, pueden ser aguas domésticas o urbanas, y se clasifican en dos tipologías:

- Las aguas negras, que proceden de los inodoros y que también se denominan fecales**.** Su nombre proviene por el color que adquiere el agua debido a la descomposición de la materia orgánica y su olor por la descomposición bacteriana.
- Las aguas grises, cuyo origen son las duchas, bañeras, lavavajillas y lavadoras. Su composición contiene jabón, residuos orgánicos sólidos y en suspensión.

B. Industrias que producen aguas residuales.

- Acabados metálicos

Los residuos producidos en las operaciones de acabado de metales suelen ser lodos que contienen metales disueltos en líquido. Las operaciones de chapado, acabado de metales y fabricación de placas de circuito impreso (PCB) producen una gran cantidad de lodos que contienen hidróxidos metálicos como hidróxidos férricos, hidróxidos de magnesio, hidróxidos de níquel, hidróxidos de zinc, hidróxidos de cobre e hidróxidos de aluminio. Las aguas residuales de los acabados metálicos deben ser tratadas para cumplir con toda la normativa aplicable, ya que son residuos para el medio ambiente y para las personas/animales.

- Lavanderías industriales

La industria de los servicios textiles comerciales procesa unos 15.000 millones de libras de ropa al año y las aguas residuales generadas por esos uniformes, toallas, alfombras y similares están llenas de aceite y grasa, pelusas, arena, arenilla, metales pesados y COV, que deben ser tratados antes de ser liberados.

- Fabricación de productos químicos

Las industrias químicas se enfrentan a formidables retos normativos medioambientales a la hora de tratar sus efluentes de aguas residuales. Los contaminantes vertidos en las refinerías de petróleo y las plantas petroquímicas incluyen contaminantes convencionales como aceites y grasas, y sólidos en suspensión, así como amoníaco, cromo, fenoles y sulfuros.

- Producción de acero/hierro

El agua utilizada en la producción de hierro y acero sirve para la refrigeración y la separación de subproductos. Se contamina con productos como el amoníaco y el cianuro en la conversión inicial. Los flujos de residuos incluyen benceno, naftalina, antraceno, fenoles y crisoles. La conformación del hierro y el acero en chapa, alambre o varillas requiere agua como lubricante de base y refrigerante, junto con aceites hidráulicos, sebo y partículas sólidas. El agua utilizada en la galvanización del acero requiere ácido clorhídrico y ácido sulfúrico. Las aguas residuales incluyen las aguas de enjuague ácidas junto con el ácido residual. Muchas aguas residuales de la industria siderúrgica están contaminadas por aceite hidráulico, también conocido como aceite soluble.

- Centrales eléctricas

Las centrales eléctricas de combustibles fósiles, especialmente las de carbón, son una fuente importante de aguas residuales industriales. Muchas de estas plantas vierten aguas residuales con niveles significativos de metales como el plomo, el mercurio, el cadmio y el cromo, así como arsénico, selenio y compuestos nitrogenados (nitratos y nitritos). Las plantas con controles de contaminación atmosférica, como los depuradores húmedos, suelen transferir los contaminantes capturados al flujo de aguas residuales.

- Plantas de tratamiento de agua/aguas residuales

Irónicamente, un subproducto de las plantas de tratamiento de aguas residuales es la producción de residuos que contienen muchos contaminantes potenciales. Incluso el agua regenerada desinfectada con cloro puede contener subproductos del desinfectante como trihalometanos y ácidos haloacéticos. Los residuos sólidos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, conocidos como biosólidos, contienen fertilizantes comunes, pero también pueden contener metales pesados y compuestos orgánicos sintéticos que se encuentran en los productos domésticos.

- Procesamiento de alimentos

Las aguas residuales de la agricultura y la alimentación tienen concentraciones de pesticidas, insecticidas, residuos animales y fertilizantes que deben ser gestionados. El procesamiento de los alimentos a partir de las materias primas da lugar a aguas con altas cargas de partículas y escorrentías orgánicas solubles o productos químicos. Los residuos orgánicos procedentes del sacrificio y el procesamiento de los animales, los fluidos corporales, la materia intestinal y la sangre son fuentes de contaminantes del agua que deben ser tratados.

1.4 Tipo de agua que se genera según hogar o industria

Aguas Residuales Domésticas

La contaminación principal de las aguas residuales domésticas es por materia orgánica, tanto en suspensión como en disolución, normalmente biodegradables, y cantidades importantes de nitrógeno, fósforo y sales minerales.

Aguas Residuales Industriales

Las aguas residuales industriales son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Éstas tienen un mayor grado de contaminación que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

Los compuestos orgánicos e inorgánicos se encuentran en aguas residuales procedentes de instalaciones industriales diversas. A diferencia de las aguas residuales domésticas, los efluentes industriales contienen con frecuencia sustancias que no se eliminan por un tratamiento convencional, bien por estar en concentraciones elevadas, o bien por su naturaleza química. Muchos de los compuestos orgánicos e inorgánicos que se han identificado en aguas residuales industriales son objeto de regulación especial debido a su toxicidad o a sus efectos biológicos a largo plazo.

1.5 Cantidad de agua que se genera en promedio por hogar en Nejapa

Actualmente no existe un dato exacto sobre el volumen total de aguas residuales que se genera diariamente en el Municipio de Nejapa, según el Boletín Estadístico No.36 de la ANDA del año 2021, en los sistemas de agua potable se generó un consumo mensual en Nejapa de 89.0 miles de metros cúbicos; y deduciendo que un 70% del agua suministrada en el acueducto

llegó a los cuerpos receptores como agua residual, se estima que 62.3 miles de metros cúbicos de aguas residuales se generan al mes.

1.6 Cantidad de agua residual que ingresa a la planta por día

Con el apoyo del equipo y personal de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Municipio de Nejapa, se realizaron 3 tomas de muestra de caudal por día en el mes de marzo de 2023. A continuación, se presentan los datos resultantes:

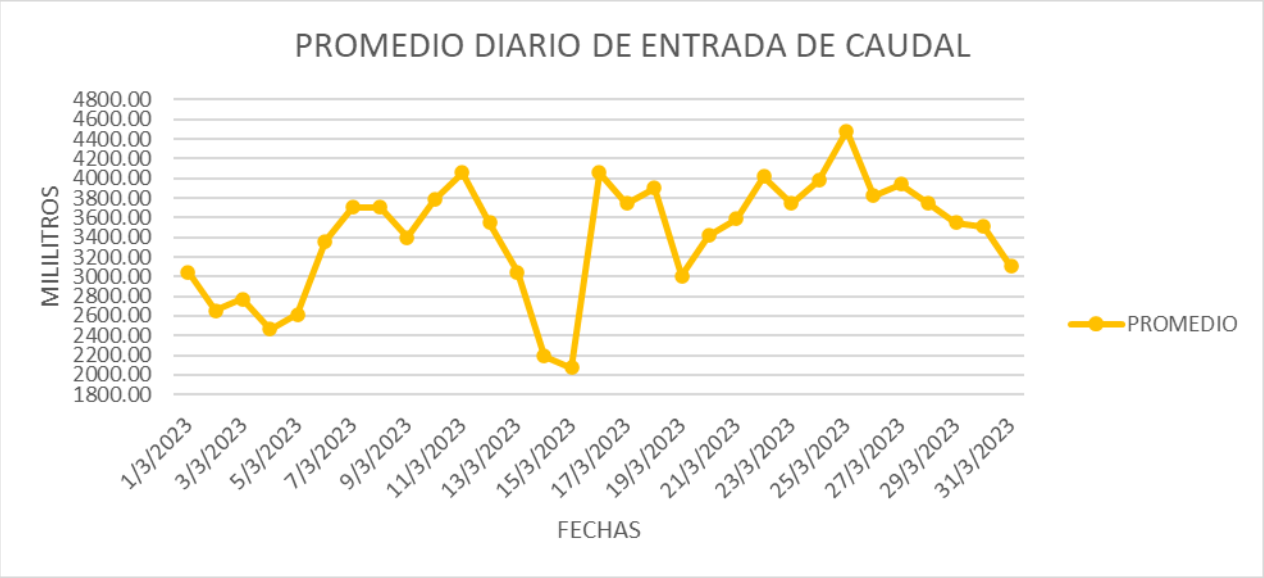
Tabla 77 Muestras de caudal de marzo 2023

Fecha	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	PROMEDIO
1/3/2023	2812.32	3862.08	2462.40	3045.60
2/3/2023	2928.56	2695.68	2345.76	2656.67
3/3/2023	2579.04	3628.80	2112.48	2773.44
4/3/2023	3045.60	2462.40	1879.20	2462.40
5/3/2023	2812.32	2462.40	2579.04	2617.92
6/3/2023	3045.60	3978.72	3045.60	3356.64
7/3/2023	3978.72	4095.36	3045.60	3706.56
8/3/2023	3395.52	4445.28	3278.88	3706.56
9/3/2023	3045.60	4212.00	2928.96	3395.52
10/3/2023	3978.72	4328.64	3045.60	3784.32
11/3/2023	4328.64	3628.64	4212.00	4056.43
12/3/2023	1879.20	5728.32	3045.60	3551.04
13/3/2023	3045.60	3628.64	2462.40	3045.55
14/3/2023	3162.24	2462.40	946.08	2190.24
15/3/2023	2462.40	1298.00	2462.4	2074.27
16/3/2023	4445.28	3395.52	4328.64	4056.48
17/3/2023	4212.00	4561.92	2462.4	3745.44
18/3/2023	3628.80	4212.00	3862.08	3900.96
19/3/2023	3045.60	3162.24	2812.32	3006.72
20/3/2023	3162.24	4161.62	2928.96	3417.61
21/3/2023	3862.08	4445.28	2462.4	3589.92
22/3/2023	4212	4795.2	3045.6	4017.60
23/3/2023	3,162.24	4,445.28	3,628.80	3745.44
24/3/2023	3,862.08	4,445.28	3,628.80	3978.72

25/3/2023	4,795.20	4,328.14	4,328.64	4483.99
26/3/2023	2,579.04	4,561.92	4,328.64	3823.20
27/3/2023	3,278.88	4,445.28	4,095.36	3939.84
28/3/2023	4,445.28	4,328.68	2,462.40	3745.45
29/3/2023	3628.8	3395.52	3628.8	3551.04
30/3/2023	2,812.32	3628.80	4,095.36	3512.16
31/3/2023	3,162.24	3045.6		3103.92

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18 Promedio diario de entrada de caudal a PTAR Nejapa



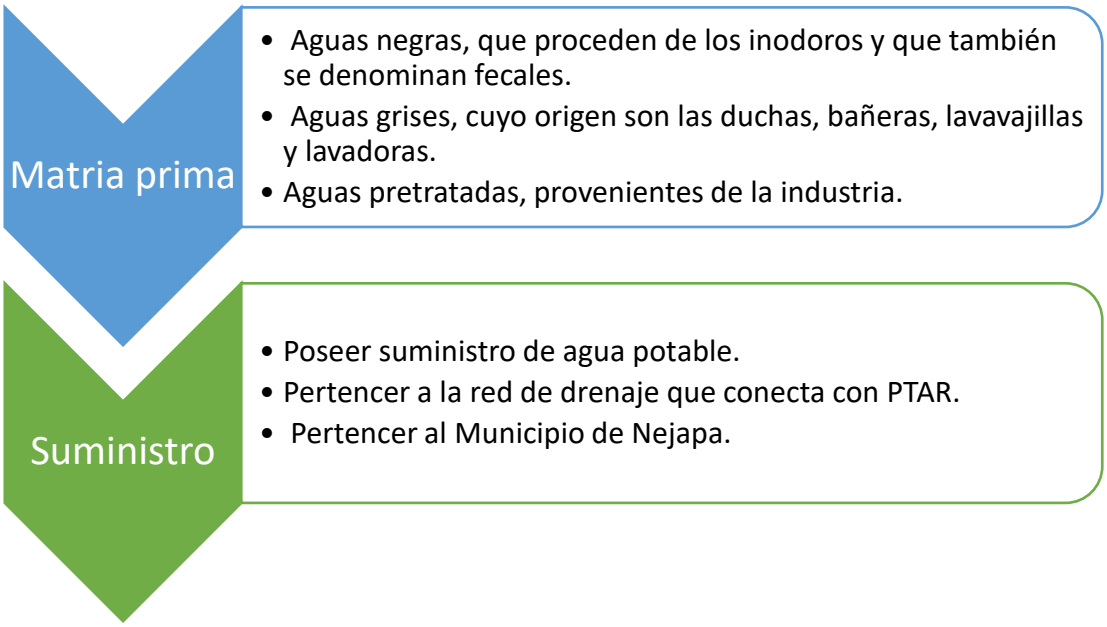
Fuente: Elaboración propia

Con esta información se puede decir que el promedio diario de caudal que ingresó a la planta en el mes de marzo fue de 3,420.70 cm^3.

1.7 Perfil del mercado abastecedor

El mercado abastecedor es de suma importancia, debido a que dependiendo de la calidad y la cantidad de agua que ingresa a la planta es un factor primordial para que se lleve el proceso de generación de Biogás y por consiguiente la generación de energía eléctrica.

Ilustración 52 Perfil mercado abastecedor



Fuente: Elaboración propia

2. INSTITUCIONES QUE INTERVIENEN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

2.1 Instituciones a las que les compete el tratamiento de aguas residuales

Se presenta el listado de las instituciones competentes en saneamiento y tratamiento de aguas residuales:

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
- Ministerio de Salud (MINSAL)
- Administrador Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)
- Fondos de Inversión Social y Desarrollo Local (FISDL)
- Alcaldía del Municipio de Nejapa
- Ministerio de Economía (MINEC)
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)
- Ministerio de Obras Públicas (MOP)

2.2 Marco Legal de las aguas residuales

En esta sección se cubren aspectos relacionados con el tratamiento de aguas residuales, conducción y recolección de las mismas, haciendo una revisión del marco legal vigente en El Salvador.

El marco legal define la institucionalidad nacional, en la tabla a continuación se muestran las entidades que participan en la gestión del saneamiento y depuración de las aguas residuales.

Tabla 78 Ley General de Recursos Hídricos.

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA)
Ley General de Recursos Hídricos.
Lineamientos Específicos para el Subsector de Agua Potable y Saneamiento Art. 38.- Las Autoridades de agua potable y saneamiento deberán cumplir con los lineamientos siguientes: a) Respetar el derecho humano al agua potable y saneamiento, conforme lo establecido en la presente Ley. b) Velar porque se optimicen los sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento básico. c) Diseñar e implementar programas de prevención de riesgos, disminución de la vulnerabilidad y contar con protocolo para atender los casos de emergencia. d) Fomentar el reúso de las aguas residuales tratadas. e) Asegurar la vigilancia, monitoreo y seguimiento de las plantas de tratamiento y una adecuada gestión de lodos. f) Sensibilizar a la población en el uso y manejo del agua para consumo humano, preservación del medio ambiente y generar una cultura de pago. g) Fomentar que el servicio de agua potable debe ser prestado de una forma continua, segura, a una calidad y presión adecuada, cumpliendo con la normativa legal o técnica que se emita para tal efecto. **Lineamientos de la Política Hídrica** Art. 44.- La Política Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, servirá de base para la elaboración de los planes hídricos a todos los niveles y contendrá como mínimo los siguientes lineamientos: a) Aprovechamiento sustentable y equitativo del recurso hídrico. b) Gestión adecuada de las aguas superficiales o subterráneas en cantidad y calidad. c) Uso prioritario orientado a satisfacer las necesidades humanas fundamentales; con énfasis en el uso doméstico.

d) Respeto al ciclo hidrológico y a la protección de las aguas territoriales y marinas.
e) Difusión de una cultura del agua y saneamiento que promueva la sustentabilidad y la corresponsabilidad socio ambiental.
f) Promover acciones de adaptación a los efectos del cambio climático.
g) Fomentar o incentivar el aprovechamiento de las aguas lluvias.
h) Uso eficiente del recurso hídrico, con énfasis en el subsector agropecuario, acuícola y pesquero.
i) Fomentar el reúso y reciclaje de las aguas residuales tratadas.

Inventario Hídrico

Art. 53.- El inventario hídrico será el instrumento técnico para la toma de decisiones en materia de autorizaciones para el uso o aprovechamiento de los recursos hídricos, así como para sustentar las actuaciones de protección y conservación de éstos.
El inventario deberá contener la información relacionada con la situación de los recursos hídricos en cantidad y calidad, así como los censos de usos y usuarios.

Inventario Hídrico Nacional

Art. 54.- El inventario hídrico nacional es responsabilidad de la ASA. Para tales fines, deberá coordinar con otras instituciones del sector público y privado, incluyendo las personas usuarias de los recursos hídricos y otros actores sociales interesados en la gestión integral de los recursos hídricos.

Contenido para el Inventario Hídrico Nacional

Art. 55.- En el inventario hídrico nacional, deberán contener como mínimo sin limitarse a ello la información siguiente:

a) Datos estadísticos que muestren la evolución del régimen natural de los flujos, almacenamientos y calidad del agua a lo largo del año hidrológico.
b) Usos y demandas existentes.
c) Localización, nombre del propietario volumen anual extraído, ubicación de la fuente de agua, incluyendo las características básicas y calidad de agua.
d) Información de los vertidos de aguas residuales.
e) Información de la calidad de las masas de aguas superficiales y cambios estacionales.

Uso y aprovechamiento de agua

Art. 69.- Toda Persona Natural o Jurídica, Pública o Privada, que pretenda aprovechar o utilizar recursos hídricos con fines ajenos al uso doméstico deberá obtener la anuencia correspondiente de la ASA. Esta podrá ser de tres clases:

Asignaciones Públicas, autorizaciones, autorizaciones de los bienes establecidos en el dominio público hidráulico y permisos de exploración y vertidos.

La ASA permitirá el uso y aprovechamiento de las aguas, atendiendo la disponibilidad y usos prioritarios del agua, las previsiones de los planes hídricos zonales y los objetivos de la Política Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico.

En toda autorización de uso y aprovechamiento de agua se incluirán las condiciones de las aguas residuales vertidas a un medio receptor. Las condiciones del vertido son específicas para cada autorización.

Permisos de Vertido

Art. 93.- Es un acto administrativo mediante el cual se autoriza la realización de vertidos, previa solicitud, que presentará toda persona natural o jurídica, pública o privada, de conformidad al formulario que emita para tal efecto la ASA, incorporando la información según el caso;

La ASA tendrá un plazo no mayor de treinta días hábiles para resolver la solicitud de mérito.

A la solicitud mencionada en el primer inciso se le podrá hacer las observaciones de conformidad a lo establecido en la presente Ley; la autorización que emita para tal efecto la ASA, permitirá descargar a un cuerpo receptor que se encuentre en propiedad pública o privada, aguas residuales alteradas en sus características físicas, químicas o biológicas, siempre y cuando hayan sido previamente tratadas en virtud de lo establecido en esta Ley o reglamentos especiales.

Este permiso tendrá un plazo de vigencia de hasta tres años y podrá renovarse siempre que se solicite con seis meses de anticipación a la finalización de su vigencia y, además, haya cumplido con las condiciones establecidas en el mismo.

En caso de ampliación del caudal o modificación de las características de los vertidos, el interesado deberá solicitar previamente los permisos correspondientes.

La ASA podrá establecer en zonas concretas restricciones temporales para la realización de descargas con el objeto de contribuir a la protección y recuperación de los cuerpos de agua.

Directrices para la emisión de permisos de vertido

Art. 94.- Para otorgar los permisos de vertido de aguas residuales, se deberá tener en consideración como mínimo lo siguiente:

a) Cumplir con los parámetros físico químicos y biológicos, establecidos en el Reglamento Técnico de aguas residuales vigentes, que para tal efecto emita la autoridad competente, según el tipo de uso o aprovechamiento que corresponda y en función de las características del medio receptor de los vertidos.
b) Adaptarse gradualmente a las metas de descontaminación contenidas en los programas que para tal efecto se diseñen.
c) Respetar las medidas emitidas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, según el caso.
d) Revisar los permisos por lo menos cada año con la finalidad de mantenerlos actualizados.

Prohibición de vertidos en acuíferos

Art. 95.- Cuando el vertido dé lugar a la infiltración o almacenamiento de sustancias contaminantes en acuíferos no se autorizará por ningún motivo. La ASA proporcionará los términos de referencia para la formulación del estudio, para conocer que no causa daño al cuerpo receptor, el cual se hará a cuenta del solicitante, dentro del procedimiento de otorgamiento de la correspondiente autorización.

Cese definitivo de actividades

Art. 96.- La ASA deberá ordenar el cese definitivo de las actividades que den origen a vertidos no autorizados o autorizados que incumplan con las condiciones de dicho permiso y ordenar las medidas que estime necesarias para su corrección, sin perjuicio de la responsabilidad civil, penal o administrativa en que incurrieren los causantes de los mismos.

Para la suspensión, cancelación y modificación de los permisos de vertidos se aplicará lo establecido en los artículos de la presente Ley según el caso.

Tratamiento de vertidos como actividad comercial

Art. 97.- Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que soliciten autorización para realizar tratamiento de vertidos como actividad comercial, deberán rendir previamente fianza ante la ASA, para asegurar el cumplimiento de las condiciones que establece el correspondiente permiso de vertidos.

El permiso de vertido que a su favor se otorgue incluirá, además de las condiciones generales exigidas, la clasificación de los vertidos que van a ser tratados por la empresa y el pago de los cánones correspondientes.

El autorizado estará obligado a presentar reportes periódicos de calidad de las aguas antes del punto de vertimiento y de lodos tratados. La periodicidad se establecerá al emitir la autorización.

Establecimiento de los cánones

Art. 106.- Se establece el canon como pago en moneda de curso legal, y procede en los siguientes casos:

a) Por el uso y aprovechamiento de aguas nacionales, consuntivos o no consuntivos;
b) Por el vertido de aguas residuales a medios receptores que forman parte del dominio público hidráulico; y
c) Por el uso de bienes establecidos en el dominio público hidráulico.

La base imponible para el cálculo de cánones será publicada en el Diario Oficial para efectos de su vigencia; la base imponible de dichos cánones podrá ser modificados de acuerdo a las nuevas condiciones ambientales y de disponibilidad del recurso hídrico. El pago del canon lo deberá hacer, toda persona natural o jurídica, pública o privada, autorizada con una asignación, autorización o permiso; o que conforme a la presente ley deban obtener dicha autorización por parte de la ASA.

Canon por vertido

Art. 111.- Estarán sujetas al pago del canon por vertido todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que utilicen los cuerpos de agua para introducir, transportar o eliminar vertidos, que puedan provocar modificaciones en la calidad física, química o biológica del agua.

Los supuestos en que debe encontrarse un ente generador de vertido para ser sujeto al pago del canon por vertido, son los siguientes:

a) Que exista un vertimiento puntual.
b) Que el vertimiento se realice a un cuerpo receptor.
c) Que la carga contaminante neta vertida en alguno de los parámetros sujetos al cobro del canon resulte con valores positivos.

Quedan excluidos del pago del canon por vertido, todos aquellos entes generadores que no cumplan con los tres requisitos anteriores; así como aquellos cuyas aguas residuales de uso doméstico sea descargado a un tanque séptico con drenaje para infiltración al subsuelo.

Las viviendas unifamiliares que se encuentren bajo la situación descrita en este artículo quedarán excluidas del trámite del permiso de vertidos y por consiguiente están exentas del pago de este tipo de canon.

En el caso de redes de alcantarillado sanitario, la ASA aplicará el cobro de este canon a las entidades que prestan dicho servicio y no a quienes viertan en las mismas.

Finalidad del canon por vertido

Art. 112.- La finalidad del canon por vertido es contribuir a regular las condiciones, características y su calidad, así como el mejoramiento de las condiciones en los medios receptores que forman parte del dominio público hidráulico, reducir riesgos para el ambiente y especialmente a lo relacionado a la salud de las personas, asegurar su aprovechamiento posterior por otros usos y usuarios e incentivar patrones de comportamiento que contribuyan a reducir la contaminación.

El pago del canon por vertido se hará a través del pago en moneda de curso legal, basado en el costo de remover elementos contaminantes mediante el uso de la tecnología idónea disponible.

Este tipo de canon proporcionará recursos financieros a la ASA para la ejecución de las acciones que permitan prevenir, controlar y revertir la contaminación y mantener el adecuado nivel de calidad de los recursos hídricos.

Determinación del canon por vertido

Art. 113.- El valor total expresado en dólares en concepto de canon por vertidos corresponderá a la sumatoria de los valores calculados por el canon individual para cada parámetro sujeto a cobro de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{CPV} = \sum_{\boldsymbol{j=1}}^{\boldsymbol{n}} \boldsymbol{Canon\ P_j}$$

Dónde:

CPV= Canon por vertido, expresado en dólares ($)

$\boldsymbol{Canon\ P_j}$= Canon por cada parámetro utilizado, expresado en dólares ($)

n= número de parámetros a utilizar.

El cálculo del valor por cada parámetro se realizará en función de la relación de la concentración vertida de dicho parámetro y la concentración máxima permitida de éste.

Los escenarios y las fórmulas para determinar el canon por cada parámetro j serán los siguientes:

a) Cuando la concentración vertida del parámetro j (Cvj) sea menor o igual a la concentración máxima permitida para dicho parámetro (Cpj), se utilizará la siguiente fórmula:

   $\boldsymbol{Canon\ P_j}$= Q x Fa x t x Cnj x PB1 x M x A x K1 x C3 x C5

   Dónde:

   $\boldsymbol{Canon\ P_j}$ = Canon por cada parámetro j utilizado, expresado en dólares ($)

   Q = Caudal promedio vertido expresado en litros por segundo (l/s)

   Fa = Factor de ajuste dimensional en función de las unidades de medida del parámetro j.

   t = Tiempo promedio de vertido al día del usuario, expresado en horas.

   Cnj = Concentración vertida menos concentración en el punto de captación, del parámetro j, en las unidades de medición establecidas en el reglamento técnico correspondiente.

PBj = Precio base correspondiente al parámetro j, expresado en dólares por unidad de medida de dicho parámetro ($/unidad de medida).

M= Período de descarga mensual del usuario, expresado en días.

A= Periodo de descarga anual del usuario, expresado en meses.

K1= Coeficiente de cumplimiento normativo (0.5-4) (adimensional)

C3 = Coeficiente por condicionantes socioambientales de la Unidad Hidrológica de Análisis (UHA) (adimensional)

C5 = Coeficiente relativo a la condición de uso consuntivo o no consuntivo del recurso hídrico. (Adimensional).

b) Cuando la concentración vertida del parámetro j (Cvj) sea mayor a la concentración máxima permitida para dicho parámetro (Cpj), se utilizará la siguiente fórmula:

$\boldsymbol{Canon\ P_j}$= Q x Fa x t x PBj x PB1 x M x A x [(Cpj - Caj) + (Cvj - Cpj) x K1] x C3 x C5

Dónde:

$\boldsymbol{Canon\ P_j}$= Canon por cada parámetro j utilizado, expresado en dólares ($)

Q = Caudal promedio vertido expresado en litros por segundo (1/s)

Fa= Factor de ajuste dimensional en función de las unidades de medida del parámetro j.

t = Tiempo promedio de vertido al día del usuario, expresado en horas.

PBj = Precio base correspondiente al parámetro j, expresado en dólares por unidad de medida de dicho parámetro ($/unidad de medida).

M= Período de descarga mensual del usuario, expresado en días.

A= Período de descarga anual del usuario, expresado en meses.

Cpj = Concentración máxima permitida del parámetro j, según lo establecido en el reglamento técnico correspondiente y en las unidades de medición establecidas en dicho reglamento.

Caj= Concentración presente del parámetro j en el punto de captación, en las unidades de medición establecidas en el reglamento técnico correspondiente.

Cnj = Concentración vertida menos concentración en el punto de captación, del parámetro j, en las unidades de medición establecidas en el reglamento técnico correspondiente.

Cvj = Concentración vertida del parámetro j, en las unidades de medición establecidas en el reglamento técnico correspondiente.

K1= Coeficiente de cumplimiento normativo (0.5-4) (adimensional)

C3 = Coeficiente por condicionantes socioambientales de la Unidad Hidrológica de Análisis (UHA) (adimensional)

C5 = Coeficiente relativo a la condición de uso consuntivo o no consuntivo del recurso hídrico (adimensional).

Para efectos de todas las fórmulas anteriores, la concentración máxima permitida o límites permisibles de cada parámetro serán los establecidos en la normativa técnica correspondiente.

La ASA establecerá en el reglamento de la presente ley, los valores de los coeficientes establecidos en el presente artículo, para la determinación del pago en concepto de canon por vertido.

Actividades a incentivar

Art. 121.- La ASA, promoverá el desarrollo de actividades, proyectos o programas que incluyan:

a) La eficiencia en el uso del recurso hídrico, tanto a nivel domiciliar como industrial.
b) El aprovechamiento y cosechas de aguas lluvias.
c) El tratamiento de aguas residuales.
d) La restauración de cuerpos de agua.
e) La recarga de aguas subterráneas.
f) El reúso y reciclaje de aguas residuales.
g) Procesos de reconversión industrial orientados a la producción más limpia en materia de recursos hídricos.
h) Proyectos de conservación de suelos y protección de las cuencas hidrográficas.
i) Campañas educativas para la gestión de los recursos hídricos.
j) Otras actividades orientadas al mejoramiento, protección y conservación de los recursos hídricos, ecosistemas, acuíferos y cuencas hidrográficas.

Aviso sobre vertidos accidentales o fortuitos

Art. 131.- Cuando se efectúen en forma accidental o fortuita uno o varios vertidos de aguas residuales sobre medios receptores que sean bienes que conforman el dominio público hidráulico, los responsables o causantes del vertimiento deberán activar el protocolo de emergencia correspondiente; así como dar aviso en forma inmediata a la ASA, especificando volumen y características de los vertidos para que se promuevan o adopten las medidas conducentes por parte de la ASA y demás autoridades competentes.
La ASA deducirá responsabilidades al causante del vertido, quien responderá por los daños causados a los ecosistemas hídricos y estará obligado a restáuralos.

En caso de ser imposible la restauración o si el daño fuera irreversible conforme lo dictamine el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se condenará a las indemnizaciones correspondientes para con el Estado y a los particulares afectados por los daños y perjuicios causados.

En el caso de que los responsables o causantes no avisen del vertimiento, la respuesta por daños causados o la indemnización pertinente será del doble calculado en casos normales con aviso a las autoridades.

Autorizaciones de Uso y Aprovechamiento
Art. 171. Las personas naturales y jurídicas, públicas y privadas, que deseen hacer uso y aprovechamiento de aguas nacionales, deberán tramitar las autorizaciones de acuerdo al volumen anual necesario para cumplir con su actividad, a partir de un año de vigencia de la presente Ley; así también los usuarios que gocen de permisos para uso y aprovechamiento de agua tendrán que regularizar su situación dentro del plazo antes citado.

Vertidos a medios receptores
Art. 172. Las personas naturales y jurídicas, públicas y privadas, que realicen vertidos en medios receptores que forman parte de los bienes establecidos en el dominio público hidráulico conforme a la presente Ley, deberán tramitar y legalizar su situación, dentro de un plazo no mayor a un año contado a partir de la vigencia de la presente Ley.

Fuente: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)

Tabla 79 Ley De Medio Ambiente

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN)	GOBIERNO DE EL SALVADOR — MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

LEY DE MEDIO AMBIENTE

COMPETENCIA DEL PERMISO AMBIENTAL

Art. 19.- Para el inicio y operación, de las actividades, obras o proyectos definidos en esta ley, deberán contar con un permiso ambiental. Corresponderá al Ministerio emitir el permiso ambiental, previa aprobación del estudio de impacto ambiental.

ALCANCE DE LOS PERMISOS AMBIENTALES

Art. 20.- El Permiso Ambiental obligará al titular de la actividad, obra o proyecto, a realizar todas las acciones de prevención, atenuación o compensación, establecidos en el Programa de Manejo Ambiental, como parte del Estudio de Impacto Ambiental, el cual será aprobado como condición para el otorgamiento del Permiso Ambiental. (* NOTA DECRETO N° 566).

La validez del Permiso Ambiental de ubicación y construcción será por el tiempo que dure la construcción de la obra física; una vez terminada la misma, incluyendo las obras o instalaciones de tratamiento y atenuación de impactos ambientales, se emitirá el Permiso Ambiental de Funcionamiento por el tiempo de su vida útil y etapa de abandono, sujeto al seguimiento y fiscalización del Ministerio.

ACTIVIDADES, OBRAS O PROYECTOS QUE REQUERIRÁN DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Art. 21.- Toda persona natural o jurídica deberá presentar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental para ejecutar las siguientes actividades, obras o proyectos:

- **a.** Obras viales, puentes para tráfico mecanizado, vías férreas y aeropuertos;
- **b.** Puertos marítimos, embarcaderos, astilleros, terminales de descarga o trasvase de hidrocarburos o productos químicos;

c. Oleoductos, gaseoductos, poliductos, carboductos, otras tuberías que transporten productos sólidos, líquidos o gases, y redes de alcantarillado;

d. Sistemas de tratamiento, confinamiento y eliminación, instalaciones de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y desechos peligrosos;

e. Exploración, explotación y procesamiento industrial de minerales y combustibles fósiles;

f. Centrales de generación eléctrica a partir de energía nuclear, térmica, geométrica e hidráulica, eólica y mareomotri**z**;

g. Líneas de transmisión de energía eléctrica;

h. Presas, embalses, y sistemas hidráulicos para riego y drenaje

i. Obras para explotación industrial o con fines comerciales y regulación física de recursos hídricos;

j. Plantas o complejos pesqueros, industriales, agroindustriales, turísticos o parques recreativos;

k. Las situadas en áreas frágiles protegidas o en sus zonas de amortiguamiento y humedales;

l. Proyectos urbanísticos, construcciones, lotificaciones u obras que puedan causar impacto ambiental negativo;

m. Proyectos del sector agrícola, desarrollo rural integrado, acuacultura y manejo de bosques localizados en áreas frágiles; excepto los proyectos forestales y de acuacultura que cuenten con planes de desarrollo, los cuales deberán registrarse en el Ministerio a partir de la vigencia de la presente ley, dentro del plazo que se establezca para la adecuación ambiental;

n. Actividades consideradas como altamente riesgosas, en virtud de las características corrosivas, explosivas, radioactivas, reactivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas para la salud y bienestar humano y el medio ambiente, las que deberán de adicionar un Estudio de Riesgo y Manejo Ambiental;

o. Proyectos o industrias de biotecnología, o que impliquen el manejo genético o producción de organismos modificados genéticamente; y

p. Cualquier otra que pueda tener impactos considerables o irreversibles en el ambiente, la salud y el bienestar humano o los ecosistemas.

FORMULARIO AMBIENTAL

Art. 22.- El titular de toda actividad, obra o proyecto que requiera de permiso ambiental para su realización o funcionamiento, ampliación, rehabilitación o reconversión deberá presentar al Ministerio el formulario ambiental que ésta requiera con la información que se solicite. El Ministerio categorizará la actividad, obra o proyecto, de acuerdo a su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial. (* NOTA DECRETO N° 566).

ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Art. 23.- El Estudio de Impacto Ambiental se realizará por cuenta del titular, por medio de un equipo técnico multidisciplinario. Las empresas o personas, que se dediquen a preparar estudios de impacto ambiental, deberán estar registradas en el Ministerio, para fines estadísticos y de información, quien establecerá el procedimiento de certificación para prestadores de servicios de Estudios de Impacto Ambiental, de Diagnósticos y Auditorías de evaluación ambiental. (* NOTA DECRETO N° 566).

EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Art. 24.- La elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental, su evaluación y aprobación, se sujetarán a las siguientes normas:

- **a.** Los estudios deberán ser evaluados en un plazo máximo de sesenta días hábiles contados a partir de su recepción; este plazo incluye la consulta pública;
- **b.** En caso de aprobación del Estudio de Impacto Ambiental, el Ministerio emitirá el correspondiente Permiso Ambiental, en un plazo no mayor de diez días hábiles después de notificada la resolución correspondiente;
- **c.** Si transcurridos los plazos indicados en los literales que anteceden, el Ministerio, no se pronunciare, se aplicará lo establecido en el Art. 3 de la Ley de la Jurisdicción Contencioso Administrativo; y
- **b.** Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una actividad, obra o proyecto se requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días hábiles adicionales, siempre que se justifiquen las razones para ello.

CONSULTA PÚBLICA DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Art. 25.- La consulta pública de los Estudios de Impacto Ambiental, se regirá por las siguientes normas:

a. Previo a su aprobación, los estudios se harán del conocimiento del público, a costa del titular, en un plazo de diez días hábiles para que cualquier persona que se considere afectada exprese sus opiniones o haga sus observaciones por escrito, lo cual se anunciará con anticipación en medios de cobertura nacional y a través de otros medios en la forma que establezca el reglamento de la presente ley; (* NOTA DECRETO N° 566)

b. Para aquellos estudios de Impacto Ambiental cuyos resultados reflejen la posibilidad de afectar la calidad de vida de la población o de amenazar riesgos para la salud y bienestar humanos y el medio ambiente, se organizará por el Ministerio una consulta pública del estudio en el o los Municipios donde se piense llevar a cabo la actividad, obra o proyecto; y

c. En todos los casos de consultas sobre el Estudio de Impacto Ambiental, las opiniones emitidas por el público deberán ser ponderadas por el Ministerio.

RECURSOS

Art. 26.- La resolución que se pronuncie sobre un estudio de impacto ambiental admitirá los recursos establecidos en esta ley y la Ley de la Jurisdicción Contencioso Administrativo.

AUDITORÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Art. 27.- Para asegurar el cumplimiento de las condiciones, fijadas en el permiso ambiental, por el titular de obras o proyectos, el Ministerio, realizará auditorías de evaluación ambiental de acuerdo a los siguientes requisitos: (* NOTA DECRETO N° 566).

a. Las auditorías se realizarán periódicamente o aleatoria, en la forma que establezca el reglamento de la presente ley;

b. El Ministerio, se basará en dichas auditorías para establecer las obligaciones que deberá cumplir el titular o propietario de la obra o proyecto en relación al permiso ambiental; y (* NOTA DECRETO N° 566)

c. La auditoría de evaluación ambiental constituirá la base para los programas de autorregulación para las actividades, obras o proyectos, que se acojan a dicho programa.

CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Art. 28.- El control y seguimiento de la Evaluación Ambiental, es función del Ministerio, para lo cual contará con el apoyo de las unidades ambientales.

FIANZA DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL

Art. 29.- Para asegurar el cumplimiento de los Permisos Ambientales en cuanto a la ejecución de los Programas de Manejo y Adecuación Ambiental, el titular de la obra o proyecto deberá rendir una Fianza de Cumplimiento por un monto equivalente a los costos totales de las obras físicas o inversiones que se requieran, para cumplir con los planes de manejo y adecuación ambiental. Esta fianza durará hasta que dichas obras o inversiones se hayan realizado en la forma previamente establecida.

INVENTARIOS DE EMISIONES Y MEDIOS RECEPTORES

Art. 46.- Para asegurar un eficaz control de protección contra la contaminación, se establecerá, por parte del Ministerio en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y con las autoridades competentes en materia de normatividad del uso o protección del agua, el aire y el suelo, la capacidad de estos recursos como medios receptores, priorizando las zonas del país más afectadas por la contaminación.

Para ello, recopilará la información que permita elaborar en forma progresiva los inventarios de emisiones y concentraciones en los medios receptores, con el apoyo de las instituciones integrantes del Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, a fin de sustentar con base científica el establecimiento y adecuación de las normas técnicas de calidad del aire, el agua y el suelo.

PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Art. 48.- El Ministerio promoverá el manejo integrado de cuencas hidrográficas, una ley especial regulará esta materia.

El Ministerio creará un comité interinstitucional nacional de planificación, gestión y uso sostenible de cuencas hidrográficas. Además, promoverá la integración de autoridades locales de las mismas.

CRITERIOS DE SUPERVISIÓN

Art. 49.- El Ministerio será responsable de supervisar la disponibilidad y la calidad del agua. Un reglamento especial contendrá las normas técnicas para tal efecto, tomando en consideración los siguientes criterios básicos:

- Garantizar, con la participación de los usuarios, la disponibilidad, cantidad y calidad del agua para el consumo humano y otros usos, mediante los estudios y las directrices necesarias;
- Procurar que los habitantes, utilicen prácticas correctas en el uso y disposición del recurso hídrico.
- Asegurar que la calidad del agua se mantenga dentro de los niveles establecidos en las normas técnicas de calidad ambiental;
- Garantizar que todos los vertidos de sustancias contaminantes, sean tratados previamente por parte de quien los ocasionare; y
- Vigilar que, en toda actividad de reutilización de aguas residuales, se cuente con el Permiso Ambiental correspondiente, de acuerdo a lo establecido en esta ley.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Tabla 80 Código de Salud

MINISTERIO DE SALUD (MINSAL)	GOBIERNO DE EL SALVADOR	MINISTERIO DE SALUD

CODIGO DE SALUD

SECCION SIETE

SANEAMIENO DEL AMBIENTE URBANO Y RURAL

Art. 56: El Ministerio por medio, de los organismos regionales, departamentales y locales de salud desarrollará programas de saneamiento ambiental, encaminados a lograr para las comunidades:

a) El abastecimiento del agua potables,

b) La disposición adecuada de excretas y aguas servidas,

c) La eliminación de basuras y otros desechos,

d) La eliminación y control de insectos vectores, roedores y otros animales dañinos,

e) La higiene de los alimentos

f) El saneamiento y buena calidad de la vivienda y de las construcciones en general,
g) El saneamiento de los lugares públicos y de recreación,
h) La higiene y seguridad en el trabajo,
i) La eliminación y control de contaminaciones del agua de consumo del suelo y del aire,
j) La eliminación y control de otros riesgos ambientales,

Art. 57: El Ministerio por medio de sus organismos tendrá facultades de intervención y control en todo lo que atañe a las actividades de saneamiento y obras de ingeniería sanitaria.
Art. 58: El Ministerio tiene facultades en caso de grave riesgo para la salud, inspeccionar por medio de sus delegados el interior de casas, locales predios públicos y privados. Los moradores dueños y demás personas que tengan a cargo dichos inmuebles están en la obligación de permitir su acceso.
Los que contravengan lo dispuesto en este artículo incurrirán en las penas que
este Código señale o lo que los reglamentos establezcan.
Art. 59: Cuando se comprobaren deficiencias higiénicas o de saneamiento el Ministerio ordenará a quien corresponda proceder a subsanar o corregir tales deficiencias.

Art. 60: El Ministerio exigirá a los organismos competentes la demolición de las edificaciones que constituyan grave riesgo para la salud de las personas, cuando las mismas se encuentren en pésimo estado o afecten la salud física o mental o que amenazaren ruina por condiciones que no admitan reparación.

SECCION OCHO

AGUA POTABLE

Art. 61: Las ciudades y poblaciones urbanas deberán estar dotadas de servicio de agua potable y cuando no los tengan, el Estado de acuerdo a sus recursos y conforme a los planes respectivos, se los proveerá por medio de los organismos especializados correspondientes.

Art. 62: En las áreas rurales, el Estado estimulará a los pobladores para la creación, funcionamiento y mantenimiento de acueductos dando al respecto a asistencia técnica que sea necesaria y la ayuda económica posible, de acuerdo a sus recursos.

Art. 63: El agua destinada para el consumo humano deberá tener la calidad sanitaria que el Ministerio conceptúa como buena y exigirá el cumplimiento de las normas de calidad en todos los abastecimientos de agua utilizadas para el consumo humano.
En tal virtud y para determinar periódicamente su potabilidad los propietarios o encargados de ellos permitirán las inspecciones del caso.

Art. 64: No podrá efectuarse ninguna construcción, reparación o modificación de una obra pública o privada destina a aprovechamiento o de agua para consumo humano sin la autorización previa del Ministerio, para lo cual deberá presentarse a éste, una solicitud escrita con las especificaciones y planos de las obras proyectadas.

Art. 65: Un reglamento determinará las condiciones técnicas y legales de los servicios de agua potable, así como la calidad de la misma.

Fuente: Ministerio de Salud (MINSAL)

Tabla 81 Reglamento Municipal

MUNICIPALIDAD
TÍTULO III **DE LA COMPETENCIA MUNICIPAL Y LA ASOCIATIVIDAD DE LOS MUNICIPIOS** **CAPÍTULO UNO** **DE LA COMPETENCIA MUNICIPAL (7)** Art. 4.- Compete a los Municipios: 1. LA ELABORACIÓN, APROBACIÓN Y EJECUCIÓN DE PLANES DE DESARROLLO LOCAL; (7) 2. ACTUAR EN COLABORACIÓN CON LA DEFENSORÍA DEL CONSUMIDOR EN LA SALVAGUARDA DE LOS INTERESES DEL CONSUMIDOR, DE CONFORMIDAD A LA LEY; (7) 3. El desarrollo y control de la nomenclatura y ornato público; 4. La promoción y de la educación, la cultura, el deporte, la recreación, las ciencias y las

artes;

INTERPRETACIÓNAUTÉNTICA

DECRETO N° 1018

LA ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR,

CONSIDERANDO:

I.- Que por Decreto Legislativo N° 274 de fecha 31 de enero de 1986, publicado en el Diario Oficial N° 23, Tomo N° 290, del 5 de febrero del mismo año, se emitió el Código Municipal.

II.- Que de conformidad con lo establecido en el numeral 4 del Artículo 4 dicho cuerpo normativo, es competencia de los Municipios, la promoción de la educación, la cultura, el deporte, la recreación, las ciencias y las artes.

III.- Que en base a lo anterior, diferentes Concejos Municipales del país otorgaron autorizaciones para la erogación de fondos en la promoción al deporte y recreación; así como para asociaciones deportivas y recreativas de la jurisdicción de cada Municipio.

IV.- Que en vista de lo anterior, han surgido diferentes interpretaciones por parte de algunos funcionarios municipales, así como representantes de entes controladores, en el sentido de observar las erogaciones realizadas por los municipios para la promoción del deporte y la recreación.

V.- Que con el fin de incentivar a la juventud en la participación de actividades deportivas y recreativas, es necesario realizar una interpretación auténtica que determine la forma en que deberá entenderse la promoción al deporte y recreación por parte de los municipios.

POR TANTO,

en uso de las facultades Constitucionales y a iniciativa del Diputado José Francisco Merino López, Mario Antonio Ponce López, Reynaldo Antonio López Cardoza, Guillermo Antonio Gallegos Navarrete, Lorena Guadalupe Peña Mendoza, Sigifredo Ochoa Pérez,

Donato Eugenio Vaquerano Rivas, Julio César Fabián Pérez, Rodolfo Antonio Parker Soto, Mario Alberto Tenorio Guerrero.

DECRETA la siguiente:

Interpretación Auténtica del Artículo 4 numeral 4 del Código Municipal, emitido por medio del Decreto Legislativo N° 274 de fecha 31 de enero de 1986, publicado en el Diario Oficial No. 23, Tomo 290 de fecha 5 de febrero del mismo año.

Art. 1.- Interpretase auténticamente el Art. 4 numeral 4 del Código Municipal, así:
Deberá entenderse que el término promoción en el ámbito del deporte y la recreación, significa que podrán utilizarse los recursos provenientes de los fondos municipales, bajo las siguientes modalidades:

1. Por medio de la erogación de fondos municipales de forma directa a las asociaciones deportivas que desarrollen sus actividades principalmente dentro de la jurisdicción del Municipio, y que rindan cuentas a la municipalidad de la utilización de las erogaciones realizadas por el mismo;
2. Contratación de personal par**a** la instrucción y enseñanza de cualquier disciplina deportiva o recreativa a desarrollarse dentro de la jurisdicción del Municipio, siempre y cuando estas asociaciones deportivas pertenezcan y desarrollen sus actividades principalmente dentro de la jurisdicción del Municipio; y,
3. La adquisición de inmuebles, construcción o mantenimiento de instalaciones, en las cuales se desarrollen las actividades deportivas o recreativas promocionadas por la municipalidad.

Las anteriores erogaciones, dependerán de la capacidad económica de cada municipalidad, sin afectar la prestación de servicios básicos municipales y la promoción social de las necesidades primordiales de los habitantes del Municipio.

Esta interpretación auténtica se considerará incorporada al tenor del numeral 4, del artículo 4 del Códig**o** Municipal, y sus efectos se retrotraerán a la fecha de entrada en vigencia del Código Municipal.

Art. 2.- El presente Decreto entrará en vigencia desde el día de su publicación en el Diario Oficial.

DADO EN EL SALON AZUL DEL PALACIO LEGISLATIVO: San Salvador, a los treinta días del mes de abril del año dos mil quince.

D. O. N.º 85, Tomo N.º 407, Fecha: 13 de mayo de 2015

5. La promoción y desarrollo de programas de salud, como saneamiento ambiental, prevención y combate de enfermedades;

6. La regulación y supervisión de los espectáculos públicos y publicidad comercial, en cuanto conciernen a los intereses y fines específicos municipales;

7. El impulso del turismo interno y externo y la regulación del uso y explotación turística y deportiva de lagos, ríos, islas, bahías, playas y demás sitios propios del municipio;

8. La promoción de la participación ciudadana, responsable en la solución de los problemas locales en el fortalecimiento de la conciencia cívica y democrática de la población;

9. LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL, COMERCIAL, AGROPECUARIO, ARTESANAL Y DE LOS SERVICIOS; ASÍ COMO FACILITAR LA FORMACIÓN LABORAL Y ESTIMULAR LA GENERACIÓN DE EMPLEO, EN COORDINACIÓN CON LAS INSTITUCIONES COMPETENTES DEL ESTADO; (7)

10. LA REGULACIÓN Y EL DESARROLLO DE PLANES Y PROGRAMAS DESTINADOS A LA PRESERVACIÓN, RESTAURACIÓN, APROVECHAMIENTO RACIONAL Y MEJORAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES, DE ACUERDO A LA LEY; (7)

11. LA REGULACIÓN DEL TRANSPORTE LOCAL; ASÍ COMO LA AUTORIZACIÓN DE LA UBICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE TERMINALES Y TRANSPORTE DE PASAJEROS Y DE CARGA, EN COORDINACIÓN CON EL VICEMINISTERIO DE TRANSPORTE.

    PARA LOS EFECTOS DEL INCISO ANTERIOR, SE ENTENDERÁ POR TRANSPORTE LOCAL, EL MEDIO PÚBLICO DE TRANSPORTE QUE ESTANDO LEGALMENTE AUTORIZADO, HACE SU RECORRIDO DENTRO DE LOS LÍMITES TERRITORIALES DE UN MISMO MUNICIPIO; (7)

12. La regulación de la actividad de los establecimientos comerciales, industriales, de servicio y otros similares;

13. La regulación del funcionamiento extraordinario obligatorio en beneficio de la comunidad de las farmacias y otros negocios similares;

14. La regulación del funcionamiento de restaurantes, bares, clubes nocturnos y otros establecimientos similares;

15. LA FORMACIÓN DEL REGISTRO DEL ESTADO FAMILIAR Y DE CUALQUIER OTRO REGISTRO PÚBLICO QUE SE LE ENCOMENDARE POR LEY; (7)

16. LA PROMOCIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN O REPARACIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL DE LOS HABITANTES DEL MUNICIPIO, SIEMPRE Y CUANDO LA MUNICIPALIDAD TENGA LA CAPACIDAD FINANCIERA PARA SU REALIZACIÓN Y QUE LA MISMA DOCUMENTE LA ESCASES DE RECURSOS Y GRAVE NECESIDAD DE LOS HABITANTES BENEFICIADOS CON LA ADQUISICIÓN O REPARACIÓN DE LA VIVIENDA SEGÚN CORRESPONDA. (7)(12)

17. LA CREACIÓN, IMPULSO Y REGULACIÓN DE SERVICIOS QUE FACILITEN EL MERCADEO Y ABASTECIMIENTO DE PRODUCTOS DE CONSUMO DE

PRIMERA NECESIDAD, COMO MERCADOS, TIANGUES, MATADEROS Y RASTROS; (7)

18. La promoción y organización de ferias y festividades populares;

19. LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ASEO, BARRIDO DE CALLES, RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE BASURAS. SE EXCEPTÚAN LOS DESECHOS SÓLIDOS PELIGROSOS Y BIO-INFECCIOSOS.

    EN EL CASO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS PELIGROSOS Y BIO-INFECCIOSOS LOS MUNICIPIOS ACTUARÁN EN COLABORACIÓN CON LOS MINISTERIOS DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL Y DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, DE ACUERDO A LA LEGISLACIÓN VIGENTE; (7)

20. La prestación del servicio de cementerios y servicio**s** funerarios y control de los cementerios y servicios funerarios prestados por particulares;

21. La prestación del servicio de Policía Municipal;

22. La autorización y regulación de tenencia de animales domésticos y salvajes;

23. LA REGULACIÓNDEL USO DE PARQUES, CALLES, ACERAS Y OTROS SITIOS MUNICIPALES; EN CASO DE CALLES Y ACERAS DEBERÁ GARANTIZARSE LA LIBRE CIRCULACIÓN SIN INFRAESTRUCTURA Y OTRAS CONSTRUCCIONES QUE LA OBSTACULICEN; (7)

24. LA AUTORIZACIÓN Y REGULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOTERÍAS, RIFAS Y OTRAS SIMILARES; SIN EMBARGO, LOS MUNICIPIOS NO PODRÁN AUTORIZAR NI RENOVAR AUTORIZACIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DE NEGOCIOS DESTINADOS A EXPLOTAR EL JUEGO EN TRAGA NÍQUEL O TRAGA PERRAS, VEINTIUNO BANCADO, RULETAS, DADOS Y, EN GENERAL, LOS QUE SE OFRECEN EN LAS CASAS

DENOMINADAS CASINOS; (5) **DECLARADO INCONSTITUCIONAL PARTE FINAL DEL ORDINAL 24º.

INTERPRETACIONAUTENTICA **DECLARADA INCONSTITUCIONAL

DECRETO N.º 27.-

LA ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR,

CONSIDERANDO:

I. Que por Decreto Legislativo No. 274, de fecha 31 de enero de 1986, publicado en el Diario Oficial No. 23, Tomo 290, del 5 de febrero del mismo año, se emitió el Código Municipal;

II. Que de conformidad a lo establecido en dicho marco legal, diferentes Concejos Municipales del país otorgaron autorizaciones para el funcionamiento de ciertos negocios, denominados popularmente como Casinos, en donde se practican distintos juegos de azar, tales como el traga níquel o traga perras, veintiuno bancado, ruletas, dados y otros similares;

III. Que la autorización de los negocios mencionados en el Considerando anterior causó indignación en la población, lo que hizo necesario que esta Asamblea Legislativa, por medio de Decreto Legislativo No. 730, de fecha 14 de octubre de 1999, publicado en el Diario Oficial No. 210, Tomo 345 del 11 de noviembre del mismo año, reformara el Código Municipal con el objeto de que los municipios no pudieran autorizar ni renovar autorizaciones para el establecimiento y funcionamiento que ofrecen las casas denominadas casinos;

IV. Que en la actualidad se han vencido permisos otorgados por algunas Municipalidades pero no obstante, estos negocios continúan funcionando argumentando sus propietarios que no se sabe con exactitud la autoridad competente para efectuar el cierre de los mismos;

V. Que la intención de esta Asamblea, fue que una vez vencidos los permisos otorgados para el funcionamiento de estos negocios fuera la municipalidad que les otorgó la que ordena el cierre de éstos, por lo cual instalan juegos que no estaban autorizados en el permiso original además deno pagar impuestos y negarse a respetar ninguna regulación;

VI. Que en razón de los Considerandos anteriores, se hace necesario interpretar auténticamente el Decreto Legislativo mencionado en el Considerando primero de este decreto, con el propósito de dejar claramente establecido que la autoridad encargada de cerrar dichos negocios es la que otorga el permiso correspondiente;

POR TANTO,
en uso de sus facultades constitucionales y a iniciativa del Diputado Jorge Alberto Villacorta Muñoz,

DECRETA:

Art. 1.- Interpretase auténticamente el artículo 4 numeral 24 del Código Municipal, en el sentido que el permiso otorgado para el funcionamiento de las casas denominadas Casinos o salas de juego, en las que se ofrecen juegos traga níquel o traga perras, veintiuno bancado, ruletas, dados y otros juegos instalados en dichos lugares, será la municipalidad que otorgó el permiso, la encargada de cerrar los referidos negocios.

Art. 2.- Esta interpretación auténtica queda incorporada al texto del Art. 4 numeral24 del Código Municipal.

Art. 3.- El presente Decreto entrará en vigencia desde el día de su publicación en el Diario Oficial.

DADO EN EL SALON AZUL DEL PALACIO LEGISLATIVO: San Salvador, a los quince días del mes de junio del año dos mil.

D. O. N.º 124, Tomo N.º 348, Fecha:4 de julio de 2000.

25. PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS DE SERVICIOS BÁSICOS, QUE BENEFICIEN AL MUNICIPIO; (7)

26. La promoción y financiamiento de programas de viviendas o renovación urbana;

Para la realización de estos programas, la Municipalidad podrá conceder préstamos a los particulares en forma directa o por medio de entidades descentralizadas, dentro de los programas de vivienda o renovación urbana;

27. LA AUTORIZACIÓN Y FISCALIZACIÓN DE PARCELACIONES, LOTIFICACIONES, URBANIZACIONES Y DEMÁS OBRAS PARTICULARES, CUANDO EN EL MUNICIPIO EXISTA EL INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN Y LA CAPACIDAD TÉCNICA INSTALADA PARA TAL FIN.
DE NO EXISTIR ESTOS INSTRUMENTOS DEBERÁ HACERLO EN COORDINACIÓN CON EL VICEMINISTERIO DE VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO Y DE CONFORMIDAD CON LA LEY DE LA MATERIA; (7)

28. CONTRATAR Y CONCURRIR A CONSTITUIR SOCIEDADES PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS LOCALES O INTERMUNICIPALES, O PARA CUALQUIER OTRO FIN LÍCITO; (7)

29. PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE PROGRAMAS Y ACTIVIDADES DESTINADAS A FORTALECER LA EQUIDAD DE GÉNERO, POR MEDIO DE LA CREACIÓN DE LA UNIDAD MUNICIPAL DE LA MUJER; (7) (8)

29 A. PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE PROGRAMAS Y ACTIVIDADES DESTINADAS A FORTALECER EL INTERÉS SUPERIOR DE LA NIÑA, NIÑO Y ADOLESCENTES, CREANDO LA UNIDAD MUNICIPAL

CORRESPONDIENTE; SI LA CAPACIDAD ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA LO PERMITE; y, (17)

30 LOS DEMÁS QUE SEAN PROPIOS DE LA VIDA LOCAL Y LAS QUE LE ATRIBUYAN OTRAS LEYES. (7)

Art. 7.- Los servicios públicos municipales podrán prestarse por:

1- El Municipio en forma directa;

2- Organismos, empresas o fundaciones de carácter municipal mediante delegaciones o contrato;

3- Concesión otorgada en licitación pública.

Fuente: Municipalidad de Nejapa

Tabla 82 Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección

REGLAMENTO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA, EL CONTROL DE VERTIDOS Y LAS ZONAS DE PROTECCION
DECRETO No. 50
III.-Que la Ley sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos promulgada por Decreto Ley NO. 886 de la Junta Revolucionaria de Gobierno, de fecha 2 de diciembre de 1981, publicada en el Diario Oficial NO. 221, Tomo 273, de aquella misma fecha, y su Reglamento de fecha 23 de marzo de 1982, establecen en sus disposiciones la potestad del Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social, en coordinación con los otros Ramos, y en este caso con los de Agricultura y Ganadería, de Salud Pública y Asistencia Social y el de Obras Públicas, todo lo relativo en cuanto a "elaborar Proyectos de normas sobre calidad del agua y sobre el control de los vertidos de aguas negras, desechos fabriles, industriales, mineros y cualquier otro uso activo o pasivo del agua que pueda contaminar dicho recurso"; disposición que armoniza con lo que disponen los Artículos 100 y 101 de la Ley de Riego y Avenamiento para dictar un Reglamento en tal sentido; Art. 1. -El presente Reglamento tiene por objeto desarrollar los principios contenidos en la Ley Sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y su Reglamento, así como los Artículos 100 y 101 de la Ley de Riego y Avenamiento, referente a la calidad del agua, el

control de vertidos ya las zonas de protección con el objeto de evitar, controlar o reducir la contaminación de los recursos hídricos.

Art. 2. -Los términos y conceptos empleados en este Reglamento se Entenderán en el sentido o significado que se les d, en el glosario de conceptos técnicos que forma parte del mismo, en cuyo texto se usarán las siglas que a continuación se indican con el significado siguiente:

1. MIPLAN: Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social;
2. MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería;
3. MSPAS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social;
4. ANDA: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados;
5. PLANSABAR: Plan Nacional de Saneamiento Básico Rural;
6. OEDA: Oficina Especializada del Agua;
7. AEE: Agencias Ejecutoras Especializadas; y
8. MOP: Ministerio de Obras Públicas.

Art. 7.-Las condiciones a que deben sujetarse los vertidos de aguas residuales contaminantes se establecer n de manera que se conserven los objetivos de calidad previamente establecidos, tomando en consideración el destino volumen, caudal, calidad y poder de autodepuración, tanto del vertido como del cuerpo de agua receptor.

Art. 9.-En todo lo que se refiere o relacione con la aplicación de las normas sobre calidad del agua a nivel nacional, la Autoridad Competente ser el Órgano Ejecutivo en los Ramos de Salud Pública y Asistencia Social, el de Agricultura y Ganadería y el de Obras Públicas, bajo los términos de este Reglamento y los de su propia legislación en materia de contaminación de aguas de acuerdo con las normas y procedimientos que adelante se establecen. Cuando se trate de aplicación de sanciones por infracción al presente Reglamento, se hará por medio del Departamento Jurídico del Ministerio de Agricultura y Ganadería, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo IX de la Ley de Riego y Avenamiento y al Artículo 138 de su Reglamento

Art. 13.-Cuando el estado de la calidad del agua afecte o pueda afectar la salud pública o aspectos relativos al saneamiento, incluyendo vertidos industriales, cloacales descargas urbanas y demás, ser el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social por medio de su dependencia ejecutiva correspondiente, quien se encargar de velar por el cumplimiento de las normas de calidad fijadas para cada caso.

Art. 14.-El Ministerio de Agricultura y Ganadería en cumplimiento del Artículo 101 de la Ley de Riego y Avenamiento, dictar las medidas necesarias para: a.-Impedir que se contaminen las aguas; b.-Impedir que el uso de las aguas reduzca la fertilidad de los suelos, y c.-Proteger la fauna y flora acu tica.

Art. 15.-Cuando se trate de vertidos que puedan perturbar el equilibrio físico, químico, biológico y ecológico de las aguas ser el Ministerio de Agricultura y Ganadería, por medio de su dependencia ejecutiva, quien se encargar de velar por el cumplimiento de las normas de calidad fijadas para cada caso. Sin perjuicio de lo dispuesto en el Articulo 11, el MAG y el MSPAS podrán actuar en forma conjunta cuando lo requiera uno de estos Ministerios.

Art. 16.-Cuando se trate de descargas de aguas negras o vertidos industriales, el MSPAS deber establecer sistemas de vigilancia y control para que se cumplan las condiciones fijadas en cada caso. El MAG, por su parte, establecer sus propios mecanismos de vigilancia y control dentro de su competencia. Ambos Ministerios podrán presentarse mutua colaboración técnica cuando sea requerida.

Art. 17.-Cuando se trate de vertidos que descargan el sistema de alcantarillado sanitario, sistema de conducción de aguas residuales, obras de tratamiento y disposición final de las mismas, de propiedad de ANDA, ser esta Institución la que aplicar sus propias normas y regulaciones para asegurar la protección y buen funcionamiento de dichas obras.

ANDA establecer las condiciones que deben cumplir las aguas residuales domesticas o industriales, previo a la autorización del vertido en las obras sanitarias anteriormente mencionadas.

Art. 18.-Tanto el MAG como el MSPAS y ANDA deber n notificar a las alcaldías correspondientes las decisiones que se tomen sobre el control de la contaminación de las aguas que se ubiquen dentro de sus respectivas jurisdicciones. Dicha notificación se hará por medio de esquela que contenga un extracto de la solicitud y resolución correspondiente a fin de que se controle y vigile su cumplimiento, y denuncie las infracciones ante la Autoridad Competente.

TITULO IV

NORMAS SOBRE DEPURACION Y TRATAMIENTO DE AGUAS

Art. 35.-Solamente se podrán efectuar descargas de residuos sólidos, líquidos o gaseosos, cuando de conformidad a los objetivos de calidad no se perjudiquen las condiciones físico-químicas y biológicas del medio acu tico receptor.

Art. 38.-Cuando las condiciones impuestas en una autorización de vertido impliquen la operación de un sistema de tratamiento, el usuario estar obligado a controlar los efluentes en la forma que establezca la Autoridad Competente y a conservar esta información en un registro que podrá ser inspeccionado por la misma, cuando así lo requiera. La Autoridad Competente podrá realizar también los análisis que sean necesarios.

Art. 37.-Los procesos de depuración o tratamiento a que estar n sujetos los vertidos en general, deber n ser los técnicamente necesarios para lograr los objetivos de calidad, tal como se establece en el Art. 5.

Art. 38.-Para la determinación del tratamiento a que se deber someter un vertido, se fijar n las condiciones particulares para cada descarga. Estas condiciones se fundamentar n en los niveles de calidad que se establecer n en la forma prevista en el Art. 6 de este Reglamento.

Art. 39.-Los responsables de las descargas de aguas residuales industriales que a la fecha de vigencia del presente Reglamento se encuentren efectuando el vertido, deber n

presentar dentro del plazo de seis meses su solicitud a la Autoridad competente para obtener la autorización de vertido.

Art. 40.-Los métodos de muestreo y análisis de laboratorio para comprobar que los responsables de las descargas se ajustar n a las normas a que se refiere el Art. 38 de este Reglamento según los métodos estándares universales, adoptados oficialmente por los laboratorios nacionales del país.

Art. 41.-Se podrán combinar los vertidos de varios usuarios y realizar una depuración única. En este caso, la autorización de vertido se otorgar en forma conjunta a favor de la Asociación constituida o al grupo de usuarios que se unan al efecto.

Art. 42.-La Autoridad Competente promover la constitución de empresas depuradoras para que se encarguen de la depuración de vertidos procedentes de terceros previo contrato con los mismos en que especifiquen las condiciones del trabajo a realizar. En caso que un usuario, autorizado o no, contrate a una empresa depuradora de vertidos, esta última ser responsable ante la Autoridad Competente de las condiciones en que se verifique la depuración.

Art. 43.-Si se comprobare que la depuración a que se ha sometido determinado vertido no satisface niveles de calidad que se pretenden lograr, la Autoridad Competente podrá ordenar al usuario autorizado, a ejecutar el tratamiento complementario que sea necesario para el alcance de los niveles fijados. En tal caso, la Autoridad Competente fijar las condiciones al usuario quien deber cumplirlas en el plazo señalado, bajo pena que se le revoque la autorización.

Art. 47.-En las zonas situadas a menos de trescientos metros de una fuente natural de agua, no podrá hacerse uso de substancias contaminantes de ninguna naturaleza, de acuerdo con las leyes y reglamentos de la materia.

TITULO VI

De las Aguas Negras o Aguas Residuales Domesticas

Art. 59.-El control de la contaminación producida por los residuos líquidos domésticos estar sujeta a las disposiciones de la legislación vigente sobre los usos de abastecimiento de agua potable, domésticos, comerciales e industriales, en aquellos núcleos de población que cuentan con redes de alcantarillado sanitario administrado por ANDA y organismos afines.

Art. 60.-Las entidades, personas naturales o jurídicas encargadas de la explotación de una red de alcantarillado sanitario, deber n tomar las medidas necesarias para disminuir los riesgos de deterioro de la red o del cuerpo de agua en la que se descargue. La Autoridad Competente establecer los tratamientos a que se deber n someter las aguas negras provenientes de las redes de alcantarillado sanitario con vistas a lograr determinados niveles de calidad.

Art. 61.-Las entidades, personas naturales o jurídicas encargadas de la explotación de una red de alcantarillado sanitario, están obligadas a sujetarse a las normas sobre control de vertidos a sistemas de alcantarillado sanitario que dicten ANDA y MSPAS.

Art. 62.-En los núcleos poblacionales en que el alcantarillado sanitario no sea administrado por ANDA, el monto de las tarifas por depuración deber ser el mismo que establezca ANDA para sistemas similares. En todos los casos y lugares, el importe total por ese concepto ser destinado por ANDA única y exclusivamente a obras o tratamientos del lugar que comprenda.

Art. 63.-Para establecer las tarifas a que se refieren los artículos anteriores, ANDA se basar en los volúmenes y cargas contaminantes a tratar y de conformidad con su Ley de Creación.

Art. 64.-Todas las entidades encargadas de la explotación de una red de alcantarillado, están en la obligación de acatar las normas técnicas y aplicar las normas técnicas y aplicar las tarifas que establezca ANDA, para el vertido de aguas residuales, industriales y domésticas, en redes de alcantarillado sanitario.

Art. 65.-ANDA deber elaborar los planes o estudio de tratamiento de las aguas residuales, industriales o domésticas que provengan de redes de alcantarillado sanitario y las someter, para su aprobación al MSPAS, quien velar por el cumplimiento de las normas establecidas por este Reglamento. Cuando se trate de alcantarillados sanitarios no administrados por ANDA, el encargado de su explotación deber seguir el mismo procedimiento.

Art. 66.-Cuando ANDA lo considere necesario podrá celebrar los contratos respectivos a fin de que empresas depuradoras de vertidos sean autorizadas para administrar plantas de tratamiento bajo su administración o dominio de conformidad a su Ley de Creación.

Art. 80.-No ser n vertidos a la red pública de alcantarillado de aguas negras, aguas que perjudiquen las tuberías y/o alteren las características físicas, químicas o bacteriológicas, separadamente o en conjunto, de las aguas receptoras de los efluentes del alcantarillado o sean nocivas para las instalaciones de tratamiento de aguas negras.

Art. 81.-No ser n vertidos a la red de Alcantarillados de aguas negras, ni a algún sistema de alcantarillado, aguas que contengan en exceso a los limites siguientes:

1. Sustancias toxicas y venenosas:
    a. Cobre (Cu) 0.20 mg/1
    b. Cromo (Cr) 0.05 mg/1
    c. Níquel (Ni) 0.80 mg/1
    d. Zinc (Zn) 5.00 mg/1
    e. Arsénico (As) 0.05 mg/1
    f. Cianuro 0.10 mg/1 g
    g. Fenoles 0.005 mg/1
2. Sustancias explosivas
3. Agentes bactericidas, fungicidas e insecticidas entre 0.10 a 10 mg/1
4. Aceites y grasas mayor 20 mg/1
5. Materiales radio-activos entre 3 a 1000 pc/1
6. Otros que se establezcan para casos especiales.

Art. 82.-El contenido de solidos de las aguas residuales industriales que reciban los alcantarillados deber n tener las siguientes características:

1. Solidos totales inferior a 100 mg/1; y
2. Solidos en suspensión inferior a 500 mg/1

Art. 83.-El pH de las aguas residuales industriales no deber n ser inferior a 5 ni superior a 9.0.

Art 84.-La temperatura de las aguas residuales industriales no deber ser superior a 5 ºC de la temperatura media de la localidad y nunca mayor de 35 ºC.

Art. 85.-No ser permitidas descargas momentáneas de grandes volúmenes de aguas residuales industriales de alta concentración que altere las características físicas, químicas o bacteriológicas de las aguas receptoras de los alcantarillados, debiendo en estos casos hacer los vertidos con volumen uniforme durante el periodo de funcionamiento de la industria.
En casos especiales de acuerdo con ANDA, se podrán hacer vertidos de aguas residuales industriales en un periodo menor o mayor.

Art. 86.-Cuando las aguas residuales industriales sean vertidas a la red de alcantarillado de aguas negras y perjudiquen la red y/o alteren las características físicas, químicas o bacteriológicas separadamente o en conjunto con las aguas receptoras de los efluentes del alcantarillado, o sean nocivas para las instalaciones de tratamiento de aguas residuales industriales deber n ser sometidas a un tratamiento previo correctivo.

Art. 87.-Los tratamientos previos correctivos a que se someter n los efluentes industriales ser n determinados de acuerdo con el tipo de industria pudiendo incluir los siguientes procesos:

1. rejillas;
2. neutralización;
3. remoción de aceites;
4. remoción de solidos sedimentables y flotantes;
5. precipitación química; y

6. otros que se consideren necesarios.

CAPITULO II
INDUSTRIAS LOCALIZADAS EN AREAS CON RED PUBLICA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO

Art. 88.-Los propietarios de las industrias que viertan sus aguas residuales a los alcantarillados ser n responsables de los deterioros ocasionados al sistema de conformidad a lo establecido en el presente Reglamento.

Art. 89.-Cuando las características de las aguas residuales industriales no satisfagan las normas de este Reglamento deber ser hecho un tratamiento previo correctivo antes de efectuar el vertido al alcantarillado de la red pública.

CAPITULO IV
Instalaciones Industriales
Art. 92.-Dentro del plazo de tres meses de vigencia de este Reglamento ANDA establecer el Registro de Industrias para fines de control de los vertidos de aguas residuales industriales.

Art. 93.-Toda industria nueva o existente deber, dentro de un plazo de seis meses de la vigencia de este Reglamento, proporcionar la información necesaria que permita evaluar su aporte de aguas residuales industriales al alcantarillado en lo referente a cantidad, calidad, solidos en suspensión, pH, temperatura y presencia de sustancias nocivas, debiendo cumplir con los límites establecidos en los artículos del 80 al 87 de este Reglamento.

Art. 94.-Los proyectos de tratamiento de aguas residuales industriales deber n incluir:

a. Estimación de consumo de aguas, volumen de aguas residuales, número total de empleados y cantidades de materia prima a ser utilizadas;
b. Descripción de las condiciones locales, mostrando las condiciones del vertido del efluente al alcantarillado de aguas negras o a algún cuerpo de agua superficial o subterránea, para dar un criterio respecto al grado de tratamiento necesario; y

c. Justificación de grado de tratamiento adoptado cuando sea necesario.

Art. 95.-El proyecto de las instalaciones destinadas al tratamiento de las aguas residuales industriales deber ser presentado para su aprobación a ANDA, en tres copias, firmado por un profesional responsable y contendrá:

a. Memoria descriptiva y justificación;
b. Plano de ubicación de las instalaciones de tratamiento, indicando claramente el punto de vertido que se haga en la red pública o curso de agua;
c. Plantas y perfiles generales, detallando las diversas unidades de sus equipamientos;
d. Previsión de rea para ampliación futura de las instalaciones de tratamiento, de acuerdo con el programa de expansión de la industria; y
e. Planos que, deber n ser presentados de acuerdo con las disposiciones emitidas por ANDA al respecto.

Art 96.-En las instalaciones hidráulicas sanitarias, deber n ser proyectados y construidos independientemente los alcantarillados para aguas negras, aguas residuales industriales y aguas lluvias admitiéndose la combinación de los alcantarillados de aguas negras, y aguas residuales industriales fuera de las instalaciones industriales.

Art. 97.-En los establecimientos industriales localizados dentro de las zonas servidas por la red pública de alcantarillado de aguas negras deber presentarse un tratamiento previo siempre que las aguas residuales industriales sean nocivas a los alcantarillados o a las instalaciones de tratamiento público de acuerdo con lo normado por este Reglamento en los siguientes casos:

a. Temperaturas muy elevadas de las aguas residuales industriales que puedan dañar las canalizaciones o las instalaciones de tratamiento público;
b. Aguas residuales industriales que contengan materias capaces de sedimentarse o de provocar sedimentaciones;
c. Aguas residuales industriales que contengan ácidos capaces de provocar corrosión en las canalizaciones;
d. Aguas residuales industriales muy alcalinas que puedan causar corrosión e incrustaciones;

e. Aguas residuales industriales que contengan sustancias adversas a los procesos de tratamiento de las aguas negras o a la utilización de los lodos resultantes;
f. Aguas residuales industriales que contengan residuos de gasolina o querosina; y
g. Aguas residuales industriales con exceso de aceites, gorduras y sustancias grasas.

Art. 98.-En los establecimientos industriales localizados fuera de las zonas servidas por la red pública de alcantarillado, deber efectuarse un tratamiento previo con el fin de dar cumplimiento a este Reglamento y a las leyes o reglamentos sobre polución emitidos por los Ministerios de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social, de Agricultura y Ganadería y de Salud Pública y Asistencia Social.

Art. 99.-ANDA dar permiso de funcionamiento de las obras que se construyan para tratamiento de las aguas residuales industriales de acuerdo con la aprobación previa concedida.

Art. 100.-La operación y mantenimiento de las instalaciones de los sistemas de tratamientos de aguas residuales industriales ser responsabilidad de los propietarios de los establecimientos industriales.

CAPITULO V
Disposiciones Generales

Art. 101.-ANDA establecer dentro del plazo de tres meses de la fecha de vigencia de este Reglamento la Oficina de Control de Registro de Vertidos Industriales, la cual deber estar funcionando con los recursos técnicos de equipo y de personal especializado necesario que permita controlar las industrias en el cumplimiento de este Reglamento, y, asimismo, establecer las violaciones y las sanciones respectivas.

CAPITULO VI
Disposiciones Transitorias

Art. 102.-Con el fin de que los establecimientos industriales existentes sometan a aprobación de ANDA el sistema de disposición de sus aguas residuales industriales, se establece el plazo de un año, contado a partir de la fecha de vigencia de este Reglamento.

TITULO X
Disposiciones Generales

Art. 103.-Las unidades de medición, para efectos de ,este Reglamento son las del Sistema Internacional de Medidas: a

a. Como unidad de volumen ser el metro cubico o el litro.
b. Como unidad de caudal ser el metro cubico por segundo, o el litro por segundo.
c. Como unidad de concentraciones ser n los miligramos por litro y los miliequivalentes por litro.

Art. 104.-Los delegados, empleados e inspectores de la Autoridad Competente están facultados a constituirse en los inmuebles de propiedad privada cuando ello sea necesario, para el debido cumplimiento de las labores debiendo para ello, acreditar su calidad de tales y guardando el debido respeto a los bienes e instalaciones del inmueble de que se trate. Por su parte, los propietarios quedan obligados a permitir el ingreso de tales personas a los inmuebles de su propiedad pudiendo denunciar ante la Autoridad Competente cualquier abuso por parte de sus funcionarios o empleados.

Art. 105.-La Oficina Conjunta llevar un registro de las empresas o sociedades de cualquier tipo que se dediquen a efectuar comercialmente tratamientos o depuraciones de aguas residuales. La Autoridad Competente calificar a las empresas o sociedades legalmente constituidas que están técnicamente aptas para ser inscritas en el registro anterior.

Art. 106.-Asimismo ANDA y la Oficina Conjunta llevar n un registro correspondiente a los nombres y firmas de los profesionales autorizados para el diseño de plantas de tratamiento o de las obras de depuración de que trata este Reglamento. La Autoridad Competente establecer los requisitos que deben cumplir, previo a su inscripción en este registro.

Art. 107.-En todo lo que no está, previsto en el presente Reglamento se aplicar n las disposiciones contenidas en las leyes vigentes sobre calidad o contaminación de aguas y, en su defecto, la legislación común.

Fuente: Corte Suprema de Justicia, Departamento de documentación judicial

Tabla 83 Reglamento especial de Aguas Residuales

REGLAMENTO ESPECIAL DE AGUAS RESIDUALES
Autoridad competente Art. 4: Para lo preceptuado en este Reglamento será autoridad competente el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que en lo sucesivo se denominará el Ministerio, sin perjuicio de las atribuciones establecidas en la legislación nacional a otras instituciones del gobierno central, autónomas o municipales, las cuales serán responsables de su aplicación dentro de sus respectivas competencias y en coordinación con el Ministerio; de igual manera, aplicarán las normas técnicas de calidad ambiental pertinentes. **Aplicación gradual de medidas** Art. 5: En cumplimiento de lo estipulado en los Arts. 107, 108 y 109 de la Ley, los titulares de las obras, proyectos o actividades correspondientes deberán considerar en sus Programas de Adecuación Ambiental, la aplicación gradual de las medidas de atenuación o compensación para el impacto negativo ocasionado por aquéllas sobre el recurso hídrico. **Auditorías e Inspecciones** Art. 6: En base al Art. 27 de la Ley, el Ministerio realizará las auditorías en la forma en que considere necesarias en las obras, instalaciones y aprovechamientos de aguas residuales, que se identifiquen en el proceso de evaluación ambiental como medidas de prevención, atenuación o corrección de la contaminación de las aguas. De igual manera realizará inspecciones, de oficio o a instancia de parte, para determinar el cumplimiento al Art. 49 letra e) de la Ley y a lo establecido en este Reglamento. En caso que la actividad de que se trate no cuente con el Permiso Ambiental respectivo, se

iniciará el procedimiento para la determinación de la responsabilidad administrativa, sin perjuicio de informar adecuadamente a la autoridad competente para los efectos de las responsabilidades civil y penal que correspondan.

SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Tratamiento de aguas residuales

Art. 7: Toda persona natural o jurídica, pública o privada, titular de una obra, proyecto o actividad responsable de producir o administrar aguas residuales y de su vertido en un medio receptor, en lo sucesivo denominada el titular, deberá instalar y operar sistemas de tratamiento para que sus aguas residuales cumplan con las disposiciones de la legislación pertinente y este Reglamento.

Disposición de lodos

Art. 8: En cuanto a la disposición de lodos provenientes de sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipos ordinario y especial, estará sujeta a lo dispuesto en el Programa de Manejo o Adecuación Ambiental correspondiente y a la legislación pertinente. Informes operacionales

Art. 9: Los titulares deben elaborar y presentar al Ministerio informes operacionales de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y de las condiciones de sus vertidos, que reflejen la frecuencia del muestreo, conforme a lo estipulado en los Arts. 16, 19 y 25 de este Reglamento. El resumen anual formará parte del informe anual de resultado de la aplicación de los Programas de Manejo Ambiental o de Adecuación Ambiental. Los costos de los análisis para la elaboración de los informes operacionales serán sufragados por el titular. Contenido de los informes

Art. 10: Los informes operacionales periódicos deberán contener como requisitos mínimos la siguiente información:

a) Registro de Aforos;
b) Registro de análisis de laboratorio efectuados por el titular y los efectuados por laboratorios acreditados, según la legislación pertinente;
c) Registro de daños a la infraestructura, causados por situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y funcionamiento del sistema;

d) Situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y el funcionamiento del sistema que originen descargas de aguas residuales con niveles de contaminantes que contravengan los límites permitidos por las normas técnicas respectivas;
e) Evaluación del estado actual del sistema, y
f) Acciones correctivas y de control.

Fuente: Sistema de la Integración Centroamericana

Tabla 84 Reglamento especial de normas técnicas

REGLAMENTO ESPECIAL DE NORMAS TECNICAS
Art. 1: El presente Reglamento tiene por objeto determinar los lineamientos o directrices para el establecimiento de las normas técnicas de calidad ambiental en los medios receptores, y los mecanismos de aplicación de dichas normas, relativo a la protección de la atmósfera, el agua, el suelo y la bio-diversidad.
CALIDAD DEL AGUA
Calidad del agua como medio receptor
Art. 19: La norma técnica de calidad del agua como medio receptor, que se establezca de conformidad a lo establecido en este Reglamento, se fundamentará en los parámetros de calidad para cuerpos de agua superficiales, según los límites siguientes:

PARAMETRO	LIMITE
Bacterias Coliformes Totales Coliformes Fecales	Que no excedan de una densidad mayor a los 5000 UFC por 100 ml de muestra analizada Que no excedan de una densidad mayor a los 1000 UFC por 100 ml de nuestra analizada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO'5)	No debe permitirse que el nivel de oxígeno disminuya de 5 mg/L
Oxígeno disuelto	Igual o mayor de 5mg/L
PH	Debe mantenerse en un rango de 6.5 a 7.5 unidades o no alterar en o.5 unidades de PH el valor ambiental natural.
Turbiedad	No deberá incrementarse mas de 5 unidades de turbiedad sobre los límites ambientales del cuerpo receptor
Temperatura	Debe mantenerse en un rango entre los 20 a 30° C o no alterar a un nivel de 5°C la temperatura del cuerpo receptor
Toxicidad	No debe exceder de 0.05 mg/L de plaguicidas órgano clorados

En cumplimiento del Art. 43 de la Ley del Medio Ambiente, el Ministerio, en coordinación con las instituciones competentes, vigilará la calidad del recurso agua como medio receptor mediante un programa sistemático de monitoreo bajo los lineamientos técnicos que establezca con la participación del Consejo.

Aguas Residuales

Art. 20: Para la descarga de aguas residuales se establecerá, según lo dispuesto en este Reglamento, la norma de calidad que contenga los límites permisibles, prevaleciendo el principio de precaución a la contaminación del medio que servirá de receptor de la misma.

Determinación de parámetros

Art. 21: En aplicación del Art. 43 de la Ley del Medio Ambiente, el Ministerio, junto a las entidades competentes, establecerá los programas de muestreos y análisis para la determinación de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, los cuales deberán efectuarse aplicando métodos normalizados por el Consejo en coordinación con el Ministerio.

Aguas subterráneas

Art. 22: En base al Art. 42 de la Ley del Medio Ambiente, los titulares de obras, proyectos o actividades establecidas en el Art. 21 de la misma, en todos los casos de aguas residuales que puedan afectar la calidad de las aguas subterráneas, deberán considerar en el Estudio de Impacto Ambiental y en el Permiso Ambiental correspondiente la protección y sostenibilidad del recurso.

Fuente: Sistema de la Integración Centroamericana

Tabla 85 Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario

NORMA PARA REGULAR CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL DESCARGADAS AL ALCANTARILLADO SANITARIO.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las disposiciones de esta norma serán aplicables a todas las descargas de los efluentes líquidos de actividades comerciales, industriales, agroindustriales, hospitalarias o de cualquier otro tipo que afecten o pudiesen afectar directamente a los sistemas de alcantarillado sanitario, en propiedad o administrados por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA.

PARÁMETROS

Los niveles máximos permisibles de los parámetros de esta Norma deberán ser alcanzados por medio de los tratamientos respectivos o adecuación de procesos. Para alcanzar dichos niveles no será permitida descargas de:

1. Materias sólidas y líquidas, que por sí solas o por interacción con otras, puedan solidificarse o dar lugar a obstrucciones o dificulten el normal funcionamiento de los sistemas de recolección de aguas residuales.
    - Fragmentos de piedra, cenizas, vidrio, arena, basura, fragmentos de cuero, textiles
    - Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio
    - Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán, lacas
    - Gasolina, petróleo, aceites lubricantes, aceites vegetales, grasas, ácidos y álcalis
    - Fosgeno, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno.
    - Otras sustancias con propiedades similares.

2. Líquidos explosivos o inflamables.

3. Líquidos volátiles, gases y vapores inflamables o tóxicos.
4. Materias que, por su naturaleza, propiedades y cantidad, ya sea por ellas mismas o por interacción con otras, puedan originar la formación de mezclas inflamables o explosivas con el aire o bien produzcan olores desagradables.
5. Materias que como consecuencia de procesos y reacciones que puedan llevarse a cabo dentro de la red, manifiesten alguna propiedad corrosiva o incrustante, capaz de dañar el material de las instalaciones y perjudiquen al personal encargado de la inspección.
6. Sustancias químicas tales como plaguicidas y productos farmacéuticos no regulados en esta Norma.
7. Elementos o sustancias radioactivas en cantidades y concentraciones que infrinjan las reglamentaciones establecidas al respecto por las autoridades competentes.
8. Residuos provenientes de establecimientos hospitalarios, clínicas, laboratorios clínicos y otros similares que no posean tratamientos especiales para eliminar los desechos biológicos infecciosos.
9. No se acepta la dilución con aguas ajenas al proceso del establecimiento emisor como procedimiento de tratamiento de los efluentes líquidos, para lograr una reducción de cargas contaminantes.
10. En caso de descargas discontinuas deberá utilizarse un sistema adecuado a fin de regular el flujo, evitando descargas puntuales de grandes volúmenes.
11. Los sedimentos, lodos y/o sustancias sólidas provenientes de los sistemas de tratamiento de efluentes líquidos no podrán disponerse en sistemas de recolección de aguas residuales para su disposición final.
12. Descargas de aguas lluvias al Sistema de Alcantarillado Sanitario.
13. Las descargas al alcantarillado en cualquier punto sin autorización.

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	mg/l	150
Aluminio (Al)	mg/l	10
Arsénico (As)	mg/l	1.0
Boro (B)	mg/l	3
Cadmio (Cd)	mg/l	1
Cianuro Total (CN)	mg/l	1
Cinc (Zn)	mg/l	5
Cobalto (Co)	mg/l	0.5
Cobre (Cu)	mg/l	3
Color Real*		
Compuestos fenólicos	mg/l	5
Cromo hexavalente (Cr^{+6})	mg/l	0.5
Cromo total (Cr)	mg/l	3
DBO_5	mg/l	400
Detergentes (SAAM)	mg/l	35
DQO	mg/l	1000
Fluoruros (F)	mg/l	6
Fósforo Total (P)	mg/l	45
Herbicidas totales	mg/l	0.1
Hidrocarburos	mg/l	20
Hierro total (Fe)	mg/l	20
Manganeso total (Mn)	mg/l	4
Materiales Flotantes	mg/l	Ausentes
Mercurio (Hg)	mg/l	0.02
Molibdeno (Mo)	mg/l	4
Níquel (Ni)	mg/l	4
Nitrógeno Total (N)	mg/l	100
Organoclorados	mg/l	0.05
Organo fosforados y Carbamatos	mg/l	0.25
PH	mg/l	5.5-9.0
Plata (Ag)	mg/l	3
Plomo (Pb)	mg/l	1.0
Selenio (Se)	mg/l	0.15
Sólidos sedimentables	ml/l	20
Sólidos suspendidos totales	mg/l	450
Sulfatos $(SO_4)^2$	mg/l	2000
Sustancia radioactivas	-	Ausente
Temperatura	°C	20-35
Vanadio (V)	mg/l	5

* El efluente líquido no deberá introducir coloración visible diferente al de la descarga doméstica.

ANÁLISIS A REALIZAR

Análisis básicos:

Se deberá determinar a toda descarga de tipo industrial los valores de los siguientes parámetros:

- DBO5
- DQO
- pH *
- Aceites y Grasas
- Sólidos Sedimentables
- Sólidos Suspendidos Totales
- Temperatura *

* Deberán ser determinados in situ

Análisis Complementarios por tipo de industria:

Industria	**Análisis**
Frutas y vegetales	Herbicidas totales
Químicos inorgánicos	Arsénico, cadmio, cromo, fluor, Hierro, Mercurio, Plomo, Cinc, Cianuros.
Hierro y acero	Fenoles, cianuros, fluoruros, manganeso, Arsénico, Cadmio, Cromo, Cobre, Fluor, Hierro, Mercurio, Plomo, Níquel, Cinc.
Químicos orgánicos	Fenoles, Cianuros, Arsénico, Cadmio, cromo, Fluor, Hierro, Mercurio, Plomo.
Refinerías de petróleos y fabricación de productos derivados de petróleo y carbón	As, Cd, Cu, F, Fe, Plomo, Níquel, Cinc, Fenoles, Hidrocarburos, Cromo.
Expendios de combustibles y talleres automotrices	Hidrocarburos
Plásticos y sintéticos, pinturas, tintes, lacas, barnices, resinas sintéticas	Cadmio, Cianuro, Arsénico, Cobre, fenoles, Hidrocarburos.
Pulpa y papel, imprentas	Color, plomo, Detergentes, Cromo, níquel, zinc, mercurio, Cobre.
Textiles	Fenoles, cromo, color.
Lavado de textiles	Detergentes, color
Curtiembres y talleres de acabado, preparación y tejidos de pieles	Cromo, color.
Jabón y detergentes, preparados para limpieza	Fenoles, Detergentes
Galvanoplastia y limpieza de metales	Plata, Cadmio, Cromo, Cobre, Mercurio, Níquel, Cianuro Total, Fluor y Fósforo Total
Vidrio, cemento, productos de asbesto	Cromo total
Fertilizantes y agroquímicos	Arsénico, Cadmio, Cromo, Cobre, Fluor, Hierro, Mercurio, Manganeso, Plomo, Níquel, Zinc, Nitrógeno Total y Fósforo Total.
Fabricación de acumuladores (baterías)	Plomo, Níquel, Cadmio y Zinc

Otras actividades industriales no incluidas en la tabla se deberán presentar los análisis en función de su actividad.

MÉTODOS DE ANÁLISIS

MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS CONTEMPLADOS EN LA NORMA

Parámetros	Número de referencia Estándar Methods	Número de referencia ASTM
Aceites y grasas	5520	D 3521- 85(1990)
Aluminio	3500-Al	D 3921-85(1990)
Arsénico	3500-As	D 857-89
Boro	4500 -B	D 3082- 92
Cadmio	3500- Cd	D 3557 – 90
Cianuro Total	4500 CN	D 2036- 91
Cinc	3500 - Zn	D 1691- 90
Cobalto	3500 - Co	D 3558 – 90
Cobre	3500- Cu	D 1688- 90
Color	2120	-
Compuestos Fenólicos	5530 y 6420	D 1783- 91
Cromo hexavalente	3500 - Cr	D 5257- 93
Cromo total	3500 - Cr	D 1687- 92
DBO	5210	-
Detergentes	5540	-
DQO	5220	D 1253- 88
Fluoruros	4500 - F	D 1179 – 93
Fósforo total	4500 - P	D 515 – 88
Herbicidas totales	6640 y 6651	D 3086 – 85 (1990)
Hidrocarburos	6440 y 5520 F	-
Hierro total	3500 - Fe	-
Manganeso total	3500 - Mn	-
Materiales flotantes	2530	-
Mercurio	3500 -H g	D 3223 – 91
Molibdeno	3500 - Mo	D 3372 – 92
Níquel	3500 - Ni	D 1886 – 90
Nitrógeno total	4500 – N	D 3590 – 89
Organoclorados	6630	D 3590 - 89
Organofosforados y Carbamatos	6610	-
PH	4500 – H+	D 1293 – 84 (1990)
Plata	3500 - Ag	D 3866 – 92
Plomo	3500 - Pb	D 3559 – 90
Selenio	3500 - Se	D 3859 – 93
Sólidos sedimentables	2540 F	-
Sólidos suspendidos	2540	-
Sulfatos	4500 – SO2	D 516 – 90
Temperatura	2550	-
Vanadio	3500 - V	D 3376 - 93

Los análisis deberán ser realizados en laboratorios debidamente acreditados por el CONACYT o por organismos internacionales.

FRECUENCIA MINIMA DE MUESTREO:

Es responsabilidad del operador realizar periódicamente un informe operacional en el cual se incluirán los análisis de vertidos por un laboratorio nacional o internacional debidamente acreditado, cuyos costos serán sufragados por el responsable de la descarga, el cual deberá ser presentado posteriormente a ANDA.

Las frecuencias de muestreo, así como las de los informes operacionales son las que se detallan en la tabla siguientes:

TABLA DE FRECUENCIA DE MUESTREO

Frecuencia mínima de muestreo y análisis para aguas residuales de tipo especial			
Parámetros	**Caudal** (m^3/ día)		
	<10	10 a 100	>100
Temperatura, pH, Sólidos Sedimentables y Caudal. *	Mensual	semanal	Diario
Otros parámetros obligatorios según norma	Anual	Semestral	Trimestral

* Los parámetros no requieren ser practicados por un laboratorio acreditado y deberán estar incluidos en el informe operacional.

Para descargas menores o iguales a 5 m^3/día estarán exentos de presentar informes operacionales; sin embargo, deberán implementar las medidas necesarias para cumplir con los requerimientos de los valores máximos permisibles en esta norma.

TIPOS DE MUESTRAS

Para los casos de procesos que generen un efluente con características constantes a lo largo del día, deberán tomarse muestras compuestas por un mínimo tres muestras simples; caso contrario se tomaran muestreos puntuales en el momento de efectuar la descarga de mayor concentración.

INFORME OPERACIONAL

El responsable de la descarga deberá presentar cada año un informe operacional, a partir de la fecha de emisión del permiso.

El contenido del informe operacional periódico será:

a. Registro de aforos
b. Registro de Análisis de Laboratorio.

c. Situaciones fortuitas o accidentes en el manejo o funcionamiento del sistema que originen descargas con niveles de contaminantes que contravengan los niveles permisibles.
d. Evaluación actual de los sistemas.
e. Acciones correctivas y de control.

OTRAS CONDICIONES ESPECIALES

a) Los parámetros de calidad de agua que no se consideren en esta norma técnica y que sean potencialmente contaminantes, perjudiquen al sistema de alcantarillado, dañen el proceso de tratamiento o a la salud serán fijados en cada caso particular por la ANDA.
b) El régimen de evacuación de los efluentes líquidos tratados o dentro de la norma se establecerá por parte de ANDA para los casos en que pueda afectar la capacidad de los colectores de aguas negras y del sistema en general.
c) Cada establecimiento deberá construir una cámara o dispositivo especialmente habilitado para la toma de la muestra, ubicado entre el tratamiento (si lo hay) y punto de descarga al alcantarillado; en caso existan varias descargas en diferentes puntos del alcantarillado deberá construirse igual número de dispositivos para las tomas de muestras.
d) Se prohíbe la descarga de venenos y productos agroquímicos al alcantarillado sanitario de cualquier procedencia.
e) Los controles de cumplimiento por parte de ANDA serán efectuados sin aviso previo con el objeto de verificar el cumplimiento de los parámetros reportados en el informe operacional.
f) Cuando el responsable de la descarga lleve a cabo cambios sustanciales en el proceso, que tenga como consecuencia una modificación de las características de las descargas, deberá reportarlo inmediatamente.
g) La ANDA no aprobará las obras que se construyan para el tratamiento de aguas residuales.

CUMPLIMIENTO Y VERIFICACIÓN:

Corresponde a la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA, el velar por el cumplimiento de esta Norma

Fuente: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)

Tabla 86 Ley de Carreteras y Caminos Vecinales

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE (MOPT)	GOBIERNO DE EL SALVADOR — MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y DE TRANSPORTE

LEY DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES

Art. 26.- No se permitirá la instalación de anuncios o rótulos, dentro del derecho de vía, ni sobre señales de tránsito, postes de servicio público, cordones, puentes, alcantarillados, árboles, rocas, piedras y muros en cuanto estén comprendidos dentro del derecho de vía; ni sobre el pavimento de las vías públicas y en todas las obras auxiliares construidas en ellas.

Art. 36.- Las aguas lluvias, las de ríos y las que corren por cauces naturales podrán ser aprovechadas de conformidad al Código Civil, pero en ningún caso se permitirá que a consecuencia de las obras que se construyan para su aprovechamiento se ocasionen daños en las carreteras o caminos.

Art. 37.- Toda obra de instalación de acueductos, bocatomas, cauces de salida, dirección de aguas sobrantes, derrames de predio, canales de desagüe, acequias u otros trabajos de la misma índole, ya se trate de aguas negras pluviales, potables o servidas, que en alguna forma pueda afectar el derecho de vía deberá ser autorizada previamente por la oficina respectiva o Municipalidades en su caso, con vista de los planos de los respectivos proyectos.

Tales obras sólo podrán ser autorizadas si no causan ningún daño a la vía pública la cual deberá mantenerse por el que las construye, en condiciones normales del servicio mientras dure la ejecución del trabajo.

Las obras a que se refiere este artículo realizadas con anterioridad, deberán llenar los mismos requisitos que aquí se imponen, debiendo ocurrir los interesados a la oficina o a la Municipalidad correspondiente con los planos respectivos, para su aprobación dentro

de los seis meses posteriores a la vigencia de esta ley. En caso de incumplimiento le serán aplicables las sanciones respectivas.

Art. 38.- Los propietarios o tenedores a cualquier título de bienes raíces, están obligados a recibir y dejar correr dentro de sus predios, las aguas lluvias que desalojen las vías públicas cuando así lo determine el desnivel del terreno. Asimismo, estarán en la obligación de mantener limpios y libres de obstáculos los desagües de la vía que aparten las aguas pluviales o sus predios.

Para la construcción, mejoramiento y conservación de los desagües en las vías públicas, los organismos competentes tendrán libre acceso a los fundos particulares, debiendo dar aviso con la debida anticipación al propietario, poseedor u ocupante, salvo el caso de emergencia. Los desagües deberán ser construidos en forma y a distancia tales que permitan una equitativa distribución de las aguas lluvias entre los distintos fundos adyacentes a las vías públicas.

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT)

2.3 Competencia de las empresas respecto al tratamiento de aguas que generan

El contenido de solidos de las aguas residuales industriales que reciban los alcantarillados deber n tener las siguientes características:

1. Solidos totales inferior a 100 mg/1; y
2. Solidos en suspensión inferior a 500 mg/1

El pH de las aguas residuales industriales no deber n ser inferior a 5 ni superior a 9.0. La temperatura de las aguas residuales industriales no deber ser superior a 5 ºC de la temperatura media de la localidad y nunca mayor de 35 ºC.

Los tratamientos previos correctivos a los que se someterán los efluentes industriales serán determinados de acuerdo con el tipo de industria pudiendo incluir los siguientes procesos:

1. rejillas;
2. neutralización;
3. remoción de aceites;
4. remoción de solidos sedimentables y flotantes;
5. precipitación química; y

6. otros que se consideren necesarios.

2.4 Instituciones que se encargan del agua residual que se genera en Nejapa

Las instituciones principales que se encargan de velar por las regulaciones de las aguas residuales en el Municipio de Nejapa son la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

2.5 Matriz resumen de instituciones y competencia en el tratamiento de aguas residuales

Tabla 87 Instituciones y competencia en referencia Aguas Residuales

INSTITUCION	COMPETENCIA
Ministerio de Medio Ambiente y recursos Naturales (MARN)	Velar y hacer cumplir los instrumentos legales, con el propósito de proteger. Control y prevención de la contaminación. Coordinar con otras instituciones competentes. Otorgar permios ambientales de sistemas de tratamiento de aguas residuales y reúso. Recibe informes operacionales de los sistemas de tratamiento.
Ministerio de Salud (MINSAL)	Aprobar factibilidades de sistemas de aguas negras y grises individuales. Vigilancia sanitaria y control de cumplimiento de normativa y guía técnica. Educador y promotor de saneamiento. Dependencia responsable: Unidad de Salud Ambiental a través de los Programas Institucionales: 1. Disposición sanitaria, y 2. Tratamiento de aguas negras y grises.
Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)	Provee servicio de alcantarillado. Administrar plantas de tratamiento y disposición adecuada de aguas residuales de su alcantarillado. Emisión de norma técnica para vertidos a su alcantarillado.

	Control de vertido descargados a su alcantarillado sanitario.
Fondos de Inversión Social y Desarrollo Local (FISDL)	Institución responsable de ejecutar las inversiones públicas en la zona rural, en las que se incluye agua y saneamiento.
Municipalidad	Autoridad local facultada para promover y desarrollar programas de saneamiento ambiental. Prestadoras de servicios públicos. Emitir ordenanzas municipales.
Ministerio de Economía (MINEC)	Aprueba tarifas por servicios de agua y alcantarillado sanitario de ANDA. Aprueba la normativa técnica propuesta por CONACYT.
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Formular y facilitar la elaboración de normas técnicas sobre aguas residuales descargadas en un cuerpo receptor.

Fuente: Elaboración propia

E. MERCADO DE DISTRIBUCIÓN O DE COMERCIALIZACIÓN

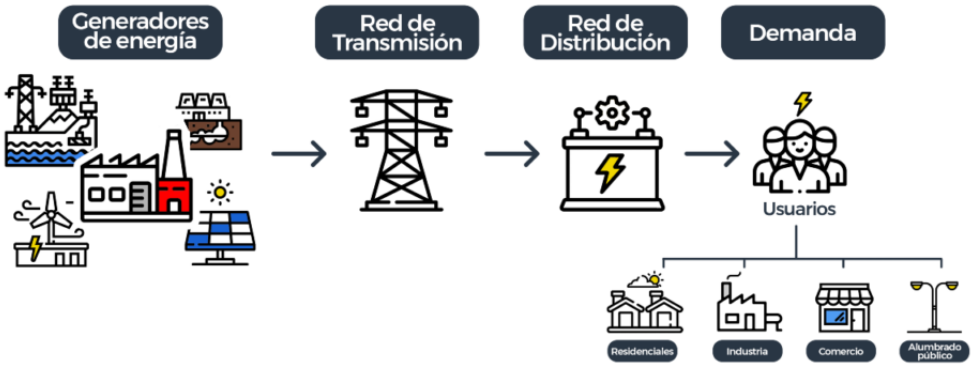
1. GENERALIDADES DEL MERCADO DISTRIBUIDOR ELÉCTRICO EN EL SALVADOR

1.1 Composición del mercado eléctrico de El Salvador.

El mercado eléctrico de El Salvador está compuesto por varias entidades y actores principales. Los cuales se encargan de el correcto funcionamiento del sector energético en el país, basándose en el informe de la SIGET titulado “Mercado Eléctrico de El Salvador Primer Semestre del 2020” los participantes que intervienen en el mercado eléctrico son las generadoras, distribuidoras, transmisoras, comercializadora y usuarios:

Estructura del tipo de instituciones del mercado eléctrico nacional

Ilustración 53 Tipo de instituciones del mercado nacional



Fuente: Inversiones Energéticas (INE)

a) Generadoras de energía eléctrica.

En El Salvador, también hay diversas empresas generadoras de energía eléctrica que se encargan de producir la electricidad que se distribuye a través del sistema, según la Ley General de Electricidad se define un generador como la entidad poseedora de una o más centrales de producción de energía eléctrica que comercializa su producción de forma total o parcial. Algunas de las principales generadoras son:

- La Geo: Es una empresa estatal que produce energía geotérmica utilizando el calor del subsuelo para generar electricidad.
- AES El Salvador: Es una empresa privada que opera varias plantas generadoras, incluyendo plantas térmicas y plantas hidroeléctricas.
- CEL (Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa): Es una entidad estatal encargada de la generación de energía hidroeléctrica en el país. Opera varias centrales hidroeléctricas en el Río Lempa.

b) Distribuidoras de energía eléctrica.

En El Salvador, existen varias empresas distribuidoras de energía eléctrica que se encargan de suministrar electricidad a los usuarios finales, según la Ley General de Electricidad se define un distribuidor como la entidad poseedora y operadora de instalaciones cuya finalidad es la entrega de energía eléctrica en redes de bajo voltaje. Algunas de las principales distribuidoras son:

- Distribuidora de Electricidad DELSUR S.A. de C.V. (DELSUR): Es la empresa distribuidora que opera en la zona sur del país, abarcando principalmente los departamentos de San Salvador, La Libertad y San Vicente.
- Distribuidora de Electricidad CENDECO S.A. de C.V. (CENDECO): Es la empresa distribuidora que opera en la zona central del país, abarcando principalmente los departamentos de San Salvador, Cuscatlán y Chalatenango.
- Distribuidora de Electricidad CAESS S.A. de C.V. (CAESS): Es la empresa distribuidora que opera en la zona oriental del país, abarcando principalmente los departamentos de San Miguel, La Unión, Morazán y Usulután.

c) Transmisoras de energía eléctrica.

En El Salvador hasta la fecha de esta investigación solo se posee una empresa transportista de electricidad que se encarga de la expansión y mantenimiento al sistema de transmisión nacional, según la Ley General de Electricidad se define un transmisor como la entidad poseedora de instalaciones destinadas al transporte de energía eléctrica en redes de alto voltaje, que comercializan sus servicios.

d) Comercializadora de energía eléctrica.

Según la Ley General de Electricidad es la entidad que compra la energía eléctrica al por mayor a otros operadores con el objeto de venderla a consumidores finales. Algunas comercializadoras de El Salvador según la CRIE son:

- ABRUZZO, S.A. DE C.V.
- AES NEJAPA GAS LIMITADA DE C.V.
- ALAS DORADAS, S.A. DE C.V.
- ANTARES ENERGIA S.A. DE C.V.
- ASESORIA Y GESTION TECNICA INTEGRAL S.A. DE C.V.
- COMERCIA INTERNACIONAL DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

e) Usuarios.

Los usuarios son aquellos que consumen la energía eléctrica para desarrollar las actividades cotidianas, estos pueden subdividirse en dos, los usuarios finales que según la Ley General de Electricidad los define como quien compra la energía eléctrica para uso propio, y el segundo tipo de usuario son los grandes usuarios de energía

eléctrica que son generalmente empresas e industrias que consumen grandes cantidades de electricidad para llevar a cabo sus operaciones. Algunos de los sectores y empresas que se destacan como grandes consumidores de energía en el país son los siguientes:

- Industria manufacturera: La industria manufacturera, que incluye sectores como textiles, alimentos y bebidas, productos químicos y metales, entre otros, suele ser uno de los principales usuarios de energía eléctrica.
- Comercio y servicios: Grandes centros comerciales, hoteles, hospitales y otros establecimientos comerciales y de servicios también son usuarios significativos de energía eléctrica.
- Sector bancario: Las instituciones financieras, como los bancos, también pueden ser grandes consumidores de electricidad debido a la operación de sus sucursales y sistemas informáticos.
- Sector público: Algunas instituciones gubernamentales, incluyendo ministerios, escuelas y hospitales públicos, también son usuarios importantes de energía eléctrica.
- Sector de telecomunicaciones: Las empresas de telecomunicaciones, que operan redes de telefonía móvil y fija, así como centros de datos, tienen una demanda significativa de energía eléctrica.

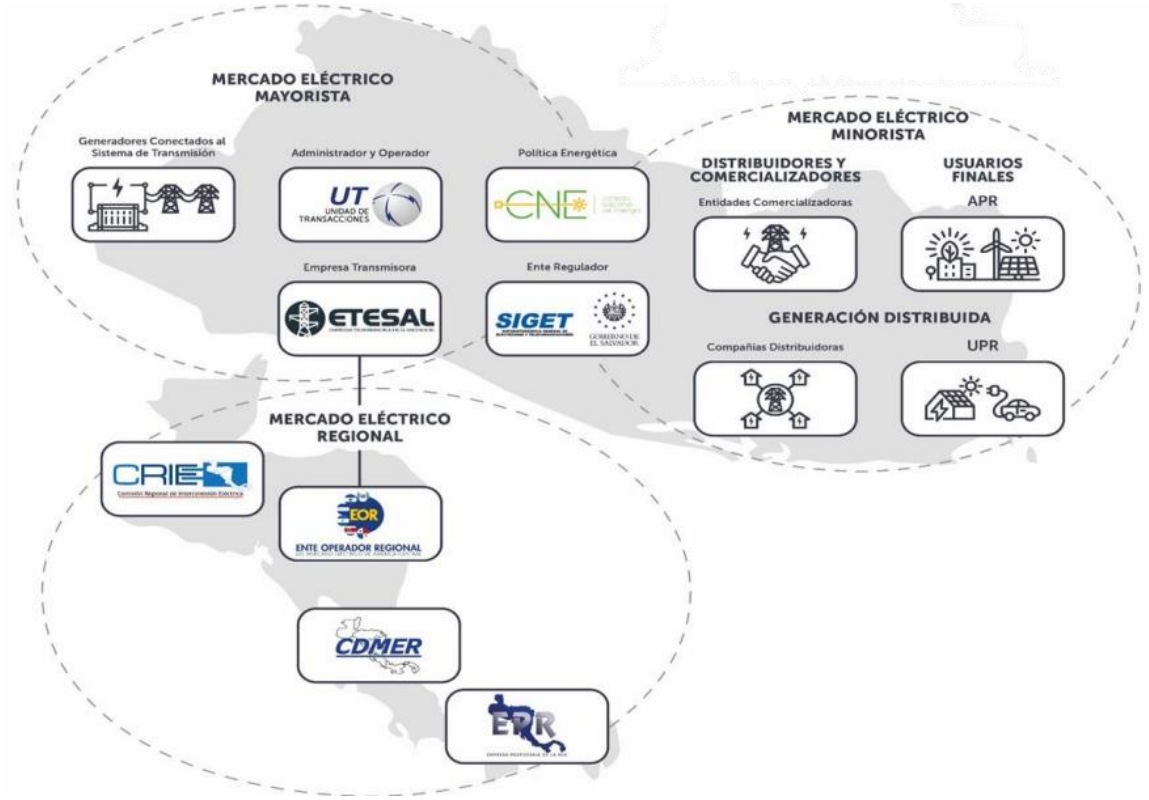
De igual forma según la SIGET hasta el año 2021 los grandes consumidores identificados son cuatro: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), Consorcio Internacional, Hanesbrands El Salvador LTDA. De C.V., Inversiones Internactinentales S.A. de C.V. (INVINTER), los cuales conforman el mercado mayorista de El Salvador.

Otra composición del mercado eléctrico de El Salvador es la división según el tipo de mercado que lo constituye, los cuales se dividen en tres tipos:

- Mercado mayorista
- Mercado minorista.
- Mercado regional

Estructura del mercado eléctrico mayorista, minorista y regional.

Ilustración 54 Mercado eléctrico mayorista, minorista y regional



Fuente. Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, 2021

El primer mercado denominado mayorista, según la definición de la SIGET es el mercado de energía eléctrica operado por la Unidad de Transacciones y compuesto por el Mercado de Contratos y el Mercado Regulador del Sistema, donde el Mercado de Contratos es el mercado de energía eléctrica a futuro, despachado por la Unidad de Transacciones y convenido entre operadores en forma independiente de aquella, mientras que el Mercado Regulador del Sistema hace referencia al mercado de energía eléctrica de corto plazo, que tiene como objetivo equilibrar la oferta y la demanda.

Desde el punto de vista del Ing. Víctor Sagastume, jefe de la división de desarrollo sostenible y actividad energética de la Dirección General de Energías, Hidrocarburos y Minas (DGEHM), se entiendo como mercado mayorista aquellos que están conectados a la red de transmisión donde hay un flujo de más de 115,000 KV.

El segundo tipo de mercado según las magnitudes de consumo de energía eléctrica se le denomina mercado minorista de energía eléctrica el cual está integrado por las plantas de

generación conectadas directamente al sistema de distribución y venden a las distribuidoras y los usuarios finales y las distribuidoras y comercializadores que venden a los usuarios finales. En este mercado se realizan transacciones entre generadores y distribuidores, distribuidores y usuarios finales, comercializadores y usuarios finales, y transacciones entre distribuidores. Mientras que el Ing. Víctor Sagastume, jefe de la división de desarrollo sostenible y actividad energética de la Dirección General de Energías, Hidrocarburos y Minas, enfatiza que la principal diferencia entre ambos mercados es el tipo de conexión a la red que tienen, ya que el mercado minorista está conectado a la red de distribución que están enfocados a residenciales, usuarios generales, alumbrado público y medias demandas, mientras que el mercado mayorista está enfocado a los grandes usuarios.

El ultimo mercado llamado Mercado Eléctrico Regional o MER, por sus siglas, tiene como normativa fundamental el Tratado Marco que fue aprobado por representantes de los gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá en mayo del año 2000. Su diseño general conceptualiza al MER como un séptimo mercado, superpuesto con los seis mercados o sistemas nacionales existentes, con regulación regional, en el cual los agentes habilitados por el Ente Operador Regional (EOR) realizan transacciones internacionales de energía eléctrica en la región centroamericana.

De lo anterior, se tiene que el mercado electrico de El Salvador se puede clasificar de dos formas o desde dos perspectivas, el primero descrito es desde el punto de vista del tipo de entidad o tipo de funcion que desarrolla cada una de estas organizaciones con lo cual permite abastecer al mercado nacional; la segunda clasificacion planteada se aborda desde los tipos de mercados que interactuan entre si para el correcto y adecuado funcionamiento del mercado electrico de El Salvador. Para la aplicabilidad del proyecto de generacion de energia electrica a partir del biogás generado en la PTAR de Nejapa, estas clasificaciones del mercado electrico nacional contribuyen a que entidades se debe recurir para poder presentar los requisitos y/o permisos que establescan las leyes que regulan el rubro electrico en el pais y definir de esta manera con que entidades se tendra una interaccion para validar y ejecutar el proyecto.

1.2 Entidades que intervienen en el mercado eléctrico en el país.

Ligado al apartado anterior y en consecuente con la necesidad de conocer e identificar los roles que desempeñan las instituciones dentro del mercado eléctrico nacional para poder recurrir a estas organizaciones cuando así se requiera en la ejecución del proyecto, es por ello, que a continuación se describen todas aquellas instituciones que intervienen dentro del

mercado eléctrico nacional, entiéndase por ello mercado mayorista y mercado minorista, así como el mercado regional. Las entidades que intervienen dentro del mercado regional también conocido como MER, son las siguientes:

a) Ente Operador Regional (EOR).

Ilustración 55 Logo Ente Operador Regional



Fuente: Enteoperador.org

Desde la perspectiva del CRIE, en su página web definen al Ente Operador Regional como el responsable del despacho e intercambios de energía entre países, en su calidad de administrador del mercado. Sin embargo, y no tan lejos de la definición anterior desde su propia página el EOR, se define a sí mismo como un organismo regional adscrito al Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) creado a través del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central firmado en 1996 por los Gobiernos de las Repúblicas de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá y ratificado por sus correspondientes asambleas legislativas. Por lo que el Ente Operador Regional, tiene personalidad jurídica propia y capacidad de derecho público internacional aplicable a las partes firmantes del tratado. Su domicilio está situado en la república de El Salvador.

Para cumplir con sus objetivos y funciones el EOR está dirigido por una Junta Directiva constituida por dos directores por cada país firmante del Tratado, designados por sus respectivos Gobiernos y agentes del Mercado Eléctrico de cada país por un plazo de cinco años. Los principales objetivos y funciones del EOR son:

- Proponer a la CRIE los procedimientos de operación del Mercado y del uso de las redes de transmisión regional.

- Asegurar que la operación y el despacho regional de energía sea realizado con criterio económico, procurando alcanzar niveles adecuados de seguridad, calidad y confiabilidad.
- Llevar a cabo la gestión comercial de las transacciones entre agentes del Mercado.
- Apoyar, mediante el suministro de información, los procesos de evolución del Mercado.
- Formular el plan de expansión indicativo de la generación y la transmisión regional, previendo el establecimiento de márgenes regionales de reserva y ponerlo a disposición de los agentes del Mercado.

El Ente Operador Regional también es la encargada de administrar y operar técnica y comercialmente las transacciones de energía entre Centro América y México, así como también la futura interconexión eléctrica de Centro América con Colombia.

b) Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE).

Ilustración 56 Logo Comisión Regional de Interconexión Eléctrica



Fuente: crie.org.gt

Responsable de regular las relaciones comerciales entre las instituciones públicas y privadas que se conectan al sistema y de fijar las tarifas.

Tal como se indica en la página web de la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica, se define a sí misma como el ente regulador y normativo del Mercado Eléctrico Regional, con personalidad jurídica propia, capacidad de derecho público internacional, independencia económica, independencia funcional y especialidad técnica, que realizará sus funciones con imparcialidad, y transparencia. Esta institución en la actualidad tiene su sede en Ciudad de Guatemala, y tal como se define a sí misma es su página es una entidad de carácter reguladora derecho público internacional que fue creada en 1996 por el Tratado Marco, por lo que la CRIE debe garantizar un ambiente regulatorio que facilite un mercado eléctrico centroamericano competitivo,

contribuyendo a ampliar y asegurar el abastecimiento eléctrico sustentable para América Central. Los objetivos generales que han identificado de la CRIE son: en primera instancia hacer cumplir el Tratado Marco con sus protocolos, reglamentos e instrumentos complementarios; un segundo objetivo identificado es velar por el desarrollo, consolidación, transparencia y buen funcionamiento del mercado; y un último objetivo del CRIE identificado es promover la competencia sana entre los agentes del mercado.

c) Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional (CDMER).

Ilustración 57 Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional



Fuente: Consejo Director del Mercado Eléctrico Regional

Según la página del CRIE, el CDMER es la instancia que tiene por objetivo desarrollar el Mercado Eléctrico Regional (MER) y facilitar el cumplimiento de los compromisos establecidos en el Segundo Protocolo al Tratado Marco del MER, así como coordinar la interrelación con el resto de organismos regionales: la CRIE y el EOR. De la misma forma según el reglamento interno del CDMER, se considera como un ente cuyo propósito es facilitar el cumplimiento de los compromisos de los Gobiernos de las Repúblicas de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá definidos en dichos cuerpos legales, y coordinar la interrelación con los organismos regionales del Mercado Eléctrico Regional (MER).

Por tanto, de las dos definiciones anteriores se entiende que CDMER es un ente que está conformado para velar por el estricto cumplimiento de los diversos protocolos establecidos en el Tratado Marco por parte de los Gobiernos Centroamericanos, así como impulsar el desarrollo del MER para lo cual debe establecer mecanismos de coordinación y comunicación con la Regional de Interconexión Eléctrica y el Ente

Operador Regional, todo ello para el correcto engranaje de todas las partes componentes del Mercado Eléctrico de cada país.

d) Empresa Propietaria de la Red (EPR).

Ilustración 58 Empresa Propietaria de la Red



Fuente: crie.org.gt

Según la página de la CRIE, define a la Empresa Propietaria de la Red como una entidad público-privada responsable de la ejecución del proyecto y de la operación del sistema, integrada por las empresas eléctricas de los países miembros y asociados. El componente de infraestructura, bajo responsabilidad de la EPR, consistió primordialmente en el diseño, ingeniería y construcción de aproximadamente 1.793 kilómetros de líneas de transmisión de 230 kV con previsión en torres para un segundo circuito futuro, las que se conectan a 15 subestaciones de los países de la región, mediante 28 bahías de acceso, y además se incluyen equipos de compensación reactiva. Dicha infraestructura inicial, en conjunto con refuerzos de los sistemas de transmisión nacionales, permitirán disponer inicialmente de una capacidad confiable y segura de transporte de energía de 300 MW, entre los países de la región, la cual se podrá duplicar cuando se habilite el segundo circuito.

Definido de otra manera el Empresa Propietaria de la Red es un consorcio público-privado creado para construir y operar el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) de 230 KV, que conecta las redes nacionales de Panamá, Costa Rica, Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala. Los accionistas de EPR son las seis eléctricas nacionales centroamericanas: INDE de Guatemala, CEL de El Salvador, ENEE de Honduras, ENATREL de Nicaragua, ICE de Costa Rica y ETESA de Panamá; además de tres socios de fuera de la región: ISA de Colombia,

CFE de México y ENEL de España. El último tramo de 130.5 km Parrita – Palmar, en Costa Rica, entró en operaciones el 2014, sumándose al sistema de 1.793km y 300MW que cruza los seis países. EPR fue constituida en 1998 y su sede actualmente se ubica en San José, Costa Rica.

Todas las entidades anteriores conforman el Mercado Eléctrico Regional, sobre el cual funciona el proyecto del Sistema de Integración Eléctrica para Países de América Central (SIEPAC), que además son apoyadas también por el Consejo de Electrificación de América Central (CEAC), el cual, entre otras actividades, realiza estudios en materia de planeación indicativa y de proyectos regionales de electrificación para incentivar el desarrollo de los mismos.

Sistema de Integración Eléctrica para Países de América Central

Ilustración 59 Sistema de Integración Eléctrica para Países de América Central



Fuente: crie.org.gt

Conceptualizadas las entidades que rigen el Mercado Eléctrico de la región se hace necesario identificar y describir aquellas organizaciones que velan por el funcionamiento del Mercado Eléctrico Nacional, tanto las que intervienen en el Mercado Mayorista como en el Mercado Minorista, por lo que a continuación se detallan todos los entes que rigen el mercado eléctrico de El Salvador:

a) Super Intendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET).

Ilustración 60 Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones



Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

También llamado el ente regulador del mercado, es la institución gubernamental encargada de regular y supervisar el mercado eléctrico salvadoreño. Se encarga de establecer las normas y políticas que rigen el sector eléctrico y garantizar el cumplimiento de las mismas. Y tal como lo indican desde la página web de la SIGET, la entidad fue creada fue creada por Decreto Legislativo No. 808 del 12 de septiembre de 1996, como una institución autónoma de servicio público sin fines de lucro, con atribuciones para aplicar las normas contenidas en tratados internacionales sobre electricidad y telecomunicaciones vigentes en El Salvador, en las leyes que rigen los sectores de Electricidad y de Telecomunicaciones, y sus reglamentos, así como aplicar de conformidad con lo establecido en la Ley General de Electricidad la protección de los derechos de los usuarios y de todas las entidades que desarrollan actividades en el sector.

Dicha entidad obtuvo su personería jurídica por Decreto Legislativo no. 175 del 4 de diciembre de 1997, publicado en el Diario Oficial No. 239, Tomo 337 del 22 de diciembre de 1997. Desde entonces tiene como misión “Desarrollar y regular los sectores de electricidad y telecomunicaciones, promoviendo una mejora en la calidad del servicio, velando por el establecimiento de tarifas razonables, a través del cumplimiento del marco sectorial de forma continua y permanente, con criterios de certeza técnico – jurídica para todos los administrados.” Además, tiene como visión el “Ser reconocida como la entidad que regula y supervisa los sectores de electricidad y telecomunicaciones, a fin de alcanzar una regulación innovadora, clara y predecible, acompañando la evolución tecnología de los sectores regulados en beneficio de los usuarios, con el objetivo de permitir condiciones de sostenibilidad, calidad eficiencia y seguridad en la prestación del servicio.” Con esto se puede atribuir que esta es una

institución a la cual se le debe tener vital importancia dentro del proyecto ya que es la encargada de gobernar el mercado eléctrico del país y puede ser un pilar para asesorías del proyecto en su ejecución, así como una fuente de información sobre las leyes y permisos requeridos.

Así mismos la SIGET está presidida por una Junta de directores, que está integrada de la siguiente forma:

- Un director nombrado por el Presidente de la República, que ejerce las funciones de Superintendente.
- Un director electo por las asociaciones gremiales del sector privado legalmente establecidas en el país.
- Un director nombrado por la Corte Suprema de Justicia.

De ello, el Superintendente preside la junta de Directores y ostenta la representación legal de la SIGET, además es el responsable de la administración de la institución y debe ejercer las atribuciones que la Ley le otorgue a la SIGET. En el mismo sentido la SIGET cuenta con cinco dependencias: Gerencia de Electricidad, la Gerencia de Telecomunicaciones, Gerencia Administrativa, el Registro de Electricidad y Telecomunicaciones y el Centro de Atención al Usuario. De igual manera cuenta con ocho unidades para el desarrollo de sus actividades: Asesoría Jurídica, Informática, Relaciones Públicas y Comunicaciones, Auditoría Interna, Relaciones Internacionales, Acceso a la Información y Transparencia, Financiera Institucional y Adquisiciones y Contrataciones. De las áreas mencionadas son de vital importancia para el desarrollo del proyecto en su parte preliminar la Gerencia de Electricidad y la Unidad del Acceso a la Información, las cuales aprovechables para obtener información de un especialista y obtener información primaria sobre datos del sector eléctrico en el municipio de Nejapa. Recordando que esta entidad ejerce una autoridad directa tanto para el mercado minorista como al mercado mayorista, ya que es la encargada de regular el mercado eléctrico salvadoreño.

b) Unidad de Transacciones (UT).

Ilustración 61 Unidad de Transacciones



Fuente: Unidad de transacciones

La Unidad de Transacciones, S. A. de C.V., también conocida como el ente operador del mercado eléctrico, fue constituida en abril del año 1998, iniciando operaciones en octubre de ese mismo año. La Unidad de Transacciones (UT) es una sociedad privada y realiza sus funciones bajo un marco regulatorio dictaminado por la Ley General de Electricidad (LGE), aprobada por Decreto Legislativo del 10 de octubre del año 1996. Dentro de las funciones que más se destacan de la institución se encuentra lo que es la administración del mercado mayorista y la operación del sistema eléctrico de potencia y sus interconexiones a nivel de la región de Centroamérica y Panamá, coordinadas con el EOR. Estas se encuentran contenidas en el artículo 33 de la LGE y regidas por el Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción (ROBCP), donde el artículo 33 de la Ley General de Electricidad indica lo siguiente:

“Todo sistema interconectado deberá contar con una Unidad de Transacciones, en adelante la UT, que tendrá por objeto:

a) Operar el sistema de transmisión, mantener la seguridad del sistema y asegurar la calidad mínima de los servicios y suministros; y,

b) Operar el mercado mayorista de energía eléctrica. La UT no podrá efectuar por sí operaciones de compraventa de energía eléctrica.

LAS NORMAS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL MERCADO MAYORISTA DEBERÁN ESTAR CONTENIDAS EN EL REGLAMENTO DE OPERACIÓN QUE PARA ESOS EFECTOS ELABORE LA

UNIDAD DE TRANSACCIONES Y APRUEBE LA JUNTA DE DIRECTORES DE LA SIGET.

CUANDO LAS NORMAS PROPUESTAS POR LA UT NO CUMPLAN CON LO DISPUESTO EN LA PRESENTE LEY, SU REGLAMENTO O LAS NORMAS QUE RESULTENAPLICABLES, LA SIGET DEBERÁ INDICAR LAS MODIFICACIONES NECESARIAS PARA GARANTIZAR SU CUMPLIMIENTO Y REMITIRLAS A LA UT PARA SU ADECUACIÓN, A LOS FINES DE SU POSTERIOR APROBACIÓN.

CUMPLIDO EL PLAZO ESTABLECIDO POR LA SIGET SIN HABERSE REALIZADO LAS ADECUACIONES SEÑALADAS, LA JUNTA DE DIRECTORES DE SIGET PODRÁ EMITIR EL ACTO DE APROBACIÓN CON LAS MODIFICACIONES QUE ESTIME NECESARIAS. (3)”

Por lo cual de forma efectiva la Unidad de Transacciones vela por operar el sistema de transmisión, red a la cual están conectados los grandes usuarios y asegurar la calidad mínima en prestación del servicio, de igual forma, está encargado de operar el mercado mayorista, por ende esta institución como tal no tendrá una influencia dentro del proyecto dada las características de este, siempre y cuando las operaciones de generación de energía eléctrica en la PTAR Nejapa este conectada a la red de distribución.

El último punto de esta institución es la administración, ya que es un ente administrado por la junta general de accionistas como órgano supremo de la sociedad, y por una junta directiva formada por representantes de las distintas series de accionistas agrupadas en cinco clases: generadores, comercializadores independientes, distribuidores, transmisores y usuarios finales. Además, por representantes de la Dirección General de Hidrocarburos y Minas, como el ente de

c) Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL).

Ilustración 62 Empresa Transmisora de El Salvador



Fuente: Unidad de transacciones

Esta entidad también es conocida como “Transmisor”, su función principal es el mantenimiento y la expansión del sistema de transmisión de energía eléctrica, de manera oportuna y efectiva, es por ello que representa la columna vertebral del mercado eléctrico salvadoreño, haciendo posible las transacciones de electricidad entre los diferentes agentes conectados directamente a la red de transmisión nacional, así como las transacciones con mercados eléctricos fuera del territorio a través de las interconexiones eléctricas con la región. La Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL), fue constituida el 24 de febrero de 1999, para dar cumplimiento a la Ley General de Electricidad, en el sentido de reestructurar la Comisión Ejecutiva del Río Lempa (CEL) separando las funciones de generación, transmisión y distribución; todo lo anterior dentro de un marco amplio de modernización del Estado.

Esta entidad es la única empresa capaz de transportar energía óptima en El Salvador, a través de 41 líneas de transmisión que provienen desde las empresas generadoras de energía y 4 líneas que conectan con el Sistema de Interconexión Eléctrica para países de América Central (SIEPAC). La energía viaja hacia las 26 subestaciones ubicadas a lo largo de todo el país, donde se transforma y se traslada a las empresas distribuidoras, logrando así transmitir luz a más de 1.5 millones de hogares salvadoreños.

Esta es una entidad que va de la mano con el desarrollo y mejora continua, es por ello que se están generando planes de expansión, todo ello orientado a cumplir con el denominado Plan Estratégico de ETESAL, el cual busca ampliar el Sistema de Transmisión de Energía Eléctrica del país. Por ello, se encuentran construyendo 5 subestaciones: Chalatenango, Morazán, Apopa y Tamanique, así como las ampliaciones de tres subestaciones y 3 líneas de transmisión. Esto con el objetivo de

atender la demanda de energía eléctrica de los hogares salvadoreños, comercio e industria.

Es por esto que la ETESAL tiene como misión “Mantener y expandir la red de transmisión de energía eléctrica de forma eficiente, segura y confiable, mediante la implementación de las mejoras prácticas en la industria y una adecuada gestión del talento humano, para lograr la satisfacción de nuestros clientes y grupos de interés.” Y su visión esta descrita de la siguiente manera “Ser una empresa de vanguardia en la transmisión de energía eléctrica en América Central, contribuyendo al desarrollo integral del país y de la región.” Con lo cual la Empresa Transmisora de El Salvador busca cumplir con su objetivo principal desarrollo de un mercado competitivo; Libre acceso; Uso racional y eficiente de los recursos y Protección de los usuarios y entidades del sector. Por lo cual la ETESAL para el proyecto no representaría una entidad a la cual se deba recurrir de forma directa ya que de manera genérica es una organización que centra sus actividades en el mercado mayorista y al igual que la UT, dada las condiciones del proyecto no encajaría dentro del mercado mayorista por lo que no es una institución a la cual se debe recurrir para tramites en primera instancia.

d) Consejo Nacional de Energía (CNE).

Ilustración 63 Consejo Nacional de Energía



Fuente: Consejo Nacional de Energía

Esta entidad La institución está encabezada por una Junta Directiva, presidida por el Ministro de Economía, y como miembros participan los titulares del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Hacienda, Ministerio de Obras Públicas y Defensoría del Consumidor; dentro de esta se estudia toda aquella toma de decisiones que impacte los objetivos de trabajo que se identificaron en cada periodo de labores de la entidad. Por su parte, el Secretario Ejecutivo es el encargado de velar por el cumplimiento de la Política Energética Nacional. Dentro del marco legal del CNE se determina que es una institución de derecho público y con autonomía administrativa, presupuestaria y técnica para establecer la política y estrategia que promueva el

desarrollo eficiente del sector energético de El Salvador, creado por ley en el año 2007, es por ello que el Consejo Nacional de Energía como autoridad rectora y normativa en materia de política energética, tiene como finalidad definir estrategias que promuevan el desarrollo eficiente del sector energético.

Dado la finalidad principal de esta institución la misión descrita de esta es “Garantizar energía para el desarrollo sostenible de El Salvador.” Y su visión es “Ser el referente de energía a escala nacional e internacional.”

Para cumplir tanto el objetivo, la misión y la visión del Consejo Nacional de Energía, la institución se guía por la Política Energética Nacional (PEN) como se mencionaba anteriormente y es por medio de la Política Energética Nacional 2020-2050 (PEN 2020-2050) que el Gobierno de El Salvador ha confirmado que la energía potencia el desarrollo, la recuperación económica y es de prioridad para adicionarse a la transición energética. Es bajo el cumplimiento de estas líneas que nuestro 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.
Es así como con base a la PEN 2020-2050 se fomentan acciones en cinco ejes estratégicos: la modernización normativa; la investigación, desarrollo e innovación, el abastecimiento energético sostenible, la seguridad e integración energética y el consumo energético eficiente, con el fin de obtener energía asequible, fiable y limpia para el futuro.

Mediante la PEN 2020-2050, El Salvador presenta un amplio compromiso para reducir el consumo de fósiles marcadamente contaminantes por medio de la sustitución a gas natural (como energético de transición), incrementando el uso de energías renovables e incursionando en la adaptación de tecnologías innovadoras tales como el hidrógeno verde o la utilización de la energía de los océanos.

Ilustración 64 Dirección de Hidrocarburos y Minas



Fuente: Dirección de Hidrocarburos y Minas

Sin embargo, el CNE al año 2023 fue absorbida por otra entidad, tal como relata el Ing. Víctor Sagastume jefe de la división de desarrollo sostenible y actividad energética, el CNE está operando bajo la administración de la conocida Dirección de Hidrocarburos y Minas (DHM), esta "adquisición" se realiza para agilizar los procesos de los que se encargaba Consejo Nacional de Energía, es lo que relata el Ing. Víctor Sagastume, quien actualmente labora en la institución que "adquirió" al CNE, dicha institución es la antigua DHM la cual cambio de nombre y paso a denominarse Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas (DGEHM), y es a esta institución a quien actualmente le corresponde a la Dirección, formular, adoptar, dar seguimiento, evaluar el cumplimiento de políticas, estrategias, planes y regular los sectores de Energía, Hidrocarburos y Minas. Así como, la autorización, regulación y supervisión del funcionamiento de quienes participen en las actividades de Hidrocarburos y Minas (Art. 2 de la Ley de Creación de la Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas).

Conforme a la finalidad de la Dirección Nacional de Energía, Hidrocarburos y Minas, el desarrollo de sus actividades se apega al Objetivo No.7 de la agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, aprobada en 2015 por la Organización de las Naciones Unidas. ODS 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. De esto se le definen tres objetivos a la entidad:

- Posicionar a la Dirección como ente rector y un referente en materia de energía, hidrocarburos y minas en El Salvador.
- Garantizar la emisión y cumplimiento de las políticas y directrices existentes relacionadas a energía para el beneficio de las partes interesadas.
- Garantizar el cumplimiento de la legislación y demás normativa relacionada al mercado de combustibles derivados de hidrocarburos y exploración, explotación, procesamiento y comercialización del subsector minero e hidrocarburos.

A pesar de la adición del CNE a la actual DGEHM siempre se toma como base fundamental al Política Energética Nacional 2020-2050 ya que es la guía dentro de los próximos treinta años aproximadamente en el rubro energético del país, por lo que debe ser una institución a tomar en cuenta para procedimientos de validación del proyecto ante su ejecución, así como regirse bajo los dictámenes de la Política Energética Nacional.

Así mismo, dentro de agentes del mercado eléctrico nacional que se pueden observar en la ilustración "*Estructura del mercado eléctrico mayorista, minorista y regional."* Se pueden apreciar otros elementos adicionales, que no tienen un rol de institución, pero si son entes que están presentes del mercado eléctrico, los cuales se describen a continuación:

a) UPR.

El UPR se le denomina al Usuarios Finales Productores de Energía Eléctrica con Recursos Renovables también conocido como Usuario Productor Renovable, es el usuario que posee una planta de generación renovable, con el único objetivo de abastecer su propia demanda. No comercializa su energía, según norma se establecen parámetros de diseño para cumplir el objetivo de auto abastecimiento. Según la SIGET en el boletín de estadísticas eléctricas del primer semestre de 2020 el UPR es aquel usuario final que instala una unidad de producción de energía eléctrica basada en una fuente renovable con el único objeto de abastecer su demanda interna, y que bajo una condición temporal y excepcional, por un período corto de tiempo podría inyectar excedentes de energía a la red de distribución eléctrica sin fines comerciales.

b) APR.

Al APR se le denomina al Auto Productor Renovable, usuario final que posee una planta de generación renovable y comercializa sus excedentes de energía, mediante un contrato de largo plazo con el distribuidor, el cual fue adjudicado en una convocatoria. Desde la perspectiva de la SIGET el APR es el usuario final que, produce energía para su propio consumo a partir de unidades de generación de energía basada en una fuente renovable no convencional ubicada en sus instalaciones y que eventualmente inyecta excedentes de energía a la red de distribución con la que se encuentra conectado, percibiendo una remuneración por cada kilovatio-hora de inyección neta.

c) GDR.

Al GDR se le denomina al Generador Distribuido Renovable, generador que toda su energía la inyecta directamente a la red de distribución y su fin principal es comercializar la energía producida. Definido desde la SIGET el GDR es el Operador Generador de energía eléctrica a partir de fuentes renovables que posee una o más plantas de generación interconectadas a las redes de distribución.

d) Grandes Usuarios.

En muchos mercados eléctricos, un "Gran Usuario" se refiere a un consumidor de electricidad que tiene un alto nivel de demanda eléctrica. Estos consumidores suelen tener necesidades energéticas significativas debido a su tamaño, industria o actividad. Debido a su mayor consumo de electricidad, los Grandes Usuarios a menudo están sujetos a regulaciones y tarifas específicas que se diferencian de las aplicables a consumidores residenciales o pequeñas empresas. Dicho en otras palabras, son aquellos que están conectados a la red de transmisión ósea que rondan un nivel de tensión igual o mayor a los 115 kilovoltios.

e) Consumidores Finales.

Según la SIGET, el termino usuario final lo define en el Boletín de Estadísticas Eléctricas del Primer Semestre de 2020, como quien compra la energía eléctrica para uso propio.

1.3 Empresas Reguladas en el Sector Eléctrico Nacional

Dentro del apartado anterior se detallaron todas aquellas entidades con las que se interactúan al adentrarse en el mundo del sector eléctrico salvadoreño, donde de igual forma se clasificaron y definieron las empresas según el rol que ejecutan dentro de este sector, por lo que a continuación se presentan todas aquellas empresas generadoras de energía eléctrica en EL Salvador dentro del Mercado Mayorista, las cuales fueron recabadas de un documento proporcionado por el Ing. Víctor Sagastume:

Tabla 88 Empresas generadoras del Mercado Mayorista

Empresas Generadoras En El Mercado Mayorista		
No.	Sociedad	**Planta**

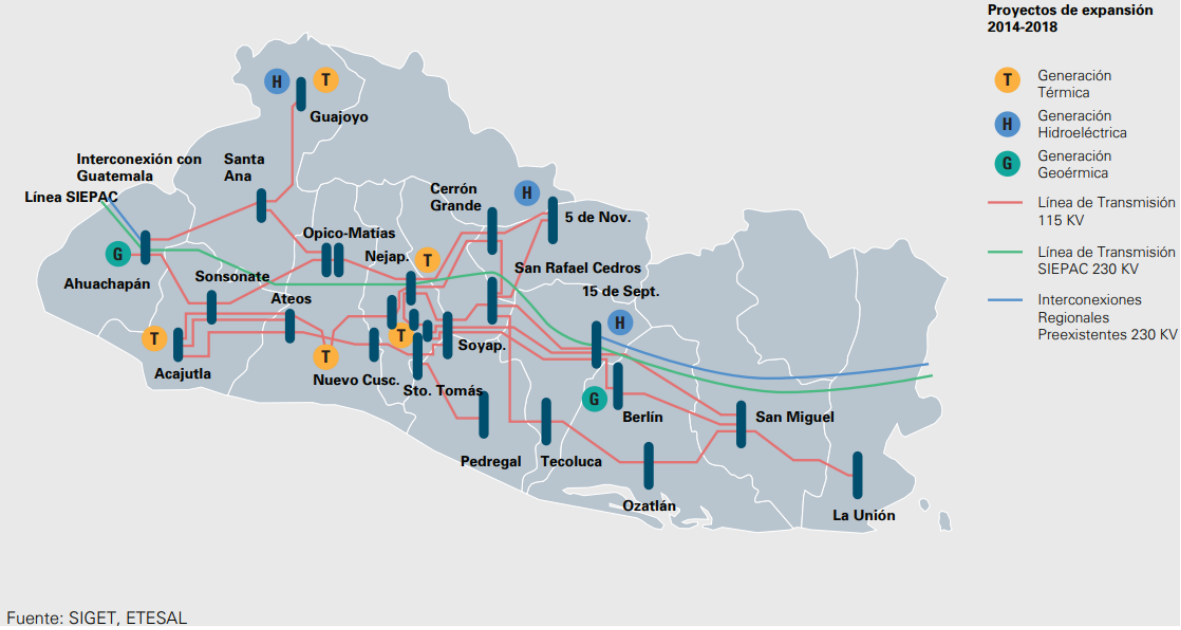
1	ACAJUTLA ENERGÍA SOLAR I, LTDA. DE C.V.	**LOS REMEDIOS**
2	CAPELLA SOLAR, S.A. DE C.V.	**ALBIREO I Y ALBIREO II**
3	CEMENTO HOLCIM DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.	**HOLCIM**
4	COMISIÓN EJECUTIVA HIDROELÉCTRICA DEL RÍO LEMPA.	**GUAJOYO, 5 DE NOVIEMBRE, CERRÓN GRANDE, 15 DE SEPTIEMBRE:**
5	COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA, S.A. DE C.V. (COGENERADOR).	**CENTRAL IZALCO E I CHAPARRASTIQUE**
6	ECOSOLAR, S.A. DE C.V.	**ECOSOLAR**
7	ENERGÍA BOREALIS, S.A. DE C.V.	**BOREALIS**
8	GENERADORA ELECTRICA CENTRAL, S.A. DE C.V.	**GECSA**
9	HILCASA ENERGY, S.A. DE C.V.	**HILCASA**
10	INGENIO CENTRAL AZUCARERO JIBOA, S.A. DE C.V(COGENERADOR).	**INJIBOA**
11	INGENIO CHAPARRASTIQUE, S.A. DE C.V. (COGENERADOR).	**CHAPARRASTIQUE**
12	INGENIO EL ANGEL, S.A. DE C.V. (COGENERADOR).	**INGENIO EL ÁNGEL**
13	INGENIO LA CABAÑA, S.A. DE C.V. (COGENERADOR)	**INGENIO LA CABAÑA**
14	INVERSIONES ENERGÉTICAS, S.A. DE C.V.	**CENTRAL ELECTRICA TALNIQUE**
15	LAGEO, S.A. DE C.V.	**CENTRAL GEOTÉRMICA DE BERLÍN Y CENTRAL GEOTÉRMICA DE AHUCHAPAN**
16	NEJAPA POWER COMPANY, LLC.	**NEJAPA**
17	ORAZUL ENERGY EL SALVADOR, S. EN C. DE C.V.	**ACAJUTLA Y SOYAPANGO**
18	PROVIDENCIA SOLAR, S.A. DE C.V.	**ANTARES**
19	PROYECTO LA TRINIDAD, LTDA. DE C.V.	**LA TRINIDAD Y MÁRQUEZ**
20	TERMOPUERTO, LTDA. DE C.V.	**TERMOPUERTO**
21	TEXTUFIL, S.A. DE C.V.	**TEXTUFIL**
22	**VENTUS, S.A. DE C.V.**	**PARQUE EÓLICO VENTUS**

Fuente:

De todas las empresas detalladas en la tabla anterior, de estas son tres empresas estatales y diecinueve empresas privadas para hacer un total de veintidós empresas generadoras dentro

del mercado, además estas son aquellas que están conectadas a la red de transmisión de El Salvador por lo que bien se enmarca que están dentro del Mercado Mayorista, ya que están con una potencia entre 115 - 230 KV, tal y como se observa en el siguiente mapa del sistema de transmisión de EL Salvador:

Ilustración 65 Sistema de Transmisión Nacional



Fuente: Plan Maestro de Infraestructura 2019-2030.

Dentro de las empresas generadoras se puede desglosar mediante la tecnología que utilizan para generar energía eléctrica, la imagen del mapa con todas las generadoras de El Salvador según la fuente de la cual generar electricidad se muestra a continuación:

Ilustración 66 Generadoras según el tipo de tecnología



Fuente: generadores.siget.gob.sv

Donde claramente se puede observar que la fuente que predomina en la cantidad de plantas que utilizan el mismo recurso son las plantas fotovoltaicas, seguida de las plantas hidroeléctricas, plantas térmicas y plantas de biomasa. De igual forma a nivel de distribución existen ocho empresas de distribuidoras en el país hasta el año 2021 según el Boletín de Estadísticas Eléctricas de El Salvador 2021: las empresas CAESS, CLESA, EEO y DEUSEM que pertenecen a AES Corp. y representan el 70% del consumo, DELSUR (propiedad de Empresas Públicas de Medellín de Colombia, que abastece el 24% de la demanda de energía eléctrica), B&D y EDESAL (propiedad de firmas locales) y ABRUZZO.

Tabla 89 Empresas distribuidoras de El Salvador

EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
1	ABRUZZO	**ABRUZZO, S.A. DE C.V.**
2	AES-CLESA	**COMPAÑÍA DE LUZ ELÉCTRICA DE SANTA ANA Y CÍA. S EN C. DE C.V.**
3	B&D	**B&D SERVICIOS TÉCNICOS, S.A. DE C.V.**
4	CAESS	**COMPAÑÍA DE ALUMBRADO ELÉCTRICO DE SAN SALVADOR, S.A. DE C.V.**
5	DELSUR	**DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.**
6	DEUSEM	**DISTRIBUIDORA ELÉCTRICA DE USULUTÁN, SOCIEDAD DE**

		ECONOMÍA MIXTA.
7	EDESAL	**EMPRESA DISTRIBUIDORA ELÉCTRICA SALVADOREÑA, S.A. DE C.V.**
8	**EEO**	**EMPRESA ELÉCTRICA DE ORIENTE, S.A. DE C.V.**

Fuente: Boletín de Estadísticas Eléctricas de El Salvador 2021

La competencia está permitida en una misma zona geográfica, sin embargo, en la práctica esto no ocurre así, tal y como se puede apreciar dentro del reparto de las distribuidoras en el mapa de El Salvador:

Ilustración 67 Influencia de las principales distribuidoras de El Salvador



Fuente: Consejo Nacional de Energía, 2010

Así mismo mediante un link proporcionado por el Ing. Víctor Sagastume en la entrevista efectuada, se tuvo acceso a un mapa de generadoras de energía eléctrica según la SIGET, por lo que las generadoras de energía eléctrica según la interconexión a las distribuidoras en El Salvador son:

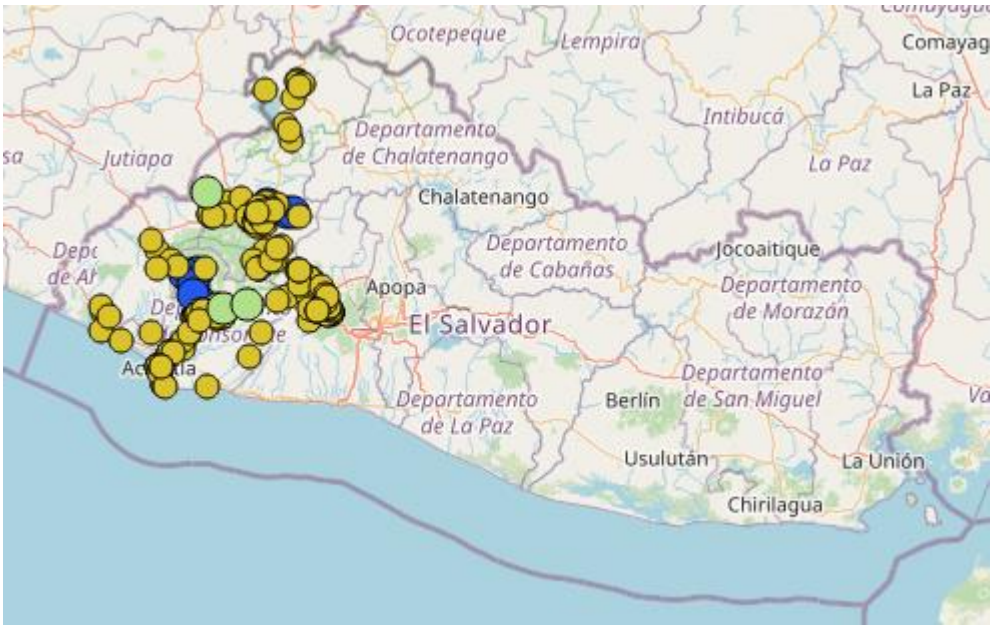
Para entender el significado de los mapas se tiene la siguiente tabla según la tecnología implementada para la generación.



a) AES CLESA Y CIA., S. EN C. de C.V.

CLESA ha dado servicio a la región occidental del país desde su fundación en 1892, más específicamente a los departamentos de Santa Ana, Sonsonate, Ahuachapán y parte del Departamento de La Libertad. Es propiedad de la eléctrica estadounidense Corporación AES, fue fundada en 1892, la firma tiene su oficina corporativa en la capital San Salvador y provee de electricidad a más de 454.000 clientes, incluyendo más del 50% de familias rurales, son atendidos por nuestras operaciones distribuidas en 5.189 km2.

Ilustración 68 Influencia geográfica de AESS CLESA



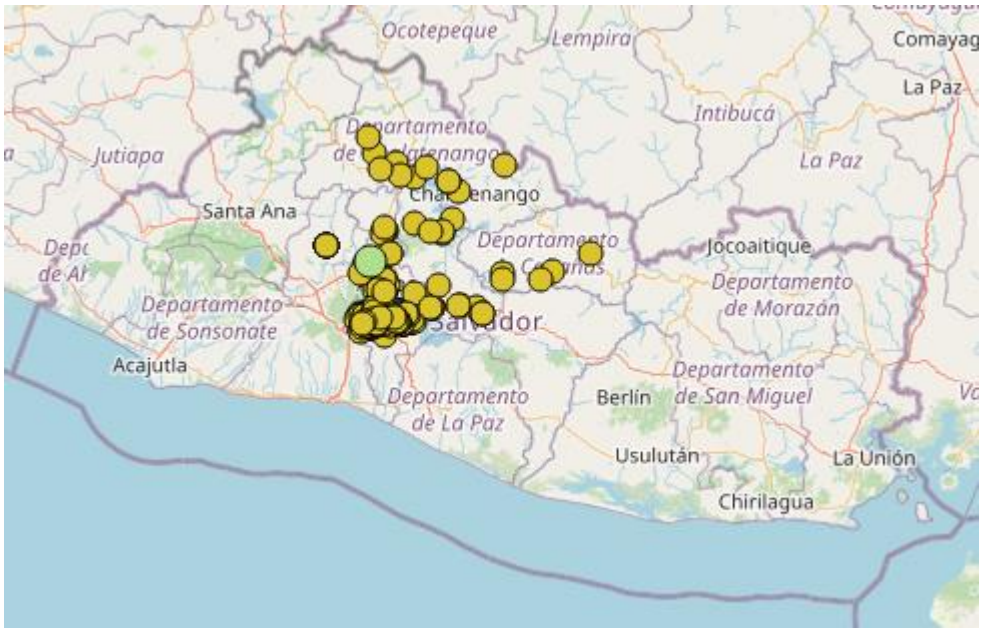
Fuente: generadores.siget.gob.sv

Las generadoras conectadas a la red de distribución de AES CLESA están en mayor proporción aquella tecnología donde la base es el astro rey, dicho de otras palabras son plantas fotovoltaicas en su gran mayoría, a ello le siguen las plantas hidroeléctricas, así mismo hay dos plantas a base de biogás y una planta de generación de energía eléctrica a base de biomasa.

b) CAESS, S.A. de C.V.

Fue establecida en 1890 con la intención de distribuir y comercializar energía eléctrica. Actualmente brindamos servicios a más de 643.000 clientes a través de CAESS en los departamentos de Chalatenango, Cuscatlán, Cabañas y la región norte de San Salvador. También cubrimos un área de aproximadamente 4.636 km2 para suministrar energía a las áreas urbanas del país, comunidades rurales y un número significativo de clientes comerciales e industriales.

Ilustración 69 Influencia geográfica de CAESS



Fuente: generadores.siget.gob.sv

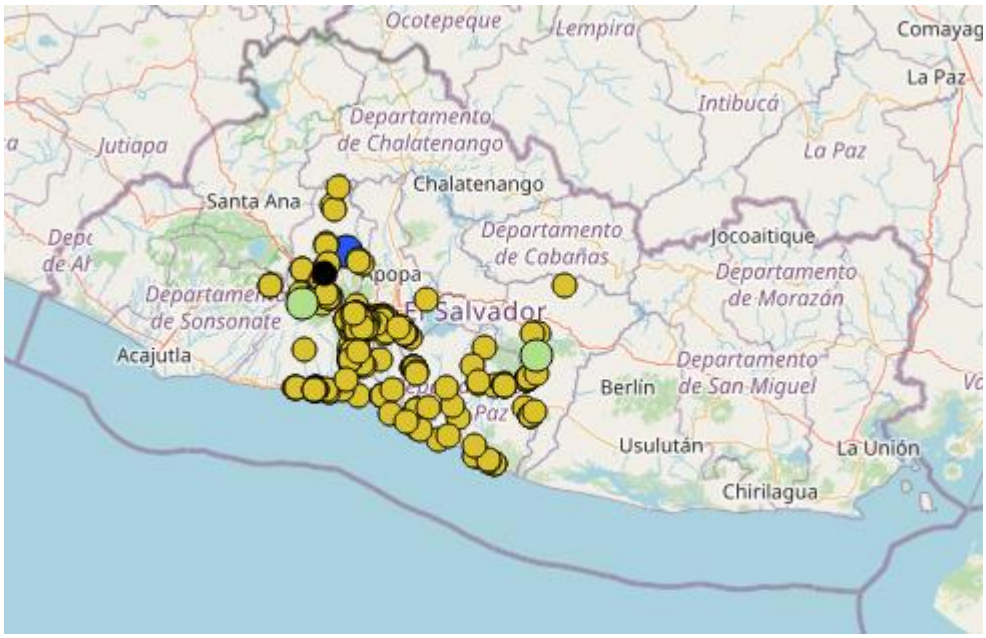
La Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador (CAESS) de la misma forma que AES CLESA las generadoras conectadas a esta red son en su mayoría de tecnología solar fotovoltaica, precedida de una planta hidráulica y una planta de biogás.

c) DELSUR, S.A. de C.V.

La Distribuidora de Electricidad DELSUR es una empresa salvadoreña dedicada a la transformación, distribución y comercialización de energía eléctrica. Suministra electricidad a más de 427,000 usuarios en la zona centro-sur del país, en los departamentos de La Libertad, San Salvador, La Paz, San Vicente y Cuscatlán.

El principal compromiso de la empresa es contribuir al desarrollo económico del país como una empresa de servicios esenciales, para brindar a nuestros clientes alta calidad técnica y comercial, respetando los estándares internacionales de ética y seguridad, así como el marco legal y regulatorio de Salvador. La preocupación por los clientes y empleados, así como promover el crecimiento de las comunidades en las que opera, en sus palabras los ha convertido en líderes en el mercado eléctrico de El Salvador, reconocidos internacionalmente como una de las mejores empresas de electricidad distribuida en EE.UU. América. Desde 2011, DELSUR forma parte del Grupo EPM, con sede en Medellín, Colombia, reforzando así nuestra visión de construir y promover territorios sostenibles con la oferta de nuestros servicios.

Ilustración 70 Influencia geográfica de DELSUR



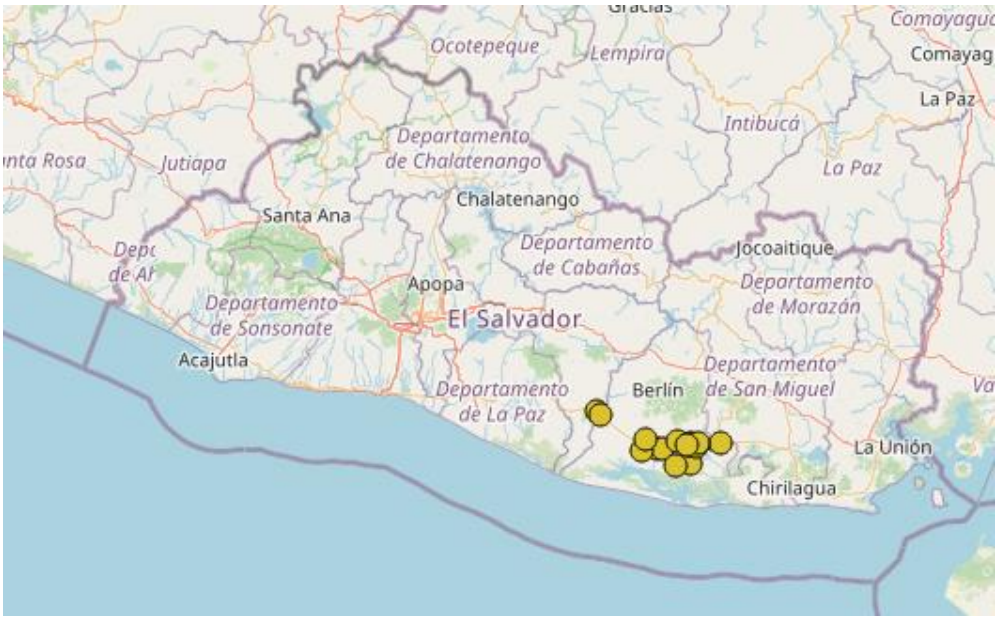
Fuente: generadores.siget.gob.sv

La tendencia de las generadoras es igual a las dos primeras, ya que las productoras de energía eléctrica que están conectadas a la red de distribución de DELSUR en su mayoría implementan tecnología solar fotovoltaica, las demás plantas son una por cada tipo: planta a base biogás, planta a base de biomasa, planta térmica bunker y una planta hidroeléctrica.

d) DEUSEM, S.A. de C.V.

Con DEUSEM, desde su fundación en 1957, lleva energía eléctrica a más de 91 mil clientes, la mayoría habitantes de zonas rurales, cubriendo una extensión de 1,584 km2 en el Departamento de Usulután. Esta es una de las cuatro filiales de AES El Salvador.

Ilustración 71 Influencia geográfica de DEUSEM



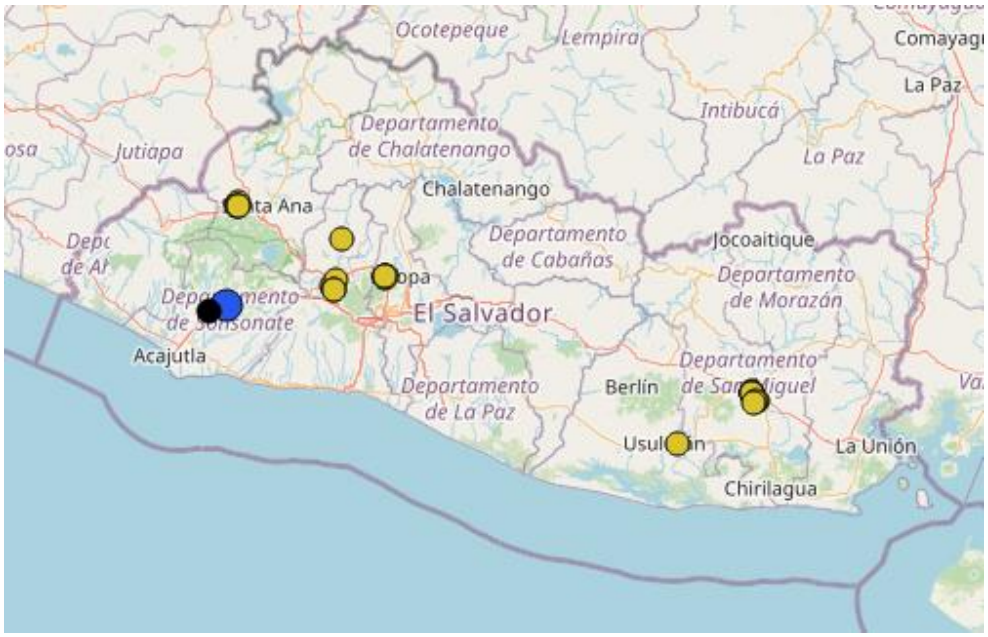
Fuente: generadores.siget.gob.sv

De la Distribuidora Eléctrica de Usuluán, las generadoras que están conectadas a su red de distribución son todas de tecnología solar fotovoltaica con un total de 16 plantas fotovoltaicas.

e) EDESAL, S.A. de C.V.

Es una empresa de servicios que Distribuye y Comercializa Energía Eléctrica en diferentes Zonas de El Salvador, con amplia experiencia operando desde el año 2006. Provee Suministro eléctrico a la Medida de las necesidades de nuestros clientes. Los altos estándares de ingeniería les permiten ofrecer un producto que excede los requerimientos de calidad establecidos en el país. Cuentan con los equipos necesarios y con el personal especializado disponible las 24 horas, ante cualquier emergencia o eventualidad. Esta empresa tiene más de 16 años de experiencia y desde entonces posee siete agencias en el país, contando con 390 Km de redes eléctricas a nivel nacional atendiendo desde 13,200 V hasta 46,000 V.

Ilustración 72 Influencia geográfica EDESAL



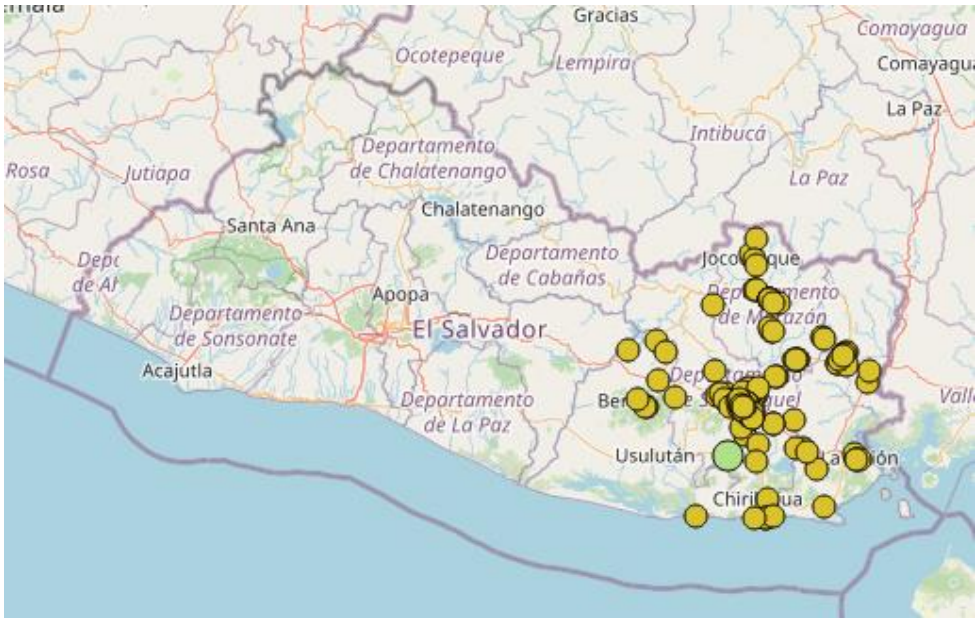
Fuente: generadores.siget.gob.sv

La Empresa Distribuidora Eléctrica Salvadoreña está presente en los departamentos de San Miguel, Usuluán, San Salvador, La Libertad, Sonsonate y Santa Ana contando con una mayoría de plantas generadoras a base de tecnología solar fotovoltaica conectadas a su red de distribución, además tienen una planta de tecnología hidroeléctrica y otra de térmico bunker.

f) EEO, S.A. de C.V.

Fundada en 1995, a través de EEO se distribuye energía eléctrica en los departamentos de San Miguel, Morazán, La Unión, San Vicente y parte de Usulután. Además, beneficia a poco más de 344 mil clientes en zonas con una densidad demográfica eminentemente rural, con operaciones en 6,530 km2. EEO es una empresa del Grupo AES. AES Corp. es una de las compañías mundiales líderes en el negocio de Generación y Distribución de Energía Eléctrica.

Ilustración 73 Influencia geográfica de la Empresa Eléctrica de Oriente



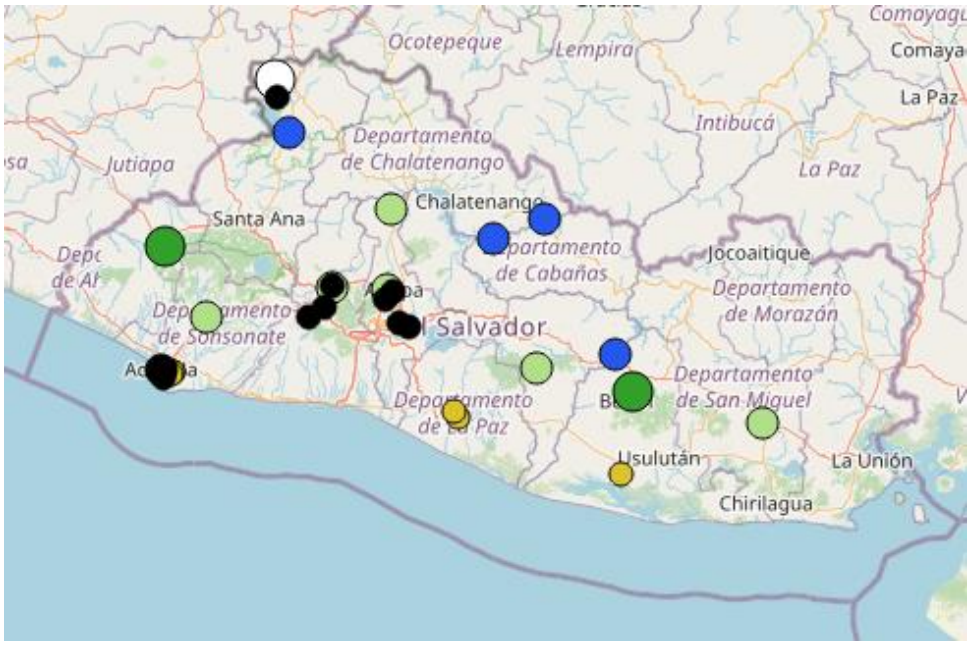
Fuente: generadores.siget.gob.sv

La Empresa Eléctrica de Oriente de la misma forma que las distribuidoras anteriores tiene en su mayoría conectados a su red de distribución plantas con tecnología solar fotovoltaica y una planta de generación a base de biogás, la última planta hasta la actualidad de producción a base de esta tecnología del país.

g) ETESAL, S.A. de C.V.

Empresa Transmisora de El Salvador es una empresa que forma parte del Mercado Mayorista de Electricidad en El Salvador, la cual hace posible la transmisión de energía en el ámbito nacional y regional. Por tanto, esta es una empresa que está conectada a la red de transmisión y dentro de estas se encuentran las 22 empresas generadoras del mercado mayorista que se detalló al inicio de la sección.

Ilustración 74 Influencia geográfica de ETESAL



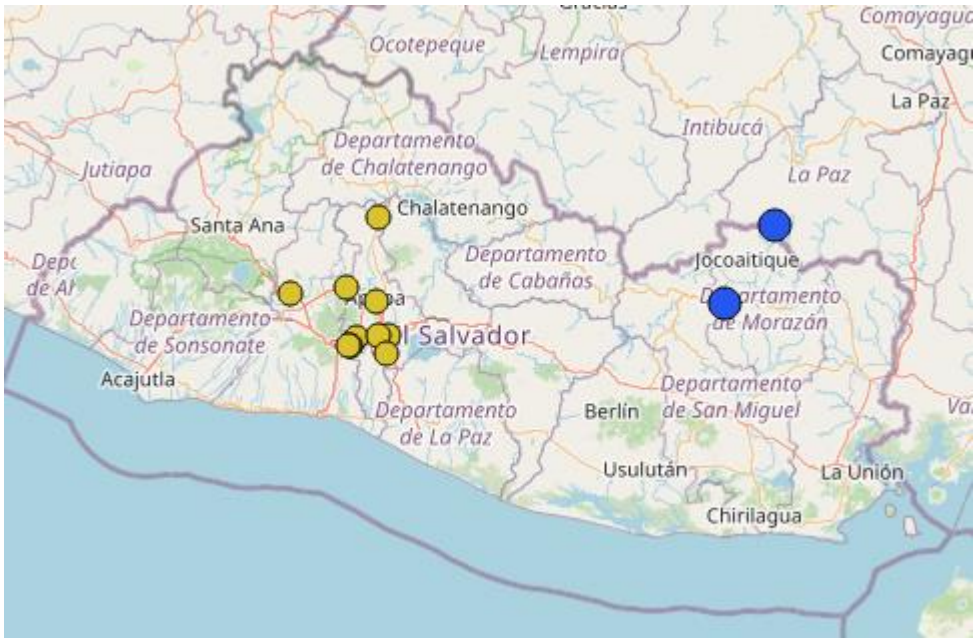
Fuente: generadores.siget.gob.sv

Las generadoras conectadas a la red de transmisión de ETESAL son de tecnologías variadas, todas ellas son grandes productoras de MW a diferencia de las anteriores distribuidoras que son en un nivel menor de generación, entre las plantas se tiene 6 plantas a base de biomasa, 1 planta a con tecnología eólica, 2 plantas geotérmicas, 4 plantas hidroeléctricas, 6 plantas a generadoras mediante la tecnología solar fotovoltaica, 10 plantas a base de térmico bunker (derivados del petróleo) y 1 planta a base de tecnología térmico GNL (gas natural licuado), haciendo un total de 30 plantas conectadas a la red de transmisión de EL Salvador.

h) OTRAS REDES.

Esta división hace referencia a otras empresas de distribución a las que están conectadas otras empresas generadoras de energía eléctrica del país, estas están presenten en el departamento de Morazán, San Salvador y parte de La Libertad.

Ilustración 75 Influencia geográfica de otras redes



Fuente: generadores.siget.gob.sv

Estas plantas generadoras, en esencia las de la zona central del país, son plantas que utilizan tecnología solar fotovoltaica y dos plantas hidroeléctricas en el departamento de Morazán.

En este sentido se tiene identificados los grandes usuarios que están conectados a la red de transmisión regida por el ente ETESAL, las empresas conectadas a esta red son cuatro:

Tabla 90 Grandes usuarios de El Salvador

GRANDES USUARIOS		
1	ANDA	**ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**
2	CONSORCIO INT.	**CONSORCIO INTERNACIONAL**
3	HANESBRANDS	**HANESBRANDS EL SALVADOR LTDA. DE C.V.**
4	**INVINTER**	**INVERSIONES INTERNACTINENTALES, S.A. DE C.V.**

Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

En este sentido hasta el año 2021 se tienen identificadas la cantidad de empresas generadoras de energía eléctrica que están conectadas a la red de distribución del país según el tipo de tecnología utilizada (biogás, biomasa, etc.) y según la categoría a en la que están suscritas sus operaciones (APR, GDR, etc.), estas se detallan a continuación:

Tabla 91 Cantidad de empresas conectadas a la red de distribución

EMPRESAS GENERADORAS CONECTADAS A LA RED EN DISTRIBUCIÓN						
TECNOLOGIA \CATEGORIA	BIOGÁS	BIOMASA	HIDROELÉCTRICA	SOLAR FOTOVOLTAICA	TÉRMICA	**TOTAL**
APR				12		**12**
GDR	4	2	16	101		**123**
GDT					1	**1**
UPR				628		**628**
TOTAL GENERAL	**4**	**2**	**16**	**741**	**1**	**764**

Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones

Haciendo con ello un total de 764 empresas generadoras que están conectadas a la red de distribución hasta el año 2021, de donde se poseen únicamente 4 plantas a base de biogás, por lo cual se puede inferir que es un recurso que no se está aprovechando al máximo tomando en cuenta que en nuestro país dentro del rubro de la agricultura, ganadería y avicultura son muy explotadas para el comercio así mismo las aguas residuales son fuentes de abastecimiento para instaurar este tipo de plantas, ya que los desechos que estos generan/procesan pueden ser utilizados como “combustibles” para desarrollar más plantas generadoras de energía eléctrica a partir de biogás, también se tienen 2 platas de biomasa, 16 plantas hidroeléctricas, 741 plantas fotovoltaicas que es la tecnología que en mayor cantidad utilizan las generadoras y finalmente 1 planta térmica, de las cuales 12 son de categoría APR, 123 de categoría GDR, 1 de categoría GDT y 628 de categoría UPR, estas últimas tienen siglas según la operación a la que se dedican de generación de energía eléctrica, las cuales se detallan a continuación:

APR: Auto Productor Renovable; GDR: Generador Distribuidor Renovable; GDT: Generador Distribuidor Térmico; UPR: Usuario Final Productor Renovable.

De los cuales como bien se ha detallado anteriormente la empresa transmisora de energía eléctrica, alta tensión, es la empresta ETESAL, mientras que la empresa administradora del mercado mayorista de energía eléctrica, es la Unidad de Transacciones, y por último el ente regulador de todo el sector eléctrico es la SIGET.

2. ASPECTOS LEGALES, NORMATIVOS Y REGULATORIOS PARA LA PRODUCCIÓN/ DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SALVADOR

2.1 Leyes aplicables a la naturaleza del proyecto en El Salvador.

Este subsector se rige por la Ley General de Electricidad, Decreto Legislativo N° 843 de 1996, su reglamento y una serie de normas complementarias. Asimismo, desde 2010, este subsector sigue los lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional 2010-2024, la cual será sustituida por la Política Energética 2020-2050. Los principales organismos reguladores que influyen en sus operaciones se enumeran a continuación:

Tabla 92 Leyes aplicables al proyecto

Nombre	Aplicación	¿Aplica?
Política Energética Nacional	Lineamientos estratégicos de desarrollo del sector.	**Si**
Ley General de Electricidad [LGE] y su reglamento	Norma actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización.	**Si**
Ley de Creación de SIGET y su reglamento	Establece atribuciones y principios de la SIGET.	**Si**
Ley de Creación del CNE y su reglamento	Establece atribuciones del CNE	**Si**
Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción (ROBCP)	Contiene las normas y procedimientos para la operación del sistema de transmisión y para la administración de las transacciones del Mercado Mayorista de Energía Eléctrica de El Salvador considerando las transacciones con el Mercado Eléctrico Regional (MER).	**No**
Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las	Promover la realización de inversiones en proyectos a partir del uso de fuentes renovables de energía, mediante el	**Si**

Energías Renovables	aprovechamiento de los recursos hidráulico, geotérmico, eólico y solar, así como de la biomasa, parala generación de energía eléctrica	
Categorización de actividades obras y proyectos MARN	Desarrolla la categorización de las actividades, obras o proyectos que, conforme alArt. 22 de la Ley del Medio Ambiente, requiera de permiso ambiental para su realización o funcionamiento, ampliación, rehabilitación o reconversión.	**Si**
Ley Reguladora para el otorgamiento de concesiones de proyectos de generación eléctrica en pequeña escala	Establecer un mecanismo para el otorgamiento de concesiones a personas naturales o jurídicas, que operen plantas generadorasde energía eléctrica de pequeña escala, con capacidad nominal igual omenor a 5 MW	**No**
Normas de Calidad de Servicio de los Sistemas de Distribución	Regular los índices e indicadores de referencia para calificar la calidad con que las empresas distribuidoras de energía eléctrica suministran los servicios de energía eléctrica a los usuarios de la Red de Distribución.	**No**
Norma técnica de conexiones y reconexiones en redes de distribución de baja y media tensión	Determinar los procedimientos y criterios técnicos, comerciales y de seguridad aplicables a las actividades de conexión, y reconexión de los usuarios finales a redes de distribución y a la conexión de nuevas redes de distribución.	**No**

Normas sobre contratos de largo plazo mediante procesos de libre concurrencia	Establecer los procedimientos para realizar procesos de libre concurrencia para el mercado mayorista de electricidad.	**No**
Normas sobre procesos de libre concurrencia para contratos de largo plazo respaldados con generación distribuida renovable	Establecer los procedimientos para realizar procesos de libre concurrencia para generación renovable a nivel de distribución.	**Si**
Normas para usuarios finales productores de energía eléctrica con recursos renovables.	**Establecer los procedimientos, requisitos y responsabilidades aplicables a la conexión, operación, control y comercialización de excedentes de energía, de unidades de generación basadas en recursos renovables, ubicados dentro de las instalaciones de un usuario final productor renovable (UPR)**	**No**

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, por la naturaleza del proyecto intervienen otras instituciones gubernamentales tales como el MARN y MINSAL, por lo que a continuación se detallan las leyes que aplican al proyecto considerando que la PTAR ya está en funcionamiento especificara a cada una si es necesario en la modificación del permiso medio ambiental obtenido para la operación de la PTAR Nejapa:

Tabla 93 Leyes aplicables al proyecto ya establecidas y pendientes

Ley Aplicables al Proyecto	Estatus
Decreto N° 233. Ley del Medio Ambiente Reformas: (4) D.L. N° 237 del 08 de febrero del 2007, Publicado en el D.O. N° 47, Tomo N° 374 del 09 de marzo del 2007.	Establecida
Acuerdo N° 65. Guía De Procedimientos Para Desarrollar La Consulta Pública Establecida En El Artículo 25, Literal B) De La Ley De Medio Ambiente, D. O. del 13 de Julio de 2010. Tomo 388, N.º 131.	Establecida
Acuerdo N.º 277. Categorización De Actividades, Obras o Proyectos. D.O. 15.08.2017, Tomo 416, No. 149	Establecida
Decreto No. 843. Ley General de Electricidad, D.O. 21 de octubre de 1996, Tomo 333, No. 201.	Pendiente
Decreto 644. Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. D.O. 29 de julio de 2011. Tomo 392 No. 143.	Establecida
Decreto No. 777. Ley de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, D.O. No. 160, Tomo 368, 31 de agosto de 2005.	Establecida
Decreto No. 289. Ley del Cuerpo de Bomberos de El Salvador. D. O. N.º 69 Tomo N.º 327, 7-04-1995.	Establecida
Decreto No. 254, Ley General De Prevención De Riesgos En Los Lugares De Trabajo. D.O. 5 de mayo de 2010.	Establecida
Decreto No. 513. Ley Especial de Protección al Patrimonio Cultural de El Salvador. D.O. 98, Tomo 319, 26-05-1993.	Establecida
Decreto No. 852. Ley Forestal D.O. 110, Tomo 355, 17-06-2002.	Establecida
Decreto 579, Ley De Áreas Naturales Protegidas. D.O. 15 de febrero de 2005. Tomo 366 N.º. 32	Establecida
Decreto 844. Ley de Conservación de Vida Silvestre D.O. 25 de mayo de 1995. Tomo 323 No. 96.	Establecida
Acuerdo No. 36. Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción. D.O 5 De Octubre De 2015.	Establecida

Fuente: Elaboración propia

De las leyes aplicables al proyecto que están determinadas como pendiente de revisión y aplicación para el Proyecto está la LGE, por lo que a continuación se detallan aquellos incisos/artículos que deben considerarse para la puesta en marcha del Proyecto:

a) Ley General de Electricidad.

DEL CAPITULO I, DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1.- *La presente Ley norma las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Sus disposiciones son aplicables a todas las entidades que desarrollen las actividades mencionadas, sean estas de naturaleza pública, mixta o privada, independientemente de su grado de autonomía y régimen de constitución.*

Art. 3.- *LA SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES, EN ADELANTE LA*

SIGET, SERÁ LA RESPONSABLE DEL CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES DE LA PRESENTE LEY. PARA LO CUAL SE LE FACULTA:

a) VELAR POR LA DEFENSA DE LA COMPETENCIA EN LOS TÉRMINOS ESTABLECIDOS EN LA PRESENTE LEY;

b) SUPERVISAR Y VIGILAR LA EJECUCIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE LAS CONCESIONES Y LOS PERMISOS PARA ESTUDIO DE LOS PROYECTOS DE CONCESIONES PARA LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS Y GEOTÉRMICOS;

c) DETERMINAR LA EXISTENCIA DE CONDICIONES QUE GARANTICEN LA SANA COMPETENCIA EN LOS PRECIOS OFERTADOS EN EL MERCADO REGULADOR DEL SISTEMA, DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 112-E DE LA LEY;

d) RESOLVER CONFLICTOS SOMETIDOS A SU COMPETENCIA Y APLICAR LAS SANCIONES CORRESPONDIENTES CONTENIDAS EN LA PRESENTE LEY;

e) INFORMAR A LA ASAMBLEA LEGISLATIVA LAS NUEVAS SOLICITUDES DE CONCESIÓN RECIBIDAS POR LA SIGET, Y UNA VEZ COMPLETO EL EXPEDIENTE REMITIRLO DEBIDAMENTE FOLIADO; y,

f) REQUERIR LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL CUMPLIMIENTO DE SUS FINES, DE CONFORMIDAD A LO ESTABLECIDO EN LA PRESENTE LEY.

Art. 5.- *LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS HIDRÁULICOS Y GEOTÉRMICOS, REQUERIRÁN DE CONCESIÓN APROBADA POR LA ASAMBLEA LEGISLATIVA DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS EN LA PRESENTE LEY.*

LAS CONCESIONES QUE SE OTORGASEN A PLANTAS GENERADORAS CON CAPACIDAD NOMINAL TOTAL MENOR O IGUAL A CINCO MEGAVATIOS SE TRAMITARÁN MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO EN LA LEY REGULADORA PARA EL OTORGAMIENTO DE CONCESIONES DE PROYECTOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN PEQUEÑA ESCALA Y LAS QUE SU REGLAMENTO ESTABLEZCA.

LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE RECURSOS RENOVABLES PROVENIENTES DE ENERGÍA SOLAR, EÓLICA, Y BIOMASA NO REQUERIRÁN DE CONCESIÓN.

Art. 6.- *La instalación y operación de centrales nucleoeléctricas se regirá por una Ley Especial.*

Art. 10.- *Los operadores no tendrán más obligaciones de prestar servicios o realizar suministros que las contenidas en la presente Ley y en sus contratos.*

Art. 10-Bis. - *TODOS LOS CONTRATOS DE COMPRAVENTA DE POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA ENTRE OPERADORES DEBERÁN REGISTRARSE EN SIGET. (5)*

Art. 11.- *Para la construcción de redes de transmisión y distribución, será gratuito el uso de los derechos de vía en los bienes nacionales de uso público, debiendo cumplirse en todo momento, las normas de urbanismo que dicten las autoridades correspondientes.*

Los gastos derivados de la remoción, traslado y reposición de las instalaciones eléctricas que sea necesario ejecutar como consecuencia de la ampliación, mantenimiento o mejoramiento de carreteras, caminos, calles, vías férreas, obras de ornato municipal o por otras razones de igual índole serán por cuenta de los operadores, en compensación por la utilización de bienes nacionales de uso público en forma gratuita

<u>DEL CAPITULO II, REGIMENPARA DESARROLLAR ACTIVIDADES DE GENERACION, TRANSMISION, DISTRIBUCIONY COMERCIALIZACIONDE ENERGIA ELECTRICA / SECCIÓN I, DE LAS CONCESIONES</u>.

Art. 12.- *LAS CONCESIONES QUE SE OTORGASEN A PLANTAS GENERADORAS CON CAPACIDAD NOMINAL MAYOR A CINCO MEGAVATIOS SERÁN APROBADAS POR LA*

ASAMBLEA LEGISLATIVA MEDIANTE DECRETO LEGISLATIVO HASTA UN PLAZO MÁXIMO DE TREINTA AÑOS, QUE SE DETERMINARÁ CON BASE EN EL FLUJO DE INDICADORES FINANCIEROS, CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD MEDIOAMBIENTAL E IMPACTOS SOCIALES, SOMETIDOS EN EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

LAS CONCESIONES PODRÁN SER TRANSFERIBLES PREVIA SOLICITUD ANTE LA SIGET QUIEN ANALIZARÁ Y REMITIRÁ PARA APROBACIÓN ESPECÍFICA DE LA ASAMBLEA LEGISLATIVA, PARA EL CAMBIO DE TITULARIDAD DE LA CONCESIÓN.

PARA LAS CONCESIONES QUE SE OTORGASEN A PLANTAS GENERADORAS CON CAPACIDAD NOMINAL MENOR O IGUAL A CINCO MEGAVATIOS SE ATENDERÁ A LO DISPUESTO EN EL ART. 5 DE LA PRESENTE LEY. (7)

DE LA SECCIÓN III, DE LA INTERCONEXIÓN

Art. 27.- *Los transmisores y distribuidores estarán obligados a permitir la interconexión de sus instalaciones y la utilización de las mismas para el transporte de energía eléctrica, excepto cuando esto represente un peligro para la operación o seguridad del sistema, de instalaciones o de personas.*

Art. 28.- *Las condiciones para realizar la interconexión, así como la utilización de las instalaciones se sujetarán a lo que dispongan las partes.*

Art. 29.- *En caso de no existir acuerdo para la interconexión o la utilización de las instalaciones, cualquiera de las partes podrá acudir a la SIGET para los efectos de lo que establece el Capítulo VII de la presente Ley.*

Art. 30.- *Salvo pacto en contrario, los costos de la interconexión serán por cuenta del solicitante.*

Art. 31.- *Todo operador será responsable de los daños que sus instalaciones causen a los equipos con los que esté interconectado o los de terceros.*

DEL CAPITULO IV, DE LOS CONTRATOS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Art. 62.- *Los generadores conectados al sistema de transmisión deberán tener vigentes en todo momento, contratos de transmisión.*

Los generadores o comercializadores que hayan suscrito contratos de suministro de energía a usuarios finales, deberán tener vigentes en todo momento contratos de distribución.

Art. 63.- *En los contratos de transmisión y distribución se deberán diferenciar claramente los cargos a pagar por la construcción, ampliación, modificación o sustitución de las instalaciones necesarias para realizar la interconexión, de los cargos a pagar por el uso de las redes.*

Los cargos por la construcción, modificación, ampliación o sustitución de las instalaciones se establecerán por acuerdo entre las partes, y los cargos por el uso de las redes deberán establecerse de conformidad con el método establecido por la SIGET.

Los contratos de transmisión y distribución deberán incluir compensación por fallas en los sistemas respectivos. La indisponibilidad forzada no incluye el período de mantenimiento programado por los transmisores aprobado por la UT.

Art. 64.- *Los contratos de transmisión y distribución a que se refieren los artículos anteriores, deberán registrarse en la SIGET y serán públicos.*

Art. 65.- *Los generadores y comercializadores podrán exigir de los transmisores y distribuidores la suscripción de contratos que en forma total o parcial se apeguen a los que hayan sido registrados en la SIGET y se encuentren vigentes.*

DEL CAPITULO VII, DE LA RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

Art. 84.- *La SIGET podrá a solicitud de parte, resolver administrativamente los conflictos surgidos entre operadores, entre éstos y los usuarios finales, así como los surgidos entre los operadores y la UT.*

Art. 85.- *Las resoluciones que en el ejercicio de las facultades otorgadas en el artículo anterior emita la SIGET, admitirán el recurso de revisión como último acto administrativo.*

Art. 86.- *La SIGET fundamentará sus resoluciones en los informes que presente el perito nombrado para el caso. Ni la SIGET, ni el perito podrán resolver o dictaminar sobre puntos en los que no se les haya solicitado que lo hagan.*

Art. 87.- *Los peritos deberán tomar en cuenta las normas técnicas internacionales de la industria eléctrica aceptadas por la SIGET.*

Art. 88.- *Los costos directos de la contratación del perito en los que incurra la SIGET para la resolución del conflicto, serán cubiertos en igual proporción por las partes*

DEL CAPITULO IX, DE LAS SANCIONES

Art. 103.- *LAS INFRACCIONES SE CLASIFICANENGRAVES Y MUY GRAVES, Y SERÁNSANCIONADAS POR LA SIGET.*

LAS RESPONSABILIDADES QUE SE DERIVEN DEL PROCEDIMIENTO SANCIONADOR, SERÁN INDEPENDIENTES DE LAS RESPONSABILIDADES CIVILES O PENALES QUE PUDIERAN CABER POR LOS MISMOS HECHOS DE ACUERDO CON LAS LEYES QUE RESULTAREN DE APLICACIÓN. (3)

Art. 104.- *SON INFRACCIONES GRAVES:*

a) NO ACTUALIZAR SU INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO RESPECTIVO; (3)

b) REALIZAR ESTUDIOS EN BIENES DE PROPIEDAD DEL ESTADO SIN AUTORIZACIÓN DE LA SIGET, ENCAMINADOS AL ESTABLECIMIENTO DE INSTALACIONES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA; (3)

c) NO PRESENTAR EN FORMA OPORTUNA, LOS INFORMES A QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 32 Y 61 DE LA PRESENTE LEY; (3)

d) NO INSCRIBIR EN FORMA OPORTUNA LOS CONTRATOS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN; (3)

e) NO DIFERENCIAR EN LOS DOCUMENTOS DE COBRO AL USUARIO FINAL, LOS CARGOSDIVERSOS APLICABLES DE ACUERDO A ESTA LEY, O LA FALTA DE CUMPLIMIENTO DEDICHO DOCUMENTO CON LAS DISPOSICIONES NORMATIVAS QUE LE SON APLICABLES;(3)

f) NEGARSE A EFECTUAR O RETRASAR EL PAGO DE LOS COSTOS EN QUE HAYA INCURRIDO LA SIGET EN LA RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS; (3)

g) CLASIFICAR A UN USUARIO SIN SU CONSENTIMIENTO EXPRESO EN CATEGORÍAS DIFERENTES A LA QUE LE CORRESPONDE DE CONFORMIDAD CON LAS NORMAS APLICABLES; (3)

h) CORTAR EL SERVICIO AL USUARIO FINAL POR CAUSAS DIFERENTES A LAS ESTABLECIDAS EN LA LEY; (3)

i) NO COMPENSAR A UN USUARIO FINAL O A TERCEROS POR LOS DAÑOS Y PERJUICIOS QUE SE LE CAUSENPOR LA OPERACIÓNINDEBIDA DE LAS INSTALACIONES CONECTADAS AL SISTEMA DE POTENCIA Y A LA RED DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN, DENTRO DEL PLAZO QUE CORRESPONDA; (3)

j) NO COMPENSAR A LOS USUARIOS FINALES POR LA ENERGÍA NO ENTREGADA POR PARTE DE LO SUMINISTRADORES, ASÍ COMO LA COMPENSACIÓN EN CUANTÍA MENOR A LA QUE CORRESPONDE; (3)

k) LA NEGATIVA OCASIONAL Y AISLADA A FACILITAR A LA SIGET LA INFORMACIÓN QUE SE LE SOLICITE, DE ACUERDO CON LO PREVISTO EN LA PRESENTE LEY; (3)

l) PROPORCIONAR INFORMACIÓN DE FORMA INCOMPLETA O INEXACTA O BIEN DE FORMA DISTINTA A LA ESTABLECIDA, SI HUBIERE OBLIGACIÓN DE SUMINISTRARLA; (3)

m) LA NEGATIVA OCASIONAL O AISLADA A ADMITIR VERIFICACIONES E INSPECCIONES ACORDADAS POR LA SIGET O LA OBSTRUCCIÓN DE SU REALIZACIÓN; (3)

n) LA APLICACIÓN IRREGULAR OCASIONAL Y AISLADA DE LOS PLIEGOS TARIFARIOS AUTORIZADOS, DE MANERA QUE SE PRODUZCA UNA ALTERACIÓN EN EXCESO DEL MONTO TOTAL FACTURADO RESPECTIVO; (3)

o) UTILIZAR SISTEMAS DE CONTABILIDAD PARA LAS ACTIVIDADES DE TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN, DE OPERACIÓN DEL MERCADO MAYORISTA Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, QUE NO CUMPLAN CON LAS NORMAS EMITIDAS POR LA SIGET; (3)

p) LA APLICACIÓN IRREGULAR E INTENCIONADA O NEGLIGENTE DE LAS NORMAS DE CALIDAD DE SERVICIO ESTABLECIDAS POR SIGET, DE MANERA QUE SE DETECTE UNA MENOR COMPENSACIÓN RELEVANTE DE LAS DEBIDAS A LOS USUARIOS EN FORMA OCASIONAL Y AISLADA, ACUMULADA EN EL PERÍODO DE CONTROL DEFINIDO POR SIGET. LA MULTA PODRÁ INCREMENTARSE HASTA EN UN 100% DEL MONTO POR COMPENSACIONES QUE SURGIERA DE LA DIFERENCIA

CONSTATADA, CON INDEPENDENCIA DE LA OBLIGACIÓN DE LA DISTRIBUIDORA DE PAGAR LAS COMPENSACIONES DEBIDAS A LOS USUARIOS; y, (3)

q) APLICAR CARGOS POR CONEXIÓN Y RECONEXIÓN DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, QUE NO CUMPLAN CON EL MÉTODO ESTABLECIDO POR SIGET. (5)

***Art. 106.-** LAS INFRACCIONES GRAVES SERÁN SANCIONADAS POR LA SIGET CON MULTA DE HASTA CINCUENTA MIL COLONES Y LAS MUYGRAVES CONMULTA DE HASTA QUINIENTOS MIL COLONES.*

INCISO SEGUNDO DEROGADO POR D.L. No. 528/04

CUANDO HABIENDO UNA RESOLUCIÓN FIRME QUE ORDENE REALIZAR O ABSTENERSE DE REALIZAR DETERMINADA ACCIÓN, EL INFRACTOR NO CUMPLA CON TAL INDICACIÓN EN EL PLAZO ESTABLECIDO PARA TAL EFECTO, LA SIGET PODRÁ EN DICHOS CASOS IMPONERLE MULTAS DE HASTA CIENTO CINCUENTA MIL COLONES DIARIOS, CON EL FIN DE OBLIGAR AL CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN.

PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS SANCIONES, SE TENDRÁN EN CUENTA LO SIGUIENTE:

a) EL PELIGRO RESULTANTE DE LA INFRACCIÓN PARA LA VIDA Y SALUD DE LAS PERSONAS, LA SEGURIDAD DE LAS COSAS Y EL MEDIO AMBIENTE;

b) EL DAÑO O DETERIORO CAUSADO;

c) LOS PERJUICIOS PRODUCIDOS EN LA CONTINUIDAD Y REGULARIDAD DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA;

d) EL GRADO DE PARTICIPACIÓN EN LA ACCIÓN U OMISIÓN TIPIFICADA COMO INFRACCIÓN Y EL BENEFICIO OBTENIDO DE LA MISMA; y,

e) LA INTENCIONALIDAD EN LA COMISIÓN DE LA INFRACCIÓN O LA REITERACIÓN EN LA MISMLA REINCIDENCIA POR COMISIÓN EN EL TÉRMINO DE TRES AÑOS DE MÁS DE UNA INFRACCIÓN DE LA MISMA NATURALEZA, CUANDO ASÍ HAYA SIDO DECLARADO POR RESOLUCIÓN FIRME, Y EL EFECTO SOBRE TERCEROS. (3)

Art. 107.- *En caso de incumplimiento reiterado a lo dispuesto en la Ley por parte de los Operadores, el monto de las multas se incrementará en un diez por ciento para la segunda infracción, y en un veinticinco por ciento para la tercera infracción.*

En caso que un operador reincida en cuatro oportunidades en el mismo incumplimiento, la SIGET, de conformidad con el Reglamento de la presente Ley, iniciará el proceso para declarar la terminación de la concesión, o la cancelación de la inscripción, según sea el caso.

De los artículos anteriores de la Ley General de Electricidad se puede extraer puntos importantes para el desarrollo del Proyecto:

i) La LGE es aplicable para todo operador del mercado eléctrico, ya sean actividades de generación, transmisión, distribución o comercialización de energía eléctrica (Art. 1) y la encargada de velar por el cumplimiento de esta es la SIGET (Art. 3).
j) Únicamente se requiere de una concesión, por parte de la Asamblea Legislativa cuando el recurso a explotar sea de origen hídrico o geotérmico (Art. 5), por tanto, para el Proyecto no se requerirá de una concesión.
k) Los contratos entre operadores deben ser registrados en la SIGET (Art. 10).
l) Todo conflicto entre operadores tendrá una resolución por parte la SIGET (Art. 84).
m) Las infracciones a la Ley, se clasifican como graves y muy graves, y tendrán una sanción por la SIGET en función de la afectación de la infracción (Art. 103,104,105,106).

b) <u>Política Energética 2020-2050.</u>

Dentro de la PEN se encuentran subsectores de entre los cuales se destaca el sector eléctrico del país, donde se incluyen las actividades de producción, transporte y comercialización de energía eléctrica; es decir, la generación, transmisión, distribución y comercialización de ésta; los principales retos que este subsector afronta son:

01 *Fortalecer la institucionalidad en rectoría política, regulación, supervisión y vigilancia del mercado.*

02 *Contar con marcos normativos acorde a la realidad actual.*

03 *Fortalecer el marco regulatorio aplicable a la generación distribuida renovable.*

04 *Utilizar más energías renovables para generar energía eléctrica.*

05 *Incorporar recursos energéticos menos contaminantes para la generación.*

06 *Reducir las tarifas de energía eléctrica.*

07 *Aprovechar al máximo los beneficios del Mercado Eléctrico Regional.*

08 *Optimizar el otorgamiento de subsidios a la energía eléctrica.*

09 *Lograr un acceso universal al servicio de energía eléctrica.*

10 *Fomentar el uso de tecnologías modernas y más eficientes para suministrar energía eléctrica.*

11 *Fomentar la electrificación de los consumos y condiciones que incrementen la competitividad del país.*

12 *Eliminar las ineficiencias económicas para la recuperación de las inversiones realizadas en infraestructura moderna.*

13 *Fomentar la implementación de sistemas de gestión de energía.*

14 *Crear capacidades técnicas en eficiencia energética en el subsector.*

15 *Crear una ley de eficiencia energética.*

16 *Fortalecer las acciones de investigación, desarrollo e innovación dentro del subsector.*

17 *Incrementar la resiliencia al cambio climático del subsector eléctrico.*

18 *Lograr un sistema eléctrico nacional robusto y flexible.*

La parte fundamental de la PEN2020-2050 están en desarrollar proyecto que estén orientados a la superación de los retos que están establecidos dentro esta Política, teniendo como base los cuatro principios de la Política Energética: Sostenibilidad, Innovación y Creatividad, Participación Sectorial, y Equidad y Protección del Usuario Final. Por tanto, el Proyecto no tiene inconveniente con esto dado que se busca la sostenibilidad de un Proyecto Primario como lo es la PTAR Nejapa, que busca la innovación de explotar un recurso como el biogás que actualmente no se explota dentro de la Planta ni a nivel nacional ya que solo existe cuatro plantas que aprovechan los desperdicios, recalcando que ninguna de estas es a base del Tratamiento de Aguas Residuales, en cuanto a la participación se aboca a este principio al

tomar en cuenta a la Alcaldía del municipio y a la Población del lugar, sin discriminar o segmentar según los grupos, clases social u otros.

c) Ley de Creación de la SIGET.

Como parte de las reformas de la CEL se obtuvo la creación de un ente que rigiera el mercado eléctrico con ello se le dio el nacimiento a la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), para su creación según Decreto N° 808 le da pie a la Ley de la creación de la SIGET, donde los artículos que mayor influencian al Proyecto se detallan a continuación:

DEL CAPITULO V, REGISTRO DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES

Establecimiento

Art. 19.- *Se establece el Registro de Electricidad y Telecomunicaciones, el cual estará adscrito a la SIGET. El Registro funcionará en una sola oficina ubicada en la sede de la SIGET*

Organizació*n*

Art. 21.- *El Registro se compone de cuatro secciones:*

a) De frecuencias;

b) De actos y contratos;

c) De personas;

d) De equipo e instalaciones.

En el reglamento de esta ley se establecerá el procedimiento para el registro en lo que se refiere a los literales anteriores y los obligados a realizarlo.

Plazo para inscribir

Art. 22.- *La SIGET deberá inscribir en el plazo de tres días, las resoluciones en que otorgue o revoque concesiones, contados a partir de la fecha en que la resolución produzca todos sus efectos.*

Ante una solicitud de inscripción, la SIGET efectuará la misma en el plazo de tres días, si lo solicitado fuere objeto de inscripción.

De lo anterior se le da vital importancia las secciones por las que estará compuesto el registro del Proyecto y los plazos para inscribirlo

d) <u>Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables.</u>

<u>DEL CAPITULO I, DISPOSICIONES GENERALES</u>

Art. 1. *La presente Ley tiene por objeto promover la realización de inversiones en proyectos a partir del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de los recursos hidráulico, geotérmico, eólico y solar, así como de la biomasa, para la generación de energía eléctrica*

Art. 3. *Las personas naturales o jurídicas que a partir de la vigencia de la presente Ley sean titulares de nuevas inversiones en nuevos proyectos de instalación de centrales para la generación de energía eléctrica, utilizando para ello fuentes renovables de energía, establecidas en el Art. 1 de esta Ley, gozarán de los siguientes beneficios e incentivos fiscales:*

a) Durante los diez primeros años gozarán de exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de Preinversión y de inversión en la construcción de las obras de las centrales para la generación de energía eléctrica, incluyendo la construcción de la línea de subtransmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta las redes de transmisión y/o distribución eléctrica.

La exención del pago de los Derechos Arancelarios a que se refiere el inciso anterior se aplicará a proyectos de hasta 20 megavatios (MW) y deberá ser solicitada al Ministerio de Hacienda 15 días antes de la importación de la maquinaria, equipos, materiales e insumos necesarios y destinados exclusivamente a desarrollar los proyectos de energías renovables, de conformidad con la documentación del proyecto avalada en la certificación emitida por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, que en el texto de esta Ley, podrá denominarse SIGET.

b) Exención del pago del Impuesto sobre la Renta por un período de cinco (5) años en el caso de los proyectos entre 10 y 20 megavatios (MW) y de diez (10) años en el caso de los proyectos de menos de 10 megavatios MW; en ambos casos, a partir de la entrada en operación comercial del Proyecto, correspondiente al ejercicio fiscal en que obtenga ingresos.

c) Exención total del pago de todo tipo de impuestos sobre los ingresos provenientes directamente de la venta de las "Reducciones Certificadas de Emisiones" (RCE) en el marco del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) o mercados de carbono similares, obtenidos por los proyectos calificados y beneficiados conforme a la presente Ley

Para gozar de los beneficios a que se refiere el literal anterior, el beneficiario deberá cumplir con las siguientes condiciones:

i. Que los proyectos se encuentren debidamente registrados y certificados de conformidad con las modalidades y procedimientos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto.

ii. Que los titulares de los proyectos calificados conforme a la presente Ley agreguen en su declaración de impuesto sobre la renta un detalle de las RCE expedidas, ingresos obtenidos producto de su venta, haciendo constar el nombre de los adquirentes.

iii. Presentar copia del contrato de compra de las reducciones certificadas de emisiones (siglas en inglés ERPA) en que conste la cantidad de dichas reducciones vendidas y el precio de su venta.

iv. Presentar constancia de parte del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales sobre la cantidad expedida de RCE.

Esto es de vital importancia para el financiamiento del Proyecto ya que esto podría atraer inversionistas para este, como para otros proyectos energéticos que ayuden a tener una matriz energética diversificada y amigable con el medio ambiente.

2.2 Normativas aplicables a la naturaleza del proyecto en El Salvador.

De las normas aplicables al sector eléctrico de El Salvador para Proyectos de este tipo están las siguientes normas, reglamentos y ordenanzas municipales:

Tabla 94 Normativa aplicable al proyecto

Normas, Reglamentos y Ordenanzas Municipales Aplicables al Proyecto	Estatus
Decreto N° 17. Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente, D.O 73 Tomo: 347, 12/04/2000	Establecida
Decreto 70. Reglamento de la Ley General de Electricidad, 25-07-1997, Tomo 336, No. 138.	Pendiente

DECRETO N° 29.- Reglamento Especial de Aguas Residuales y Manejo de Lodos Residuales. D.O. 203, Tomo 425,29-11-25-2019.	Establecida
Decreto No. 40. Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental, D.O. 101. Tomo 347, 01/06/2000.	Establecida
Decreto 89, Reglamento General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo D.O. 30 de abril de 2012, Tomo 395, No. 78.	Establecida
Decreto No. 105. Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones. D.O. No. 204, Tomo 333, 30 de octubre de 1996.	Establecida
Decreto No. 42 Reglamento Especial Sobre el Manejo Integral de los Desechos Sólidos, D.O. 101. Tomo 347, 01/06/2000.	N/A
Decreto No. 41. Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos. D.O. No. 41, Tomo 347, 1 de junio de 2000	N/A
ACUERDO NO. 162-E-2012.- “NORMATIVA TÉCNICA PARA CARACTERIZAR LOS PROYECTOS QUE APROVECHAN LAS FUENTES RENOVABLES EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA”. D.O. 50, Tomo 394, 13-03-2012.	Pendiente
Acuerdos Nos. 606.- RTS “13.02.01:14 Agua. Agua de Consumo Humano. Requisitos de Calidad e Inocuidad”, D.O. 60, TOMO N.º 419, 4-04-2018.	Establecida
Acuerdo No. 130.- RTS 13.05.01:18: Aguas Residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales. D.O. No. 79, TOMO N.º 423, 2/05/2019	Establecida
Acuerdo No. 1189.- Norma Para El Almacenamiento De Sustancias Químicas Peligrosas. D.O. 211, Tomo N.º 389,11-11-2010.	Establecida
Acuerdo No. 524. NSO: 13.11.01:01; Calidad del Aire Ambiental, Inmisiones Atmosféricas, D.O 360, 26-08-2003.	Establecida
Propuesta de NSO 13.11.02:11. Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas • Noma Técnica Para Diseño Por Sismo.	Establecida
ACUERDO No. 1469.-, Norma Salvadoreña Obligatoria: Productos de Petróleo. Manejo de Aceite Usado NSO.13.04.10:03	N/A

NSO 13.49.01.09, NORMA DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DESCARGADA A UN CUERPO RECEPTOR.	Establecida
Decreto No.4. "Recuperación, Mejora, Conservación y Protección de la cuenca, Cauce y Riberas Del Rio San Antonio, Nejapa, San Salvador". D.O. 217, Tomo 353, 16/11/2001.	Establecida
Decreto No. 2. "Regulación de la Finalidad, El Funcionamiento y Servicio a la Comunidad, de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras Residuales En El Municipio De Nejapa". D.O. 78, Tomo 355, 30/04/2002.	Establecida
Decreto No. 1. "Ordenanza que regula el uso del suelo y prohíbe la construcción de viviendas, complejos habitacionales, comerciales e industriales, en terrenos donde funciono el botadero incontrolado de mariona y lugares aledaños, comprendidos en el municipio de Nejapa y declarase zona de alto riesgo". D.O. 42, tomo 362, 02/03/2004.	Establecida
Decreto No. 2-2005. Ordenanza municipal para el manejo adecuado de las aguas residuales y planta de tratamiento del municipio de Nejapa. D.O. 179, tomo 368, 28/09/2005.	Establecida
Decreto No. 4-2006. La ordenanza integral para la regulación, gestión y tratamiento del recurso hídrico del municipio de Nejapa, departamento de San Salvador. D.O. 238, tomo 373,20/12/2006.	Establecida
Decreto 1 - 2008. Ordenanza de creación del sistema municipal descentralizado para el manejo y el uso de agua potable en el municipio de Nejapa, denominada sistema municipal de aguas río san Antonio (4). D.O. 22, tomo 378, 01/02/2008	Establecida

Fuente: Elaboración propia

Así mismo como se efectuó un análisis de las leyes que no han sido aplicada en el proyecto de PTAR Nejapa pero que son necesarias para el Proyecto en estudio, de igual forma se analiza las normar / reglamentos que faltan por aplicar, los cuales se detallan a continuación:

a) Categorización de Actividades, Obras o Proyectos 2017 (MARN)

La base legal de esta caracterización está fundamentada en el Art. 22 de la Ley del Medio Ambiente en cuya parte final, expresa "... El Ministerio categorizará la actividad, obra o proyecto, de acuerdo a su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial". Es preciso señalar, que la envergadura de una actividad, obra o proyecto está referida al tamaño, volumen o extensión de la misma; y la naturaleza del impacto potencial se vincula a la sensibilidad del sitio o estado de conservación del ambiente en donde se pretende instalar y a su vez al tipo o naturaleza de la actividad, obra o proyecto a emprender.

Además, se han considerado los artículos 18, 19, 20 y 24 literal b) de la Ley del Medio Ambiente, que literalmente dicen:

Evaluación de Impacto Ambiental

Art. 18.- Es un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de pre inversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que los prevengan, atenúen, compensen o potencien, según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente."

Competencia del Permiso Ambiental

Art. 19.- Para el inicio y operación, de las actividades, obras o proyectos definidos en esta ley, deberán contar con un permiso ambiental. Corresponderá al Ministerio emitir el permiso ambiental, previa aprobación del estudio de impacto ambiental."

Alcance de los permisos ambientales

Art. 20. - El Permiso Ambiental obligará al titular de la actividad, obra o proyecto, a realizar todas las acciones de prevención, atenuación o compensación, establecidos en el Programa de Manejo Ambiental, como parte del Estudio de Impacto Ambiental, el cual será aprobado como condición para el otorgamiento del Permiso Ambiental.

La validez del Permiso Ambiental de ubicación y construcción será por el tiempo que dure la construcción de la obra física; una vez terminada la misma, incluyendo las obras o instalaciones de tratamiento y atenuación de impactos ambientales, se emitirá el Permiso

Ambiental de Funcionamiento por el tiempo de su vida útil y etapa de abandono, sujeto al seguimiento y fiscalización del Ministerio".

Evaluación y aprobación de los estudios de impacto ambiental

Art. 24.- La elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental, su evaluación y aprobación, se sujetarán a las siguientes normas:

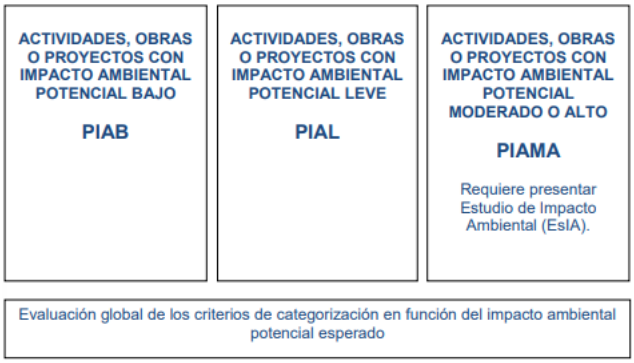
b) En caso de aprobación del Estudio de Impacto Ambiental, el Ministerio emitirá el correspondiente Permiso Ambiental, en un plazo no mayor de diez días hábiles después de notificada la resolución correspondiente;"

El Formulario Ambiental tiene su fundamento en el Art. 22 de la Ley del Medio Ambiente, que literalmente dice: "Art. 22.- El titular de toda actividad, obra o proyecto que requiera de permiso ambiental para su realización o funcionamiento, ampliación, rehabilitación o reconversión deberá presentar al Ministerio el formulario ambiental que esta requiera con la información que se solicite. El Ministerio categorizará la actividad, obra o proyecto, de acuerdo a su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial"; es con la presentación de dicho Formulario, que el Ministerio categorizará la actividad, obra o proyecto, con base a los criterios técnicos que se han definido para cada una de ellas, con la finalidad de determina si una actividad, obra o proyecto, requiere o no de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, en función de la naturaleza de la actividad, su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial a generar.

De lo anterior, se desprende que el titular de una actividad, obra o proyecto, de no requerir el Permiso Ambiental, no debe elaborar un Estudio de Impacto Ambiental, ni pasar por la Evaluación de Impacto Ambiental formal, establecido en la Ley del Medio Ambiente. Caso contrario, el titular debe elaborar el mencionado Estudio y la institución aplicara el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental respectivo, lo que trae como consecuencia la aprobación o no del Estudio. La Resolución que se emita como resultado de la Evaluación Ambiental, no exime al titular de las actividades, obras o proyectos del cumplimiento del resto de la normativa vigente aplicable, ni del seguimiento y control por parte de este Ministerio, según corresponda.

A continuación, se muestra la esquematización de la estructura de la categorización presentada la Categorización del MARN:

Ilustración 76 Categorización del MARN



Fuente: Evaluación del Impacto Ambiental, MARN

Dentro de "Manual" de Caracterización se detallan los procesos que se debe seguir para evaluar si se es necesario o no la Evaluación del Impacto Ambiental: http://rcc.marn.gob.sv/handle/123456789/274

Del cual es extraído la siguiente tabla la cual es aplicable para la categorización del Proyecto:

Ilustración 77 Categorización para proyectos de Biogás

Tipo de Criterio	Criterio	PIAB	PIAL	PIAMA
CC	Capacidad de generación térmica (Aplicable solo si el producto es la generación térmica)	Hasta 160 KWt	Hasta 2.3 MWt	Más de 2.3 MWt
CC	Capacidad de generación eléctrica (Aplicable si y solo si, hay generación eléctrica)	Hasta 70 KWe	Hasta 1.0 MWe	Más de 1.0 MWe
CC	Afluente al biodigestor en biomasa sólida	Hasta 4.4 ton/día	Hasta 60 ton/día	Más de 60 ton/día
CC	Afluente al biodigestor en biomasa líquida o agua residual	Hasta 0.8 gpm (0.05 l/s)	Hasta 12 gpm (0.72 l/s)	Más de 12 gpm (0.72 l/s)
CC	Materia prima para digestión será suministrada desde fuera del área del proyecto	No	Si	Si
CIM	Fuente de materia prima sometida a proceso de digestión anaerobia, proviene de estiércol animal, residuos agrícolas y subproductos	Si	Si	Si
CC	Fuente de materia prima sometida a proceso de digestión anaerobia, proviene de cultivos energéticos, residuos orgánicos de la industria alimentaria (incluidos residuos del proceso de destilación), aguas residuales, relleno sanitario	No	Si	Si

Fuente: Evaluación del Impacto Ambiental, MARN

Esta categorización es de vital importancia para el Proyecto ya que de este depende si se debe o no realizar un Estudio de Impacto Ambiental, en el cuadro siguiente se presentan los pasos a seguir para obtener Permiso Ambiental y los tiempos estimados requeridos para cada paso. Además, en las columnas a la derecha se presenta el caso real de los tiempos experimentados por La Geo y CEL:

Tabla 95 Tiempo promedio para obtener permisos ambientales

	Pasos para Obtener Permiso Ambiental	Responsable	Tiempos Promedio sCaso real LAGEO (días)	Tiempos Promedios Caso real CEL (días)
1	Presentación al MARN de formulario ambiental	Titular del proyecto	30	**30**
2	Tiempo de espera para la inspección en sitio (MARN)	MARN	50	**45**
3	Emisión de términos dereferencia para EsIA	MARN	50	**45**
4	Elaboración del EsIA	Titular del proyecto	60	**60**
5	Entrega del EsIA al MARN	Titular del proyecto	2	**2**
6	Revisión del EsIA y notificación de observaciones	MARN	55	**50**
7	Superación de observaciones y emisión final MARN de observaciones superadas	Titular del proyecto	60	**45**
8	Notificación de formato de publicación de consulta pública	MARN	15	**15**

9	Solicitud de publicación de formato de consulta pública	Titular del proyecto	10	**10**
10	Preparación y realización de la consulta pública	Titular del proyecto/ MARN	12	**12**
11	Comentarios a los resultados de la consulta pública	MARN	51	**51**
12	Respuesta del Ministerio relacionado a observaciones de consulta pública y finalización del informe de EsIA	Titular del proyecto	20	**20**
13	Notificación de fianza de cumplimiento ambiental	MARN	10	**10**
14	Proceso de licitación para compra de fianza de cumplimiento ambiental	Titular del proyecto	30	**30**
15	Presentación de fianza al MARN	Titular del proyecto	2	**2**
16	Emisión de permiso ambiental	MARN	14	**15**
TIEMPO PROMEDIO DEL PROCESO			**471**	**442**

Fuente: Elaboración propia

b) Normativa Técnica Para Caracterizar los Proyectos que Aprovechan las Fuentes Renovables en la Generación de Energía Eléctrica.

Esta norma tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas de caracterización de los proyectos que aprovechan las fuentes renovables en la generación de energía eléctrica, para gozar de los beneficios e incentivos fiscales, de conformidad con la Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad –en adelante "la Ley"– y su Reglamento. (Art. 1)

El ámbito de aplicación, radica en los nuevos proyectos de generación de energía eléctrica con base en fuentes renovables de energía, que soliciten la certificación correspondiente a la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, en adelante SIGET, para posteriormente requerir a la autoridad competente la calificación para gozar de los beneficios e incentivos fiscales establecidos en la Ley.

Se considerará como nuevos proyectos de fuentes renovables de energía toda unidad de generación que se instale a nivel nacional de manera individual o en adición a la existente en una instalación que se encuentra en operación. (Art. 3)

Esto con el objetivo de tener beneficios e incentivos que de conformidad con el artículo 3 de la Ley, las inversiones realizadas para el desarrollo de proyectos que utilicen fuentes renovables de energía mediante el aprovechamiento de los recursos hidráulico, geotérmico, eólico, solar y biomasa, gozarán de los beneficios e incentivos fiscales que radican en los literales del a-e del articulo a de la Norma. (Art. 4)

Para ello se destacan los siguientes artículos de la Norma:

Caracterización de Proyectos

Art. 6. *De acuerdo al nivel de potencia o capacidad instalada de las centrales de generación eléctrica y para los fines de aplicación de esta norma, se establecen las siguientes categorías de proyectos: a) Menores de 10 megavatios (MW); b) Entre 10 y 20 megavatios (MW); y, c) Mayores de 20 megavatios (MW).*

Definiciones

Art. 7*. Para los efectos de la presente norma se establecen las definiciones siguientes:*

Fuente Renovable de Energía: son las manifestaciones de energía que se regeneran de manera natural o con intervención humana; propiedad por la que a escala humana se les considera inagotables.

Energía Renovable: aquélla que se obtiene por medio del aprovechamiento de los recursos: a) hidráulicos, b) geotérmico, c) eólico, d) solar y e) de biomasa.

Proyecto Hidroeléctrico: aquel proyecto cuya energía se obtiene del aprovechamiento de las energías cinéticas y potencial existentes en los recursos hídricos de la corriente de los ríos, saltos de agua o mareas de los océanos.

Proyecto Geotérmico: proyecto que utiliza el calor existente bajo la superficie terrestre, el cual puede ser transferido mediante convención, conducción y/o radiación.

Proyecto Eólico: proyecto que proviene de la energía cinética del viento y se origina en las diferencias de potencial en distintas capas de aire calentadas por el sol a distintas temperaturas.

Proyecto Solar: proyecto cuya energía es obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el Sol.

Proyecto de Biomasa: proyecto que utiliza como fuente de energía, la materia orgánica no fosilizada, de origen vegetal o animal, producida durante un proceso biológico, espontáneo o provocado, la cual puede usarse como fuente de energía

Dentro de la normativa también se estipula en los artículos del 8 al 16 la información que debe contener la solicitud y formulario de certificación de proyectos con fuentes renovables de energía en la generación de energía eléctrica. Así mismo se encuentra el formulario que aplica al Proyecto en estudio el cual es denominado dentro de la norma como: "FORMULARIO No. CTB-5 FORMULARIO PARA CARACTERIZAR Y CERTIFICAR PROYECTOS CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO POR BIOMASA":

https://www.siget.gob.sv/download/normativa-tecnica-para-caracterizar-los-proyectos-que-aprovechan-las-fuentes-renovables-en-la-generacion-de-energia-electrica-acuerdo-no-162-e-2012-febrero-2012/

Esta norma va de la mano con la Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables, ya que se requiere de esta caracterización para la aplicación de esta Ley.

c) Normas sobre Procesos de Libre Concurrencia para Contratos de Largo Plazo Respaldados con Generación Distribuida Renovable

Esta Norma es aplicable al proyecto ya que el tipo de generador que más conviene o es más beneficioso para una planta es vender toda la energía eléctrica tal como lo indica la Ing. Melissa Ruiz, encargada del biodigestor de Renig, dicho de otra manera, el tipo de planta del Proyecto es de un Generador Distribuido Renovable (GDR), por lo tanto, esta Norma es bajo la cual se debe regir el Proyecto, de la cual se tiene que cumplir con lo siguiente:

***Art. 1**. Contratos de largo plazo para el suministro de energía eléctrica respaldados por Generación Distribuida Renovable*

Las presentes normas regulan el desarrollo de los procesos de libre concurrencia para la contratación de energía eléctrica cuya generación cumpla con las características establecidas en el artículo 86-B inciso segundo del Reglamento de la Ley General de Electricidad, tales como:

a) Conectada en la red de distribución eléctrica;

b) Basada en fuentes renovables; y,

c) Con una capacidad instalada de hasta un máximo de 20 MW.

Dichos procesos tienen como finalidad implementar el porcentaje objetivo de participación de energías renovables en el suministro de las distribuidoras de electricidad, de acuerdo con los lineamientos proporcionados por el Consejo Nacional de Energía.

***Art. 2.** Definición del proceso de libre concurrencia*

Se define como proceso de libre concurrencia al procedimiento licitatorio mediante el cual una distribuidora efectúa una convocatoria pública, transparente y no discriminatoria, a todo oferente interesado en que se le adjudique el suministro de energía eléctrica conforme a la magnitud, oportunidad y plazos establecidos en las bases de licitación.

***Art. 3.** Procesos de Libre Concurrencia para contratos respaldados con Generación Distribuida Renovable De conformidad con el artículo 86-B del Reglamento de la Ley General de Electricidad, podrán realizarse procesos de libre concurrencia para los cuales, la totalidad de la potencia licitada sea suministrada por generación basada en recursos renovables. En estos casos deberá indicarse la o las tecnologías específicas que se desea participen en un proceso determinado.*

En concordancia con los objetivos de la política energética del Órgano Ejecutivo y los porcentajes "objetivo" proporcionados por el CNE, la SIGET evaluará los tipos de procesos de libre concurrencia que deben realizarse, en coordinación con las distribuidoras participantes.

La SIGET aprobará los requisitos específicos que estarán contenidos en las bases de estas licitaciones especiales, los cuales podrán consistir, entre otras disposiciones, en definir el recurso energético o la tecnología en la que se deberá basar la generación que respalde los contratos.

Por lo que esta norma es la guía para la adjudicación de contrato con una distribuidora de energía eléctrica, por lo cual es de vital importancia analizarla minuciosamente para poder hacer operativo el Proyecto.

2.3 Perfil del mercado distribuidor

El mercado distribuidor cumple un factor relevante el cual se embarca en cómo hacer llegar la energía eléctrica que se generara a partir del biogás producido en la PTAR Nejapa a la Red Nacional, y que requisitos se deben cumplir para poder ser un operador del mercado eléctrico,

actuando el Proyecto como un generador, por ello, se presenta en la siguiente tabla el perfil de este mercado para el Proyecto:

Tabla 96 Perfil del mercado Distribuidor

Elemento	Descripción
Clasificación según función del mercado:	Generador
Tipo de generador:	Generador Distribuido Renovable (GDR)
Red a la que se conectara la Planta:	Red de Distribución
Localización de la Planta:	Nejapa, Caserío el Juquillo, Cantón Camotepeque.
Distribuidor a conectarse:	CAESS S.A. DE C.V.
Documentación requerida:	– Registro en la SIGET – Categorización de Actividades, Obras o Proyectos (MARN) – Permiso Ambiental (MARN) – Caracterizar los Proyectos que Aprovechan las Fuentes Renovables en la Generación de Energía Eléctrica. (SIGET) – Registro del contrato entre generador y distribuidor (SIGET)

Fuente: Elaboración propia

F. DIAGNOTICO

1. SITUACIÓN ACTUAL

Como primer punto se hace una descripción de las principales situaciones identificadas en cada mercado investigado, para tener una visión general de la problemática en la que se encuentra la planta de tratamiento.

1.1 Análisis de mercado consumidor

Tabla 97 Análisis del mercado consumidor

Población	• Dificultades para realizar análisis ya que los datos estadísticos de la población del municipio de Nejapa son limitados y a nivel nacional solo se cuenta con datos oficiales del censo realizado en el 2007
Energía eléctrica	• Existen pocos datos estadísticos disponibles respecto al consumo de energía eléctrica por municipio y sector de consumo • La SIGET solo maneja datos de consumo por demanda de consumo en kw por municipio de acuerdo a sus rangos y no por consumidor final o industrial.
Aguas residuales	• No se cuenta con un dato especifico de la cantidad de hogares que se benefician con las aguas tratadas al ser insertadas al medio receptor.

Fuente: Elaboración propia

1.2 Análisis de mercado competidor

Tabla 98 Análisis del mercado competidor

Empresas generadoras de otros tipos de energía renovable	• Bajo colaboración de empresas que se dedican a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables • Poco apoyo de instituciones gubernamentales
Plantas de tratamiento	• A pesar de que en el país existan planta de tratamiento de aguas residuales, no se encontró datos de otra planta que genere biogás a partir de aguas residuales, solo a partir de la agroindustria (ganadería: ganado vacuno, porcino, avícola) y desechos sólidos. Pero si hay una en construcción en el río Acelhuate • Además, en la Región Centro Americana no se han identificado proyectos similares al de estudio.
Energía renovable	• Dificultades para conocer casos exitosos ya que en el país solo existen 5 plantas generadoras de energía eléctrica a partir de biogás, pero ninguna a partir del tratamiento de

	aguas residuales, solo se tuvo acceso a una que lo genera a partir de la gallinaza de granjas avícolas. • Respecto a las otras fuentes de energía renovable en el país, solo se tuvo respuesta favorable de una para poder realizar una visita técnica. • A nivel nacional, se tiene que la producción de energía eléctrica a partir de biogás solo el representa el 0.26% de la matriz energética del país.
	• Los avances en este campo como lo es el biogás no son tan extensos, esto genera limitantes a la hora de querer aplicar este tipo de tecnologías en el país.

Fuente: Elaboración propia

1.3 Análisis de mercado Distribuidor

Tabla 99 Análisis del mercado distribuidor

Instituciones encargadas del sector eléctrico en el país	Nulo apoyo por parte de instituciones relacionadas a la distribución de energía eléctrica en la zona El costo actual del consumo de eléctrica en el país es elevado siendo este el segundo más alto en C.A.
Ente Regulador	Solo se pudo obtener información de la SIGET vía la oficina de acceso a la información publica
Política energética	Actualmente la Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas ha absorbido al CNE (Consejo Nacional de Energía),

Fuente: Elaboración propia

1.4 Análisis de mercado Abastecedor

Tabla 100 Análisis del mercado abastecedor

Alcaldía	• No se pudo obtener información por parte de la Alcaldía respecto al número de hogares en el Municipio, por lo que se toma como base el censo 2007 • No se tuvo acceso a información relacionada al servicio de agua potable en el municipio, respeto al consumo por hogar.
Alcantarillado	• Solo una parte de la población del Municipio de Nejapa se encuentran conectada al sistema de alcantarillado que llega a la planta (aproximadamente 2040 hogares), lo que limita la cantidad de aguas que ingresan a la planta y por ende la cantidad de biogás que se puede generar. • Además, hay zonas en que la tubería es antigua, lo que impide que el agua residual circule hasta la planta de tratamientos
Aguas residuales	• No se ha podido definir el promedio de generación de aguas residuales por hogar en el Municipio, ya que no se cuenta con un dato estadístico, pero con l investigación se encontró que

	para 2021 el consumo mensual de agua potable para el municipio de Nejapa es de 89.0 miles de metros cúbicos de acuerdo al boletín estadístico de ANDA, y el 70% de esa agua llega a los cuerpos receptores como agua residual.
Anda	• No hubo apertura de la organización para poder obtener información a través de vista técnica a sus plantas de tratamiento o entrevistas con personal • No se obtuvo información de la cantidad de agua que suministran al municipio

Fuente: Elaboración propia

1.5 Análisis de PTAR Nejapa

Tabla 101 Análisis de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

Instalaciones	• El equipo instalado por parte de la empresa constructora para la medición del biogás no funciona adecuadamente y la administración no cuenta con equipo propio para medición de caudal de biogás que se está generando • Actualmente el consumo de energía eléctrica de la planta para su operatividad es elevado, teniendo un promedio de $1,374.00 mensualmente
Producción	• Solo se maneja el dato teórico de la cantidad de biogás que la planta genera, esto estará limitando la generación de energía eléctrica que se podría obtener • Actualmente no se está aprovechando los lodos que se generan, se ponen a disposición de MIDES
Administración	• A veces se generan problemas de comunicación por parte de la alcaldía y la administración de la planta
Financiamiento	• El sistema de cobro del servicio de tratamiento de aguas residuales que la planta realiza es deficiente, lo que dificulta el ser autosostenibles económicamente
Personal	• Se necesita de más personal para el buen desarrollo de las actividades dentro de la planta de tratamientos
Alcaldía	• La alcaldía se negó a brindar información relacionada con el proyecto, por lo que se está trabajando de la mano con la persona encargada de la administración técnica y operativa de la planta. • A pesar de ser una entidad descentralizada, con dependencia de la alcaldía municipal, la comunicación entre estas de deficiente, lo que dificulta la agilización de algunos trámites o procesos.
Aguas residuales	• De acuerdo a los datos obtenidos respecto a la cantidad de aguas entrantes a la planta en promedio en un mes se tienen 3,420.7m^3/d y teóricamente la planta ha sido diseñada para recibir un caudal medio diario de 4,177m^3/d lo que implica que se tiene la capacidad para recibir más aguas residuales.

Fuente: Elaboración propia

1.6 Análisis de Normas e instituciones Vigentes en el País relacionadas al tratamiento de aguas residuales

Tabla 102 Análisis de normativas

Tiempo	• Algunas leyes vigentes en el país respecto a la conservación del medio Ambiente y el recurso hídrico se encuentran desactualizadas
Instituciones	• De las instituciones a cargo del control u ejecución de las normas, leyes o reglamentos se limitan a las actividades establecidas bajo su dominio lo que la complica agilizar algunos procesos
	• A pesar de que existe documentación relacionada a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, en El Salvador no existe un reglamento o norma de regule la generación de biogás y los uso que se le pueden dar a este.

Fuente: Elaboración propia

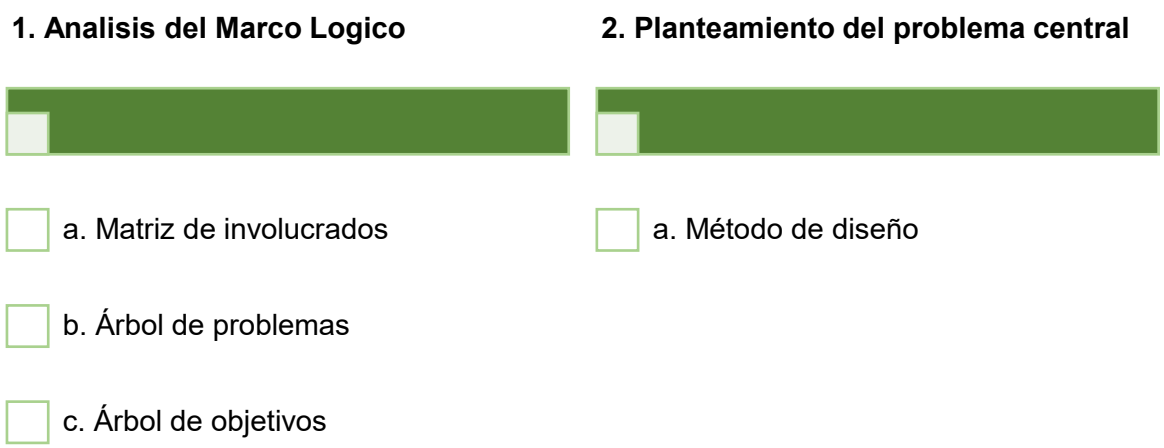
Puntos a favor

- Existe disposición de la población para realizar el pago y conectarse a la red.
- De acuerdo a las medidas realizadas la calidad del biogás es buena, ya que es mayor a 60%, que se tiene como parámetro, lo que implica que es útil para poder generar energía eléctrica.
- Apertura d la contraparte para poder realizar el trabajo brindando información de sus procesos y forma de operar.
- Se ha contado con el apoyo de la UCA, a través del préstamo de equipo para poder medir la calidad del biogás y acompañamiento para el manejo de este.
- Entrevistas con profesores de área de ingeniería con conocimiento en energías renovables.
- El país está realizando esfuerzos para poder ampliar su matriz energética a partir de fuentes de energía renovables, y así disminuir el consumo de combustibles fósiles.
- Ya que la generación de biogás a partir de aguas residuales no es un tema muy desarrollado en el país, se vuelve una oportunidad para estudiar y aprovechar en un futuro no muy lejano ya que la población siempre está generando aguas residuales en mayor o menor medida y corresponde a las municipalidades velar por la conservación de recurso hídrico y del medio ambiente.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para poder realizar una síntesis de la situación actual de la empresa, se ha optado por realizar las siguientes etapas:

Ilustración 78 Etapas para la síntesis de la situación actual



Fuente: Elaboración propia

Análisis del marco lógico

Esta metodología se desarrolla para poder contrastar la investigación realizada actualmente respecto a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa y así poder determinar un diagnóstico de la situación actual, definir el planteamiento del problema y la posible solución

2.1 Matriz de involucrados

Se describen los actores involucrados de forma directa e indirecta con la planta de tratamiento de aguas residuales, considerando los cercanos al área de influencia y los que de cierta forma tienen un interés para poder realizar aportaciones significativas para el estudio, además estos actores pueden presentar posturas a favor, en contra o neutral respecto a lo que se está buscando

Tabla 103 Matriz de involucrados

ACTORES	INTERES	RECURSOS U APORTES	ROL O POSICIÓN
PTAR Nejapa	✓ Aprovechamiento del biogás que se genera en la planta. ✓ Contribuir en la reducción del costo de consumo de energía. ✓ Mejorar condiciones de vida de las personas beneficiarias ✓ Aporte a la conservación del Medio Ambiente	✓ Instalaciones de la planta ✓ Documentación de apoyo ✓ Personal	A favor
Universidad de El Salvador (UES)	✓ Cooperar con la comunidad (estudiantil y del municipio) ✓ Brindar apoyo al equipo encargado del estudio	✓ Estudiantes ✓ Propiedad Intelectual ✓ Apoyo en la realización del estudio a través de entrevistas con docentes conocedores del tema	A favor
Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA)	✓ Aportar conocimientos relativos al desarrollo del estudio	✓ Apoyo en la realización del estudio a través de entrevistas con docentes conocedores del tema ✓ Préstamo de equipo para medición de calidad del biogás	A favor
Renig S.A. de C.V.	✓ Dar a conocer cómo se genera biogás a partir de la gallinaza de las granjas	✓ Brindar acceso a sus instalaciones para poder desarrollar visita técnica y conocer su forma de operar ✓ Personal capacitado para realizar recorrido por la planta	A favor
Planta fotovoltaica "La Independencia"	✓ Dar a conocer con funciona una planta fotovoltaica	✓ Brindar acceso a sus instalaciones para poder desarrollar visita técnica y conocer su forma de operar ✓ Personal capacitado para realizar recorrido por la planta	A favor
SIGET	✓ Brindar información de acceso público solicita	✓ Recurso digital brindando datos estadísticos del consumo de energía eléctrica em le municipio	A favor
ANSP	✓ Brindar información de acceso público solicita	✓ Recurso digital brindando información relacionada a la forma de operar de una institución descentralizada	A favor

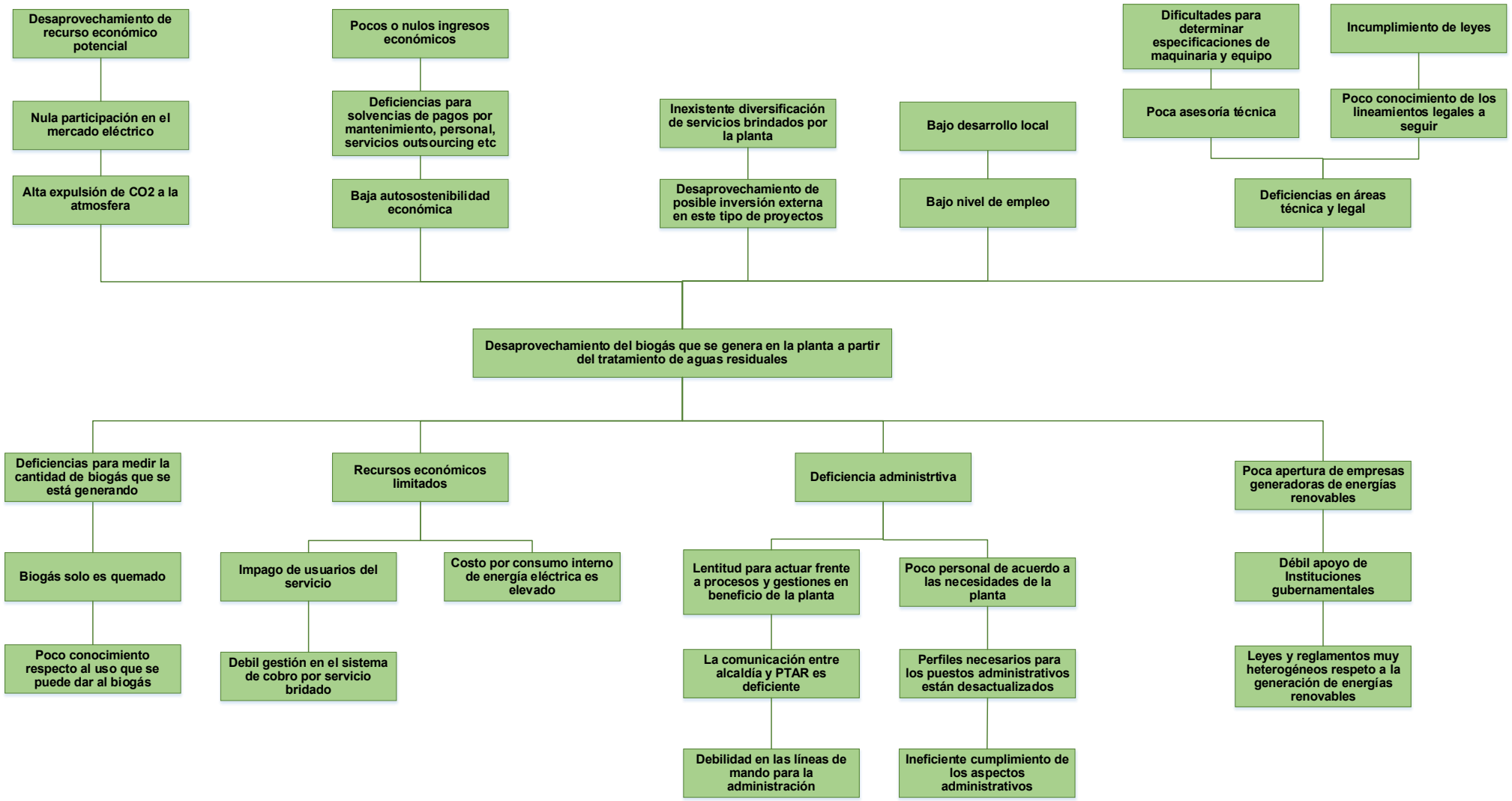
Dirección General de Hidrocarburos y minas	✓ Proyectos relativos a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.	✓ Recurso humano	
Comunidad del Municipio de Nejapa	✓ El Mejoramiento de la calidad de vida a través de la oportunidad de nuevos empleos ✓ Ayudar a la conservación del Medio Ambiente	✓ Recurso humano a la disposición ✓ Apoyo al proyecto a través del pago por el servicio que brinda la planta	A favor
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	✓ Velar por el cumplimiento de las normas ambientales y garantizar un ambiente libre de Contaminación.	✓ Personal calificado en calidad y tecnología de evaluación de impacto ambiental ✓ Ley de Medio Ambiente ✓ Permisos Ambientales ✓ Reglamento Especial de Normas Técnicas	Neutral
Alcaldía de Nejapa	✓ Crecimiento económico en el municipio. ✓ Entablar vínculos de cooperación con otras organizaciones ✓ Velar por el desarrollo local	✓ Código Municipal	A favor
Empleados	✓ Aumento en la experiencia laboras y generar ingresos	✓ Fuerza laboral	A favor
Ministerio de Trabajo	✓ Garantizar y velar por el cumplimiento de los derechos y obligaciones, tanto de los empleados como los propietarios	✓ Recursos humanos	A favor
Gobierno	✓ Autoridad que ejecuta las decisiones del estado. ✓ Velar por el cumplimiento de las leyes y reglamentos decretadas	✓ Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección ✓ Ley Sobre gestión de los Recursos Hídricos y su reglamento	A favor
Ministerio de Hacienda	✓ Dirigir y controlar las finanzas públicas	✓ Ejecutar las políticas tributarias	A favor
MINSAL	Velar por el saneamiento del ambiente urbano y rural del municipio	✓ Código de Salud	A favor
CAESS	Transformar la energía de un nivel de voltaje mayor a uno adecuado para los usuarios finales y distribuirlo en la zona	✓ Pliego tarifario	Neutral
ANDA	Velar por la optimización del abastecimiento de agua potable	✓ Ley General de Recursos Hídricos	Neutral

Fuente: Elaboración propia

2.2 Árbol de problemas

Con la identificación de los involucrados, y el conocimiento de la situación actual de la empresa en sus diversas áreas, se procede a realizar un análisis de la problemática existente a través de un árbol de problemas, identificando sus causas y efectos.

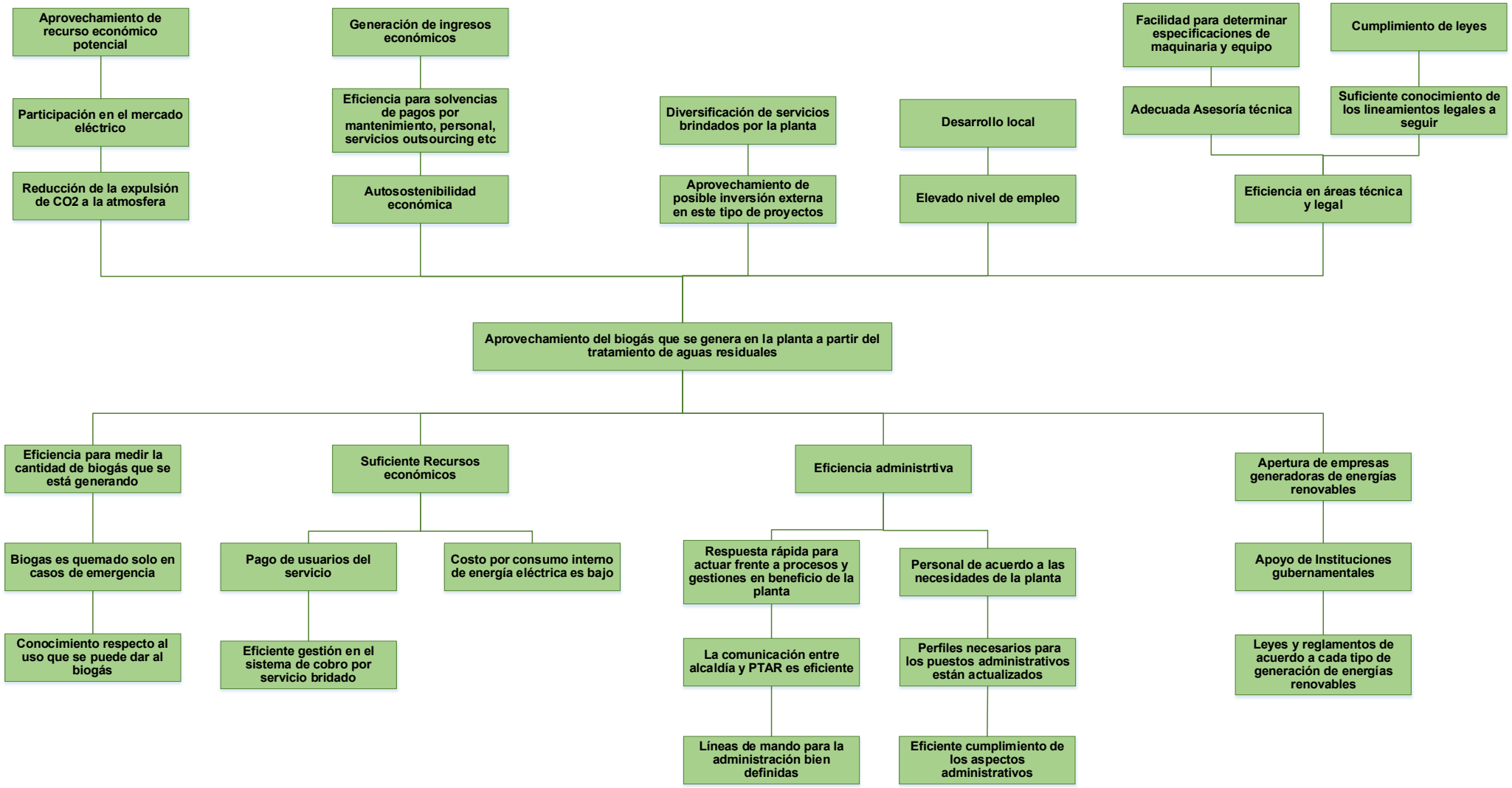
Diagrama 8 Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia

2.3 Árbol de objetivos

Diagrama 9 Árbol de objetivos



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se analizan las principales causas sobre las que se genera el problema central

a) Deficiencias para medir la calidad del biogás

Para poder determinar si el biogás que la planta genera se puede transformar en energía eléctrica es importante conocer variables como la cantidad de biogás que se genera en un periodo de tiempo determinado, además de esto, conocer el porcentaje de metano y otros gases que lo compone ya que este varía de acuerdo a las condiciones bajo las que se genera como lo son el tipo de reactor, las bacterias que lo generan, etc.

Actualmente en la planta se maneja como dato teórico el caudal de biogás para el que la planta fue diseñado, ya que no se cuenta con equipo para poder medirlo. Pero se ha tenido apoyo por parte de la UCA con el préstamo del equipo Multitec 540 para poder realizar mediciones y el acompañamiento de la Inga. Melissa Ruiz para supervisar el uso del equipo, a pesar de que las medidas arrojaron que se tiene un 74% de metano, lo recomendado es poder realizar las medidas por ciertos periodos de tiempo en un mes y poder determinar si este se mantiene constante o no presenta muchas variaciones.

b) Recursos económicos limitados

Como la planta ha sido crea para un fin social que es mejorar las condiciones de vida de las personas de la zona, a través de tratamiento de aguas residuales que posteriormente son expulsadas al Rio San Antonio, está no ha sido creada con fines de lucro, lo que implica que se genera una dependencia económica en este caso de la Alcaldía, que es a quien por el momento financia los gastos después de entregada la obra por parte de la empresa constructora.

Además, al momento del diseño se estipulo que se cobraría a los habitantes conectados a la red de alcantarillado que desemboca en la planta, pero esto no se ha ejecutado eficientemente lo que implica que no se está generando ingresos.

c) Deficiencia administrativa

La planta administrativamente ha sido como un ente descentralizado, lo que implica que tiene su propia estructura administrativa, manuales de puestos, etc. Esta es administrada por un gerente el cual responde ante la junta Directiva responde en nombre de la planta, pero a pesar de esto se tienen problemas de comunicación

d) Poca apertura de empresas generadoras de energías renovables

En el país existen alrededor de 5 fuentes de energía renovable entre las que se puede mencionar: hidroeléctrica, eólica, fotovoltaica, geotérmica; pero al solicitar a través de contactos y llamadas telefónicas concretar una entrevista o visita técnica a sus plantas solo se ha tenido respuesta favorable de dos empresas que han brindado apertura para poder realizar visitas técnicas a sus instalaciones y dar a conocer su forma de operar y como se generar energía. Esto limita la investigación respecto a la forma de obtener información de primera mano y conocer sobre los componentes de cada tipo de energía renovable existente en el país.

Abonando a lo anterior, algunas instituciones gubernamentales se han limitado a brindar apoyo, por lo que se tiene información respecto a reglamentos y leyes de forma secundaria.

Además, se muestra un análisis de los efectos que se generan con la problemática planteada

e) Alta expulsión de CO2 a la atmosfera

Como el biogás es quemado a través de la antorcha, lo que implica que siempre se está expulsan un gas de efecto invernadero que abona a la contaminación ambiental, aunque es mejor expulsar CO2 que metano directamente, ya que este es más nocivo para la salud humana.

Además, al no darle tratamiento al biogás para la generación de energía se está generando un costo de oportunidad que podría resultar beneficioso para la empresa ya que resultaría en un ahorro para cubrir al consumo actual. Además, al no darle tratamiento al biogás se está limitando a no participar o abonar a la matriz energética del país a través de una fuente renovable y generar ingreso económico al inyectarse a la red nacional.

f) Baja autosostenibilidad económica

Actualmente el sistema no es autosostenible económicamente lo que limita el realizar a tiempo algunos trámites financieros, pago al personal, adquisición de insumos. Se depende del monto presupuestario asignado por la alcaldía.

g) Desaprovechamiento de posible inversión externa a este tipo de proyectos

Al no tener una buena comunicación entre entes involucrados en la administración de la empresa y no prestar atención, se está limitando a no buscar recursos externos que puedan brindar financiamiento para el desarrollo de la planta. Además, se está dejando de lado el aprovechamiento de subproductos como los lodos que se generan en los reactores.

h) Bajo nivel de empleo

La planta se encuentra estancada respecto a la generación de empleos, una limitante es el recurso económico y la forma en que se estructuró su operatividad ya que está demanda mayor recurso humano por las actividades que se desarrollan y el personal actual está sobrecargado.

i) Ineficiencia en áreas técnica y legal

Al no tener mayor apoyo de instituciones o y empresas generadoras, esto genera deficiencias técnicas ya que no se tienen todos los conocimientos lo que limita el querer incursionar en un nuevo mercado.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Método de diseño

Con la información presentada en el diagnostico, se puede presentar de forma esquemática el planteamiento del problema

Entrada	Proceso	Salida

Diagrama 10 Herramienta de caja negra



Fuente: Elaboración propia

Dado lo anterior el problema central se puede definir de la siguiente forma:

- **“Desaprovechamiento del biogás que se genera en la planta a partir del tratamiento de aguas residuales.”**

Se presentan a continuación las principales variables que interviene en el proceso

Tabla 104 variables que intervienen en el proceso

Variables de Entrada	Variables de Salida
• Información del sector energético en el país • Datos respecto al mercado consumidor, abastecedor • Procesos de operación de la planta de tratamiento • Leyes y reglamentos en país respecto a las aguas residuales y respecto a la generación de energía eléctrica • Información respecto a Fuentes de energía renovables	• Participación en la matriz energética del país • Conocimientos respecto a la forma en cómo aprovechar el biogás y su transformación en energía eléctrica • Ingresos económicos • Equipo idóneo para transformación del biogás • Apoyo de instituciones públicas y privadas • Eficiente sistema de cobro por servicio de saneamiento brindado a la población

Fuente: Elaboración propia

G. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Este capítulo se centra en el desarrollo de las alternativas de solución al problema que es planteado en el apartado anterior, para ello, este capítulo se seccionara en tres eslabones el primero aborda la generación y evaluación de alternativas; el segundo, se centra en la conceptualización de la alternativa seleccionada; mientras que el tercer eslabón se centra en el análisis de consistencia donde se contrastan las partes del problema central y los componentes de la solución que se ha seleccionado.

1. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Luego de los resultados que se obtuvieron en el diagnóstico que fue desarrollado en el capítulo anterior, donde se aborda el potencial que tiene el biogás que se produce en la PTAR Nejapa para generar energía eléctrica; para ello, es importante definir las bases para poder conceptualizar el diseño, aplicando una solución que sea funcional, tanto económicamente como satisfactoria para el proyecto y dentro de las posibilidades de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa.

1.1 Establecimiento de alternativas de generadores

Las posibles variables de solución mencionadas previamente que se consideran ante la búsqueda de una solución del problema, serán evaluadas a fin que satisfagan las restricciones que se han tomado en cuenta. Para realizar una mejor evaluación de la solución, estas variables han agrupado en cuatro categorías, aspectos técnicos, aspectos legales y aspectos de financiamiento, para la selección actual se toma omite el aspecto legal ya que en cualquiera de las variantes de la solución se debe seguir un mismo proceso legal en cuanto a permisos de las instituciones gubernamentales, por ello, los dos aspectos que se toman en cuenta se detallan a continuación:

a) Aprovechamiento de sub productos de la Planta.

Dentro de este elemento de solución se considera el aprovechar los subproductos que se obtiene del tratamiento de aguas residuales, de los cuales se tiene el biogás que es el objeto de estudio de la investigación la cual si o si, está contemplada en todas las variantes de solución, otro elemento en igualdad de condiciones es el tratamiento de aguas residuales, ya que esta actividad es necesaria para poder generar los dos subproductos de la planta, lo que conlleva a considerar si se aprovecha el subproducto lodo, el cual se puede considerar para obtener ingresos adicionales al pago por tratamiento de aguas residuales y al de la venta de energía eléctrica, ya que este

mediante un pequeño proceso se puede comercializar como abono para cultivos, los cuales podrían tener un nicho en agricultores de la zona proporcionándoles un precio acorde al mercado de abono. Por lo que se puede tener dos variantes según el aprovechamiento de subproductos:

- Servicio de tratamiento de aguas residuales, generación de energía eléctrica a base de biogás y generación de abono.
- Servicio de tratamiento de aguas residuales y generación de energía eléctrica a base de biogás.

b) Tecnología de generación

El tipo de generador se centra en el equipo que efectuara la transformación del biogás a energía eléctrica, con referencia a una entrevista realizada al Ing. Salala, ingeniero mecánico, donde se determinaba que hay dos tipos de sistemas de generación, el primero es el ciclo de vapor (caldera) y el segundo es el motor de combustión, estos sistemas se detallan a continuación:

- Calderas de vapor.

  En utilización de biogás como combustible en calderas industriales. Los aspectos a tener en cuenta son:

  PCI

  Si el biogás tiene un PCI del orden de 5.500 kcal/Nm^3 (aproximadamente 50 o 60% de metano) se puede quemar en un quemador compacto similar al estándar para gas natural, pero:

  - Líneas, válvulas y rampas de gas sobredimensionadas
  - Materiales en contacto con el biogás (válvulas, ...) en acero inoxidable para evitar corrosiones

  Si el biogás tiene un PCI menor se deben utilizar quemadores disociados especiales. Tienen referencias quemando correctamente desde hace años con PCI 3.200 kcal/Nm^3 (35% de metano)

  % de sulfídrico

  Debe ser inferior a 0,1 % vol.

  Humedad.

  El biogás se debe deshumidificar antes de llegar al quemador

  Presión a la entrada del quemador.

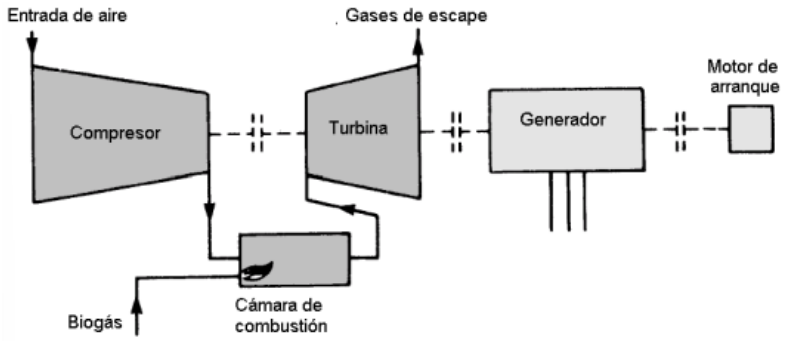
  Normalmente la presión a la entrada del quemador debe estar entre 40 y 50 mbar.

  Así mismo estas se subdividen en dos tipos de turbinas y de microturbinas, los cuales se detallan a continuación:

  - Turbinas

Generalmente las plantas con turbina de gas se utilizan para cubrir cargas pico, como sistema de respaldo o bien, si se tiene acceso a un combustible barato, para cubrir la carga base. Los componentes básicos de una planta con turbina de gas son: un compresor, una cámara de combustión y una turbina.

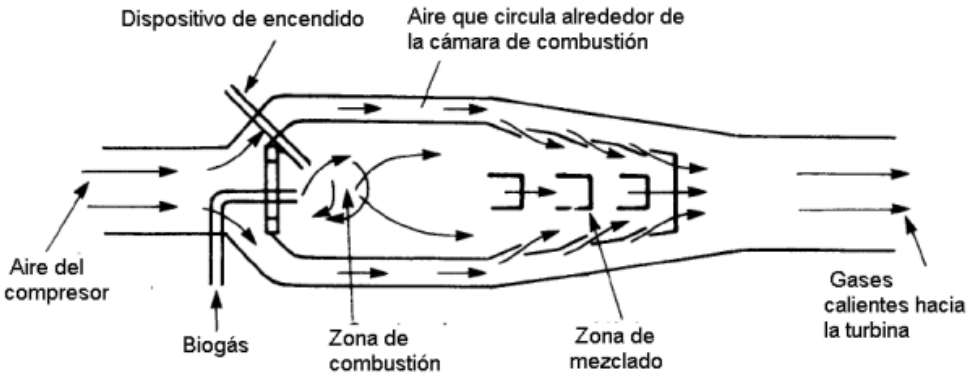
Ilustración 79 Sistema de generación de turbinas



Fuente: ptolomeo.unam.mx

Se absorbe aire del ambiente y se comprime en el compresor, este aire es dividido a la entrada de la cámara de combustión; parte de éste es usado para la combustión, y la otra parte actuará como enfriador. En la cámara de combustión es introducido el biogás y la combustión toma lugar. A la salida de la cámara se une el aire para enfriar con los gases de combustión para pasar a la turbina a una temperatura adecuada, donde se expanden y transfieren su energía a ésta, para finalmente ser expulsados.

Ilustración 80 Sistema de generación de turbinas



Fuente: ptolomeo.unam.mx

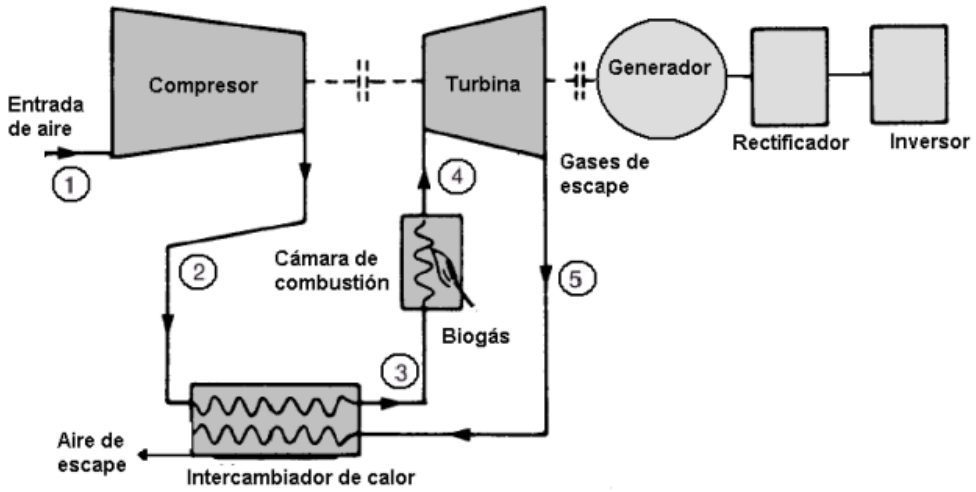
Aproximadamente 2/3 de la potencia desarrollada por la turbina son utilizados para accionar al compresor el resto se utiliza para producir la potencia eléctrica. La turbina de gas debe ser arrancada con un motor, mientras el compresor corre lo suficientemente rápido para alcanzar los valores adecuados para proporcionar el trabajo deseado. Si la turbina de gas acciona a un generador con excitador independiente, éste puede usarse como motor de arranque para la turbina.

A este modo de operación se le conoce como ciclo abierto y en esta modalidad se obtiene alrededor del 25% de eficiencia. Para mejorar ésta, se puede optar por la adición de un intercambiador de calor para aprovechar la energía en los gases de escape lo que incrementa la eficiencia hasta 40%. La forma en que se aprovecha este calor es transferirlo de los gases de desecho al aire que sale del compresor para la cámara de combustión con lo que disminuye el calor necesario para calentar los gases para la entrada de la turbina. La potencia de salida de la planta no se incrementa, pero la disminución en la cantidad de combustible quemado mejora la eficiencia.

- Microturbinas

Las microturbinas de gas son máquinas de combustión basadas en el mismo principio que las turbinas convencionales con potencias en el rango de 20 kW a 500 kW. Las diferencias principales entre estas y las turbinas de gas son que generalmente trabajan con un intercambiador de calor y que la salida del generador es corriente eléctrica de alta frecuencia, por lo que es necesaria la incorporación de un rectificador AC/DC y de un inversor que permita obtener una corriente alterna trifásica adecuada.

Ilustración 81 Sistema de generación microturbinas



Fuente: ptolomeo.unam.mx

- Motor de combustión

  Un motor de gas es un motor de combustión interna que funciona con un combustible gaseoso, como gas de carbón, gas pobre, biogás, gas de vertedero o gas natural. En general, el término motor de gas se refiere a un motor en el ámbito de la industria pesada capaz de funcionar continuamente a plena carga durante períodos cercanos a las 8.760 horas por año, a diferencia de un motor de automóvil de gasolina, que es ligero, de alta velocidad y generalmente funciona no más de 4.000 horas en toda su vida útil. La potencia típica varía de 10 kW (13 hp) a 4 MW (5.364 hp)

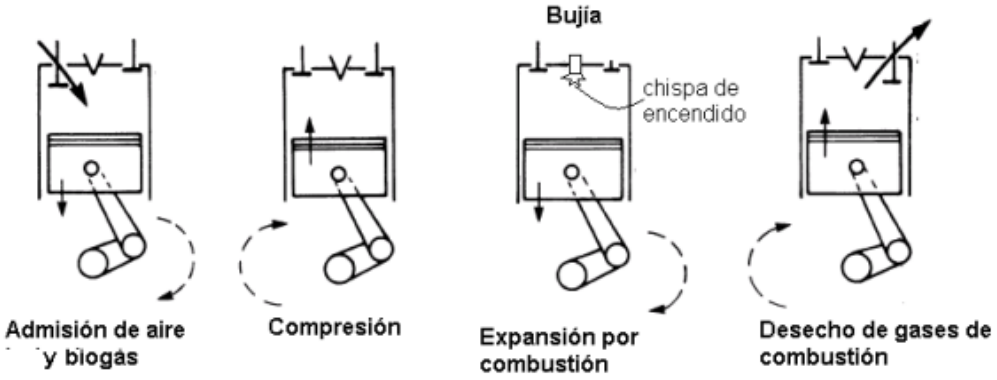
  Los motores de combustión interna pueden ser de dos tipos: de encendido por chispa y de encendido por compresión. Su eficiencia normalmente no excede 30-45%. Los ciclos ideales para modelar este tipo de motores son el ciclo Otto y el Diesel respectivamente.

  – Motores de combustión interna de encendido por chispa.

  Los motores de encendido por chispa o motores Otto pueden funcionar con 100% de biogás como combustible. Por ejemplo, para la alimentación de gas se requieren elementos extra para su precompresión. Pre comprimiendo y posteriormente enfriando la mezcla la eficiencia puede incrementarse en un factor de 1.5.

En un motor Otto el aire y el combustible entran a través del carburador, cuya función es mezclarlos. Ésta mezcla se comprime hasta una temperatura menor a la de autoencendido, con el aumento de la relación de compresión aumenta la eficiencia, pero si se alcanza la temperatura de autoignición el combustible puede “quemarse” antes de tiempo y éste se consumiría más rápidamente, además, se produciría un sonido llamado “golpeteo” del motor. Por lo tanto, para el caso de los motores Otto se tiene un control de la relación de compresión de entre 7 y 10 con un máximo de 12. Es posible también adicionar un antidetonante, pero alguno usados son contaminantes.

Ilustración 82 Sistema de generación con motor de combustión Otto



Fuente: ptolomeo.unam.mx

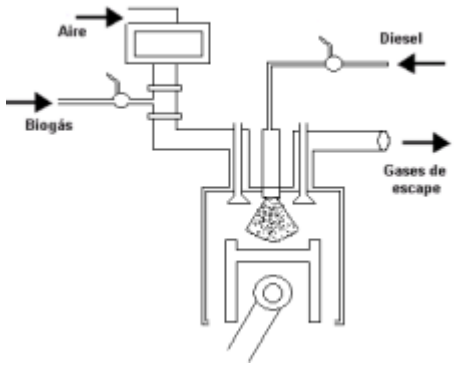
Motores Otto cuentan con controles de encendido de la chispa, por medio de la descarga de un capacitor lo que permite un encendido exacto lo que resulta en mejoras en los tiempos de combustión que provoca una disminución en las emisiones y más tiempo de servicio en el sistema de encendido. Es posible trabajar con gas natural, al inicio de la operación de la planta, cuando el biogás que se extrae no tiene la suficiente calidad para usarse en los motores. No es recomendable que se elimine por completo el CO2 y el CO del biogás, ya que estos compuestos impiden que el biogás detone cuando se somete a compresión. Pero a la vez, si existe una cantidad excesiva (>45 % por volumen) provoca una pérdida en fuerza de los motores.

- Motores de combustión interna de encendido por compresión.

Este tipo de planta se usa para cubrir la carga base donde no hay una estación de alimentación, como reserva o para disminuir los costos en una instalación durante los periodos pico. Requieren algunas modificaciones para permitirles que funcionen principalmente con biogás complementado con combustible Diesel; esto es una operación de combustible dual con hasta el 60% del requerimiento de combustible Diesel reemplazado por biogás. El aire se comprime hasta alcanzar una temperatura mayor a la temperatura de autoencendido del combustible, y la combustión ocurre al contacto cuando éste es inyectado (bujía y carburador sustituidos por inyector de combustible). Como solo se comprime el aire se evitan problemas de autoencendido. Las relaciones de compresión para este motor van de 12 a 24.

La mayoría de los motores Diesel pueden ser modificados para su operación con combustible dual. En muchos casos, el arreglo más sencillo es el de conectar el tubo del suministro de biogás directamente al tubo de admisión de aire de motor, después del filtro.

Ilustración 83 Motor de combustión dual



Fuente: ptolomeo.unam.mx

Al aumentar el nivel de sustitución de biogás a más de 60 %, se tiene una reducción de la eficiencia promedio respecto al modo Diesel de entre 3 y 10%. Para asegurar una operación satisfactoria con combustible dual, el H2S del biogás debe ser removido.

Aunque las turbinas responden con rapidez a los cambios en la demanda por su relativamente poca inercia, su eficiencia se ve más afectada en función del porcentaje de plena carga al que se encuentre operando en comparación con otras tecnologías como los motores Otto y Diesel.

El motor Diesel produce más potencia que el motor Otto y ocupa menos espacio que un el segundo con misma potencia. Los motores de encendido por compresión son más económicos y tiene una mayor eficiencia que los motores Otto.

Tabla 105 Características generales de Turbinas de gas

Turbinas de gas		
Combustible		100% biogás
Potencia		100kW – 50MW
Eficiencia (%)		25 – 40
Emisiones (kg/MWh)	CO2	545 – 700
	NOx	1.8 – 5
	SO2	0.14 – 0.18
	CO	0.5 – 4.5
Disponibilidad (%)		90 – 98
Tiempo de arranque		10 min – 1 h
Superficie (m2/kW)		0.003 – 0.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 106 Características generales de Microturbinas

Microturbinas		
Combustible		100 % biogás
Potencia		20 – 500 kW
Eficiencia (%)		20 - 30
Emisiones (kg/MWh)	CO2	590 – 800
	NOx	0.09 – 0.64
	SO2	Despreciable
	CO	0.14 – 0.82
Disponibilidad (%)		90 – 98
Tiempo de arranque		60 min
Superficie (m2/kW)		0.025 -0.065

Fuente: Elaboración propia

Tabla 107 Características generales de Motores de Combustión Interna

Motores de combustión interna		
Combustible	Diesel	60 % biogás 40 % diésel
	Otto	100% biogás
Potencia		5kW – 5 MW
Eficiencia (%)		30 – 45
Emisiones (kg/MWh)	CO2	590 – 800
	NOx	4.5 – 18.6
	SO2	0.18 – 1.36
	CO	0.18 – 4
Disponibilidad (%)		90 – 95
Tiempo de arranque		10 min
Superficie (m2/kW)		0.003 – 0.03

Fuente: Elaboración propia

Capacidad de la tecnología de generación

En cuanto a la capacidad del generador se tiene un abanico que varía en función de la potencia que se puede producir con el biogás en la planta, ya que según la potencia del equipo puede ser un solo equipo o dos equipos de generación:

- Dos equipos de potencia de 200 kW
- Un equipo de potencia de 400 kW
- Un equipo de potencia de 500 kW

c) Tipo de filtro

Este elemento es necesario para garantizar la vida útil de la tecnología implementada en la generación de electricidad, por lo que se ve necesario la instalación de los filtros que remuevan el vapor de agua, así como los demás gases componentes que dañan los equipos, los filtros se detallan a continuación:

- Para vapor de agua

  Cuando el biogás se extrae de los biodigestores está saturado al 100 % con humedad. Este problema se ve incrementado durante el verano debido a la elevación de la temperatura, llegando el biogás a alcanzar la sobresaturación de humedad en todo momento. Entre otros factores que influyen en este contenido de humedad se encuentran el tipo de biomasa, el % de dilución. Junto al vapor de agua en la corriente de biogás se conducen partículas sólidas o que permanecen inertes en el proceso de biodigestión. Los dos elementos son perjudiciales para los sistemas de aprovechamiento del biogás.

- Eliminación de sulfuro de hidrogeno y siloxanos.

  El biogás contiene siempre sulfuro de hidrógeno (H2S). Por lo general, este valor tiene un rango de 500 a 5.000 ppm, pero puede llegar a 2% en volumen o más. Es importante reducir el H2S para evitar daños de corrosión a los equipos de aprovechamiento del biogás. Así mismos, el biogás contiene impurezas y gases contaminantes que corroen y dañan los generadores, calderas, equipos de combustión, etc. El biogás contiene sulfuro de hidrógeno (H2S), compuestos orgánicos volátiles (COVs), humedad, siloxanos, espumas y partículas en suspensión que tienen que reducirse o eliminarse para evitar daños y para garantizar una larga vida útil de los equipos. El H2S es dañino para la salud de los operadores de los biodigestores.

  El sulfuro de hidrógeno es inflamable, con olor a huevos podridos, de sabor dulce y perceptible a concentraciones de 0,002 mg/l. Sin embargo, en concentraciones mayores de 500 ppm afecta la capacidad de percepción del nervio olfativo y con ello, impide su detección a través de este sentido, haciéndolo más peligroso.

d) Tipo de mano de obra

El último elemento que se considera es la mano de obra que se va a necesitar para operar / gestionar los procesos de la Planta en cuanto a la generación de energía eléctrica a partir del biogás, a continuación, se plantean los tipos de mano de obra que se consideran:

- Calificada, hace referencia a aquella persona que tiene estudios técnicos sobre un área en específico, que además posee experiencia en el rubro que se desempeña, dentro de esta, se pueden considerar:
  - Mano de obra calificada de planta
  - Mano de obra calificada outsourcing.

- No calificada, este tipo de personal es aquella persona que no posee estudios técnicos, pero si tiene conocimientos empíricos adquiridos mediante la experiencia, generalmente el costo de esta mano de obra es más bajo a comparación de una mano de obra calificada.

Una vez establecidos las variantes se procede a la generación de alternativas de solución al problema planteado de la PTAR Nejapa, para ello, se implementa la técnica de Matriz Morfológica, la cual se implemente en relación a las variables que se agruparon anteriormente, por ello, se detalla a continuación la matriz morfológica con la cual se generara las alternativas de solución del proyecto:

Tabla 108 Matriz morfológica con variantes

Aprovechamiento de subproductos	Tecnología de generador	Capacidad de generador	Tipo de filtro	Tipo de mano de obra
Se genera abono	Calderas de vapor, turbinas	Dos equipos de potencia de 200 kW	Filtro de reducción de gases	Calificada, de planta
No se genera abono	Calderas de vapor, microturbinas	Un equipo de potencia de 400 kW	Filtro de reducción de condensados	Calificada, outsourcing
	Motor de combustión, Otto	Un equipo de potencia de 500 kW	Filtro de reducción de condensados y filtro de reducción de gases	Calificada, mixta.
	Motor de combustión, dual		Sin filtros	No calificada

Fuente: Elaboración propia

Establecida la matriz morfológica se procede a generar las posibles combinaciones, que darán origen a las alternativas de solución que se van a estudiar, estas se muestran a continuación:

- **Primera alternativa de solución**

La primera alternativa de solución se muestra en la tabla la siguiente combinación:

Tabla 109 Selección de primera alternativa de solución

Aprovechamiento de subproductos	Tecnología de generador	Capacidad de generador	Tipo de filtro	Tipo de mano de obra
Se genera abono	Calderas de vapor, turbinas	Dos equipos de potencia de 200 kW	Filtro de reducción de gases	Calificada, de planta
No se genera abono	Calderas de vapor, microturbinas	Un equipo de potencia de 400 kW	Filtro de reducción de condensados	Calificada, outsourcing
	Motor de combustión, Otto	Un equipo de potencia de 500 kW	Filtro de reducción de condensados y filtro de reducción de gases	Calificada, mixta.
	Motor de combustión, dual		Sin filtros	No calificada

Fuente: Elaboración propia

De forma general la primera alternativa de solución se centra en la comercialización de abono, generado del lodo que se extrae del reactor de la Planta, así mismo la tecnología encargada de generar la electricidad es a base de calderas de vapor mediante microturbinas los cuales serán dos equipos de 200 kW de potencia, que tendrá dos filtros tanto el de condensados como el de reducción de gases, y será manejado por personal calificado de planta.

Los costos preliminares asociados para llevar a cabo el proceso de elección de alternativa se detallan a continuación:

Tabla 110 Costos prorrateados por comercialización de abono

Inversión en aprovechamiento del sub producto, lodo	Cantidad	Costo	Vida útil de equipos
Adecuación de patios de secado		$ 200.000	5 años
Mano de obra de construcción		$180.00	5 años
Costo de minerales (mes) - **Nitrógeno** - **Fosforo** - **Potasio**	 8 kg 8 kg 8 kg	$ 240.00 $ 80.00 $ 50.00 $ 110.00	N/A
Maquinaria, tamiz rotativo	1	$ 780.00	5 años
Equipo menor (carretilla, palas, bascula, otro)	1	$ 340.00	2 años
Sacos y pitas (mes)	270	$305.10	N/A
Salario de operario (mensual)	1	$ 400.00	N/A
COSTO TOTAL MENSUAL	$ 1,030.60		

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la producción de lodos según datos el manual de operaciones de la PTAR Nejapa, esta produce aproximadamente 13.42 m3/día, se purga diariamente, el secado del lodo se da en 56 días, de los cuales se producen en la planta 262,753.45 Kg/año siendo estos 10,463.42 m3/año, por lo tanto, los ingresos estimados inicialmente si se venden los 270 sacos de abono en el mes se generaría el siguiente ingreso:

Tabla 111 Ingresos estimados por comercialización de abono

Producción de lodos anual	Producción de lodos mensual	Producción de abono mensual (60% de lodos)	Producción de sacos (50Kg)	Precio de saco	Ingreso estimado
262,753.45 Kg/año	21,896.12 Kg/año	13,137.67 Kg/mes	262	$ 20.00	$5,240.00

Fuente: Elaboración propia

Agregado a lo anterior, se detallan los costos asociados a los demás elementos que se estudian dentro de cada alternativa:

Tabla 112 Costos prorrateados de alternativa 1

Elemento	Cant.	Descripción	Costo unitario	Costo total	Eficiencia	Vida útil
Tecnología de generador	2	Microturbina modelo 330 de Capstone	$ 16,200.00	$ 32,400.00	29.0 %	5 años
Capacidad de generador	2	200 kW	N/A	N/A	N/A	N/A
Tipo de filtro	1	Reducción de condensados (hidrociclón de material de acero inoxidable) y reducción de gases (filtro de carbón activado AQL100S)	$ 3,000.00 $ 5,000.00	$ 8,000.00	98.0 % 98.0 %	10 años 20 años
Tipo de mano de obra	4	- 1 ing. Químico - 1 ing. Eléctrico - 1 técnico químico - 1 abogado	- $650.00 - $800.00 - $500.00 - $490.00	$ 2,440.00 (mes)	N/A	N/A
TOTAL MENSUAL	**$ 3,025.83**					

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, el costo total de esta propuesta considerando los elementos de estudio son los siguientes:

Tabla 113 Costos prorrateados de alternativa 1

Concepto	Costo	Vida útil del generador
Aprovechamiento de subproducto lodo	$ 1,030.60	**5 años**
Demas elementos	$ 3,025.83	
TOTAL	**$ 4,056.43**	

Fuente: Elaboración propia

Segunda alternativa de solución

La segunda alternativa de solución se muestra en la tabla la siguiente combinación:

Tabla 114 Selección de segunda alternativa de solución

Aprovechamiento de subproductos	Tecnología de generador	Capacidad de generador	Tipo de filtro	Tipo de mano de obra
Se genera abono	Calderas de vapor, turbinas	Dos equipos de potencia de 200 kW	Filtro de reducción de gases	Calificada, de planta
No se genera abono	Calderas de vapor, microturbinas	Un equipo de potencia de 400 kW	Filtro de reducción de condensados	Calificada, outsourcing
	Motor de combustión, Otto	Un equipo de potencia de 500 kW	Filtro de reducción de condensados y filtro de reducción de gases	Calificada, mixta.
	Motor de combustión, dual		Sin filtros	No calificada

Fuente: Elaboración propia

Así mismo la segunda alternativa de solución está compuesta por generar abono, al igual que la primera, sin embargo, esta se centra en la utilización de un motor de combustión de ciclo Otto, con una potencia de 400 kW utilizando filtro tanto para la humedad del biogás como para el H2S y otros gases que dañan los elementos del sistema, con una mano de obra calificada mixta, algunas funciones serán delegadas y otras se van a desarrollar con personal de planta. Los costos preliminares asociados a la segunda alternativa, para llevar a cabo el proceso de selección de alternativa se detallan a continuación:

Tabla 115 Costos prorrateados de alternativa 2

Elemento	Cant.	Descripción	Costo unitario	Costo total	Eficiencia	Vida útil
Tecnología de generador	1	Motor de combustión Otto, Ageneitor 408	$ 40,000.00	$ 40,000.00	42.5 %	8 años
Capacidad de generador	2	245 kW	N/A	N/A	N/A	N/A
Tipo de filtro	1	Reducción de condensados (hidrociclón de material de acero inoxidable) y reducción de gases (filtro de carbón activado AQL100S)	$ 3,000.00 $ 5,000.00	$ 8,000.00	98.0 % 98.0 %	10 años 20 años
Tipo de mano de obra	4	Pruebas de laboratorio 1 ing. Eléctrico 1 técnico químico Asesoría legal	- $200.00 - $800.00 - $500.00 - $250.00	$ 1,750.00 (mes)	N/A	N/A
TOTAL MENSUAL	**$ 2,212.50**					

Fuente: Elaboración propia

Dado que en esta propuesta se considera que si se aprovechara el sub producto lodo se mantienen los mismos cálculos para esta segunda alternativa, así como los ingresos por el abono, por tanto, el costo total de esta alternativa se detalla a continuación:

Tabla 116 Costos prorrateados de alternativa 2

Concepto	Costo	Vida útil del generador
Aprovechamiento de subproducto lodo	$ 1,030.60	**8 años**
Demas elementos	$ 2,212.50	
TOTAL	**$ 3,243.10**	

Fuente: Elaboración propia

Tercera alternativa de solución

La tercera alternativa de solución se muestra en la tabla la siguiente combinación:

Tabla 117 Selección de tercera alternativa de solución

Aprovechamiento de subproductos	Tecnología de generador	Capacidad de generador	Tipo de filtro	Tipo de mano de obra
Se genera abono	Calderas de vapor, turbinas	Dos equipos de potencia de 200 kW	Filtro de reducción de gases	Calificada, de planta
No se genera abono	Calderas de vapor, microturbinas	Un equipo de potencia de 400 kW	Filtro de reducción de condensados	Calificada, outsourcing
	Motor de combustión, Otto	Un equipo de potencia de 500 kW	Filtro de reducción de condensados y filtro de reducción de gases	Calificada, mixta.
	Motor de combustión, dual		Sin filtros	No calificada

Fuente: Elaboración propia

Esta alternativa no contempla el aprovechamiento del lodo extraído de los RAFA, y se basa en una tecnología de turbinas con una potencia de aproximadamente de 400 kW donde no se considera colocar filtros para purificar el biogás, este equipo estará procedido por mano de obra calificado en modalidad outsourcing.

Dado que en esta alternativa no se genera abono no se tiene presente el egreso que esa actividad significaría, sin embargo, tampoco se tiene en contexto el ingreso que representa la comercialización del abono. Por tanto, los costos asociados a esta alternativa se detallan a continuación:

Tabla 118 Costos prorrateados de alternativa 3

Elemento	Cant.	Descripción	Costo unitario	Costo total	Eficiencia	Vida útil
Tecnología de generador	1	Turbinas	$ 32,000.00	$ 32,000.00	35.0 %	5* años
Capacidad de generador	1	360 kW	N/A	N/A	N/A	N/A
Tipo de filtro	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Tipo de mano de obra	4	- Pruebas de laboratorio - Asesoría técnica químico – eléctrico - Mano de obra para trabajo de campo - Asesoría legal	- $200.00 - $1,00.00 - $400.00 - $250.00	$ 1,850.00 (mes)	N/A	N/A
TOTAL MENSUAL	**$ 2,183.33**					

Fuente: Elaboración propia

*tiene una vida útil de 8 años, pero se le aplica una reducción de 3 años de vida útil dado que no posee filtros que permitan protegerlo de otro tipo de elementos como el sulfuro de hidrogeno.

- **Cuarta alternativa de solución**

La cuarta alternativa de solución se muestra en la tabla la siguiente combinación:

Tabla 119 Selección de cuarta alternativa de solución

Aprovechamiento de subproductos	Tecnología de generador	Capacidad de generador	Tipo de filtro	Tipo de mano de obra
Se genera abono	Calderas de vapor, turbinas	Dos equipos de potencia de 200 kW	Filtro de reducción de gases	Calificada, de planta
No se genera abono	Calderas de vapor, microturbinas	Un equipo de potencia de 400 kW	Filtro de reducción de condensados	Calificada, outsourcing
	Motor de combustión, Otto	Un equipo de potencia de 500 kW	Filtro de reducción de condensados y filtro de reducción de gases	Calificada, mixta.
	Motor de combustión, dual		Sin filtros	No calificada

Fuente: Elaboración propia

La última alternativa no considera la comercialización del abono, teniendo como tecnología de generación un motor de combustión dual, con una potencia aproximada de 400 kW, con filtros para vapor de agua y reducción de gases, además empleando mano de obra calificada tanto de planta como outsourcing.

Al igual que en la alternativa anterior, en esta no se genera abono no se tiene presente el egreso que esa actividad significaría, sin embargo, tampoco se tiene en contexto el ingreso que representa la comercialización del abono. Por tanto, los costos asociados a esta alternativa se detallan a continuación:

Tabla 120 Costos prorrateados de alternativa 4

Elemento	Cant.	Descripción	Costo unitario	Costo total	Eficiencia	Vida útil
Tecnología de generador	1	Motor de combustión, dual	$ 32,000.00	$ 35,000.00	35.0 %	6 años
Capacidad de generador	1	370 kW	N/A	N/A	N/A	N/A
Tipo de filtro	1	Reducción de condensados (hidrociclón de material de acero inoxidable) y reducción de gases (filtro de carbón activado AQL100S)	$ 3,000.00 $ 5,000.00	$ 8,000.00	98.0 % 98.0 %	10 años 20 años
Tipo de mano de obra	4	- Pruebas de laboratorio - 1 ing. Eléctrico - 1 técnico químico - Asesoría legal	- $200.00 - $800.00 - $500.00 - $250.00	$ 1,750.00 (mes)	N/A	N/A
TOTAL MENSUAL	**$ 3,191.02**					

Fuente: Elaboración propia

1.2 Evaluación y selección de alternativas de solución

Tomando en cuenta las alternativas antes citadas, se realizará, la evaluación de alternativas que, con el objetivo de reducir la toma de decisiones a partir de subjetividades, se utilizará la técnica de Matriz de evaluación ponderada.

Para ello es necesario realizar la justificación de los factores que serán sometidos a la evaluación y la relación con el peso que será otorgado; a continuación, se muestran los factores, su peso dentro del análisis y la justificación respectiva.

Tabla 121 Peso de los factores

Factor	Peso	Justificación
Costo prorrateado	35	La disponibilidad de los recursos financieros para la implementación de la alternativa representa una característica de suma importancia, ya que se busca optimizar la inversión.
Vida útil	30	La vida útil del equipo es de vital importancia para la selección de la alternativa ya que interferirá en el flujo de efectivo que se considerará en la evaluación económica posterior
Eficiencia del equipo	20	Otro factor muy importante es la eficiencia del equipo de generación ya que de esta dependerá la producción de energía eléctrica, y por ende los ingresos del proyecto.
Generación de ingresos extra	15	El último eslabón se considera para la posibilidad de aprovechar los lodos de la planta lo cual generaría un ingreso adicional a la Planta.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo esa justificación como base, se procede a generar los parámetros que servirán para la evaluación de las alternativas, se usará una escala del cero al cuatro, siendo cero lo que menos conviene y cuatro lo que más beneficia. A continuación, se muestra el detalle de los parámetros y sus calificaciones por factores.

Tabla 122 Parámetros y calificación de factor costos prorrateados y factor vida útil

Costos prorrateados		Vida útil	
Parámetros	**Calificación**	**Parámetros**	**Calificación**
Menos de $ 2,500.00	4	Más de 10 años	4
De $ 2,500.00 a $ 3,000.00	3	De 8 a 10 años	3
De $ 3,001.00 a $ 3,500.00	2	De 5 a 7 años	2
De $ 3,501.00 a $ 4,000.00	1	De 3 a 4 años	1
Más de $ 4,000.00	0	Menos de 3 años	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 123 Parámetros y calificación de factor eficiencia y factor ingresos extra

Eficiencia de equipo		Generación de ingresos extra	
Parámetros	**Calificación**	**Parámetros**	**Calificación**
Mas de 40.00 %	4	Mas de $ 5,000.00	4
De 35.01 – 40.00 %	3	De $ 4,000.01 a $ 5,000.00	3
De 30.01 – 35.00 %	2	De $ 3,000.01 a $ 4,000.00	2
De 25.00 – 30.00	1	De $ 2,000.00 a $ 3,000.00	1
Menos de 25.00 %	0	Menos de $ 2,000.00	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 124 Valores de los factores de cada alternativa

Alternativa / Factor	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Costos prorrateados	$ 4,056.43	$ 3,243.10	$ 2,183.33	$ 3,191.02
Vida útil	5 años	8 años	5 años	6 años
Eficiencia del equipo	29.0 %	42.5 %	35.0 %	35.%
Generación de ingresos extra	$ 5,240.00	$ 5,240.00	$ 0.00	$ 0.00

Fuente: Elaboración propia

Por último, se someterán a evaluación todas las alternativas de solución, tomando como base los factos antes definidos, con el detalle que cada alternativa representa con respecto a dichos factores.

A continuación, se muestra la el desarrollo de la Matriz para la selección de la alternativa:

Tabla 125 Matriz ponderada de alternativas de solución

Factores	Peso	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
Costos prorrateados	**35 %**	0	0.0	2	0.7	4	1.4	2	0.7
Vida útil	**30 %**	2	0.6	3	0.9	2	0.6	2	0.6
Eficiencia del equipo	**20 %**	1	0.2	4	0.8	2	0.4	2	0.4
Generación de ingresos extra	**15 %**	4	0.6	4	0.6	0	0.0	0	0.0
TOTAL	**100 %**	7	1.4	13	3.0	8	2.4	6	1.7

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, la alternativa que se selecciona es la alternativa número dos, la cual obtuvo una nota de 3.0, ya que, si bien no tiene los costos prorrateados más bajos, pero si tiene la maquinaria con una mayor vida útil que las otras propuestas además posee la mejor eficiencia y dentro de esta alternativa se considera un ingreso extra al comercializar el abono que es obtenido del lodo.

2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Luego de haber realizado un análisis de las alternativas y realizar la selección por medio de la matriz ponderada se define la conceptualización de la solución, la cual abarca los siguientes elementos:

a) Adquirir equipo para aprovechamiento de biogás.
   - Instalar equipo de medición de flujo de biogás, caudalímetro fijo.
   - Comprar equipo de medición de variables de biogás, Multitec 540.
   - Adquirir equipo para generación de energía eléctrica: filtros de biogás, motor de combustión Otto, sub estación eléctrica.

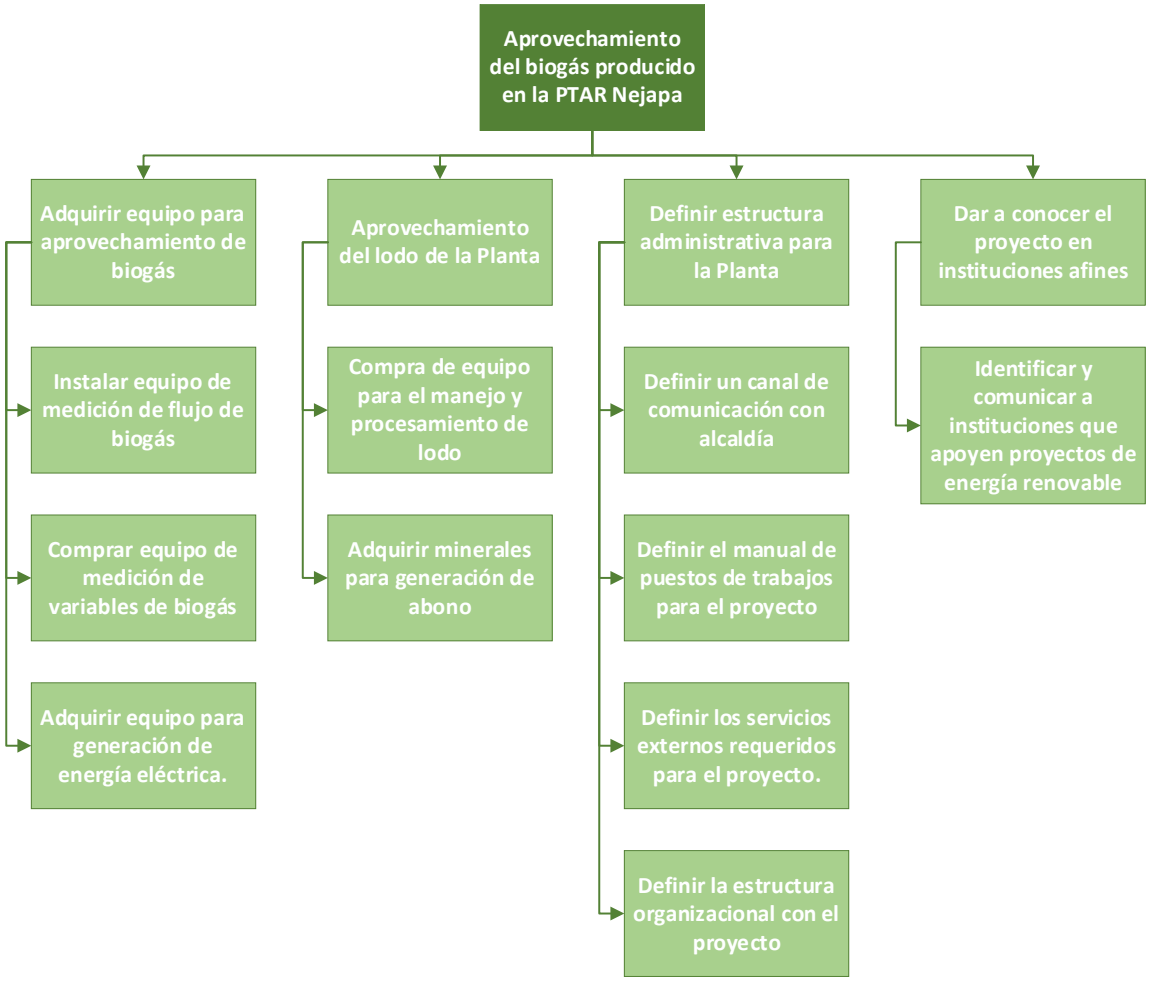
b) Aprovechamiento del lodo de la planta.
   - Compra de equipo para el manejo y procesamiento del lodo.
   - Adquirir minerales para generación de abono.

c) Definir estructura administrativa para la Planta.
   - Definir un canal de comunicación bidireccional con la alcaldía.
   - Definir el manual de puestos de trabajos requeridos para el proyecto.
   - Definir los servicios externos requeridos para el proyecto.
   - Diseñar la estructura organizacional del proyecto en conjunto con la operación actual de la Planta.

d) Dar a conocer el proyecto en instituciones afines.
   - Identificar instituciones que apoyen proyectos de energía renovable.

Las subdivisiones anteriores provienen del componente principal que es el aprovechamiento del biogás que se produce en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa, por lo cual a continuación se presenta la conceptualización de la solución:

Diagrama 11 Conceptualización de la alternativa de Solución



Fuente: Elaboración propia

3. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

Tabla 126 Análisis de consistencia

ÁREA DE PROBLEMATICA	PROBLEMA	COMPONENTE DE LA SOLUCIÓN
Departamento de Producción	Deficiencia para la medición de la calidad de Biogás. Actualmente no se cuenta con los instrumentos necesarios para la determinación de la calidad del biogás. El dato con que cuenta la planta solamente es el de diseño (teórico).	Se debe adquirir el equipo necesario para realizar la correcta medición de la calidad del biogás, por medio del cual se puede determinar la cantidad de energía eléctrica que se puede generar con esa calidad de biogás. El equipo que se recomienda es el Multitec 540, dado que mide el porcentaje de todos los componentes que se componen el gas.
Departamento financiero	Recursos económicos limitados. La gestión de los recursos de las actividades que se lleven a cabo depende del presupuesto de la Alcaldía de Nejapa, ya que aún no se realiza un cobro por la prestación del servicio como para lograr una dependencia económica.	Se debe de realizar una organización de presupuesto para obtener el apoyo de la realización del proyecto. Realizar el análisis del tiempo que tomara la recuperación de la inversión sobre todo si se llega a realizar la venta de la energía eléctrica que se genere.
Departamento administrativo	La planta esta identificada como una entidad descentralizada, la cual atiende los lineamientos de la Junta Directiva en conjunto con la Alcaldía de Nejapa,	Mejorar los canales de comunicación, a través de la creación de una unidad conjunta que permita la fluidez de la información entre ambas identidades. Así como también

	actualmente tiene deficiencia en la comunicación entre ambas identidades lo que tiene como resultado que los procesos administrativos se retrasen, además de la deficiencia de personal para realizar las actividades de la planta.	aumentar el personal capacitado para realizar las funciones dentro de la planta, evitando así la fatiga de los colaboradores al momento de realizar las actividades en tiempos prolongados, más allá de los necesarios.
Área de energías renovables	Poca apertura de parte de las empresas generadoras de energías renovables. Hay poca apertura para dar a conocer un poco más acerca de los procesos y como se realiza la generación de las diferentes energías renovables en el país.	Mejorar el acceso a la información, logrando una mayor difusión y dando a conocer de una manera proactiva las ventajas de desarrollar estas energías.

Fuente: Elaboración propia

Tema: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A BASE DE BIOGÁS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL MUNICIPIO DE NEJAPA**

Tabla 127 Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Tipo / Diseño de estudio	Técnicas e instrumento de recolección de datos	Población	Muestra
¿Cuál sería el resultado del Estudio de factibilidad para la creación de un sistema de generación de energía eléctrica a base de biogás en la planta de tratamiento de aguas residuales en el Municipio de Nejapa?	**General:** Realizar un estudio de factibilidad sobre la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del biogás producido en la Planta del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Nejapa, de forma que contribuya a la generación de energía eléctrica y con ello a la sostenibilidad económica y ambiental. **Específicos:** • Investigar el mercado energético del país con la finalidad de contextualizar la actualidad del proyecto. • Investigar sobre otros proyectos de generación de energía eléctrica a partir de biogás a nivel internacional, nacional y/o municipal. • Determinar la demanda de energía eléctrica requerida en la Planta de Tratamiento con el fin de identificar los requisitos para la maquinaria del proyecto. • Realizar los estudios de mercado para identificar los consumidores del servicio que brinda la Planta, los proveedores de los insumos para la operación de esta, así como del mercado distribuidor de energía eléctrica y los posibles competidores.	Analizar la factibilidad de la implementación de un sistema generador de energía electica para el aprovechamiento del biogás resultado del tratamiento de aguas residuales en el Municipio de Nejapa.	Variable independiente: Tratamiento de Aguas residuales Variable dependiente: Generación de energía eléctrica a base de biogás.	Investigación Cualitativa. Es el método científico de observación para recopilar datos no numéricos. Se suelen determinar o considerar técnicas cualitativas todas aquellas distintas al experimento. Es decir, entrevistas, encuestas, grupos de discusión o técnicas de observación y observación participante. La investigación cualitativa, se centra en el “por qué” y básicamente se enfoca en recopilar datos que no son numéricos.	✓ Entrevistas. ✓ Observación directa. ✓ Investigación bibliográfica	La población principal a ser estudiada serán los habitantes del Municipio de Nejapa, obtenido la población de la investigación histórica realizada por DIGESTYC y Boletín Estadístico 2021 de ANDA	Para el desarrollo de la presente investigación, se considerado como muestra las empresas generadoras de energías renovables, empresas involucradas en la generación de energía eléctrica y el sistema de alcantarillado, la planta de tratamiento de aguas residuales.

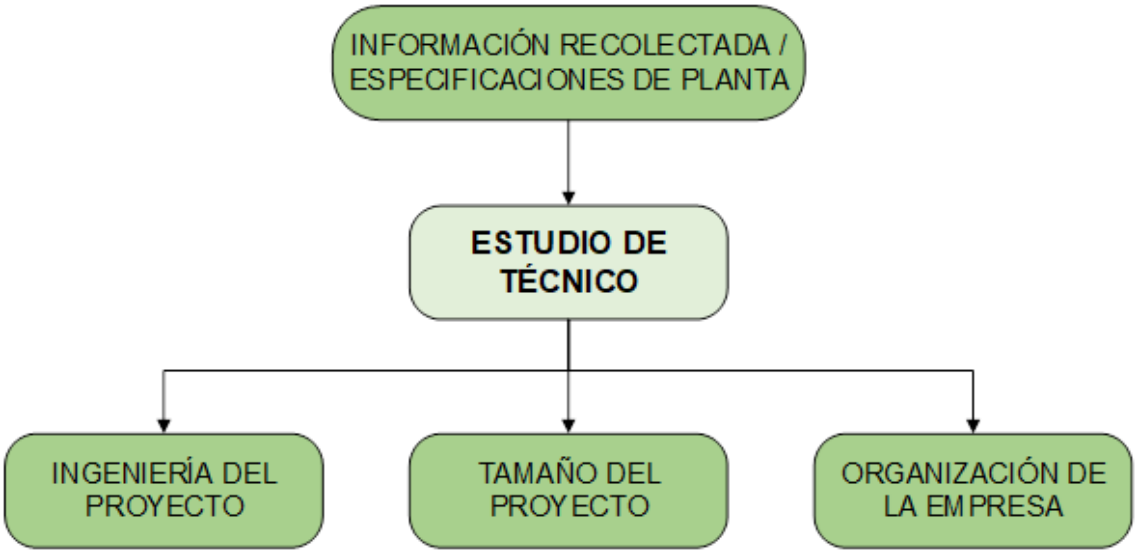
Fuente: Elaboración propia

III. ESTUDIO TÉCNICO.

A. METODOLOGIA DE ESTUDIO TÉCNICO

El objetivo de un estudio técnico es verificar cuán posible es fabricar un producto o brindar un servicio, analizando el tamaño óptimo, localización más favorable, equipos a utilizar, instalaciones necesarias y la organización requerida para su ejecución). El estudio técnico busca responder a las interrogantes: ¿cuánto, ¿dónde, ¿cómo y con qué producirá la empresa?, así como diseñar la función de producción óptima que mejor utilice los recursos disponibles para obtener el producto o servicio deseado. Además, en este estudio se incluye la ingeniería del proyecto que busca resolver todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta. Desde la descripción del proceso, adquisición de equipo y maquinaria, la distribución óptima de la planta hasta la estructura jurídica y organizativa que tendrá (Baca Urbina, 2010). Su fin es optimizar los recursos disponibles para la fabricación del producto o la prestación del servicio.

Diagrama 12 Etapa 3 Estudio Técnico



Fuente: Elaboración propia

En la etapa técnica de un proyecto es de suma importancia conocer de antemano que se quiere hacer y para qué, a qué clase de consumidor le interesa el servicio y qué características son las que busca nuestro consumidor meta. Para esta etapa la metodología a seguir está definida como:

Diagrama 13 Metodología general



Fuente: Elaboración propia

a) Tamaño del Proyecto.

El objetivo de este apartado consiste en determinar el tamaño que deben tener las instalaciones, así como la capacidad de la maquinaria y equipos requeridos para la prestación del servicio. Para determinar el tamaño del proyecto se involucran diversos factores los cuales

b) Localización del proyecto

El objetivo que persigue la localización de un proyecto es lograr una posición de competencia basada en menores costos de transporte y en la rapidez del servicio. Esta parte es fundamental y de consecuencias a largo plazo, ya que una vez emplazada la empresa, no es cosa simple cambiar de domicilio. El estudio de macro y micro localización se realiza con la finalidad de conocer las ventajas y desventajas competitivas que presenta la ubicación actual con respecto a otras ubicaciones en estudio según las características del nuevo servicio a prestar.

c) Ingeniería del proyecto

El desarrollo de este apartado se inicia haciendo uso de la información relacionada a las preferencias del mercado meta recopilado en el estudio de mercado. A su vez de otra información relacionada al servicio a ofrecer como lo son los pronósticos de demanda del servicio, la localización de los consumidores y los servicios requeridos por los potenciales consumidores.

d) Organización de la empresa.

Se diseña la estructura organizativa, considerando todos los procesos involucrados y/o necesarios para el funcionamiento de las instalaciones, además se establecen las funciones básicas. Y también se definen las tareas y se diseñan los puestos de trabajo, perfiles de empleados, así como sus relaciones jerárquicas

B. TAMAÑO DEL PROYECTO

1. GENERALIDADES DEL TAMAÑO DE UN PROYECTO

Dentro de este apartado se consideran los tres elementos que se abordó en el diagnóstico del estudio: tratamiento de aguas residuales, generación de energía eléctrica y elaboración de abono, donde el objeto principal del estudio es la generación de electricidad, sin embargo, los tres elementos tienen una vertiente igual, ya que estas dependen de la capacidad de la Planta para recibir aguas residuales del municipio, dicho de otra forma, el caudal de diseño de la planta, limita la producción de los tres elementos que se mencionan en el estudio.

1.1 Medios de producción fijos actuales

Tabla 128 Medios de producción fijos actuales

Maquinaria / equipo	Datos (entradas)
Colector / Tratamiento Primario	Caudal: 4177 m3/día DBO: 400 mgO/L SS: 450 mg/L DQO: 1000 mgO/L CF:10 7 –10 8 ufc/ 100mL
RAFA	Caudal: 4177 m3/día DBO: 388 mgO/L SS: 436 mg/L DQO: 970 mgO/L CF:10 7 –10 8 ufc/ 100mL Caudal purga: 8.05 m3/día Concentración: 40 Kg/m3
Filtros Percoladores	Caudal: 4163 m3/día DBO: 99 mgO/L SS: 50 mg/L DQO: 328 mgO/L CF:10 6 –10 7 ufc/ 100mL
Canal de Cloración	Caudal: 4000 m3/día DBO: < 30 mgO/L

	SS: 10 mg/L DQO: < 125 mgO/L CF:10 6 –10 7 ufc/ 100mL
Descarga a Rio	Caudal: 4177 m3/día DBO: < 30mgO/L SS: < 30mg/L DQO: < 125 mgO/L CF: < 200 ufc/ 100mL
ERAS de Secado	Caudal purga: 28.67 m3/día Concentración: 32.28 Kg/m3

Leyenda: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Sediméntales (SS), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Totales disueltos (STD), Coliformes Fecales (CF), Índice de Calidad del Agua (ICA). DQO, cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicas y convertirla en CO2 y H2O, cuanto mayor es la DQO más contaminada está el agua. DBO también llamada DBO5, el proceso se realiza a 20°C durante 5 días y mientras más alto el DBQ más contaminada esta. La DQO engloba la DBO e incluye más cosas.

2. SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS FACTORES CONSIDERADOS

2.1 Factores considerados

Para determinar el tamaño óptimo de la Planta generadora para el proyecto en estudio se deberá analizar diferentes factores con el fin de establecer un tamaño que se adecue a la demanda, esto para tener un tamaño de proyecto realista que se pueda desarrollar y pueda cubrir la demanda, así como para no establecer un tamaño de proyecto desproporcionado que genere elevados costos de producción y por ende el proyecto no sea rentable o sea menos rentable en el transcurso del tiempo, para tal fin se evaluara de todos los factores que afectan el tamaño del proyecto y se determinara cuales aplican para el análisis en la Planta y los cuales servirán en la parte de la evaluación de las propuestas para determinar cuál es la más óptima; la evaluación de factores se ve reflejada en la siguiente tabla:

Tabla 129 Determinación de factores

Factor	¿Aplica?		Justificación	Proceso al que aplica		
	Si	No		Energía	Tratamiento	Abono
Mercado de consumo	X		Este es el factor más importante en la determinación del tamaño de la planta ya que se trata de revisar los resultados del estudio de mercado de consumo, tendiente a ver si el mercado potencial (demanda y oferta), permiten o no la instalación de la planta; por ello para la Planta es un factor determinante dado que dependiendo de la demanda determinada en el estudio de mercado es que se planifica el tamaño de la planta.			X
Mercado de abastecimiento	X		Este factor se enfoca en la disponibilidad de materia prima para el proyecto, si no llena los requerimientos del tamaño preseleccionado, habrá que reducirlo. Lo anterior es importante en algunas materias primas, las perecederas, en las que hay fluctuaciones en su oferta y periodos de abastecimiento. Para el caso de la PTAR representa quizá la mayor limitante ya que la materia prima en este caso se delimita a las aguas negras que se captan de las hogares y empresas que están conectadas al sistema de tuberías que abastece a la Planta.	X	X	X

Economía de escala		X	Se entiende por este término como “las reducciones en los costos de operación de una planta, debidos a incrementos en su tamaño”, dado que este término es aplicable y puesto en práctica generalmente para grandes empresas, por su poderío económico, por tanto, para la Planta este factor no sería aplicable o influyente en el tamaño del proyecto ya que no aplica como una ventaja competitiva para empresas sin fines de lucro.			
Disponibilidad de recursos financieros		X	Este es un factor limitante dado que se depende de la disponibilidad de recursos financieros y habrá que ver los recursos financieros disponibles, ya sea propios o ajenos, para seleccionar el tamaño; ya que no se puede hacer una inversión de gran magnitud para desarrollar cada uno de los componentes de solución establecidos.	X	X	X
Mano de obra		X	Cuando se habla de este factor se hace referencia a las características de la mano de obra pueden inducir a la reducción del tamaño de la planta, ello por la falta de mano de obra calificada, y dado que para este proyecto no se requiere una especialización especifica no hay una profesión que no se tengan personas preparada y con la disposición para laborar en el proyecto, por ende, para la Planta no es un factor que limite el Proyecto.			
Tecnología de producción	X		Muchas veces las tecnologías de producción imponen los tamaños mínimos, ello se da en procesos mecanizados o	X	X	X

			automatizados, en donde el nivel tecnológico es el determinante, dado que puede establecer un nivel de tamaño mínimo que sea superior al planeado, en esos casos operar a un tamaño inferior al tecnológico, tendría costos elevadísimos, por lo que quizá el proyecto no sea rentable. Es por esto que este factor es sumamente importante para determinar el tamaño del proyecto en la PTAR			
Política económica		X	Para este factor se entiende por La política vigente sobre el sector o región del proyecto, puede influir en él tamaño, debido a factores como: Incentivos por sustituir importaciones, fomento de exportaciones o desarrollo de una región; o, Concesiones de financiamiento.			

Fuente: Elaboración propia

Definidos los factores que si afectan los elementos de la solución se procede a definir los diversos tamaños de proyecto que se pueden obtener a partir de cada factor por cada elemento de la solución, tratamiento de aguas residuales, energía eléctrica y abono:

2.2 Mercado de consumo

El mercado de consumo toma un enfoque únicamente para el elemento de solución enfocado en la producción de abono, ya que para la parte de tratamiento de aguas residuales, este mercado no representa una limitante de tamaño dado que todos los habitantes del municipio de Nejapa están en su mayoría de acuerdo con este tratamiento de aguas, dado que ellos son los consumidores de este servicio; el otro elemento es la generación de energía el cual está centrado en la venta a un comercializador de energía eléctrica por tanto no se ve limitado el tamaño por este punto ya, que caso contrario se puede utilizar la energía eléctrica para autoconsumo de la planta en un porcentaje no mayor a al 75%, por lo que como último punto a abordar es la producción de abono, la cual si se puede ver afectada en el tamaño del proyecto, por tanto, el tamaño del proyecto para la generación de abono en base al mercado consumidor se ve delimitado de la siguiente forma:

- Según datos de la página indexmundi donde la última actualización muestra que en el año 2018 el consumo de fertilizantes tuvo un valor de 123.76 kilogramos por hectáreas de tierras cultivables.
- Según el informe de actos públicos de la alcaldía de Nejapa en 2021 la unidad agropecuaria, con el proyecto: desarrollo económico local alternativo del municipio de Nejapa 2021 entrego paquetes a 3,354 agricultores y 246 agricultores no lograron ser beneficiarios por la escasez de los paquetes, en total hacen un total de 3,600 agricultores.
- Según el decreto ejecutivo No. 61, zonificación ambiental y los usos del suelo para el municipio de Nejapa donde se detallan las hectáreas que están siendo utilizadas para el rubro agrícola en el municipio donde detallan que son 3,728.98 hectáreas que se cultivan, las cuales representan alrededor del 45% del suelo del municipio.

Teniendo los datos anteriores se puede determinar el tamaño del mercado al cual está dirigido el abono, por lo cual, se tienen los siguientes cálculos:

Kg de fertilizantes consumidos en Nejapa = hectáreas cultivadas * consumo promedio

Kg de fertilizantes consumidos en Nejapa = 3,728.98 * 132.76

Kg de fertilizantes consumidos en Nejapa = 461,498.56

De los que se tiene la intensión de tener una participación de mercado del 8%, de los cual se tiene que el tamaño de proyecto es equivalente a la siguiente:

*Tamaño MA = Kg de fertilizantes consumidos en Nejapa * % de mercado*

*Tamaño MA = 461,498.56 * 0.08*

Tamaño MA = 36,919.89 kg

Por lo tanto, el tamaño de la producción del lodo en base al mercado consumidor es de 36,919.89 kg al mes.

2.3 Mercado abastecedor

Este factor es determinante para establecer el tamaño del proyecto ya que los tres elementos dependen de este factor ya que según sea la cantidad de aguas negras que se genere

diariamente en los hogares que estén conectados al sistema de alcantarillados de aguas negras así será la producción de biogás, la producción de lodos y por ende el tratamiento de aguas residuales. Por ello, se procederá a determinar el tamaño según el factor de mercado abastecedor:

- Caudal de diseño de entrada de aguas negras de la PTAR Nejapa es de 4,177 m3/día, mientras que el caudal real es de 3,420.70 m3/día.
- Caudal de diseño de producción de biogás es de 1,105 m3/día, mientras que el caudal real es de 904.93 m3/día.
- La producción de lodos teórica es de 262,753.45 kg al año, y la producción real es de 215,178.53 kg/año

Con los datos anteriores se puede determinar el tamaño del proyecto en cada uno de los elementos, los cuales se detallan a continuación:

- **Tamaño de Tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales está limitado puramente por la generación de aguas negras de los habitantes del municipio de Nejapa, por tanto, al momento del estudio está limitado por la cantidad aguas grises que se reciben en promedio por lo cual este tamaño es equivalente al caudal promedio que recibe la planta:

Qprom = 3,420.70 m3/día

Qprom = 102,621 m3/mes

- **Tamaño de la Generación de energía eléctrica**

El tamaño del proyecto del componente principal del estudio es la producción de energía eléctrica a partir de biogás para esto se ve afectada según la cantidad de aguas tratadas en el reactor de flujo ascendente, por lo que según el tratamiento de aguas residuales equivalente a 3,420.70 m3/día con ello se generan 904.93 m3/día de biogás, por lo que el tamaño del proyecto es el siguiente:

Metano puro, tiene una capacidad calorífica de $9.94\ kWh/m^3$. Por lo que se puede inferir que con una calidad de Metano del 74%, la capacidad calórica es de:

$$\frac{74\% \times 9.94\ kWh/m^3}{100\%} = 7.356\ kWh/m^3$$

Por lo tanto, podemos calcular la Capacidad de Energía

$$7.356\ kWh/m^3 \times 904.93\ m^3/d$$

$$= 6{,}656.27\, kWh/d$$

$$= 199.688.08\, kWh/mes$$

Obteniendo una potencia de:

$$Potencia\ Eléctrica = 6{,}656.27 \frac{kWh}{d} \times \frac{1\ d}{24\ h}$$

$$Potencia\ Eléctrica = 277.34\, kW$$

- **Tamaño de la Producción de abono**

Así como la generación de energía eléctrica se ve afectada por la producción de energía biogás en el tratamiento de aguas residuales, el abono se ve afectado en igual medida ya que según el nivel de tratamiento que brinde la Planta, y dado que el promedio de aguas tratadas actualmente es de 3,420.70 m3/día la producción de lodos es de 215,178.53 kg/año, por tanto, la producción de lodos mensual se estima en 17,931.54 kg/mes del cual el 60% de estos se convierte en abono tomando en cuenta los químicos utilizados para la generación de un abono de calidad, de los cuales se producirán sacos de 50 kg, y tomando como base los precios publicados en el MAG el precio asignado será de $20.00 por quintal, por lo cual, a continuación, en el siguiente cuadro se detalla el cálculo de la generación de abono en base al lodo producido actualmente:

Tabla 130 Producción de abono

Producción de lodos anual	Producción de lodos mensual	Producción de abono mensual (60% de lodos)	Producción de sacos (50Kg)	Precio de saco	Ingreso estimado
262,753.45 Kg/año	17,931.54 Kg/mes	10,758.93 Kg/mes	215	$ 20.00	$4,300.00

Fuente: Elaboración propia

Por lo cual, el tamaño en función del mercado de abastecimiento es de 10,758.93 kg/ mes produciendo 215 sacos de 50 kg.

2.4 Tecnología de producción

Este factor se considera en dos de los tres elementos que aborda la solución, tratamiento de aguas residuales y generación de energía eléctrica, para el primer elemento se toma de referencia el pozo de captación y el reactor de flujo ascendente anaeróbico, mientras que para la generación de energía eléctrica se toma como referencia el motor Otto seleccionado en la capitulo anterior, por lo que a continuación se muestran los datos de referencia:

Tabla 131 Tecnología de producción

Dato	Tratamiento de aguas		Generación eléctrica
	Pozo de captación	RAFA	Motor Otto
Producción máxima	4177 m3/día	4177 m3/día	360 kW

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, el tamaño referente al tratamiento de aguas residuales está regido por el pozo de captación que es igual a la capacidad de procesamiento de los reactores de flujo ascendentes anaeróbicos es decir de 4177 m3/día, mientras que la generación de energía eléctrica está limitada en este factor por la potencia del motor seleccionado, la cual es de 360 kW, que equivale a 259,200 Kwh(mes), mientras que la producción de lodos se asocia a la capacidad de los patios de secado los cuales son 8 patios con dimensiones de 7 m X 15 m X 0.4 m, dando una capacidad de 336 metros cúbicos.

Conocidos todos los tamaños delimitados en cada uno de los elementos de solución por cada factor, se procede a categorizar los diferentes tamaños según el factor y tipo de producción dentro de la siguiente tabla:

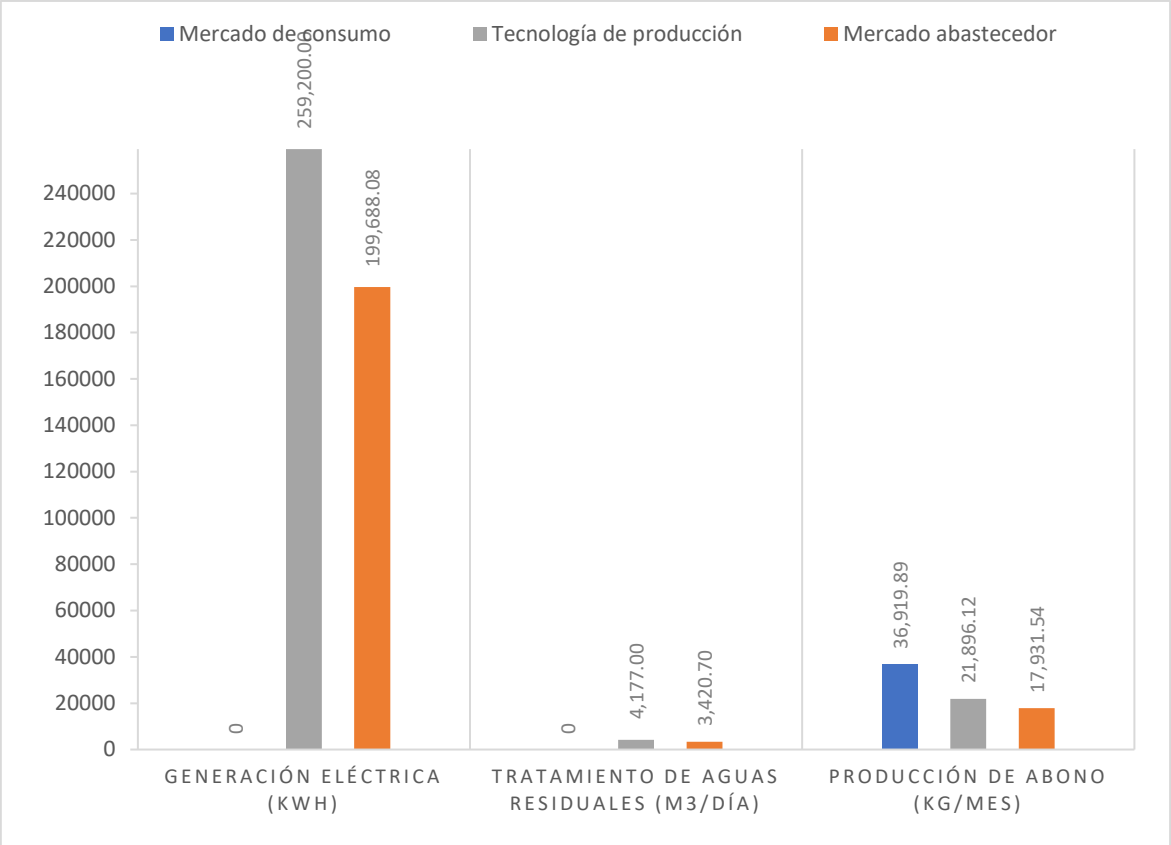
Tabla 132 Categorización de tamaños

Factor	Generación eléctrica	Tratamiento de aguas residuales	Producción de abono
Mercado de consumo	-	-	36,919.89 kg/mes
Mercado abastecedor	199.688.08 kWh/mes	3,420.70 m3/día	17,931.54 kg/mes
Tecnología de producción	259,200 kWh/mes	4177 m3/día	21,896.12 kg/mes

Fuente: Elaboración propia

De esta manera los gráficos de la tabla anterior quedarían de la siguiente manera:

Diagrama 14 Categorización de tamaños



Fuente: Elaboración propia

Por lo que se puede observar que dentro de la generación eléctrica solo se tienen dos tamaños, el primero es delimitado por el mercado abastecedor y el segundo por la tecnología de producción; el tratamiento de aguas residuales al igual que el elemento anterior está delimitado únicamente por los mismos factores de la generación eléctrica; mientras que la producción de abono muestra tres posibles tamaños, el primero por el mercado consumidor de Nejapa, el segundo es por la tecnología de producción en este caso es la capacidad de las ocho ERAS de secado y el ultimo es por el mercado abastecedor de la planta, que sería la cantidad de aguas negras que generan los habitantes que están conectados a la red de alcantarillados de Nejapa.

3. EVALUACIÓN DE LOS FACTORES SELECCIONADOS

A continuación, se determinan los tamaños para cada producto / servicio que se proyecta seguir brindando / producir en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa, con el objetivo de hacer sostenible a largo plazo el funcionamiento de la PTAR, de tal forma que pueda seguir generando los beneficios que conlleva el tratamiento de las aguas residuales de un municipio. Por tanto, se procede a determinar el tamaño adecuado para la PTAR que permita el correcto aprovechamiento de las instalaciones actuales de la Planta como las que se construirán en función del proyecto de investigación, para ello, se utiliza la técnica de matriz morfológica para la generación de alternativas, y la técnica de matriz de evaluación ponderada, para la selección de alternativa.

3.1 Generación de alternativas

Primero se va a plantear las alternativas para cada elemento de solución que están compuestas por el tratamiento de aguas residuales que es vital para poder generar biogás y lodos, ya que sin este primer eslabón no se pueden tener los dos consiguientes, los cuales son la generación de energía eléctrica a partir de biogás, que es el tema principal de este estudio, con el cual se busca generar ingresos para hacer autosostenible la Planta; y como un agregado se tiene la producción de abono a partir del lodo que se genera en la PTAR, buscando la misma finalidad que el segundo elemento, la sostenibilidad de la planta a largo plazo, por tanto, para cada una de estas se establecen las alternativas de tamaño que pueden variar según la combinación efectuada, lo cual se muestra a continuación:

Tabla 133 Alternativas de tamaño por producto/servicio

Generación eléctrica (Kwh)	Tratamiento de aguas residuales (m3/día)	Producción de abono (kg/mes)
199,688.08	3,420.70	36,919.89
259,200.00	4,177.00	17,931.54
		21,896.12

Fuente: Elaboración propia

En este apartado se aplica la matriz morfológica y sus productos, dado que se van a determinar todas las combinaciones posibles de los tres tamaños para la operación de la planta, para ello a continuación se tienen la siguiente tabla

Tabla 134 Matriz morfológica

Combinación No.	Generación eléctrica (Kwh)	Tratamiento de aguas residuales (m3/día)	Producción de abono (kg/mes)
1	199,688.08	3,420.70	36,919.89
2	199,688.08	3,420.70	17,931.54
3	199,688.08	3,420.70	21,896.12
4	199,688.08	4,177.00	36,919.89
5	199,688.08	4,177.00	17,931.54
6	199,688.08	4,177.00	21,896.12
7	259,200.00	3,420.70	36,919.89
8	259,200.00	3,420.70	17,931.54
9	259,200.00	3,420.70	21,896.12
10	259,200.00	4,177.00	36,919.89
11	259,200.00	4,177.00	17,931.54

Fuente: Elaboración propia

En primera instancia se hará la eliminación de alternativas en base a el Nivel de Aprovechamiento Actual de la Planta (NACI), todas aquellas alternativas que contengan el NACI que sea igual a uno al menos en uno de los tamaños serán eliminadas dado que son las de referencia, dicho de otra forma, son las capacidades nominales.

Tabla 135 Capacidades nominales

Generación eléctrica (Kwh)	Tratamiento de aguas residuales (m3/día)	Producción de abono (kg/mes)
243,902.10	4,177.00	21,896.12

Fuente: Elaboración propia

Establecidas las capacidades nominales o de diseño se procede al cálculo de la NACI de la tabla de alternativas según la siguiente formula:

$$NACI = (Capacidad\ Real / Capacidad\ Nominal)$$

Definida la formula se procede al cálculo de la NACI de cada alternativa generada:

Tabla 136 Cálculo de NACI por alternativa

Combinación No.	Generación eléctrica (Kwh)	Tratamiento de aguas residuales (m3/día)	Producción de abono (kg/mes)
1	0.82	0.82	1.69
2	0.82	0.83	0.85
3	0.82	0.82	1.00
4	0.82	1.00	1.69
5	0.82	1.00	0.82
6	0.82	1.00	1.00
7	1.06	0.82	1.69
8	1.06	0.82	0.82
9	1.06	0.82	1.00
10	1.06	1.00	1.69
11	1.06	1.00	0.82
12	1.06	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, las alternativas que se mantienen para la evaluación mediante la matriz ponderada son cuatro, alternativa 1 – 2 – 7 – 8:

Tabla 137 Resumen de alternativa según NACI

Combinación No.	Generación eléctrica (Kwh)	Tratamiento de aguas residuales (m3/día)	Producción de abono (kg/mes)
1	199,688.08	3,420.70	36,919.89
2	199,688.08	3,420.70	17,931.54
7	259,200.00	3,420.70	36,919.89
8	259,200.00	3,420.70	17,931.54

Fuente: Elaboración propia

Establecidas las alternativas / combinaciones se procede a establecer los factores que se tendrán en cuenta la selección de alternativas que, con el objetivo de reducir la toma de decisiones a partir de subjetividades, se utilizará la técnica de Matriz de evaluación ponderada.

Para ello es necesario realizar la justificación de los factores que serán sometidos a la evaluación y la relación con el peso que será otorgado; a continuación, se muestran los factores, su peso dentro del análisis y la justificación respectiva:

Tabla 138 Justificación de factores

Factor	Peso	Justificación
NACI energía	40	Esta hace referencia al nivel de aprovechamiento que se le dará a los recursos de la planta generadora de energía eléctrica al ponerse en marcha, y dado que es el fin principal de este estudio se le da una mayor ponderación
NACI tratamiento	35	Esta hace referencia al nivel de aprovechamiento que se le seguirá dando a los recursos de la PTAR al operar la planta de generación eléctrica, y dado que es vital para poder generar el biogás, que funciona como combustible para el motor Otto es la segunda de mayor importancia
NACI abono	15	Esta hace referencia al nivel de aprovechamiento que se le dará a los recursos de la planta generadora de energía eléctrica al ponerse en marcha.
Eficiencia del equipo	10	Otro factor muy importante es la eficiencia del equipo de generación ya que de esta dependerá la producción de energía eléctrica, y por ende los ingresos del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se tienen para la evaluación de las alternativas son las siguientes:

Tabla 139 Datos para evaluación de alternativas

Combinación No.	Generación eléctrica (Kwh)	Tratamiento de aguas residuales (m3/día)	Producción de abono (kg/mes)	Eficiencia del equipo (%)
1	0.82	0.82	1.69	29.0
2	0.82	0.83	0.85	42.5
7	1.06	0.82	1.69	35.0
8	1.06	0.82	0.82	35.0

Fuente: Elaboración propia

Teniendo esa justificación como base, se procede a generar los parámetros que servirán para la evaluación de las alternativas, se usará una escala del cero al cuatro, siendo cero lo que menos conviene y cuatro lo que más beneficia. A continuación, se muestra el detalle de los parámetros y sus calificaciones por factores.

Tabla 140 Parámetros y calificación de factor costos prorrateados y factor vida útil

Costos prorrateados		Vida útil	
Parámetros	Calificación	Parámetros	Calificación
Menos de $ 2,500.00	4	Más de 10 años	4
De $ 2,500.00 a $ 3,000.00	3	De 8 a 10 años	3
De $ 3,001.00 a $ 3,500.00	2	De 5 a 7 años	2
De $ 3,501.00 a $ 4,000.00	1	De 3 a 4 años	1
Más de $ 4,000.00	0	Menos de 3 años	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 141 Parámetros y calificación de factor eficiencia y factor ingresos extra

Eficiencia de equipo		Generación de ingresos extra	
Parámetros	Calificación	Parámetros	Calificación
Mas de 40.00 %	4	Mas de $ 5,000.00	4
De 35.01 – 40.00 %	3	De $ 4,000.01 a $ 5,000.00	3
De 30.01 – 35.00 %	2	De $ 3,000.01 a $ 4,000.00	2
De 25.00 – 30.00	1	De $ 2,000.00 a $ 3,000.00	1
Menos de 25.00 %	0	Menos de $ 2,000.00	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 142 Valores de los factores de cada alternativa

Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Factor				
Costos prorrateados	$ 4,056.43	$ 3,243.10	$ 2,183.33	$ 3,191.02
Vida útil	5 años	8 años	5 años	6 años
Eficiencia del equipo	29.0 %	42.5 %	35.0 %	35.%
Generación de ingresos extra	$ 5,240.00	$ 5,240.00	$ 0.00	$ 0.00

Fuente: Elaboración propia

Por último, se someterán a evaluación todas las alternativas de solución, tomando como base los factos antes definidos, con el detalle que cada alternativa representa con respecto a dichos factores.

A continuación, se muestra la el desarrollo de la Matriz para la selección de la alternativa:

Tabla 143 Matriz ponderada de alternativas de solución

Factores	Peso	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
NACl energía	40	0	0.0	2	0.7	4	1.4	2	0.7
NACl tratamiento	35	2	0.6	3	0.9	2	0.6	2	0.6
NACl abono	15	1	0.2	4	0.8	2	0.4	2	0.4
Vida útil	10	4	0.6	4	0.6	0	0.0	0	0.0
TOTAL	**100 %**	7	1.4	13	3.0	8	2.4	6	1.7

Fuente: Elaboración propia

4. TAMAÑO ESTABLECIDO DEL PROYECTO

Por tanto, el tamaño establecido para cada uno de los elementos de solución son los siguientes:

Tabla 144 Tamaño seleccionado

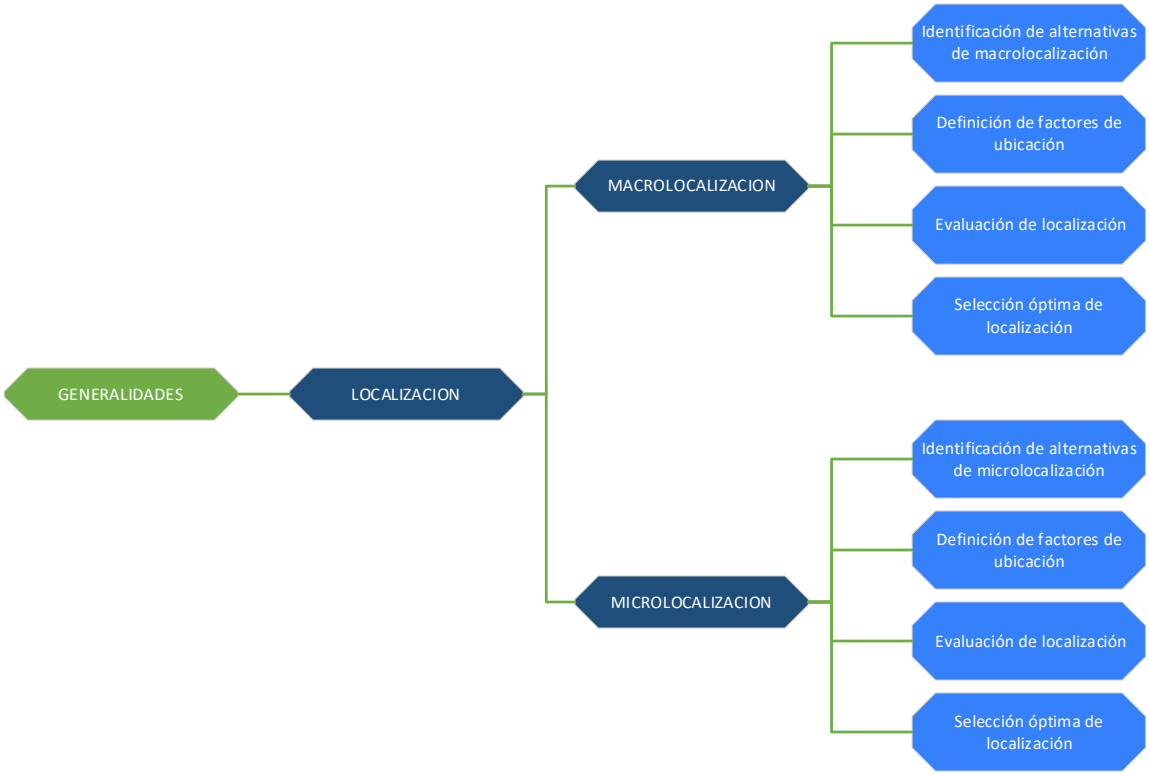
Generación eléctrica (Kwh) mes	Tratamiento de aguas residuales (m3/día)	Producción de abono (kg/mes)
199,688.08	3,420.70	17,931.54

Fuente: Elaboración propia

C. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

1. METODOLOGÍA

Ilustración 84 Metodología para la localización del proyecto



Fuente: Elaboración propia

2. GENERALIDADES

La localización es un tema indispensable en el estudio técnico de un proyecto que consiste en identificar y analizar las variables denominadas fuerzas locacionales con el propósito de buscar la localización que se produzca mayor rentabilidad. Es un proceso crítico debido a que de este depende los efectos sobre el éxito financiero y económico de un proyecto, es decir, si es factible o no, desde el punto de vista de la localización.

Dentro de la macrolocalización se estudian dos etapas:

- Macrolocalización
- Microlocalización

En la primera etapa (macrolocalización) se decide la zona general en donde se instalará la planta de producción a través de la evaluación de diversos factores, tales como, la ubicación del mercado consumidor, proveedores, facilidades de transporte, entre otros. En la segunda

(micro localización), se elige la ubicación o punto preciso, dentro de la macrozona, en donde se ubicará definitivamente la planta mediante la evaluación de factores más específicos, entre los que están las características topográficas, condiciones del suelo, etc.

3. MACROLOCALIZACIÓN

Para establecer la macro localización de la planta, se evaluarán tres municipios, dos de ellos ubicados en el departamento de San Salvador, los cuales son: Nejapa y Apopa; y el otro ubicado en el departamento de La Libertad, el cual es: Quezaltepeque. Estos municipios se han seleccionado para determinar a través de un método de evaluación la macro zona óptima, considerando el mercado meta establecido.

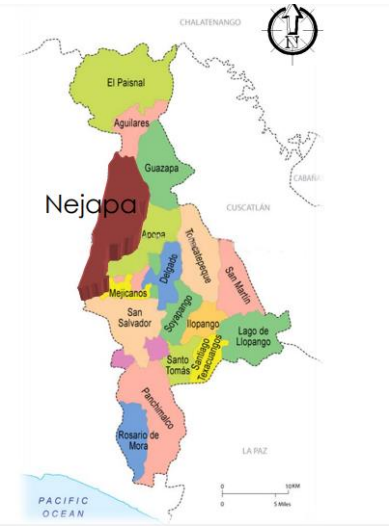
3.1 Identificación de alternativas de macro localización

A continuación, se caracterizan los tres municipios seleccionados para la macrolocalización del proyecto con los datos más relevantes con relación a la generación de energía eléctrica a base de biogás que se pretende implementar principalmente, así como también el tratamiento de aguas residuales y la generación de lodos como complemento.

a. Municipio de Nejapa, San Salvador

Nejapa es un municipio del departamento de San Salvador, se compone de 8 cantones y 38 caseríos.

Ilustración 85 Mapa de San Salvador y sus municipios



Fuente: elsalvadormipais.com

Está ubicado en la zona central del país, en las coordenadas 13°48′52″N 89°13′49″O, a 21 km de la ciudad de San Salvador.

El municipio limita al Norte con Quezaltepeque y Aguilares; al Este con Guazapa y Apopa; al Sur con San Salvador y Santa Tecla; y al Oeste con Quezaltepeque. Los ríos principales son el San Antonio y el Acelhuate. En cuanto a su orografía sus cerros principales son el Redondo o Tutultepeque, Ojo de Agua, y Nejapa; su clima es cálido y el monto pluvial anual oscila entre 1.800 y 2000 mm. Su vegetación es bosque húmedo subtropical y muy húmedo subtropical. El municipio cubre un área de 83.4 km² y la altitud de la cabecera es 450 msnm, con una población estimada (del 2014) de 29, 458 habitantes.

La economía de la zona se basa en el cultivo del café, granos básicos y frutas. También hay crianza de ganado vacuno, porcino, y aves de corral. Además, se encuentran embotelladoras de bebidas, panaderías, carpinterías, molinos de nixtamal, etc. Hay locales comerciales de farmacias, zapaterías, ferreterías, comedores y otros. Tiene servicios públicos de Iglesias, centros educativos, planta de desechos sólidos, parque, mercado, policía, casa comunal y de cultura, agua potable, transporte colectivo, entre otros. Las fiestas patronales se realizan del 27 al 30 de septiembre en honor a San Jerónimo. Nejapa forma parte del Área Metropolitana de San Salvador.

b. Municipio de Apopa, San Salvador

Apopa es un municipio del departamento de San Salvador, se compone de 8 cantones, El Ángel, Guadalupe, Joya galana, Las Delicias, Guadalupe, Suchinango, Tres Ceibas, San Nicolás y Joya Grande. Además, cuenta con 38 caseríos, 31 Urbanizaciones, 38 Colonias, 49 Lotificaciones, 12 Comunidades, 7 Residenciales y 4 parcelaciones, haciendo un total de 182 asentamientos poblacionales.

Ilustración 86 Mapa de Municipio de Apopa.



Fuente: Wikipedia, 2016

Está ubicado en la zona central del país, en las coordenadas 13°48′06″N 89°10′44″O.

El municipio de Apopa, está ubicado al Oeste del departamento de San Salvador. Tiene una superficie de 51,84 km² y una población de 131,286 habitantes según el censo oficial de 2007, lo que lo convierte en el sexto municipio más poblado de la nación.

Limita al norte con los municipios de Nejapa y Guazapa, al sur con los de Ciudad Delgado, Mejicanos, Ayutuxtepeque y Cuscatancingo, al este con los de Ciudad Delgado y Tonacatepeque y al oeste con el de Nejapa.

Riegan el municipio los ríos Acelhuate, Las Cañas, Guaycume y Tomayate; asimismo nace en el municipio el río Chacalapa, que cambia su nombre por el de El Ángel a su paso por el Ingenio del mismo nombre, desembocando en el río Tomayate.

El clima es caluroso y pertenece al tipo de tierra caliente. Apopa está ubicada en el Valle Interior de El Salvador.

El título de villa le fue concedido el 7 de marzo de 1874 y el de ciudad el 7 de junio de 1921, este último bajo la administración de Jorge Meléndez.

La ciudad de Apopa se caracteriza por ser un centro de desarrollo de la zona norte del Área Metropolitana de San Salvador. En este municipio se halla gran cantidad de fábricas que se dedican a la textilería, como la empresa HILCASA, elaboración de ladrillos de cemento, productos metálicos, etc. Así mismo tiene dos centros comerciales, varios supermercados, farmacias, restaurantes de comida rápida, etc. En los últimos años, Apopa, ha recibido un mayor impulso con la finalización del Periférico Norte. Cabe destacar que el 1 de abril de 2001, en las proximidades del Cementerio Municipal, junto al río Tomayate, se descubrió un yacimiento de fósiles, considerado como el más diverso y grande de Centroamérica, sus talentos y riqueza cultural está llena de grandes artistas que han surgido y han sobresalido con el paso del tiempo como lo es Dura Confesión La Orquesta American Junior y muchos más escritores.

c. Municipio de Quezaltepeque, La Libertad

es un municipio del departamento de San Salvador, se compone de 13 cantones y 48 caseríos.

Ilustración 87 Municipio de Quezaltepeque.



Fuente: Wikimapia

Es un municipio del departamento de La Libertad, El Salvador. Tiene una población estimada de 65 571 habitantes para el año 2022.

En 1865, como parte del distrito de Opico, fue incorporado al departamento de La Libertad.

El 10 de marzo de 1874 adquirió el título de villa; y para 1890 contaba con una población de 5486 habitantes. El 6 de abril de 1905 obtuvo el título de ciudad.

El municipio tiene un área de 125,38 km², y la cabecera una altitud de 415 msnm. El topónimo náhuat Quezaltepeque significa: "Cerro del quetzal". A través de los años la localidad ha sido conocida como Quezaltepeque (1548), Quezaltepeque (1576), Quezaltepec (1896), San José Quezaltepeque (1740), y Quezaltepeque (1670 y 1770).

Riegan el municipio los ríos: Sucio, El Barillo, Santa Lucía y Claro; y las quebradas: Agua Zarca, El Chagüite y El Coyol. Los relieves terrestres más importantes son: el volcán de San Salvador; el Cerro el Playón, situado al norte del volcán de San Salvador; El Cerrito, ubicado a 2 km al sureste de la ciudad, del cual se extrae balastro utilizado para revestir carreteras y

también como materia prima en la industria de bloques para la construcción; Las Lomas del Espino, ubicadas a 5 km al noroeste de la ciudad, que sirven de límite entre Quezaltepeque y el municipio de Nejapa; y la Loma de Trinidad, situada al norte del cantón Las Mercedes.

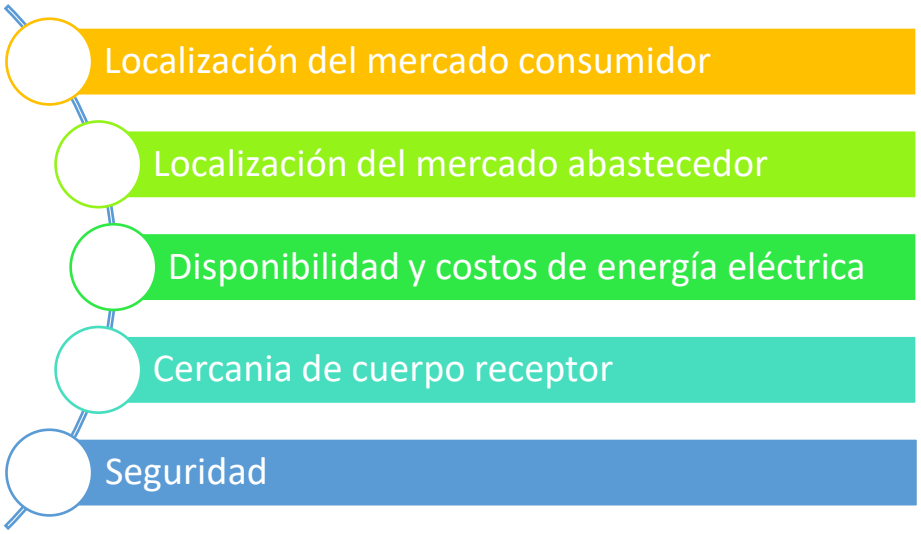
Quezaltepeque tiene una tradición de artesanías tales como la floristería y la alfarería.

3.2 Factores considerados

A continuación, se presenta una serie de factores de mayor incidencia en la localización de la planta, con la finalidad de evaluar el mejor municipio de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

Los factores considerados son:

Ilustración 88 Factores de la macrolocalización



Fuente: Elaboración propia

a. Localización del mercado consumidor

El factor principal por considerar de acuerdo con la naturaleza del proyecto es el mercado consumidor, dentro de los municipios en estudio de la macrolocalización se encuentra el mercado meta del proyecto que se determinó en el estudio de mercado, por ende, la macrozona está relacionada directamente con este factor.

Asimismo, se deben de considerar la distancia del recorrido hacia cada uno de estos mercados de interés ya que de esta depende el aumento en los costos de transporte de las aguas residuales (negras, grises y pretratadas) por esta razón, se muestran las diversas alternativas de macrolocalización de acuerdo con el mercado consumidor.

Tabla 145 Localización del Mercado Consumidor

Alternativas	Mercados Consumidores			Total a recorrer (Km)
	Nejapa (Km)	Apopa (Km)	Quezaltepeque (Km)	
Nejapa (Km)	0	6.6	6.9	13.5
Apopa (Km)	6.6	0	16.6	23.2
Quezaltepeque (Km)	6.9	16.6	0	23.5

Fuente: Elaboración propia

b. Localización del mercado abastecedor

El mercado abastecedor es otro de los factores importantes a considerar en la macrolocalización de la planta, ya que de este depende la disponibilidad de materias primas e insumos que se requieren para el funcionamiento de la planta, los cuales fueron especificados en el estudio de mercado proveedor de la etapa de mercado. Se presentan la materia prima e insumo, proveedores y las consideraciones que se han establecido para la aplicación de este factor.

Tabla 146 Consideraciones del mercado abastecedor

Elementos		Proveedor	Consideración
Materia Prima	Biogás	Planta de tratamiento de aguas residuales	Materia prima principal para la generación de energía eléctrica, resulta del proceso de tratamiento de las aguas residuales.
	Aguas negras y aguas grises	Hogares del Municipio de Nejapa, conectados al sistema de alcantarillado.	Es de primordial importancia debido a que de ella dependen todos los procesos posteriores que se le realicen. De ella se generan los tres subproductos: el biogás, las aguas tratadas y los lodos.
Empaque	Sacos	Proveedores locales	Utilizados principalmente para el almacenamiento de los lodos cuando estos ya se secan se transforman en abono.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran las distancias estimadas que la materia prima e insumo debe de recorrer hasta cada una de las ubicaciones que se han considerado para la macrolocalización:

Tabla 147 Distancias aproximadas

Proveedor	Producto	Macrolocalización		
		Nejapa (Km)	**Apopa (Km)**	**Quezaltepeque (Km)**
Planta de tratamiento de aguas residuales	Biogás	0	0	0
Hogares del Municipio de Nejapa	Aguas negras y aguas grises	0	6.6	6.9
Proveedor local	Sacos	0	0	0
Total		**0**	**6.6**	**6.9**

Fuente: Elaboración propia

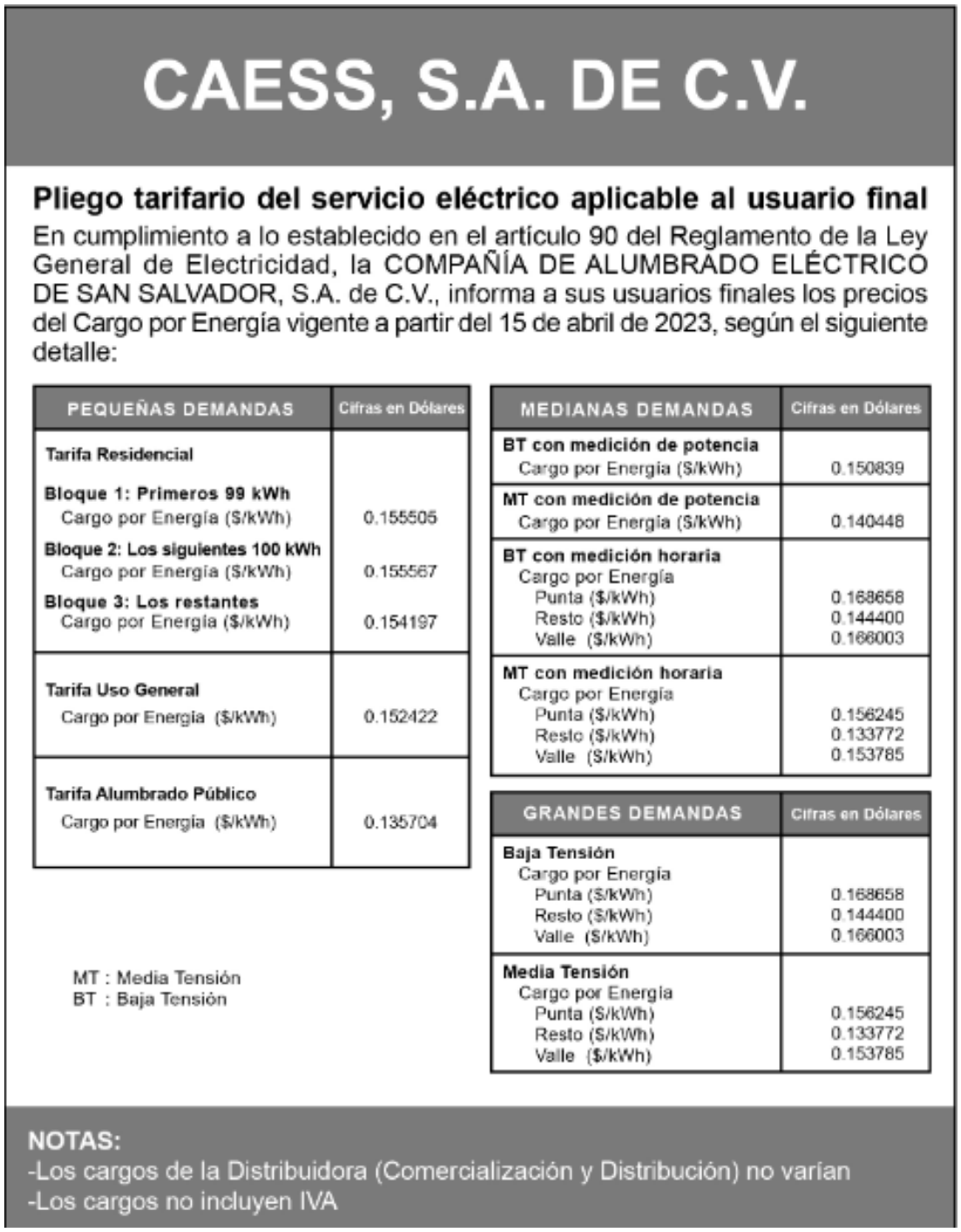
c. Disponibilidad y costos de energía eléctrica

Para desarrollar el sistema de generación de energía eléctrica es necesario disponer del servicio de energía eléctrica para la realización del proceso de tratamiento de aguas residuales y así poder generar el biogás.

Dos de las tres opciones de macrolocalización que se han seleccionado están administradas por la Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador S.A de C.V (CAESS, S.A DE C.V), la opción restante está administrada por Distribuidora Eléctrica del Sur, S.A. de C.V. (DELSUR, S.A. de C.V), por lo que se realizará una comparación respecto a las tarifas.

A continuación, se presenta el pliego tarifario de CAESS, quien distribuye energía eléctrica a los municipios de Nejapa y Apopa.

Ilustración 89 Pliego tarifario CAESS



CAESS, S.A. DE C.V.

Pliego tarifario del servicio eléctrico aplicable al usuario final

En cumplimiento a lo establecido en el artículo 90 del Reglamento de la Ley General de Electricidad, la COMPAÑÍA DE ALUMBRADO ELÉCTRICO DE SAN SALVADOR, S.A. de C.V., informa a sus usuarios finales los precios del Cargo por Energía vigente a partir del 15 de abril de 2023, según el siguiente detalle:

PEQUEÑAS DEMANDAS	Cifras en Dólares
Tarifa Residencial	
Bloque 1: Primeros 99 kWh	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.155505
Bloque 2: Los siguientes 100 kWh	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.155567
Bloque 3: Los restantes	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.154197
Tarifa Uso General	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.152422
Tarifa Alumbrado Público	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.135704

MEDIANAS DEMANDAS	Cifras en Dólares
BT con medición de potencia	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.150839
MT con medición de potencia	
Cargo por Energía ($/kWh)	0.140448
BT con medición horaria	
Cargo por Energía	
Punta ($/kWh)	0.168658
Resto ($/kWh)	0.144400
Valle ($/kWh)	0.166003
MT con medición horaria	
Cargo por Energía	
Punta ($/kWh)	0.156245
Resto ($/kWh)	0.133772
Valle ($/kWh)	0.153785

GRANDES DEMANDAS	Cifras en Dólares
Baja Tensión	
Cargo por Energía	
Punta ($/kWh)	0.168658
Resto ($/kWh)	0.144400
Valle ($/kWh)	0.166003
Media Tensión	
Cargo por Energía	
Punta ($/kWh)	0.156245
Resto ($/kWh)	0.133772
Valle ($/kWh)	0.153785

MT : Media Tensión
BT : Baja Tensión

NOTAS:
-Los cargos de la Distribuidora (Comercialización y Distribución) no varían
-Los cargos no incluyen IVA

Fuente: aes-elsalvador.com

A continuación, se presenta el pliego tarifario de DELSUR, quien distribuye energía eléctrica al Municipio de Quezaltepeque.

Ilustración 90 Pliego tarifario DELSUR



PLIEGO TARIFARIO

DELSUR
Grupo·epm

En cumplimiento a disposiciones reglamentarias y regulatorias aplicables al ajuste de los precios de energía, la DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S. A. de C. V., informa a sus usuarios finales los cargos de energía que estarán vigentes a partir del 15 de enero de 2023. Los cargos de distribución y comercialización que son responsabilidad de la distribuidora permanecen invariables.

PEQUEÑA DEMANDA	TARIFAS EN US$/kWh
RESIDENCIAL	
Bloque I: 0 a 99 kWh/mes Cargo de Energía	0.155165
Bloque 2: 100 a 199 kWh/mes Cargo de Energía	0.154494
Bloque 3: ≥ de 200 kwh/mes Cargo de Energía	0.153750
ALUMBRADO PÚBLICO Cargo de Energía	0.127765
GENERAL Cargo de Energía	0.152717
MEDIANA DEMANDA (10-50 kW)	**TARIFAS EN US$/kWh**
SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN CON MEDICIÓN DE POTENCIA Cargo de Energía	0.149067
SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN CON MEDICIÓN DE POTENCIA Cargo de Energía	0.138402

MEDIANA DEMANDA (10-50 kW)	TARIFAS EN US$/kWh
SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN CON MEDICIÓN HORARIA Cargo de Energía	
Punta	0.170316
Resto	0.144301
Valle	0.160246
SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN CON MEDICIÓN HORARIA Cargo de Energía	
Punta	0.155907
Resto	0.132093
Valle	0.146689
GRAN DEMANDA (> a 50 kW)	**TARIFAS EN US$/kWh**
SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN CON MEDICIÓN HORARIA Cargo de Energía	
Punta	0.170316
Resto	0.144301
Valle	0.160246
SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN CON MEDICIÓN HORARIA Cargo de Energía	
Punta	0.155907
Resto	0.132093
Valle	0.146689

NOTA: Las tarifas antes detalladas no incluyen el Impuesto a la Transferencia de Bienes Muebles y a la Prestación de Servicios (IVA) ni el costo de la tasa municipal por poste.

Fuente: Página Web Delsur

Por el tipo de planta es un consumidor de Gran Demanda de Media Tensión, así que con este aspecto se realizará el análisis del consumo de energía eléctrica

Tabla 148 Costo/kWh de las Distribuidoras CAESS y DELSUR

Distribuidora	Cargo de energía	Macrolocalización		
		Nejapa ($/kWh)	Apopa ($/kWh)	Quezaltepeque ($/kWh)
CAESS	Punta	0.156245	0.156245	
	Resto	0.133772	0.133772	
	Valle	0.153785	0.153785	
DELSUR	Punta			0.155907
	Resto			0.132093
	Valle			0.146689
Promedio de Costo		**0.147934**	**0.147934**	**0.144896**

Fuente: Elaboración propia

El menor costo promedio de $/kWh lo tiene la Distribuidora DELSUR, con una diferencia de 0.003037.

d. Cercanía de cuerpo receptor

Se tomará en cuenta la distancia aproximada que habría de la planta hasta el cuerpo receptor considerado que sería el río San Antonio, ubicado en el Municipio de Nejapa.

Tabla 149 Distancia en Km al cuerpo receptor

Cuerpo receptor	Macrolocalización		
	Nejapa (Km*)	Apopa (Km*)	Quezaltepeque (Km*)
Río San Antonio	0	5.0	7.7

Fuente: Elaboración propia

*Para poder medir la distancia se tomó con punto de llegada la ubicación de la plata de tratamiento de aguas residuales actual en Nejapa.

e. Seguridad

Este factor de gran relevancia debido a que en el país la violencia es uno de los mayores problemas, por ende, se considera necesario evaluar este factor en vista que se requiere una localidad donde haya menor índice de violencia y de esta forma las instalaciones estén protegidas de actos delictivos que afecten el personal, robos en la planta, extorsiones, cobros de renta, entre otros.

Para determinar la influencia de la seguridad en cada uno de los posibles lugares de macrolocalización, se considerarán los datos del mes de marzo del año 2022 obtenidos de informe anual del departamento de gestión de la información estadística del Instituto de Medicina Legal “Dr. Roberto Masferrer”, donde se tomará como referencia el número de homicidios por municipio de los departamentos de San Salvador y La Libertad.

Tabla 150 Homicidios por municipio en marzo 2022

Municipio	Número de homicidios	% por municipio
Nejapa	1	1.48%
Apopa	6	8.82%
Quezaltepeque	4	5.88%
Otros municipios	57	83.82%
Total	**68**	**100%**

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos del informe del Instituto de Medicina Legal “Dr. Roberto Masferrer”.

3.3 Proceso de selección o evaluación de macrolocalización

a. Peso de los factores

Con la finalidad de elegir la mejor alternativa de las tres posibles macrolocalizaciones, se utilizará la técnica de factores ponderados, por esta razón, se considera un peso para cada uno de los factores con su respectiva justificación, para posteriormente definir la escala de calificación.

Tabla 151 Peso de los factores

Factor	Peso	Justificación
Mercado consumidor	30%	Este facto es de suma importancia por eso tiene un valor elevado dado que es importante estar cerca de los consumidores.
Mercado abastecedor	30%	Este factor tiene un peso alto debido a que para que se lleven a cabo cada uno de los procesos y obtener los subproductos es de suma importancia contar con la materia prima.
Disponibilidad y costos de energía eléctrica	15%	Este factor es importante para desarrollar el sistema de generación de energía eléctrica es necesario disponer del servicio de energía eléctrica para la realización del proceso de tratamiento de aguas residuales y así poder generar el biogás.
Cercanía del cuerpo receptor	15%	Este facto tiene está enfocado principalmente en la liberación del agua ya tratada.
Seguridad	10%	Este factor tiene un peso medio puesto que no es altamente decisivo y no hay registro de hechos delictivos en el área de la planta actual. Sin embargo, se debe considerar dado que se está evaluando si la localización es la ideal, o de debe de cambiar, siempre tomando en cuenta la estabilidad laboral de los trabajadores.

Fuente: Elaboración propia

a. Escalas de calificación

Con el propósito que la evaluación sea objetiva y en aras de elegir la mejor macrolocalización para la planta, se fijará una escala de calificación con las respectivas especificaciones para cada uno de los factores anteriores.

i. Mercado consumidor

Para calificar este factor, se han considerado las distancias en kilómetros de cada uno de los municipios establecidos para macrolocalización hasta los mercados consumidores. La menor calificación se ha establecido para el municipio del cual se deben recorrer mayor distancia y la más alta para los que deban recorrer menores distancias.

Tabla 152 Escala de calificación del mercado consumidor

Calificación	Especificación
1	La distancia por recorrer para llegar al mercado consumidor es mayor de 25 km
3	La distancia por recorrer para llegar al mercado consumidor se encuentra entre 15 Km a 25 km
5	La distancia por recorrer hasta llegar al mercado consumidor es menor a 15 Km

Fuente: Elaboración propia

ii. Mercado abastecedor

Las calificaciones serán asignadas de acuerdo con las distancias que tengan que se deban recorrer para llegas hasta cada uno de estos. Dentro de este factor la menor calificación también está en función del proveedor que se encuentre más lejos dado que los costos por transporte serian mayores, y se otorgará mayor calificación a los proveedores con menor distancia por recorrer.

Tabla 153 Escala de calificación del mercado abastecedor

Calificación	Especificación
1	La distancia por recorrer para llegar al mercado consumidor es mayor de 10 km
3	La distancia por recorrer para llegar al mercado consumidor se encuentra entre 5 Km a 10 km
5	La distancia por recorrer hasta llegar al mercado consumidor es menor a 5 Km

Fuente: Elaboración propia

iii. Disponibilidad y costos de energía eléctrica

Las calificaciones serán asignadas de acuerdo con las tarifas que tengan según cada uno de los distribuidores de energía eléctrica. Dentro de este factor la menor calificación está en función del distribuidor que cuente con la tarifa más alta, y se otorgará mayor calificación al municipio en el cual la distribuidora con la menor taifa de pago.

Tabla 154 Escala de calificación costos de energía eléctrica

Calificación	Especificación
1	El mayor costo promedio por kWh consumido
3	El menor costo promedio por kWh consumido

Fuente: Elaboración propia

iv. Cercanía del cuerpo receptor

Las calificaciones serán asignadas de acuerdo con las distancias que tengan que se deban recorrer para llegar hasta el cuerpo receptor, el cual es el Río San Antonio. Dentro de este factor la menor calificación también está en función del municipio que se encuentre más lejos, y se otorgará mayor calificación a los municipios con menor distancia por recorrer.

Tabla 155 Escala de calificación cercanía del cuerpo receptor

Calificación	Especificación
1	La distancia por recorrer para llegar al cuerpo receptor es mayor de 10 km
3	La distancia por recorrer para llegar al cuerpo receptor se encuentra entre 5 Km a 10 km
5	La distancia por recorrer hasta llegar al cuerpo receptor es menor a 5 Km

Fuente: Elaboración propia

v. Seguridad

La escala de calificación para este factor se ha definido de acuerdo con el porcentaje de homicidios en cada una de las opciones de macrolocalización, asignando la menor calificación al municipio con mayor porcentaje de homicidios y la mayor calificación al que posee menor porcentaje de homicidios, ya que se busca establecer la planta en la macrozona con menor índice delincuencial para garantizar la seguridad de los trabajadores y evitar robos, pagos de renta o algunos otros actos delictivos en la planta.

Tabla 156 Escala de calificación de Seguridad

Calificación	Especificación
1	El porcentaje de homicidios es mayor del 10%
3	El porcentaje de homicidios se encuentra entre 5% y 10%
5	El porcentaje de homicidios se encuentra entre 1% y 5%

Fuente: Elaboración propia

b. Tabla de calificaciones

Tabla 157 Calificaciones por Municipio y Factor

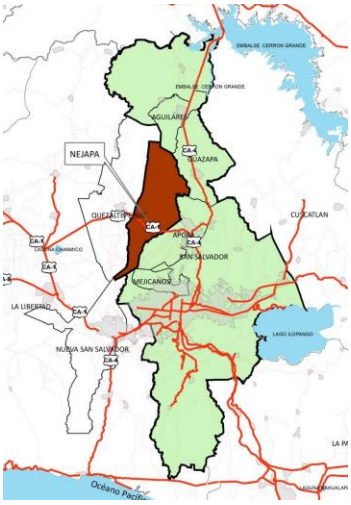
N	Factores	Peso	Alternativas de Macrolocalización					
			Nejapa		Apopa		Quezaltepeque	
			C	CP	C	CP	C	CP
1	Mercado consumidor	30%	5	1.5	3	0.9	3	0.9
2	Mercado abastecedor	30%	5	1.5	3	0.9	3	0.9
3	Disponibilidad de costos d energía eléctrica	15%	1	0.15	1	0.15	3	0.45
4	Cercanía del cuerpo receptor	15%	5	0.75	3	0.45	3	0.45
5	Seguridad	10%	5	0.75	3	0.3	3	0.3
		100%	**4.65**		**2.7**		**3.0**	

Fuente: Elaboración propia

3.4 Macrolocalización establecida

A partir de la evaluación por puntos realizada se determinó que el municipio de: NEJAPA obtuvo mayor calificación con 4.65 puntos. Por lo tanto, es el que lugar que reúne las mejores condiciones para establecer la macrolocalización de la planta y lugar actual de ubicación de esta, quedando como segunda opción el municipio de Quezaltepeque.

Ilustración 91 Macrolocalización óptima de la planta



Fuente: https://alcaldianejapa.gob.sv/

4. MICROLOCALIZACIÓN

Dentro de la microlocalización, se evaluará la ubicación especifica de la planta, para lo cual, se utilizará el terreno actual de la contraparte, y dos alternativas más.

4.1 Identificación de alternativas de microlocalización

Las tres alternativas presentadas, se encuentran dentro de la macrozona localizada en el municipio de Nejapa; estas son:

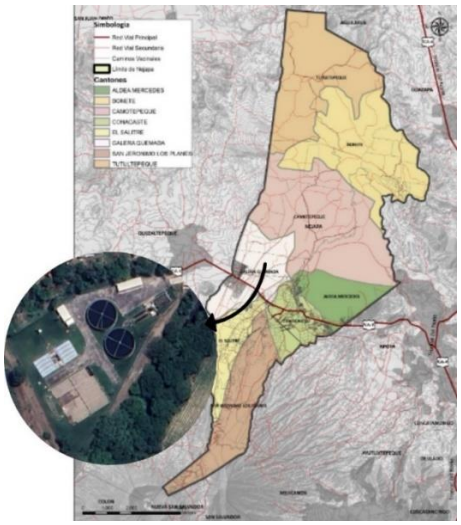
Tabla 158 . Ubicaciones Microlocalización

Ubicaciones		
A	**B**	**C**
Área semi-rural al norte del municipio, en Caserío el Juquillo, Calle a Mapilapa, cantón Camotepeque, Municipio de Nejapa. **Coordenadas: 13°49'28,19'' Norte. 89° 13' 41,51'' Oeste.**	Terreno Nejapa, cerca Km 25 Troncal del Norte Coordenadas: 13°53'26.7"N 89°11'47.0"W	Hacienda Mapilapa, Nejapa Coordenadas: 13°41'24.0"N 89°11'24.0"W

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las alternativas antes propuestas:

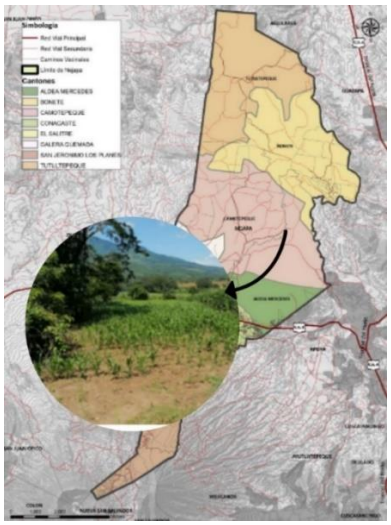
Tabla 159 Microlocalización. Alternativa A

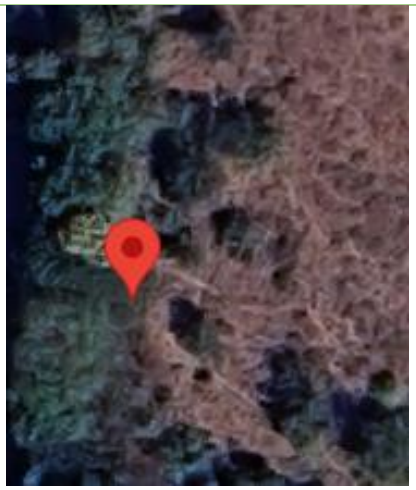
<table>
<tr><th colspan="3">Alternativa A</th></tr>
<tr><td colspan="3">  </td></tr>
<tr><td>Macrolocalización</td><td>Nejapa</td><td>Ubicación satelital</td></tr>
<tr><td>Microlocalización</td><td>Área semi-rural al norte del municipio, en Caserío el Juquillo, Calle a Mapilapa, cantón Camotepeque, Municipio de Nejapa.

Coordenadas: 13°49’28,19’’ Norte. 89° 13’ 41,51’’ Oeste.</td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td>Área de terreno disponible</td><td>20.666,32 m2</td></tr>
<tr><td>Servicios disponibles en la zona:</td><td>Posee servicio de electricidad, agua potable, conexión de alcantarillado de los hogares del municipio.</td><td rowspan="2">Fotografía del terreno</td></tr>
<tr><td>Precio</td><td>$0.00</td></tr>
<tr><td>Otras características</td><td>Se encuentra delimitada por zonas para cultivos de caña y respecto a la localización geográfica se referencian los siguientes colindantes:
-Terreno Las Mariona (Norte).
- Rio San Antonio (Este).
-Lotificación Macance (Sur). -Caserío (Oeste)</td><td>  </td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia

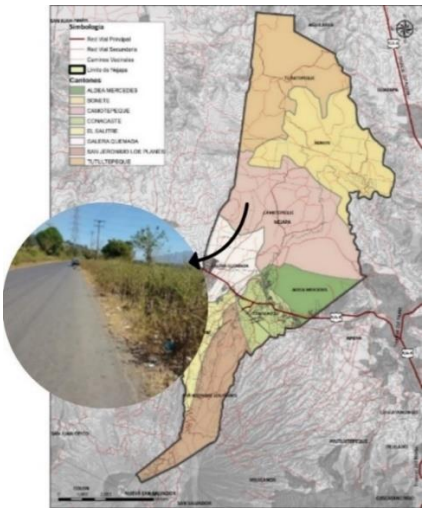
Tabla 160 Microlocalización. Alternativa B

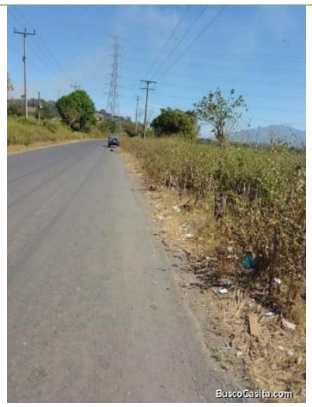
<table>
<tr><th colspan="3">Alternativa B</th></tr>
<tr><td colspan="3">  </td></tr>
<tr><td>Macrolocalización</td><td>Nejapa</td><td>Ubicación satelital</td></tr>
<tr><td>Microlocalización</td><td>Terreno Nejapa, cerca Km 25 Troncal del Norte

Coordenadas: 13°53'26.7"N 89°11'47.0"W</td><td rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>Área de terreno disponible</td><td>14.000,00 m2</td></tr>
<tr><td>Servicios disponibles en la zona:</td><td>No posee servicio de electricidad, agua potable, conexión de alcantarillado de los hogares del municipio.</td></tr>
<tr><td>Precio</td><td>$36,000.00</td><td>Fotografía del terreno</td></tr>
<tr><td>Otras características</td><td>Terreno plano vocación agrícola</td><td>  </td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 161 Microlocalización. Alternativa C

<table>
<tr><th colspan="3">Alternativa C</th></tr>
<tr><td colspan="3">  </td></tr>
<tr><td>Macrolocalización</td><td>Nejapa</td><td>Ubicación satelital</td></tr>
<tr><td>Microlocalización</td><td>Hacienda Mapilapa, Nejapa

Coordenadas: 13°41'24.0"N 89°11'24.0"W</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>Área de terreno disponible</td><td>18.000,00 m2</td></tr>
<tr><td>Servicios disponibles en la zona:</td><td>No posee servicio de electricidad, agua potable, conexión de alcantarillado de los hogares del municipio.</td></tr>
<tr><td>Precio</td><td>$308,571.42</td><td>Fotografía del terreno</td></tr>
<tr><td>Otras características</td><td>Gran extensión de terreno ubicado en zona de bodegas de Nejapa, oportunidad para construir planta de producción, bodegas o el proyecto que requieras</td><td> 
</td></tr>
</table>

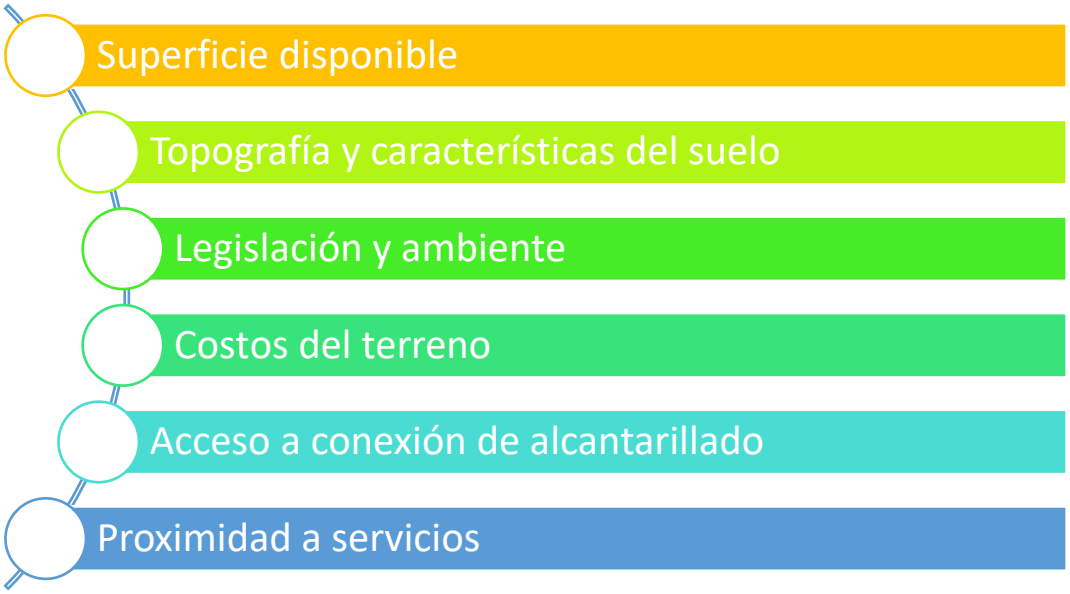
Fuente: Elaboración propia

4.2 Factores considerados

A continuación, se presenta una serie de factores de mayor incidencia en la microlocalización de la planta, con la finalidad de evaluar la mejor ubicación de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

Los factores que se considerarán para determinar la ubicación exacta de la planta son:

Ilustración 92 Factores para la Microlocalización



Fuente: Elaboración propia

a) Superficie disponible.

En este factor se consideran las dimensiones y superficie para la planta. Es preciso señalar que, para este factor, se considerará el área estimada que la contraparte desea para la implementación del proyecto que son 20,000 m2. Por lo tanto, el terreno más adecuado será el que se ajuste al área establecida. Las áreas disponibles en cada una de las alternativas son:

Tabla 162 Alternativas de superficie disponible

Alternativa	Superficie disponible
A	20.666,32 m2
B	14.000,00 m2
C	18.000,00 m2

Fuente: Elaboración propia

b) Topografía y características del suelo.

Para establecer la ubicación de la planta, el terreno debe cumplir con características específicas, con la finalidad de facilitar la construcción de las instalaciones y la adecuación de los espacios. En ese sentido, dentro de este factor se considerará principalmente la forma y desniveles del terreno, pero debido a su forma actual, pueden requerir mayores inversiones, e incluso costos en terracería. A continuación, se presentan las características de las alternativas con base en este factor:

Tabla 163 Topografía y características del suelo

Alternativa	Topografía y características del suelo
A	Terreno totalmente plano. Posee modificaciones en su forma, tiene forma irregular.
B	Terreno con irregularidades, acondicionado para cultivos. Forma rectangular y sin modificaciones en su forma
C	Terreno con irregularidades. No posee modificaciones en su forma, tiene forma irregular.

Fuente: Elaboración propia

c) Legislación y ambiente

Desde la perspectiva ambiental es de suma importancia considerar que, por la naturaleza del proyecto, la planta debe estar ubicada cerca de un cuerpo receptor, es decir que debe existir un medio cerca donde se pueda liberar el agua previamente tratada. Así como también a reducir la contaminación ambiental por la generación de biogás, el cual tiene como fin ser transformado en energía eléctrica.

Debe ser necesario que la localización seleccionada tenga permios para poder realizar el tratamiento de aguas residuales y el manejo de lodos, así como también el factor primordial a cumplir debe estar legamente enfocado en cumplir con los requerimientos necesarios para la generación y proporcionar a la red eléctrica local la energía electica generada por medio del biogás.

Tabla 164 Legislación y ambiente

Alternativa	Legislación	Ambiente
A	Existe la necesitade de tramitar permisos para conectar a la red eléctrica el suministro de energía. Posee permisos para el tratamiento de aguas residuales y el manejo de los lodos.	Posee cerca el cuerpo Receptor del río San Antonio
B	Existe la necesitade de tramitar permisos para conectar a la red eléctrica el suministro de energía. Necesitad de tramitar permisos para el tratamiento de aguas residuales y el manejo de los lodos.	No posee acceso cercano a un cuerpo receptor del agua previamente tratada.
C	Existe la necesitade de tramitar permisos para conectar a la red eléctrica el suministro de energía. Necesitad de tramitar permisos para el tratamiento de aguas residuales y el manejo de los lodos.	No posee acceso cercano a un cuerpo receptor del agua previamente tratada.

Fuente: Elaboración propia

d) Costos del terreno.

Este factor es importante puesto que, se busca que la inversión en el inmueble sea baja con la finalidad de invertir posteriormente en otros aspectos de interés para el establecimiento de la planta. En la siguiente tabla se muestran los costos estimados de cada alternativa:

Tabla 165 Costos de terreno

Alternativa	Costos del terreno
A	$0.00 no tiene costo ya que el terreno fue donado
B	$36,000.00
C	$308,571.42

Fuente: Elaboración propia

e) Conexión de alcantarillado.

Este factor se considerará dado que es necesario que la planta se establezca en una ubicación donde se proporcione fácil acceso al mercado proveedor, por esta razón, es de suma importancia evaluar que exista dentro de las tres alternativas de microlocalización al acceso de las aguas negras y grises.

Tabla 166 Acceso a conexión de alcantarillado

Alternativa	Acceso a conexión de alcantarillado
A	Si cuenta con el acceso al alcantarillado
B	No cuenta con el acceso al alcantarillado
C	No cuenta con el acceso al alcantarillado

Fuente: Elaboración propia

f) Proximidad a servicios

En este factor es importante considerarlo debido a que la planta demandará principalmente el servicio de energía eléctrica para el funcionamiento de los aireadores y equipo de bombeo, en ese sentido, es necesario que el terreno donde se ubique disponga con una red eléctrica cercana.

Tabla 167 Proximidad a servicios

Alternativa	Acceso a conexión de alcantarillado
A	Próximo a servicio de energía eléctrica y servicio de agua potable.
B	No se encuentra próximo a servicio de energía eléctrica ni potable.
C	No se encuentra próximo a servicio de energía eléctrica ni potable.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Proceso de selección o evaluación de microlocalización

Con la finalidad de elegir la mejor opción de las tres alternativas de microlocalización, se utilizará la técnica de factores ponderados, por esta razón, se considera un peso para cada uno de los factores con su respectiva justificación, para posteriormente definir la escala de calificación.

Tabla 168 Factores con su respectivo peso

Factor	Peso	Justificación
Superficie disponible	20%	Este factor tiene el peso más alto, ya que el terreno debe ajustarse a las dimensiones necesarias para establecer la planta con el número de estanques requeridos para el proyecto.
Topografía y características del suelo	15%	Este factor tiene un peso medio ya que se deben cumplir con características en el suelo que faciliten la construcción de las áreas necesaria.
Legislación y ambiente	15%	Al igual que el factor anterior, este posee un peso medio, puesto que es necesario considerar los permisos ambientales para realizar las actividades.
Costos del terreno	20%	Este factor posee un peso alto debido a que se busca reducir los costos de inversión del inmueble.
Acceso a conexión de alcantarillado	20%	Factor con peso alto ya que de esto depende que la materia prima llegue a la planta y de puedan realizar los procesos necesarios.
Proximidad a servicios	10%	Es necesario que la planta cuente siempre con el servicio de la energía eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria.
Total	100%	

Fuente: Elaboración propia

Escalas de calificación

Con el propósito que la evaluación sea objetiva y en aras de elegir la mejor ubicación específica para la planta, se fijará una escala de calificación con las respectivas especificaciones para cada uno de los factores anteriores.

i. Superficie disponible

Para calificar este factor, se han tomado los metros cuadrados de terreno disponibles de cada una de las alternativas, ponderando con la menor calificación la alternativa que sea menos se ajuste a las dimensiones establecidas y la mayor calificación a la que sea igual o parecida a la establecida.

Tabla 169 Escala de calificación de superficie disponible

Calificación	Especificaciones
1	Menor a 10 mil metros cuadrados
3	Entre 10 mil y 20 mil metros cuadrados
5	Mayor a 20 mil metros cuadrados

Fuente: Elaboración propia

ii. Topografía y características del suelo

La calificación de este factor se realizará de acuerdo con la forma del terreno de las tres alternativas, por ende, se asignará la calificación más alta al tipo de terreno que presente los niveles de terreno de acuerdo con los requerimientos de la planta, y la menor calificación a la especificación que menor costos de adaptación y forma irregular posea.

Tabla 170 Escala de calificación de Topografía y características del suelo

Calificación	Especificaciones
1	Terreno sin desnivel y sin transformación.
3	Terreno con desniveles, pero de forma irregular.
5	Terreno con desniveles, pero con forma rectangular.

Fuente: Elaboración propia

iii. Legislación y ambiente

Para este factor se han considerado dos criterios de evaluación uno para la legislación solo con dos opciones ya que el terreno únicamente puede necesitar permiso para operar o ya tenerlo. En cuanto al factor ambiente, también se consideran dos criterios de evaluación que si existe un cuerpo receptor o no, para liberar el agua tratada previamente.

Tabla 171 Escala de calificación Legal y Ambiental

Calificación	Legal	Ambiental
1	No posee servicio ambiental	No posee cuerpo receptor
5	Posee servicio ambiental	Posee cuerpo receptor

Fuente: Elaboración propia

iv. Costo del terreno

La calificación para el costo del terreno se asignará conforme el costo del inmueble, puesto que se otorgará la calificación más alta al terreno el costo más bajo y la calificación más baja al que tenga el costo más alto.

Tabla 172 . Escala de calificación costo del terreno

Calificación	Especificaciones
1	Costo mayor a $50 mil.
3	Costo entre $25 mil y $50 mil.
5	Costo ente $0 y $25 mil

Fuente: Elaboración propia

v. Acceso a conexión de alcantarillado

Para este factor se han considerado dos opciones ya que el terreno únicamente puede tener conexión de alcantarillado o no tenerlo, esto con el objetivo de obtener la materia prima.

Tabla 173 Escala de calificación de Acceso a conexión de alcantarillado

Calificación	Acceso a conexión de alcantarillado
1	No posee conexión de alcantarillado
5	Posee conexión de alcantarillado

Fuente: Elaboración propia

vi. Proximidad a servicios

Para calificar este factor se asignará la mayor calificación al terreno que posea la proximidad más cercana a los servicios, y se otorgará la menor calificación a la proximidad más lejana de los servicios de energía eléctrica y agua potable, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 174 Escala de calificaciones de Servicios

Calificación	Especificaciones
1	No se encuentra próximo a ningún servicio
3	Proximidad a un servicio
5	Proximidad a ambos servicios

Fuente: Elaboración propia

a. Tabla de calificaciones

Tabla 175 Tabla de calificaciones Microlocalización

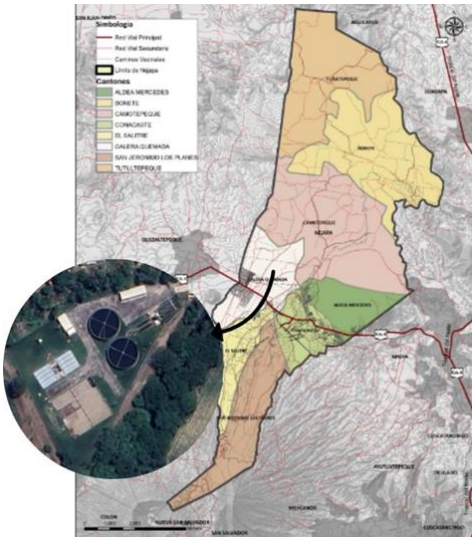
N	Factores	Peso	Alternativas de Macrolocalización					
			A		B		C	
			C	CP	C	CP	C	CP
1	Superficie disponible	20%	5	1	3	0.6	3	0.6
2	Topografía y características del suelo	15%	3	0.45	5	0.75	5	0.75
3	Legislación y ambiente	15%	5	0.75	1	0.15	1	0.15
4	Costos del terreno	20%	5	1	3	0.6	1	0.20
5	Acceso a conexión de alcantarillado	20%	5	1	1	0.2	1	0.20
6	Proximidad a servicios	10%	5	0.5	1	0.10	1	0.10
		100%	**4.70**		**2.4**		**2.0**	

Fuente: Elaboración propia

4.4 Microlocalización establecida

Conforme a la evaluación por puntos realizada, se determinó que la **ALTERNATIVA A** ubicada en Área semirrural al norte del municipio, en Caserío el Juquillo, Calle a Mapilapa, cantón Camotepeque, Municipio de Nejapa. Obtuvo la mayor calificación con 4.70 puntos y es la que mejor cumple con los requerimientos establecidos para establecer la microlocalización de la planta, quedando como segunda opción la alternativa B en el Terreno Nejapa, cerca Km 25 Troncal del Norte. Coordenadas: 13°53'26.7"N 89°11'47.0"W

Ilustración 93 Macrolocalización establecida



Fuente: Mapa tomado del Plan Operativo Nejapa - https://share.google/L1V7YpYi2bJog8kOP

D. INGENIERÍA DEL PROYECTO

1. METODOLOGÍA

Ilustración 94 Metodología de la ingeniería del proyecto



Fuente: Elaboración propia

2. DISEÑO TECNICO DEL PRODUCTO

El tratamiento de aguas residuales es proceso industrializado, el cual se lleva a cabo en diferentes operaciones las cuales deben garantizar la reducción de la carga contaminante.

Las especificaciones respecto la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección son establecidas en el decreto 50, Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección, previa la autorización ambiental del MARN.

Las especificaciones técnicas para determinar los lineamientos o directrices para el establecimiento de las normas técnicas de calidad ambiental en los medios receptores, y los mecanismos de aplicación de dichas normas, relativo a la protección de la atmósfera, el agua, el suelo y la bio-diversidad se encuentran en el Reglamento especial de normas técnicas.

Para que las aguas residuales después de tratadas puedan se descargadas en el cuerpo receptor debe cumplir con los parámetros que se detalla a continuación:

Tabla 176 Parámetros que debe cumplir el agua tratada antes liberarse al cuerpo receptor

Parámetro	Unidades	Valor máximo permisible
Aceites y grasas	mg/l	150
Aluminio (Al)	mg/l	10
Arsénico (As)	mg/l	1.0
Boro (B)	mg/l	3
Cadmio (Cd)	mg/l	1
Cianuro Total (CN)	mg/l	1
Cinc (Zn)	mg/l	5
Cobalto (Co)	mg/l	0.5
Cobre (Cu)	mg/l	3
Color real*		
Compuestos fenólicos	mg/l	5
Cromo hexavalente (Cr^{+6})	mg/l	0.5
Cromo total	mg/l	3
DBO_5	mg/l	400
Detergentes (SAAM)	mg/l	5
DQO	mg/l	1000
Floruros (F)	mg/l	6

Fósforo total (P)	mg/l	45
Herbicidas totales	mg/l	0.1
Hidrocarburos	mg/l	20
Hierro total (Fe)	mg/l	20
Manganeso total (Mn)	mg/l	4
Materiales flotantes	mg/l	Ausentes
Mercurio (Hg)	mg/l	0.02
Molibdeno (Mo)	mg/l	4
Níquel (Ni)	mg/l	4
Nitrógeno (N)	mg/l	100
Organoclorados	mg/l	0.05
Órgano fosforados y Carbamatos	mg/l	0.25
PH	mg/l	5.5 – 9.0
Plata (Ag)	mg/l	3
Plomo (Pb)	mg/l	1.0
Selenio (Se)	mg/l	0.15
Solidos sediméntales	mg/l	20
Solidos suspendidos totales	mg/l	450
Sulfatos $(SO_4)^2$	mg/l	2000
Sustancias radioactivas	-	Ausente
Temperatura	˚C	20-35
Vanadio (Vl)	mg/l	5

Fuente: Decreto 50, Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección

* El efluente líquido no deberá introducir coloración visible diferente al de la descarga doméstica.

2.1 Clasificación de los productos

En la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Nejapa se cuenta con el servicio de tratamiento de aguas residuales, así como también la generación de lodos que pueden ser utilizados como abono. Se implementará el servicio de generación de energía eléctrica así contribuyendo a mejorar la calidad de este.

a) **Generación de energía eléctrica por medio de biogás.**

Utilizando el biogás que se genera con el tratamiento del agua residual, se utilizará para transformarlo en energía limpia. La medición de la calidad del biogás fue del 74% de metano, lo cual es un porcentaje que es óptimo para poder generar energía eléctrica.

Tabla 177 Descripción del producto - Generación de energía eléctrica a base de biogás

Descripción del producto/servicio	
Nombre	Generación de energía eléctrica por medio de biogás.
Descripción	Mezcla gaseosa formada principalmente por metano y dióxido de carbono, y pequeñas porciones de otros gases, como H2S, H2, NH3, entre otros.
Producción de biogás	1105.23 m^3/d

Fuente: Elaboración propia

b) **Tratamiento de aguas residuales.**

La planta está diseñada principalmente para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de los hogares del Municipio de Nejapa. Logrando disminuir el impacto en el ambiente y los agentes contaminantes al momento de realizar las descargas de agua tratada en el cuerpo receptor, río San Antonio.

Tabla 178 Descripción del servicio - Tratamiento de aguas residuales

Descripción del producto/servicio	
Nombre	Tratamiento de aguas residuales
Descripción	La planta de tratamiento de aguas residuales de Nejapa está diseñada para tratar las aguas generadas en dicha población, tanto las urbanas como las aguas industriales, según las previsiones consideradas en el Estudio de caudales realizado, para el año horizonte 2039, y las cargas asumidas de diseño.
Caudal medio diario	4177 m^3/d

Fuente: Elaboración propia

c) **Generación de abonos**

En diferentes etapas del tratamiento de aguas residuales se generan lodos, que son enviados a los patios de secado. Después de secos se realiza su recolección en sacos y estos son comercializados con los agricultores locales para ser utilizados como abono.

Tabla 179. Descripción de servicio - Generación de abono

Descripción del producto/servicio	
Nombre	Generación de abono
Descripción	Durante el proceso de tratamiento de aguas residuales se realiza la extracción de lodos, los cuales son enviado a los patios de secado.
Producción total de lodos	262,753.03 $Kg/año$

Fuente: Elaboración propia

2.2 Fichas técnicas de los servicios

Se presenta las fichas técnicas de los productos/servicios que presentaran en la planta de tratamiento de aguas residuales, enfocado en aquellos aspectos principales de casa uno.

Tabla 180 Ficha técnica. Generación de energía eléctrica a base de biogás

FICHA TECNICA DEL PRODUCTO	
Nombre de la Empresa	Planta de tratamiento de Aguas Residuales
Dirección	Caserío el Juquillo, Calle a Mapilapa, Municipio de Nejapa, San Salvador
Contacto	Ing. Francisco Amaya
DESCRIPCION DEL PRODUCTO/SERVICIO	
Nombre del producto/servicio	Generación de energía eléctrica por medio de biogás
Usuarios	Habitantes del municipio de Nejapa
Proceso	- Pre tratamiento - Tratamiento primario - Tratamiento secundario - Transformación de biogás a energía eléctrica

Calidad que debe tener la energía eléctrica suministrada	**Nivel de tensión:** $\pm 7\%\ de\ la\ tensión\ nominal$ **Indicador global de la Frecuencia equivalente por rango de tensión:** 5% máximo El índice de severidad del parpadeo **(flicker**) de la luz de corta duración debe ser PST ≤ 1.0 Valor mínimo del **Factor de Potencia**: 0.9 (Para usuarios con potencias superiores a 10 kW)
Producción	8,130.07 kWh/d
Tiempo de generación	24 horas, tiempo que trabaja la planta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 181 Ficha técnica. Tratamiento de aguas residuales

FICHA TECNICA DEL PRODUCTO	
Nombre de la Empresa	Planta de tratamiento de Aguas Residuales
Dirección	Caserío el Juquillo, Calle a Mapilapa, Municipio de Nejapa, San Salvador
Contacto	Ing. Francisco Amaya
DESCRIPCION DEL PRODUCTO/SERVICIO	
Nombre del producto/servicio	Tratamiento de aguas residuales
Usuarios	Habitantes del municipio de Nejapa
Proceso	- Pretratamiento. - Tratamiento primario - Tratamiento secundario - Desinfección del efluente
Valores máximos de parámetros de aguas residuales de tipo ordinario, para descargar a un cuerpo receptor.	Demanda Química de Oxigeno: 150 mg/l Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días a 20 ºC: 60 mg/l Solidos sediméntales: 1 ml/l

	Solido suspendidos totales: 60 mg/l Aceites y grasas: 20 mg/l PH: 5.5 – 9.0 Temperatura: 20 – 35 ºC Materiales flotantes: Ausentes
Caudal diario promedio que se descarga al cuerpo receptor	4,177.00 m^3/d
Tiempo de tratamiento	24 horas, tiempo que trabaja la planta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 182 Ficha técnica. Generación de lodos (abono)

FICHA TECNICA DEL PRODUCTO	
Nombre de la Empresa	Planta de tratamiento de Aguas Residuales
Dirección	Caserío el Juquillo, Calle a Mapilapa, Municipio de Nejapa, San Salvador
Contacto	Ing. Francisco Amaya
DESCRIPCION DEL PRODUCTO/SERVICIO	
Nombre del producto/servicio	Generación de lodos (abono)
Usuarios	Habitantes del municipio de Nejapa
Proceso	- Pretratamiento. - Tratamiento primario - Tratamiento secundario - Patio de secado
Características del abono	Coliformes fecales: <1,000 NMP/g (Numero Más Probable por gramo). Salmonella sp: < 3 NMP/g en base seca. Huevos de Helmintos y Vermiformes viables (Ova Helmíntica y vermiformes): < 3 huevo de helminto/g en base seca. Humedad: <=80% PH: 6 - 9
Volumen de lodos generados	1.80 m^3/d
Tiempo de tratamiento	Aproximadamente 2 meses para que se encuentre activos.

Fuente: Elaboración propia

3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA MATERIA PRIMA

3.1 Generalidades

En el presente apartado se abordarán las especificaciones técnicas de la materia prima involucrada para los diferentes procesos de los servicios/productos de la Planta de tratamiento de aguas residuales, siendo el agua residual su materia prima principal, ya que es la base de los diferentes procesos.

3.2 Fichas técnicas de materia prima

Tabla 183 Especificaciones técnicas del agua residual

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL AGUA RESIDUAL	
Nombre del producto/servicio	Agua residual
Descripción	Agua residual proveniente de los hogares, negocios y empresas pertenecientes al Municipio de Nejapa
Proceso	- Pretratamiento. - Tratamiento primario - Tratamiento secundario - Desinfección del efluente
Características del agua residual	Solidos totales inferior a 100 mg/1 Solidos en suspensión inferior a 500 mg/1 pH: > 5.0 y < 9.0 Temperatura: entre 5 ºC y 35 ºC
Caudal diario promedio que ingresa a la planta	3,420.70 cm^3
Tiempo de tratamiento	24 horas, tiempo que trabaja la planta.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 184 Especificaciones técnicas del biogás

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL BIOGAS	
Nombre del producto/servicio	Biogás
Descripción	Biogás proveniente de gases generados por el tratamiento de aguas residuales
Proceso	- Pasar el agua residual por el cribado de gruesos y de finos. - Desarenar el agua residual

	- Decantación primaria en la RAFA
Características del biogás	Metano (CH4): 74% Vol Dióxido de carbono (CO2): 1% Vol Ácido sulfúrico (H2S): 126 ppm Monóxido de carbono (CO): 36 ppm
Producción de biogás	1,105.23 m^3/d
Tiempo de tratamiento	24 horas, tiempo que trabaja la planta.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 185 Especificaciones técnicas de los lodos

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS LODOS	
Nombre del producto/servicio	Lodos
Descripción	Lodos provenientes de los sedimentos de las diferentes etapas del tratamiento de aguas residuales.
Proceso	- Pretratamiento. - Tratamiento primario - Tratamiento secundario - Patio de secado
Características del agua residual	Densidad aparente 0.71 – 1.02 (g cm^3) Humedad 71.55 – 79.5 (%) pH: 5.35 - 6.69 Materia orgánica: 44.16 – 83.00 (%)
Volumen disponible para secado	336.00 cm^3
Tiempo de tratamiento	12 horas, tiempo de luz solar disponible para secado.

Fuente: Elaboración propia

4. PROCESO PRODUCTIVO

4.1 Logística de aprovisionamiento

La materia prima que se utiliza y resulta en todos los procesos para llevar a cabo cada uno de los servicios que se presentaran en la planta es el agua residual.

El agua residual proviene de los hogares y negocios que pertenecen al Municipio de Nejapa, esta agua es transportada por el sistema de alcantarillados existente, es decir, que esta agua residual se transporta durante las 24 horas del día hacia la planta. Por lo que se puede decir que con respecto a la materia prima se tiene la necesaria para que la planta pueda trabajar y realizar sus procesos y no es necesario almacenarla ya que circula por todo el proceso de tratamiento.

4.2 Diagrama de bloques

a) Generación de energía eléctrica a base de biogás

Diagrama 15 . Diagrama de bloques de Generación de energía eléctrica a base de biogás



Fuente: Elaboración propia

Pretratamiento

- Llegada del agua residual al vertedero de demasías
- Realizar el filtrado con el cribado de gruesos y finos
- Desarenadores previstos de compuertas anteriores y posteriores a los canales para su aislamiento y posterior limpieza.
- A la salida de los canales desarenadores se ubicará una cámara de reparto hidráulico hacia las dos unidades de tratamiento primario

Tratamiento primario

- Transportar por la cámara de reparto
- Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente, cumplen la función de decantación primaria, reactor biológico y de digestión anaeróbica de los lodos a temperatura ambiente.
- Cámara de bombeo. El agua de salida de los reactores RAFA, que es canalizada por unos canales internos al muro central de cada reactor, se verterá al pozo de bombeo mediante unas tuberías que lo vehicularán dentro del bombeo para evitar turbulencias y entrada de aire a las bombas.

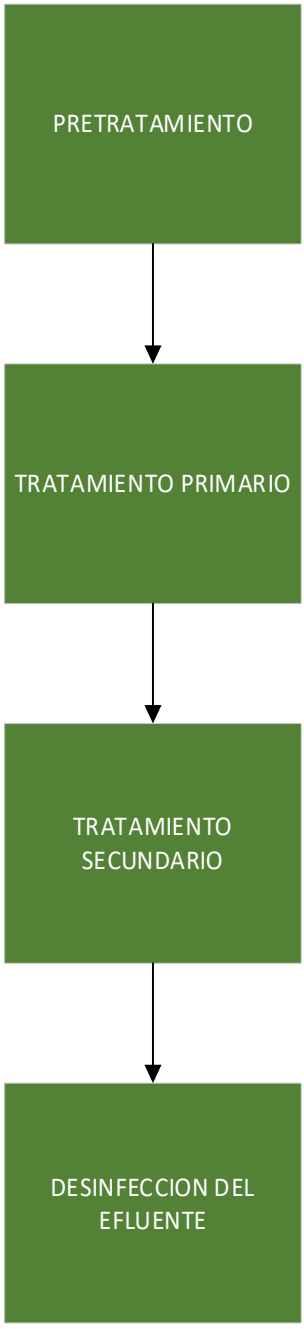
Transformación de biogás a energía eléctrica

- Verificación de la calidad del biogás. Se determina la calidad del biogás realizando mediciones con el Multitec 540.
- Filtrado de gases. El dióxido de carbono, el ácido sulfúrico y el monóxido de carbono son gases que reducen el poder calorífico del biogás, por lo cual se deben eliminar para el aprovechamiento del metano.
- Filtrado de reducción de condensación. Cuando el biogás se extrae de los biodigestores está saturado con humedad, con la eliminación del vapor de agua se protege a los componentes internos del motor de la corrosión y la obstrucción.
- Motor de condensación:
    - Proceso de admisión. La válvula de admisión permite el ingreso del gas a la cámara de combustión a una presión constante.

- Proceso de compresión. al finalizar el recorrido descendente del pistón, se cierra la válvula de admisión y la de escape permanece cerrada. El pistón comienza a ascender y el aire o la mezcla de aire y combustible encerrados en el cilindro se van comprimiendo al reducirse el volumen del cilindro a medida que asciende el pistón. Es un proceso isoentrópico en el que no existe intercambio de calor con el entorno.
- Proceso de expansión. a punto de llegar a su punto más alto y con el aire y el combustible comprimidos se realiza la inyección de la mezcla explosiva resultante empleando para ello una chispa eléctrica. Esta fuente de ignición provoca una explosión de la mezcla sometida a presión y se libera una energía que empuja el pistón hacia abajo. Es la fase en la que se produce el trabajo, de ahí que la fase de explosión se llame también fase de esfuerzo o de trabajo. Aquí se realizan casi simultáneamente dos de los procesos del ciclo Otto: la combustión (aporte de calor a volumen constante) y el trabajo, expansión isoentrópica o parte del ciclo que entrega trabajo.
- Proceso de escape. el pistón llega al punto inferior tras la combustión de la mezcla de aire y combustible y comienza su recorrido ascendente. La válvula de admisión permanece cerrada y se abre la válvula de escape para dejar salir los gases resultantes de la combustión empujados por el pistón en su recorrido ascendente.

b) Tratamiento de aguas residuales

Diagrama 16 Diagrama de bloques de Tratamiento de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia

Pretratamiento

- Llegada del agua residual al vertedero de demasías
- Realizar el filtrado con el cribado de gruesos y finos
- Desarenadores previstos de compuertas anteriores y posteriores a los canales para su aislamiento y posterior limpieza.
- A la salida de los canales desarenadores se ubicará una cámara de reparto hidráulico hacia las dos unidades de tratamiento primario

Tratamiento primario

- Transportar por la cámara de reparto
- Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente, cumplen la función de decantación primaria, reactor biológico y de digestión anaeróbica de los lodos a temperatura ambiente.
- Cámara de bombeo. El agua de salida de los reactores RAFA, que es canalizada por unos canales internos al muro central de cada reactor, se verterá al pozo de bombeo mediante unas tuberías que lo vehicularán dentro del bombeo para evitar turbulencias y entrada de aire a las bombas.

Tratamiento secundario

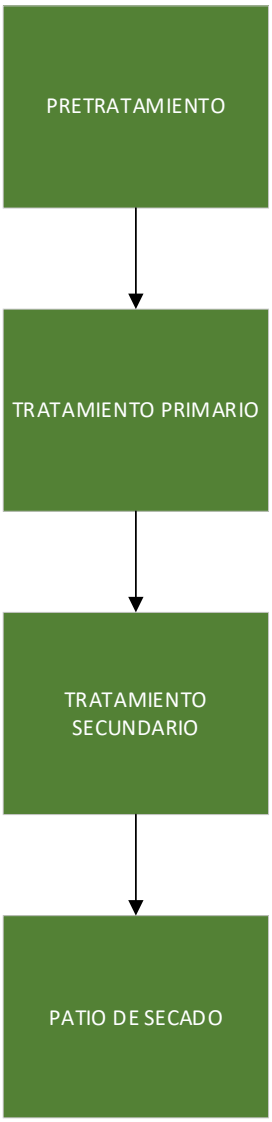
- Filtro precolador (lecho bacteriano), proceso aerobio en el que el agua residual, después de haber sido sometida a un tratamiento previo.
- Arqueta externa de reparto, en esta parte se recoge el agua del efluente depurada.
- Decantadores secundarios, el efluente de los filtros percoladores será distribuido uniformemente entre los decantadores posteriores en la cámara de recirculación a la entrada en éstos.

Desinfección del Efluente

- Canal de cloración. Por medio de las bombas de cloración se dosifica el hipoclorito sódico, diseñado para el tratamiento del caudal de la planta.
- Descarga a río San Antonio. El agua desinfectada se vierte en el río San Antonio.

c) Generación de abonos

Diagrama 17 Diagrama de bloques de Generación de abonos



Fuente: Elaboración propia

Pretratamiento

- Llegada del agua residual al vertedero de demasías
- Realizar el filtrado con el cribado de gruesos y finos
- Desarenadores previstos de compuertas anteriores y posteriores a los canales para su aislamiento y posterior limpieza.
- A la salida de los canales desarenadores se ubicará una cámara de reparto hidráulico hacia las dos unidades de tratamiento primario

Tratamiento primario

- Transportar por la cámara de reparto
- Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente, cumplen la función de decantación primaria, reactor biológico y de digestión anaeróbica de los lodos a temperatura ambiente.
- Cámara de bombeo. El agua de salida de los reactores RAFA, que es canalizada por unos canales internos al muro central de cada reactor, se verterá al pozo de bombeo mediante unas tuberías que lo vehicularán dentro del bombeo para evitar turbulencias y entrada de aire a las bombas.

Tratamiento secundario

- Filtro precolador (lecho bacteriano), proceso aerobio en el que el agua residual, después de haber sido sometida a un tratamiento previo.
- Arqueta externa de reparto, en esta parte se recoge el agua del efluente depurada.
- Decantadores secundarios, el efluente de los filtros percoladores será distribuido uniformemente entre los decantadores posteriores en la cámara de recirculación a la entrada en éstos.

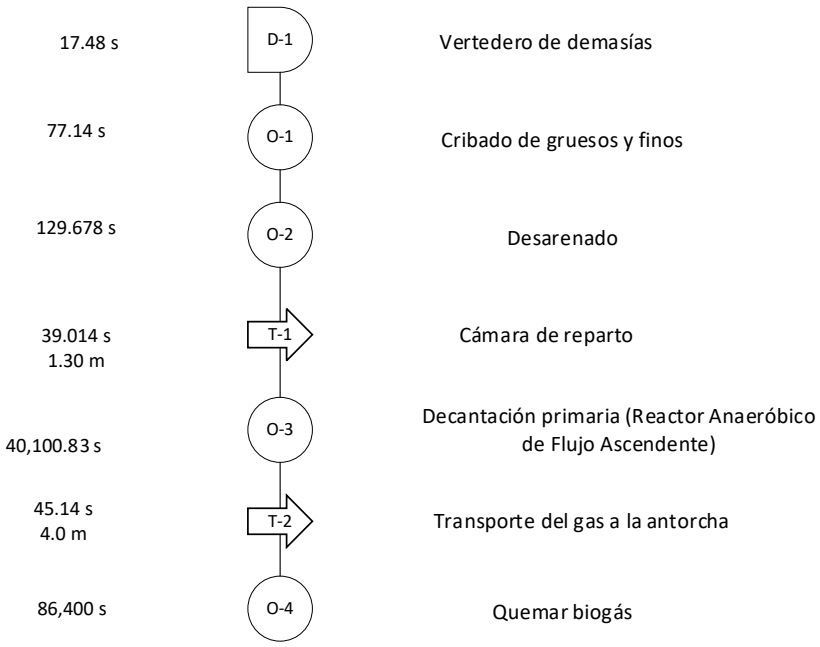
Patio de secado

- Tamizado de lodos. Realizar el tamizado para retirar el exceso de humedad del lodo.
- Secado de lodo. Extender los lodos después del tamizado en el patio de secado para realizar la mayor eliminación de humedad.
- Aplicar minerales e inspeccionar estabilidad de lodos. Aplicar los minerales a los lodos dejarlos reposar e inspeccionar verificando la estabilidad de los mismos.
- Juntar el abono en montículos. Realizar montículos de abonos para facilitar la recolección.
- Embolsar el abono. Utilizar sacos y palas para recolectar el abono que se encuentra en los montículos.
- Pesar saco de abono. Realizar el pesado en la báscula con un peso de 50Kg, con el objetivo que todo tengan el mismo peso.
- Amarrar saco de abono. Utilizar las pitas para amarrar los sacos.
- Transportar los sacos al almacén. Llevar los sacos hasta el lugar donde serán almacenados.
- Almacenar abono. Resguardar los sacos de abono a la espera de la venta.

4.3 Diagramas de flujo de proceso

Diagrama 18 Diagrama de flujo de proceso actual. Generación de biogás

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS		
Servicio: Generación de Biogás	Método: Actual	Plano: 1 de 1

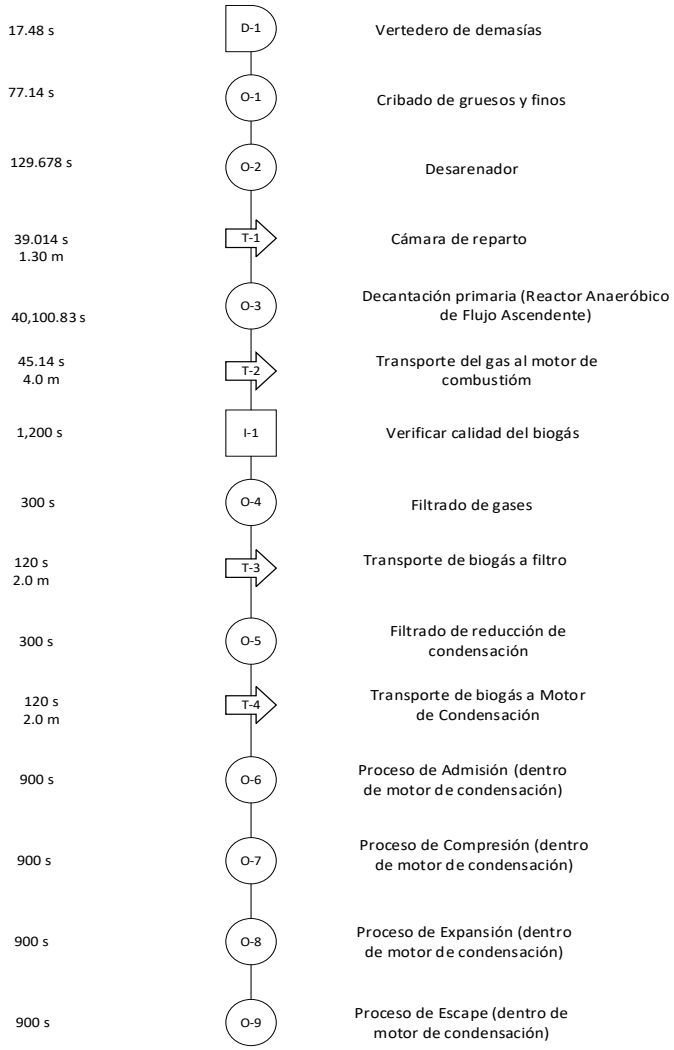


EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
	4	126,707.65	-
	2	84.15	5.3
	1	17.48	-
	0	-	-
	0	-	-
	0	-	-
TOTAL	7	126,809.28	5.3

Fuente: Elaboración propia

Diagrama 19 Diagrama de flujo de procesos propuesto. Generación de energía eléctrica

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS		
Servicio: Generación de Energía Eléctrica	Método: Propuesto	Plano: 1 de 1



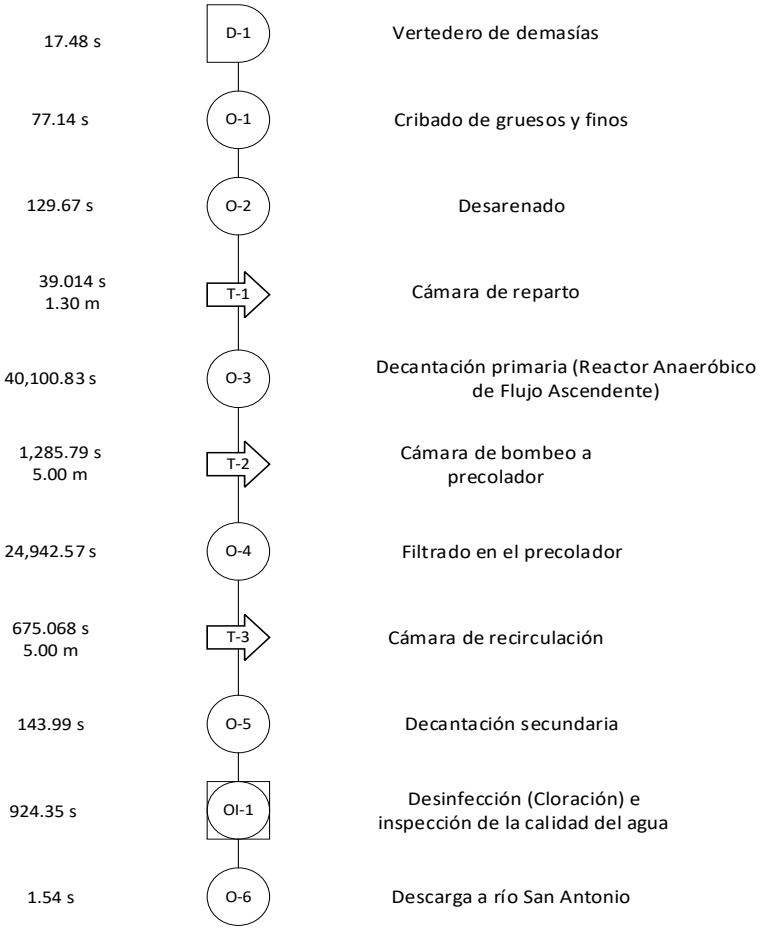
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
	9	44,507.65	-
	4	324.15	9.3
	1	17.48	-
	1	1,200	-
	0	-	-
	0	-	-
TOTAL	15	46,049.28	9.3

Fuente: Elaboración propia

Diagrama 20 Diagrama de flujo de proceso Tratamiento de aguas residuales

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Servicio: Tratamiento de Aguas Residuales | Método: Actual | Plano: 1 de 1



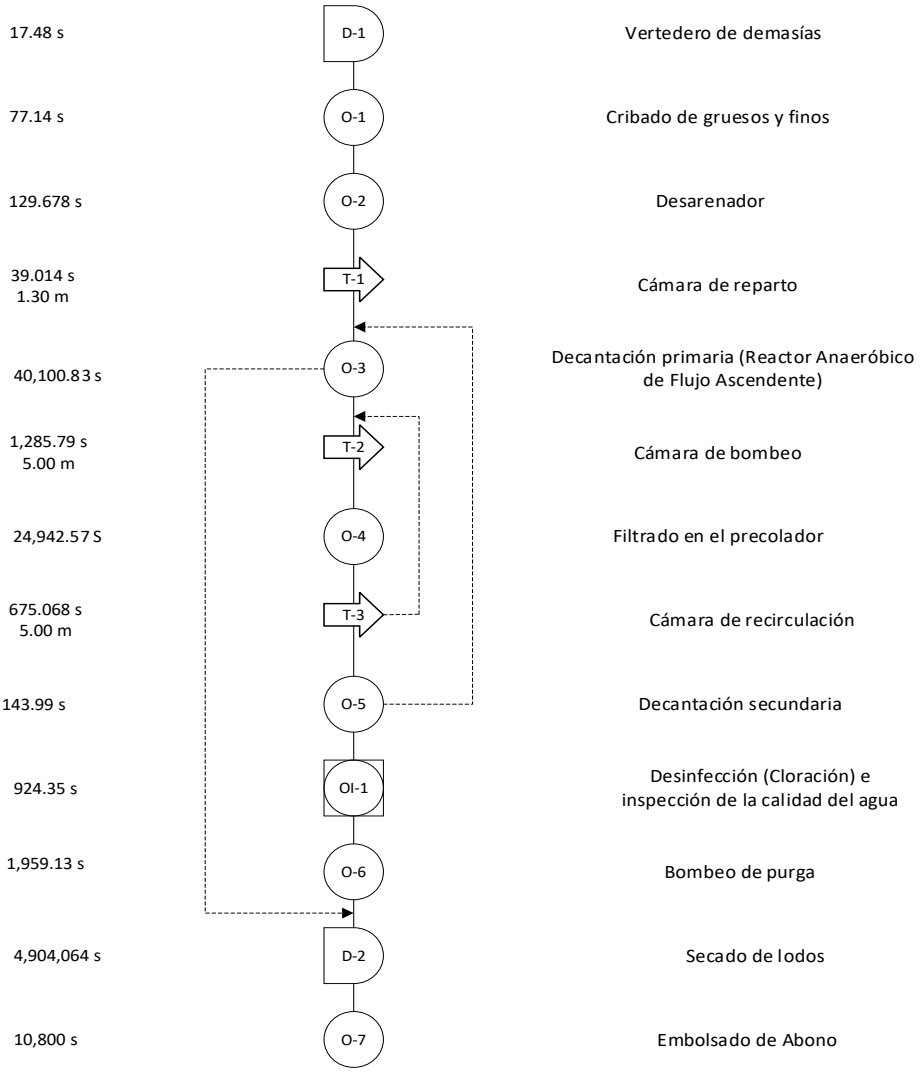
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
	6	65,395.74	-
	3	1,999.87	11.3
	1	17.8	-
	0	-	-
	0	-	-
	1	924.35	-
TOTAL	11	68,337.76	11.3

Fuente: Elaboración propia

Diagrama 21 Diagrama de flujo de proceso actual. Generación de abono

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

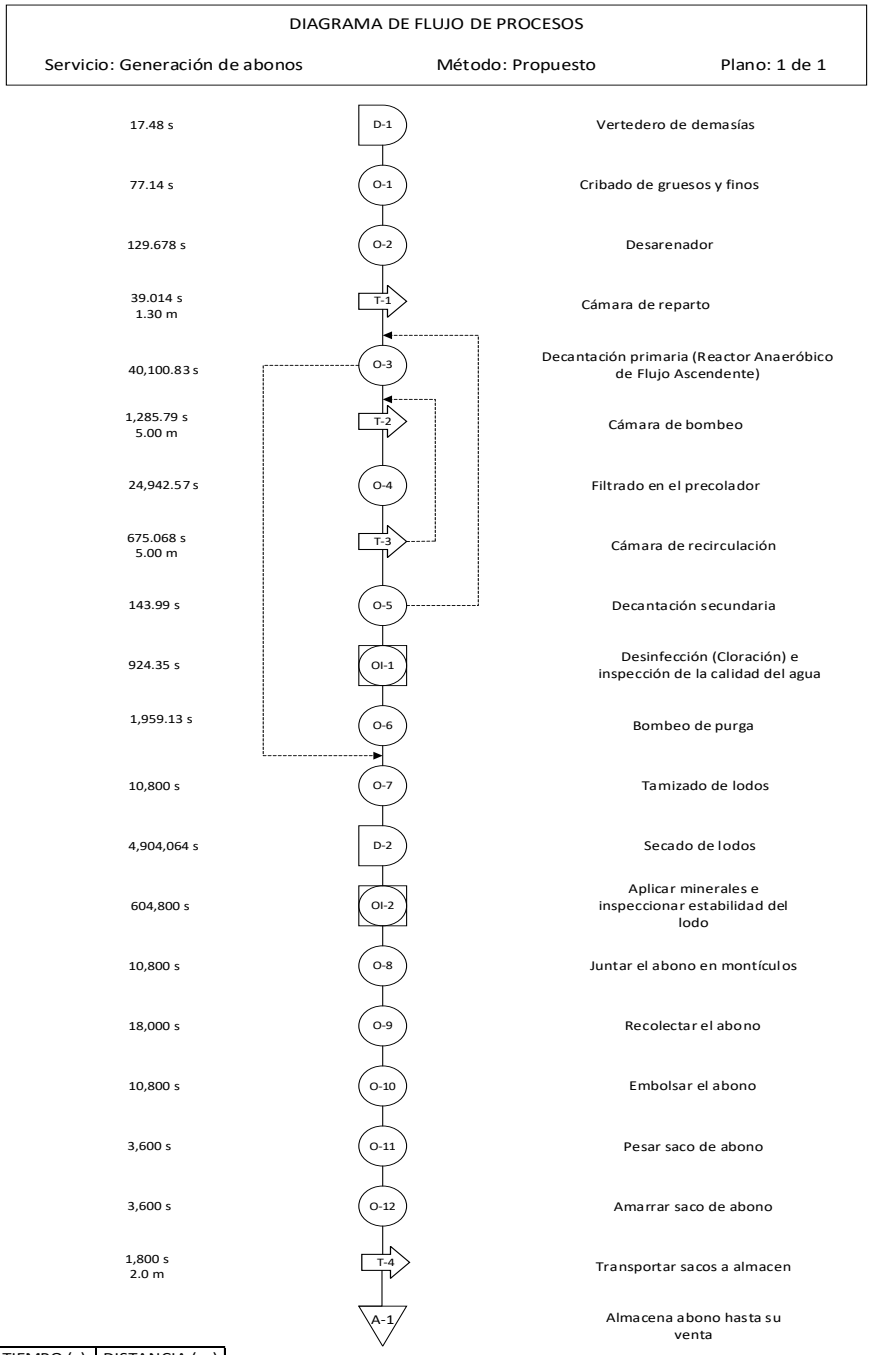
Servicio: Generación de abonos | Método: Actual | Plano: 1 de 1



EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
○	7	78,153.40	-
⇨	3	1,999.87	11.3
D	2	4,904,081.48	
□	0	-	-
▽	0	-	-
◎	1	924.35	-
TOTAL	13	4,985,159.10	11.3

Fuente: Elaboración propia

Diagrama 22 Diagrama de flujo de proceso propuesto. Generación de abono



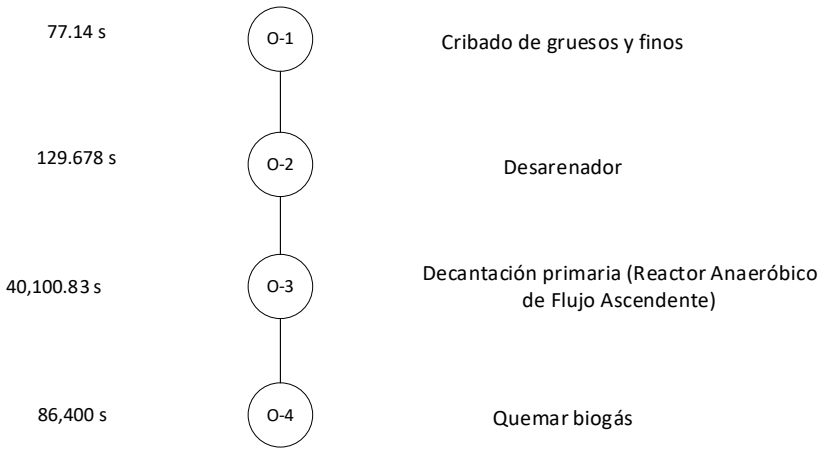
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
	12	124,953.34	-
	4	3,799.87	13.3
	2	4,904,081.48	-
	0	-	-
	1	-	-
	2	605,724.35	
TOTAL	21	5,638,559.04	13.3

Fuente: Elaboración propia

4.4 Cursogramas analíticos

Diagrama 23 Diagrama de flujo de operaciones actual. Generación de biogás

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES		
Servicio: Generación de Biogás	Método: Actual	Plano: 1 de 1



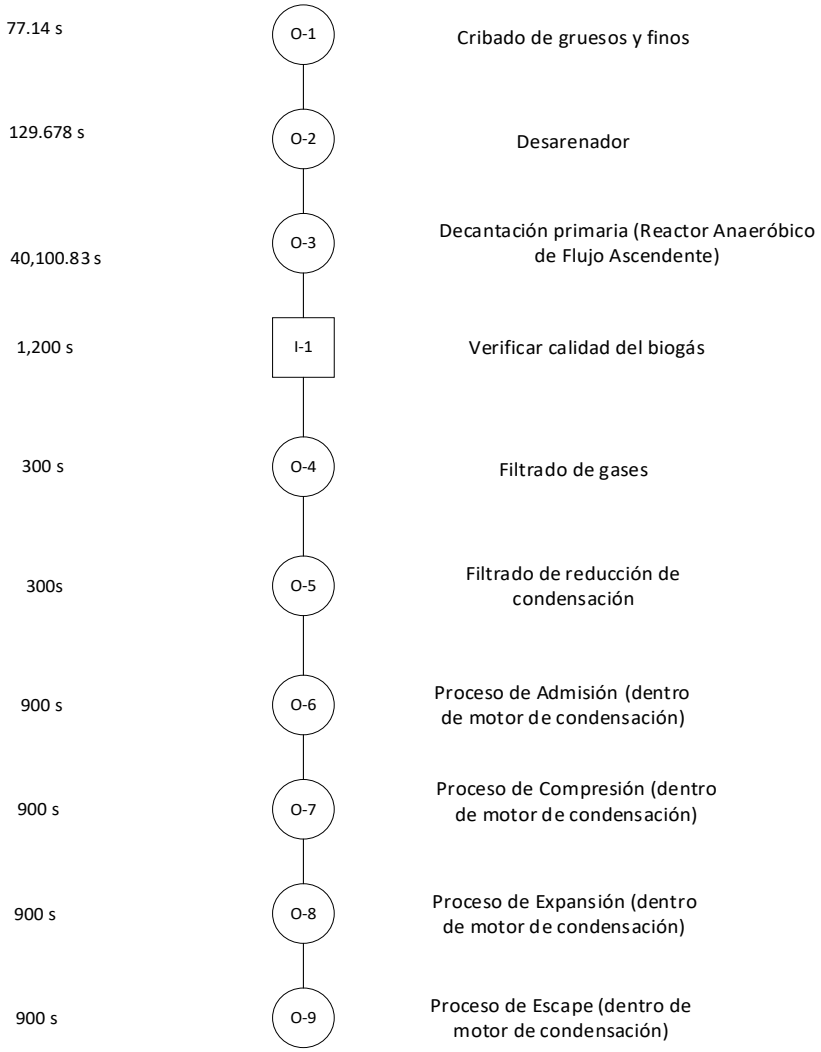
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
○	4	126,707.65	-
□	0	-	-
▽	0	-	-
◎	0	-	-
TOTAL	4	126,707.65	0

Fuente: Elaboración propia

Diagrama 24 Diagrama de flujo de operaciones propuesto. Generación de energía eléctrica

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES

Servicio: Generación de Energía Eléctrica | Método: Propuesto | Plano: 1 de 1

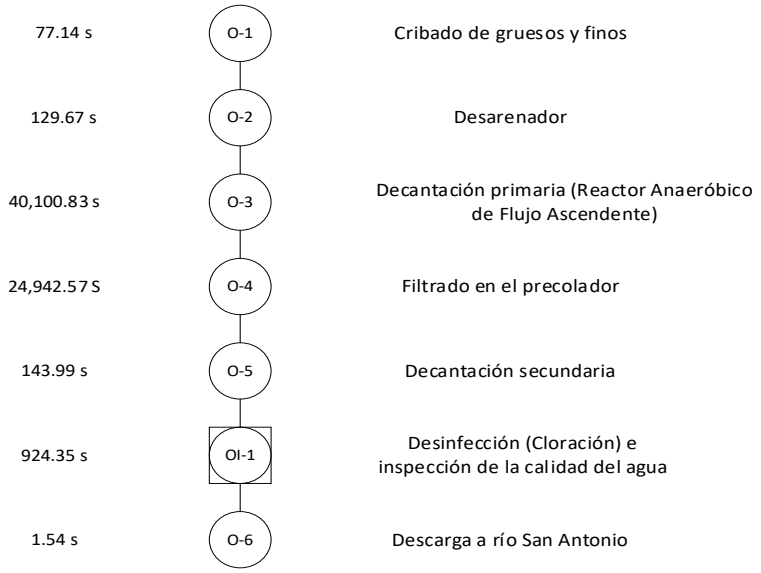


EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
○	9	44,507.65	-
□	1	1,200	-
▽	0	-	-
◎	0	-	-
TOTAL	10	45,707.65	0

Fuente: Elaboración propia

Diagrama 25 . Diagrama de flujo de Operaciones. Tratamiento de Aguas Residuales

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES		
Servicio: Tratamiento de Aguas Residuales	Método: Actual	Plano: 1 de 1



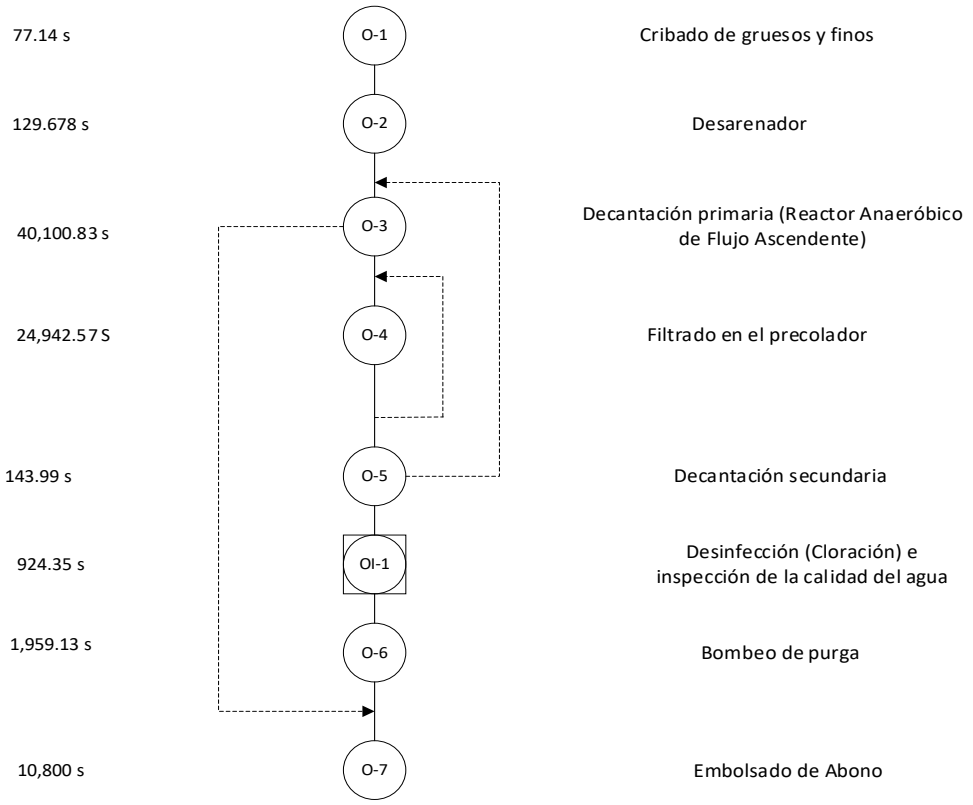
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
○	6	65,395.74	-
□	0	-	-
▽	0	-	-
⊡	1	924.35	-
TOTAL	7	66,320.09	0

Fuente: Elaboración propia

Diagrama 26 Diagrama de flujo de operaciones actual. Generación de abonos

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES

Servicio: Generación de abonos | Método: Actual | Plano: 1 de 1



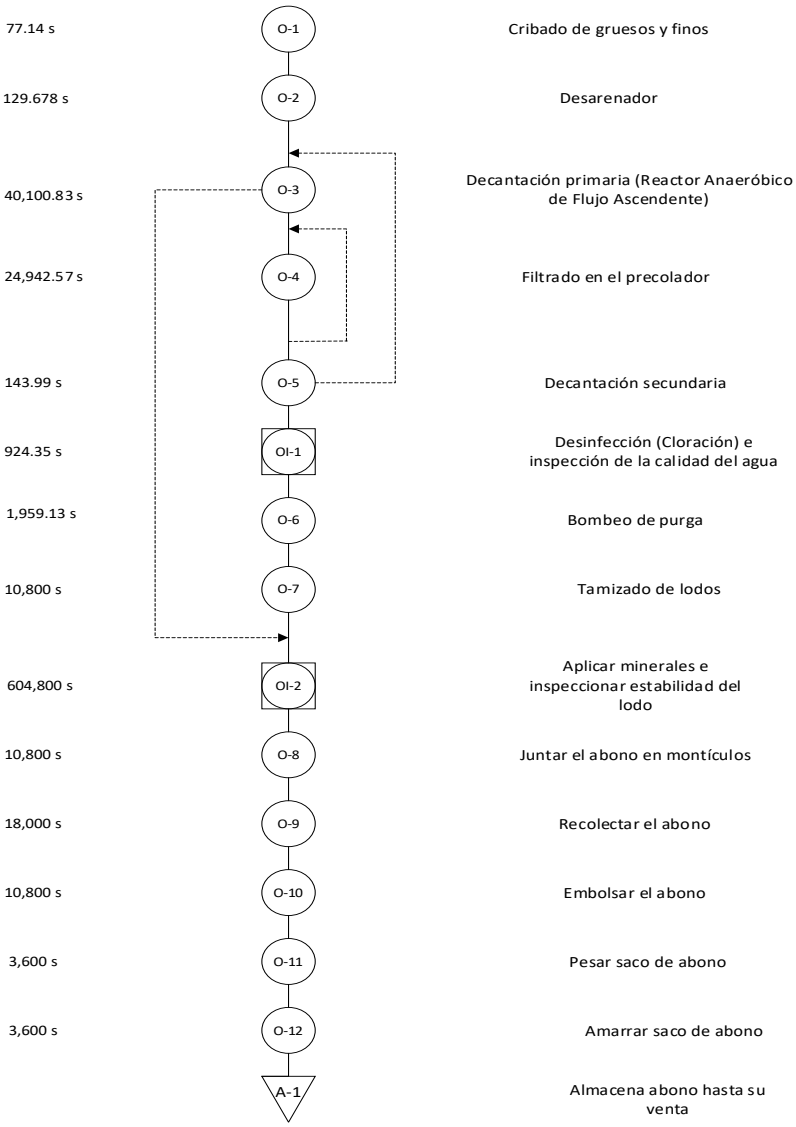
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
○	7	78,153.40	-
□	0	-	-
▽	0	-	-
◎	1	924.35	-
TOTAL	8	79,077.75	0

Fuente: Elaboración propia

Diagrama 27 Diagrama de flujo de operaciones propuesto. Generación de abonos

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES

Servicio: Generación de abonos | Método: Propuesto | Plano: 1 de 1



EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
	12	124,953.34	-
	0	-	-
	1	-	-
	2	605,724.35	
TOTAL	15	730,677.69	0

Fuente: Elaboración propia

5. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Con la planificación de la producción se busca fijar un plan de trabajo a partir de la capacidad de producción de la planta. Es importante tener claro los materiales disponibles, el número de trabajadores para poder operar y el personal administrativo.

5.1 Pronósticos

a) Aguas residuales

Se tiene un inconveniente para poder determinar la tendencia de crecimiento de la población respecto a la generación de aguas residuales en el municipio, y por ende el ingreso de afluente a la planta.

Por lo que se determina el caudal de aguas a través de datos estadísticos que permitan tener una estimación de caudal probable que podría generarse para los siguientes años.

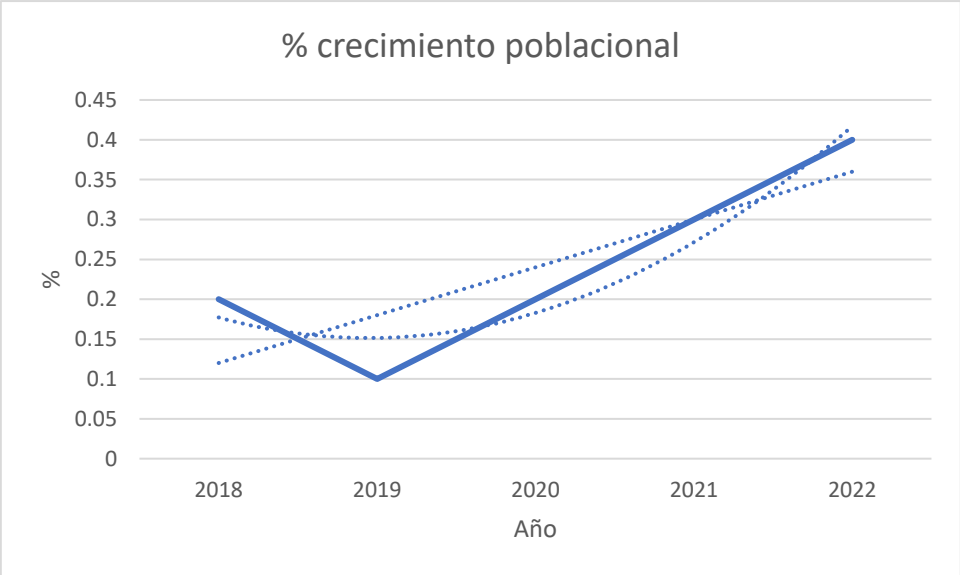
De acuerdo dato obtenido de la página del Banco Mundial, se estima que el crecimiento poblacional de El Salvador para el 2022 fue de 0.4%, se tomará como base un promedio de % de crecimiento de 2019 al 2022 para calcular proyecciones para los siguientes años.

Tabla 186 propia Estimación del crecimiento poblacional

Año	% crecimiento poblacional
2018	0.2
2019	0.1
2020	0.2
2021	0.3
2022	0.4

Fuente: Elaboración propia

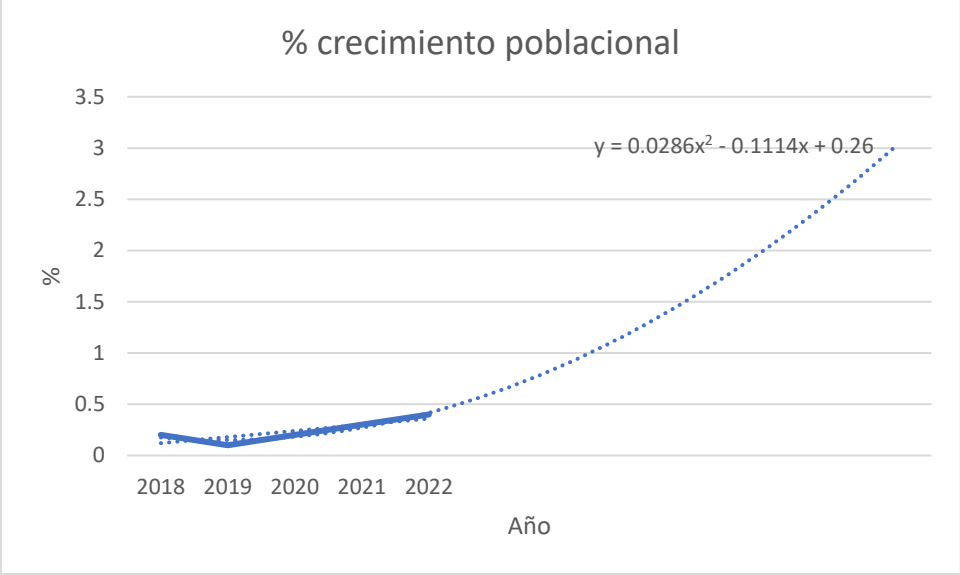
Gráfico 19 Estimación de crecimiento poblacional



Fuente: Elaboración propia

La tendencia que mejor se apega a la gráfica es de una polinómica de grado 2, por lo que para los siguientes años se extrapola, y se obtiene los siguientes valores.

Gráfico 20 Tendencia de crecimiento poblacional



Fuente: Elaboración propia

Tabla 187 Porcentaje de crecimiento poblacional 2023-2028

Año	% crecimiento poblacional
2023	0.6
2024	0.8
2025	1.2
2026	1.6
2027	1.9
2028	2.5

Fuente: Elaboración propia

Según el boletín estadístico de ANDA para el 2022 en El Salvador la población total roda alrededor de 6,884,888 habitantes, que ha tomado como base el dato de la DIGESTYC.

La cobertura total de ANDA respecto a la población total del país respecto al servicio de GU potable fue del 76.6%, lo que implica una población de 5,277,118 habitantes.

Considerando que de esos 5.2 millones habitantes 4,076,907 pertenecen a la población servida por anda, pertenecientes a la zona urbana y que poseen conexión domiciliar (3,848,269 habitantes) y la población servida por operadores descentralizados con un total de 99753 habitantes; haciendo un total de 3,948,022 habitantes.

Para el 2022, la población servida para el Municipio de San Salvador en la Zona urbana con conexiones domiciliares está representada por un total de 1, 687,298 habitantes lo que representa el 99.7% de la población total del municipio.

Respecto al municipio de Nejapa se tiene que para diciembre de 2022 se consumió un total del 84,400 m3 de agua al mes.

Ilustración 95 Consumo mensual de agua por Municipio

No.	Municipio	Número de servicios zona urbana 1/		Cobertura población zona urbana (%)		Número de nuevos servicios		Consumo mensual (miles m^3) 2/	Población zona urbana
		Ac	Alc	Ac	Alc	Ac	Alc		
1	San Salvador	117,665	114,600	100.0	100.0	767	722	2,461.2	191,136
2	Aguilares	798	790	15.9	15.7	1	1	15.6	22,141
3	Apopa	33,488	30,718	63.1	57.8	230	80	412.9	207,110
4	Ayutuxtepeque	7,534	7,087	51.5	48.5	18	13	102.6	54,106
5	Cuscatancingo	18,056	14,408	78.7	62.8	125	86	222.8	89,504
6	Ciudad Delgado	15,327	17,025	53.6	59.5	125	54	277.7	117,267
7	Guazapa	5,297	2,574	100.0	64.7	27	8	68.4	17,494
8	Ilopango	54,225	52,602	100.0	100.0	114	73	598.9	147,590
9	Mejicanos	42,781	39,559	100.0	100.0	231	62	621.0	138,416
10	Nejapa	6,229	0	100.0	0.0	59	0	84.4	19,104

Fuente: DIGESTYC

Se estima que del total de agua que consume la población el 70% llega a los cuerpos receptores con aguas residuales, lo que da un total de 58,080 m3 al mes que se generan en el municipio de Nejapa.

Se considera el que el caudal que ingresa en promedio a la planta es de 4177m3/d, por lo que el caudal que ingresa en un mes es de 129,487m3/mes

b) Lodos

Para la generación de lodos que permitan elaborar abono orgánico para su comercialización, se tiene que la planta ha sido diseñada para recibir una caudal de 4177m3/ d, y que esto mensualmente produce una cantidad de 21,896.12kg/mes, lo que implica que anualmente se producen 262,753.45 kg/año, por lo que se calcula un equivalente de crecimiento de producción de abono aplicando una regla de tres. Se procede a determinar a partir del caudal anual de los cinco años, el caudal que ingresaría diariamente.

Tabla 188 Caudal de ingreso por año

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1553844	1558894	1571365.14	1590221.53	1615665.07	1646362.71

Fuente: Elaboración propia

Ya que el año 0, representa el 100%, para los siguientes años se calcula cuanto es el porcentaje de crecimiento respecto a este.

Tabla 189 Porcentaje de crecimiento anual

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1553844	1558894	1571365.14	1590221.53	1615665.07	1646362.71
100%	100.33%	101.46%	103.83%	107.96%	114.39%

Fuente: Elaboración propia

Haciendo uso de una regla de tres se tiene que para el año cero con ese caudal se producen al año 262,753.45kg/año de lodos, lo que representa el 100%, por lo que se calcula a cuantos kg al año corresponde un incremento del 100.33% para el año 1 y así sucesivamente para los siguientes años.

Tabla 190 Estimación de producción anual de lodos

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
262753.45	263607.399	267446.22	277693.393	299804.778	342949.092

Fuente: Elaboración propia

Y finalmente, se tiene que el abono representa el 60% de los lodos tratados.

Tabla 191 Estimación de producción anual de abono

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
60%	157652.07	158164.439	160467.732	166616.036	179882.867	205769.455

Fuente: Elaboración propia

5.2 Política laboral

En la planta se tienen definidos dos horarios laborales, uno para personal administrativo y otro para personal operativo.

- Semanalmente se establece para el personal administrativo un horario de:

Lunes a Viernes: 8:00 a.m. a 4:00 p.m. ya que se está sujeto a la Ley de asuetos y vacaciones de los empleados públicos.

Los días de vacaciones según el Código de Trabajo, articulo 190 son:

- ✓ Año nuevo: 1 de enero
- ✓ Semana Santa: viernes, sábado y domingo.
- ✓ Dia del trabajo: 1 de mayo.
- ✓ Dia de la madre: 10 de mayo.
- ✓ Dia del padre: 17 de junio.
- ✓ Fiestas agostinas: 5 y 6 de agosto.
- ✓ Dia de la Independencia: 15 de septiembre.
- ✓ Dia de los difuntos: 2 de noviembre.
- ✓ Navidad: 25 de diciembre.

- Para el personal operativo, se considera que la planta opera 24/7, por lo que se tiene horarios rotativos para poder cumplir con los días que establece la ley.
  - ✓ Lunes - Domingo de 8:00 a.m. a 4:00 p.m. turnados.

6. REQUERIMIENTOS PRODUCTIVOS U OPERATIVOS

6.1 Balance de línea

A través del balanceo de línea se determina la entrada y salida de materiales en el proceso productivo, se busca determinar los insumos necesarios para que le organización pueda operar y así evitar quedar desabastecidos.

Se hace uso de diagramas de bloques con las operaciones que transformarán la materia pima dentro del proceso productivo. Se determina la cantidad que entra o sale en cada proceso. Por lo que se presentan a continuación los balances de materiales para los procesos productivos que se realizan en la planta: tratamiento de aguas residuales, generación de energía eléctrica y abono orgánico.

a) Aguas residuales.

Para poder realizar el balanceo de la planta de tratamiento de aguas residuales, se hará uso de los datos con los que se cuenta. Se consideran los datos de diseño de planta.

uso de los datos con los que se cuenta. Se consideran los datos de diseño de planta.

Entrada de la planta

Tabla 192 Entrada de caudal

CAUDAL DE ENTRADA		
Caudal medio diario	M3/d	4177
Caudal medio horario	M3/d	174.04
CARGAS CONTAMINANTES		
DBO5	Mg/l	400
SS	Mg/l	450

Fuente: Elaboración propia

Salida de la planta

Tabla 193 Caudal de salida

CAUDAL DE SALIDA		
Caudal medio diario	M3/d	4177
Caudal medio horario	M3/d	174.04
CARGAS CONTAMINANTES		
DBO5	Mg/l	30
SS	Mg/l	30

Fuente: Elaboración propia

Reducciones que se prevén en el proceso

Tabla 194 Reducciones que se prevén en el proceso

DBO5	92.5%
SS	93.33%

Fuente: Elaboración propia

Donde:

DBO5: indica la cantidad de oxígeno que las bacterias y otros seres vivos minúsculos consumen durante 5 días a una temperatura de 20°C en una muestra de agua para la degradación aeróbica de las sustancias contenidas en el agua

SS: Sólidos suspendidos, son pequeñas partículas de contaminantes sólidos insolubles que flotan en la superficie o están suspendidos en aguas residuales u otros líquidos. Resisten la remoción por medios convencionales. Son aquellos que son visibles y flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo.

De acuerdo a la Norma Salvadoreña NSO 13.49.01:09, los valores máximos permitidos de aguas residuales de tipo ordinario para descargar a un cuerpo receptor son los siguientes:

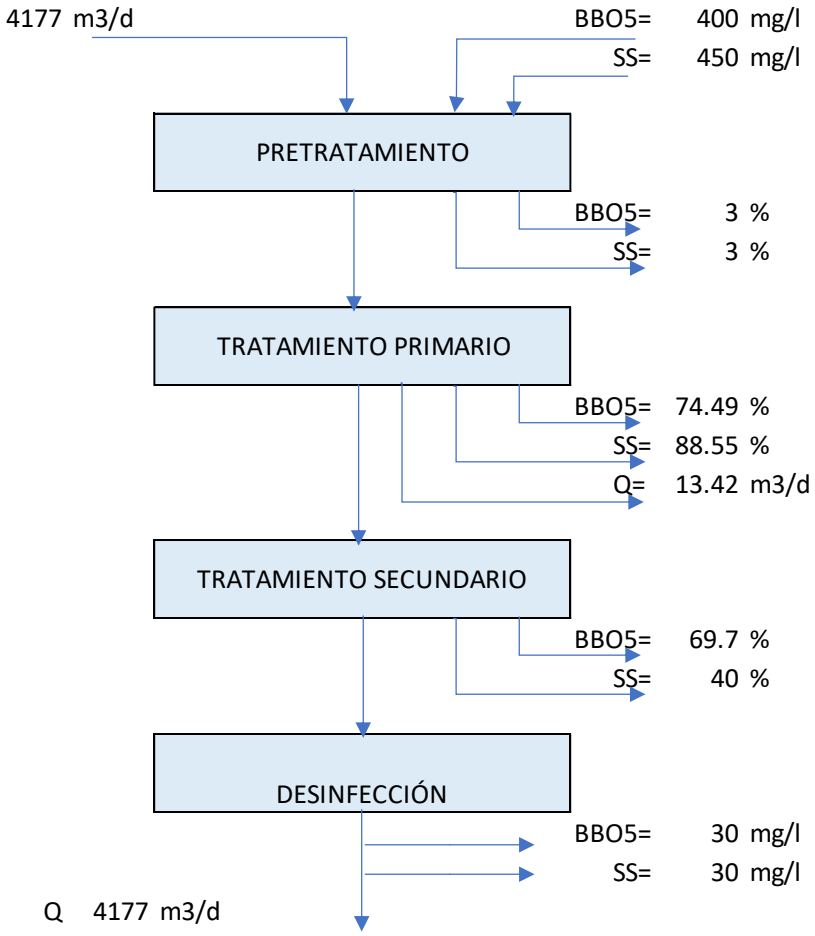
Tabla 195 Valores máximos permitidos de aguas residuales de tipo ordinario, NSO 13.49.01:09

ACTIVIDAD	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
AGUAS RESIDUALES DE TIPO ORDINARIO	150	60	1	60	20

Fuente: Elaboración propia

- **AGUAS RESIDUALES**

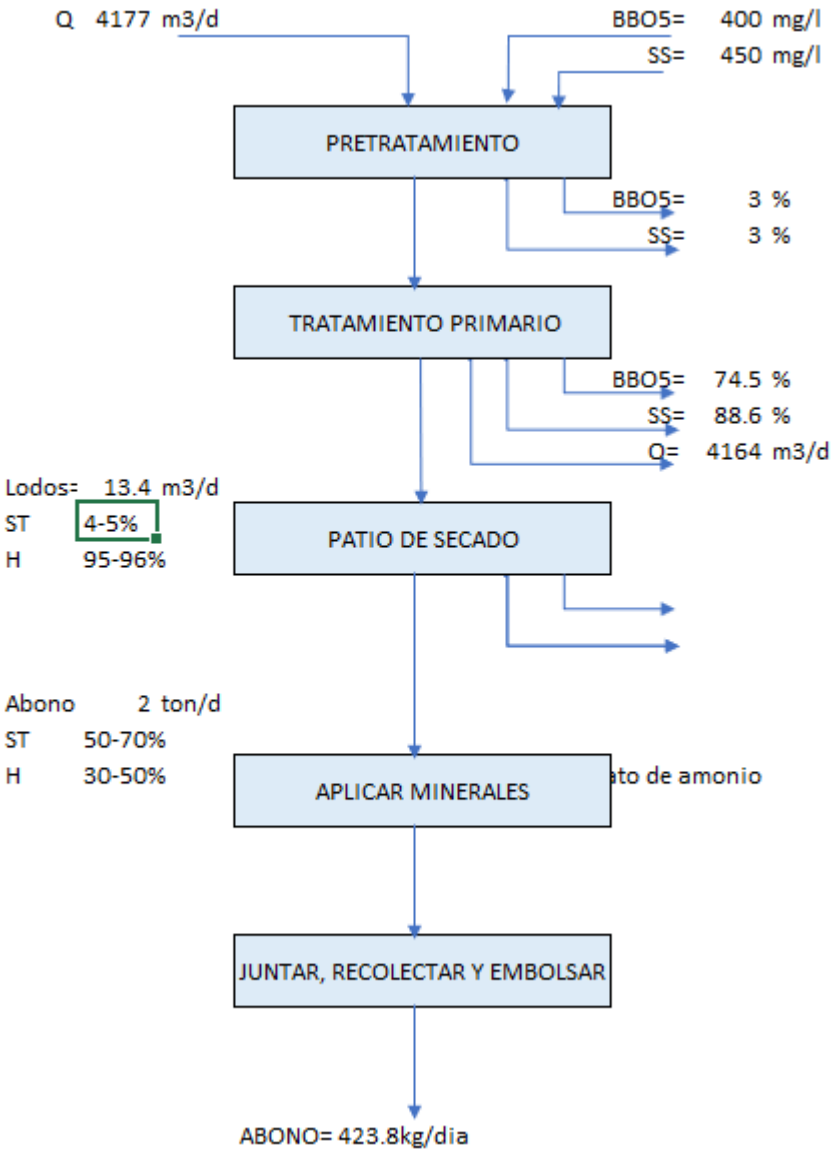
Diagrama 28 Diagrama de balance de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia

- **LODOS**

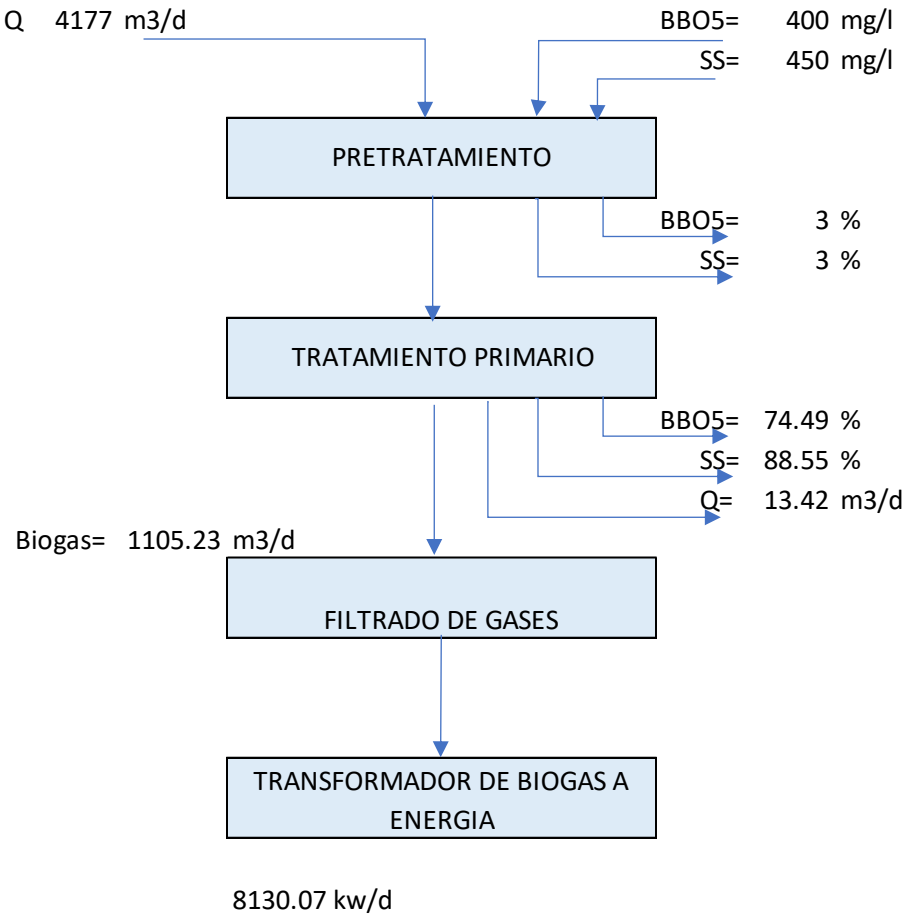
Diagrama 29 Diagrama de balanceo de lodos



Fuente: Elaboración propia

- **ENERGIA ELECTRICA**

Diagrama 30 Diagrama de balanceo de generación de energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia

7. ESPECIFICACIONES DE RECURSOS

7.1 Mano de obra productiva u operativa y de apoyo

La mano de obra está relacionada con el esfuerzo físico o mental que una persona aplica durante un tiempo determinado para la elaboración de un producto o para brindar algún servicio. En este contexto podemos clasificar la mano de obra como productiva que es la relacionada directamente con el proceso de producción y la mano de obra operativa que es la que se encarga de supervisar o dirigir el trabajo.

Tabla 196 Mano de obra operativa

MANO DE OBRA OPERATIVA		
ÁREA	FUNCIÓN	CANTIDAD DE PERSONAL
Gerencia	Elaborar informe respecto a lo administrativo y financiero de la empresa. Dirigir la Unidad Técnica y Administrativa.	1
Química	Encargado de controlar y supervisar actividades para la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales	1
Química	Ejecutar las actividades para el mantenimiento y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales	1
Eléctrica	Encargado de garantizar el funcionamiento de la subestación de energía eléctrica	1
Eléctrica	Ejecutar actividades relacionadas a la operación y mantenimiento de la maquinaria de generación.	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 197 Mano de obra de apoyo

MANO DE OBRA DE APOYO		
ÁREA	FUNCIÓN	CANTIDAD DE PERSONAL
Contabilidad	Controlar los estados financieros y llevar el registro en los libros contables.	1
Ventas	Venta y Promoción de los productos y servicios que ofrece la organización	1
Finanzas	Controlar actividades administrativas como facturación, pagos, control de inventarios, etc.	1
Legal	Brindar asesoramiento legal a la organización	1

Fuente: Elaboración propia

7.2 Maquinaria y equipo de producción

Se presentan las fichas técnicas de la maquinaria necesaria para llevar a cabo las actividades.

Tabla 198. Ficha técnica de medidor de PH

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	MEDIDOR DE PH	
Fabricante	MILWAUKEE	
Modelo	MW100	
Marca	MILWAUKEE	
Valor de compra	$138.62	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	**FOTO DE LA MÁQUINA EQUIPO**	
Es un medidor de PH portátil profesional y de fácil manejo. Contiene sonda con un metro de cable conector BNC. Mide un rango de PH de 0.0 a 14,00 con una precisión del 0,1.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 199 Ficha técnica Caudalímetro

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	CAUDALIMETRO ELECTROMGNETICO	
Fabricante	SIEMENS	
Modelo	MAG 5000	
Marca	SIEMENS	
Tecnología	Electromagnético	
Valor de compra	$2,550.98	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	**FOTO DE LA MÁQUINA EQUIPO**	
✓ El SITRANS F M MAG 5000 es un transmisor basado en microprocesador. Es muy potente y permite un fácil montaje, así como una puesta en marcha y mantenimiento sin problemas. ✓ Es un transmisor robusto, económico apto para aplicación universal y con una precisión de medida (incluido sensor) de ±0,4% del caudal. ✓ El transmisor es robusto, adecuado para aplicaciones universales y tiene una alta precisión de medición. ✓ Salidas de funciones múltiples para control de procesos		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 200 Ficha técnica tanque de almacenamiento

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO			
Máquina /Equipo	Tanques de almacenamiento de aguas residuales		
Fabricante	GLS Tanks Int. GMBH		
Modelo	GFS-1500V		
Cantidad	Dos unidades		
Material	Vidrio fusionado al acero		
Valor de compra	$9,601.66		
Características Generales			
Volumen bruto	Volumen neto	Diámetro tanque	Altura
1383.9m3	1242.5m3	20.00 m	4.405 m
CARACTERITICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	

Excelente rendimiento anticorrosión. ✓ Espesor del revestimiento 300-550 µm ✓ Proceso de recubrimiento 3 capas, 3 fuegos ✓ Adhesión Clase 3, (EN 10209:2013) ✓ Elasticidad 500 kN/mm ✓ Dureza 5.0 Escala de Mohs ✓ Rango de pH 1-14 ✓ Prueba de vacaciones 1500 V ✓ Vida útil Más de 30 años	
FUNCIÓN	
Los tanques atornillados brindan una solución de almacenamiento eficiente y confiable para los procesos de tratamiento de aguas residuales, que incluyen aireación, clarificación y almacenamiento de lodos, cumpliendo con las regulaciones y estándares de la industria y al mismo tiempo ofreciendo opciones de personalización.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 201 Ficha técnica Generador eléctrico

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	GENERADOR ELECTRICO	
Fabricante	GENMAC	
Modelo	KING	
Marca	GENMAC	
Tecnología	Diésel	
Valor de compra	$15,000.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	**FOTO DE LA MÁQUINA EQUIPO**	
✓ Se encuentran en un rango de potencia desde los 75 KVA hasta los 100 KVA. ✓ Se pueden usar como fuente de energía eléctrica auxiliar para oficinas, lecherías, clínicas, data centers, supermercados, plantas de tratamiento de agua y comercio. ✓ Ensamblados con los mejores motores del mercado: Perkins, Cummins, John Deere, Scania, Volvo, Yanmar, Deutz y otros ✓ Cabinas modulares resistentes a la intemperie e insonorizadas. Fabricadas con lámina electro galvanizada DC01+ZE25/25 (EN 10152:2009). Asimismo, los cortes de las láminas son realizados con tecnología láser de nitrógeno para evitar la oxidación. ✓ Su estructura es en acero de alta calidad UNI S235 JR. ✓ Sus módulos de control son de la marca DSE. ✓ Todos los generadores están fabricados con cables de neopreno.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 202 Ficha técnica Antorcha

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	ANTORCHA	
Fabricante	DWS BELGIUM	
Modelo	SHIELDED FLARE	
Cantidad	1	
Valor de compra	$ 3,719.00	
Características Generales		
Capacidad	Presión de entrada	Suministro eléctrico
250KW	25 mbar	120V- 60Hz
CARACTERITICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO
✓ Quemador de alta retención; ✓ Sistema de encendido con electrodo resistente a la intemperie; ✓ Detector de llama; ✓ Apagallamas; ✓ Bloqueo de agua para eliminación automática de condensado.		
FUNCIÓN		
Las bengalas protegidas cubren la mayor parte de la llama detrás de un escudo resistente al calor. La construcción de la antorcha permite quemar los gases de forma segura a una altura menor que las antorchas elevadas.		

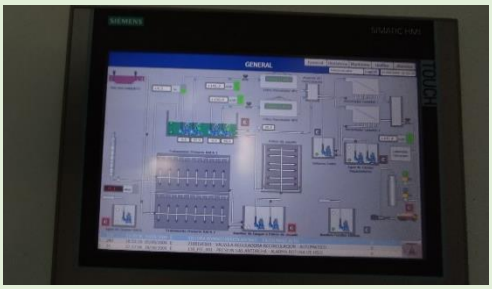
Fuente: Elaboración propia

Tabla 203 Ficha técnica de manómetro

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	MANÓMETRO	
Fabricante	NUOVA FIMA	
Modelo	EN 837-3	
Cantidad	4	
Material	Acero inoxidable	
Valor de compra	$92.50	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Elemento elástico: cápsula de aleación de cobre. ✓ Caja: acero inoxidable. ✓ Anillo: acero inoxidable, cierre de bayoneta. ✓ Ventana: vidrio templado. ✓ Movimiento: aleación de cobre. ✓ Esfera: aluminio, blanca con marcas negras. ✓ Puntero: aluminio. ✓ Ajuste de cero: interno, en dial.		
FUNCIÓN		
Manómetros de control o de calibración y en otras aplicaciones en las que la precisión y la repetibilidad son elementos muy importantes. Los fluidos de proceso deben ser líquidos o gases que no agredan las aleaciones de cobre, que no presentan una viscosidad elevada y que no se cristalizan.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 204 Ficha técnica Panel SIMATIC HMI

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	PANEL SIMATIC HMI	
Fabricante	SIEMENS	
Modelo	6AV2124-0UC02-0AX1	
Marca	SIMATIC HMI TOUCH	
Material	Aleación de aluminio	
Valor de compra	$ 4,655.94	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ SIMATIC HMI TP1900 Comfort, Comfort Panel, ✓ Mando táctil, ✓ Pantalla TFT panorámica de 19", 16 millones de colores, ✓ Interfaz PROFINET, ✓ Interfaz MPI/PROFIBUS DP, ✓ Memoria de configuración de 24 MB, WEC 2013, ✓ configurable a partir de WinCC Comfort V14 SP1 con HSP		
FUNCIÓN		
Tiempos cortos de configuración y puesta en marcha gracias a una ingeniería eficiente y una rápida descarga de proyectos Copia de seguridad automática mediante tarjeta de memoria SIMATIC HMI opcional Larga vida útil de la retroiluminación. Los SIMATIC HMI Comfort Panels se pueden utilizar en cualquier lugar donde se controlen y supervisen máquinas e instalaciones de forma local, tanto en la automatización de procesos como en la de producción y de edificios. Pueden utilizarse en todo tipo de sectores y aplicaciones. Son ideales para tareas de visualización exigentes y, gracias a la funcionalidad integrada, se puede seleccionar el dispositivo adecuado para cada aplicación. Diseño libre de mantenimiento Seguridad de datos en caso de corte de energía		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 205 Ficha técnica decantador lamelar

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO			
Máquina /Equipo		DECANTADOR LAMELAR	
Fabricante		DIMASA	
Modelo		Horizontal de superficie	
Cantidad		2	
Material		PPH / PRFV	
Valor de compra		$1365.00 c/u	
Características Generales			
Longitud	Anchura	Altura total	Caudal máximo
10.8M	2.2m	2.29m	100m3/h
CARACTERITICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ La superficie proyectada lamelar unitaria es de 9,20 m2/m3, con unas lamelas instaladas en un ángulo de inclinación de 55◦.			
FUNCIÓN			
Decantador Lamelar está diseñado para la extracción de sólidos en suspensión del agua residual. Está formado principalmente por un tanque de forma rectangular y un conjunto de módulos de lamelas encargadas de la filtración del agua, separando de esta manera los sólidos en suspensión. El fango decanta en la parte inferior y es arrastrado hasta al cono de lodos mediante el sistema de rasquetas. El agua tratada sale a través de unos canales situados en la parte superior de las lamelas, conduciendo el agua hasta siguientes procesos de tratamiento.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 206 Ficha técnica conos de sedimentación

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	CONOS DE SEDIMENTACIÓN	
Fabricante	Bel-Art Products	
Modelo	H38990-0000	
Marca	SP Scienceware	
Material	Poliestireno	
Valor de compra	$41.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	**FOTO DE LA MÁQUINA EQUIPO**	
✓ Mide el volumen de materia sedimentada en agua y alcantarillado ✓ El cono de acrilonitrina de estireno a prueba de roturas es transparente ✓ Graduaciones de hasta 33.8 fl oz para muestras con un alto volumen de materia sedimentada ✓ El tapón roscado de polietileno hermético permite una fácil extracción de sedimentos y simplifica la limpieza ✓ Conos graduados en estas divisiones: 0.0-0.1 fl oz en 0.0 fl oz, 0.1-0.3 fl oz en 0.0 fl oz, 0.3-1.4 fl oz en 0.0 fl oz, 1.4-3.4 fl oz en 0.1 fl oz y 3.4-33.8 fl oz en 1.7 fl oz		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 207 Ficha técnica bomba achicadora

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO			
Máquina /Equipo	BOMBA ACHICADORA		
Distribuidor	VIDRÍ		
Modelo	WB20XH		
Marca	HONDA		
Valor de compra	$594.00		
Características Generales			
Potencia	Caudal	Tipo de motor	Elevación
5.5 Hp	600 lt/min	GX160 OHV 4T	30m
CARACTERITICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ CILINDRADA 163 CC ✓ ENCENDIDO TRANSISTORIZADO ✓ ARRANQUE MANUAL ✓ TIEMPO DE CEBADO 110 SEG. A5 MT ✓ CAUDAL 600 LT / MIN ✓ SUCCIÓN 7 MT ✓ CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE 3.1 LT			
FUNCIÓN			
Máquinas eléctricas destinadas a extraer agua de una manera rápida y efectiva. Su característica más relevante es que son sumergibles, ya sea parcial o totalmente, lo que las hace aptas para todo tipo de necesidades de extracción.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 208 Ficha técnica de carretillas

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	CARRETILLAS	
Distribuidor	VIDRÍ	
Modelo	10316	
Marca	IMACASA	
Cantidad	2	
Valor de compra	$42.75/ und	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ CAPACIDAD DE 4 PIES CÚBICOS ✓ LLANTA DE HULE SOLIDO 12X2 PLG ✓ CHASIS METALICO		
FUNCIÓN		
La carretilla es un pequeño vehículo, diseñado para ser propulsado por una sola persona y utilizado para el transporte a mano de carga. La carretilla de una sola rueda frontal está diseñada para distribuir el peso de la carga entre la rueda y el trabajador.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 209 Ficha técnica de palas

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	PALA	
Distribuidor	VIDRÍ	
Modelo	13441	
Marca	IMACASA	
Cantidad	2	
Valor de compra	$8.70 / und	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ DIMENSIONES DE HOJA: 9-3/4X11-1/4 PLG ✓ HOJA FORJADA EN ACERO ✓ MANGO CORTO DE MADERA ✓ MANERAL PLÁSTICO		
FUNCIÓN		
Una pala es una herramienta de mano utilizada para excavar o mover materiales con cohesión relativamente pequeña (por ejemplo: tierra, arena, cemento, pedregullo, cal, carbón, semillas, nieve, hojas). Consta, básicamente, de una lámina con una ligera curvatura y de un mango con el que se maneja.		

T Fuente: Elaboración propia

Tabla 210 Ficha técnica de Bomba 1+1

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO			
Máquina /Equipo	BOMBAS 1+1		
Fabricante			
Modelo			
Cantidad	4		
Material			
Valor de compra	$1102.32 c/u		
Características Generales			
Peso unitario	Caudal unitario	Tipo de motor	Frecuencia
197.5 kg	231.3m3/h	Asincrónico trifásico	60 hz
CARACTERITICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Potencia nominal consumida de red P1 9,8 kW ✓ Tensión de servicio 208 V ✓ Frecuencia 60 Hz ✓ Intensidad nominal 34,88A ✓ Características especiales del motor PTB ✓ Materiales: ✓ Carcasa del motor EN-GJL-250 ✓ Impulsor EN-GJL-250 ✓ Eje del motor 1.4021 (AISI 420) ✓ Tornillería 1.4401 (AISI 316)			
FUNCIÓN			
Bomba hidráulica transforma energía mecánica en energía cinética de presión a un fluido. Las bombas centrífugas aumentan la velocidad de los fluidos para que estos puedan desplazarse grandes distancias			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 211 Ficha técnica depósito de hipoclorito

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO			
Máquina /Equipo	DEPÓSITO DE HIPOCLORITO		
Distribuidor			
Modelo			
Marca			
Cantidad			
Valor de compra	$2593.28		
Características Generales			
Volumen	Diámetro	Altura	Peso aproximado
20000l	2500mm	4.5m	500kg
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO		
Un dosificador de cloro es un equipo especializado que permite bombear una cantidad precisa de cloro al agua de forma constante y controlada. De esta manera, se asegura que la concentración de cloro en el agua o efluente sea la adecuada para garantizar su desinfección.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 212 Ficha técnica, medidor de caudal

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Medidor de caudal	
Distribuidor	VVA INDUSTRIAL	
Modelo	VX 570	
Marca	CS INSTRUMENTOS	
Cantidad		
Valor de compra	$350.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ 04 a 20 mA, pulso y una interfaz Modbus RTU (RS 485) por defecto. ✓ Interfaces opcionales como Modbus TCP (Ethernet), PoE. ✓ Rango de presión hasta 63 Bar. ✓ Clase de protección IP67. ✓ Rango de temperatura de -40 a 350 °C. ✓ Pantalla integrada para mostrar los valores medidos. ✓ Disponible desde DN15 hasta DN300. ✓ Ajustes ajustables a través de las teclas de la pantalla. ✓ La lectura del contador principal se puede restablecer a través de la pantalla. ✓ Para velocidades de 2 a 60 m/s. ✓ Alta precisión con una precisión del 1% del valor medido. ✓ Resistente a la corrosión: todas las piezas en contacto con los medios están hechas de acero inoxidable		
FUNCIÓN		
Sensor para la medición de caudal, todoterreno de alta precisión. Registra y reduce el consumo y aumenta la sostenibilidad. Diseñado especialmente para su aplicación en vapores, gases y líquidos; es un equipo de alta precisión con compensación integrada de presión y temperatura. Adecuado para composiciones de gas desconocidas o cambiantes y gases mixtos		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 213 Ficha técnica, Medidor Multigas

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO			
Máquina /Equipo	MEDIDOR MULTIGAS		
Fabricante	SEWERIN		
Modelo	MULTITEC 540		
Fuente de alimentación	Pilas alcalinas recargables o desechables de NiMH, tamaño AA		
Valor de compra	$400-$500		
Características Generales			
Peso	Altura	Ancho	Profundidad
aprox. 1000g	205mm	148mm	57mm
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO		
✓ Manejo intuitivo mediante rueda de mando, guiado por menú y teclas de función ✓ Pantalla de gran tamaño, con iluminación y de fácil lectura, incluso con luz solar directa ✓ Sensores infrarrojos selectivos, para los hidrocarburos y para el dióxido de carbono ✓ Sensores electroquímicos de larga vida para oxígeno y para los gases tóxicos ✓ Alimentación mediante cuatro baterías AA / LR6 recargables y/o pilas alcalinas ✓ Autonomía de, al menos 7 horas, con carga rápida en 4 horas ✓ Protección contra explosión: TÜV 07 ATEX 553353 X II2G Ex de ib IIB T4 Gb , IIC con bolsa de transporte TG8 ✓ Conexión a PC por medio de puerto USB ✓ Asa de transporte (con posibilidad de uso como apoyo o para colgar) ✓ Ligero (1.000 g) lo que permite un cómodo transporte			
FUNCIÓN			
Es un equipo de medición de gases para analizar las mezclas de gases que se generan durante los procesos biológicos. Este equipo mide simultáneamente el nivel de concentración de hasta cinco gases. La utilización de la tecnología infrarroja para la detección de metano y dióxido de carbono elimina las distorsiones de los valores medidos originadas por la sensibilidad cruzada con otros gases. Por consiguiente, se trata del equipo ideal para utilizar en vertederos, en el tratamiento de aguas residuales y en instalaciones de biogás			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 214 Ficha técnica, filtro de condesado

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	FILTRO DE CONDENSADO	
Fabricante	AQUALIMPIA	
Modelo		
Marca		
Cantidad		
Valor de compra	$3,000-$5,000	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Construcción de acero inoxidable ✓ Tapa de inspección ✓ Trampa de agua (50 mbar) para drenaje automático de condensado ✓ Alta eficiencia de eliminación de condensados / sedimentos		
FUNCIÓN		
Las trampas de condensado / sedimento AQL-T están diseñadas para eliminar líquidos y sólidos del biogás, protegiendo los equipos y las tuberías de la corrosión y la obstrucción. Se recomienda también la instalación en los “puntos bajos" de la red de biogás, donde se debe evitar la formación de bolsas de agua para asegurar un flujo regular del biogás. La unidad consta de un recipiente de acero inoxidable con tapa removible y conexiones bridadas. El diseño de entrada / salida maximiza el efecto de la separación ciclónica. El agua condensada se elimina continuamente desde la salida ubicada en el fondo del recipiente.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 215 Ficha técnica de filtro de remoción de gas

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	FILTRO DE REMOCIÓN DE GASES	
Fabricante	AQUALIMPIA	
Modelo	AQL – 100	
Marca		
Cantidad		
Valor de compra	$3,000-$5,000	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Alta eficiencia a bajo costo de mantenimiento ✓ Alta durabilidad de más de 20 años ✓ Fácil operación y mantenimiento ✓ Fabricación en acero inoxidable ST 316 o HPDE de alta densidad ✓ Fabricados totalmente en Alemania ✓ Se suministran con certificación EUR1		
FUNCIÓN		
Los filtros AQL se utilizan para eliminar completamente el sulfuro de hidrógeno del biogás. El sistema está diseñado para que también se pueda instalar en la línea de gas entre el soplador de presión de gas y el generador o caldera. Como medio filtrante se utiliza carbón activado impregnado u óxido de hierro para separar el sulfuro de hidrógeno (H2S). El filtro de biogás, incluido el fondo del tamiz, se fabrica en acero inoxidable ST 316 o HDPE dependo de la presión de servicio. Esto asegura que el sulfuro de hidrógeno incluso en concentraciones más altas no puede provocar daños por corrosión en el sistema. El filtro de carbón activado está diseñado para su instalación en exteriores.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 216 Ficha técnica de Generador de combustión OTTO

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO			
Máquina /Equipo	GENERADOR DE COMBUSTIÓN OTTO		
Fabricante	2G SOLUTIONS OF COGENERATION		
Modelo	AGENEITOR 408		
Valor de compra	$40,000-$50,000		
Características Generales			
Salida eléctrica	Salida térmica	Eficiencia eléctrica	Eficiencia térmica
360 KW	345 KW	42.50%	40.70%
CARACTERITICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Versión de módulo compacto listo para conectar ✓ Planta altamente eficiente con motor de gas optimizado que reduce los costes de combustible ✓ Diseño modular que facilita la instalación en situaciones de difícil acceso ✓ Muy fiable incluso con modos de operación de arranques y paradas frecuentes gracias a los componentes del motor muy resistente al desgaste ✓ Robusto y de bajo mantenimiento ✓ Resistente y de bajo mantenimiento			
FUNCIÓN			
El Ageneitor de 2G es el resultado del intenso trabajo del equipo de desarrollo de 2G Energietechnik GmbH. La mejora de la geometría de la cámara de combustión ha permitido aumentar la eficiencia de la serie Ageneitor de forma considerable.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 217 Máquina tamizadora

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Maquinaria para tamizaje	
Marca	HENG SHUN	
Tipo	Lineal	
Modelo	HY-1020	
Valor de compra	$909.29	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Voltaje 220V 380V o como su petición ✓ Componentes principales. Motor ✓ Peso200 KG ✓ Alimentación tamaño 0.074-10mm ✓ La capacidad de 5-30 t/hora ✓ Material del producto Acero inoxidable o acero al carbono ✓ Dispositivo impulsado por Motor de vibración		
FUNCIÓN		
La función de una máquina tamizadora de abono es separar y clasificar los materiales según su tamaño de partícula, para garantizar que el abono tenga un tamaño uniforme y cumpla con los estándares deseados		

Fuente: Elaboración propia

Equipo

Tabla 218 Ficha técnica de balanza

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	BALANZA	
Fabricante	MERCADO LIBRE.COM	
Modelo	TCS300ZE21	
Marca	CAMRY	
Valor de compra	$135.00	
Características Generales		
Peso	Altura	Ancho
20 KG	60 CM	45 CM
CARACTERITICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO
✓ Peso máximo soportado: 300kg ✓ Peso mínimo soportado: 500g ✓ Tipo de balanza: digital		
FUNCIÓN		
Las balanzas de plataforma de uso comercial son dispositivos que nos solo tienen como objetivo brindar un registro del peso. También son capaces mediante una operación aritmética de dar brindar el importe referente al peso de la carga elegida. Esto se puede visualizar en cualquiera de sus pantallas.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 219 Ficha técnica de sacos

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	SACOS DE 5OKG	
Distribuidor	Sacos Sintéticos Centroamericanos, S.A. de SV	
Valor de compra	$0.75 c/u	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	**FOTO DE LA MÁQUINA EQUIPO**	
Es un tipo de bolsa grande utilizada para el embalaje y transporte de productos, con una capacidad de 50 kilogramos. Estas bolsas suelen estar hechas de polipropileno, lo que les confiere resistencia y durabilidad, y son adecuadas para envasar una variedad de productos como granos, fertilizantes, materiales de construcción, entre otros.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 220 Ficha técnica de guantes de vinil

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	GUANTES DE VINIL	
Distribuidor	FREUND	
Marca	MAKAALE	
Valor de compra	7.5/ caja 100 unidades	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Los guantes de látex se caracterizan por ofrecer una gran elasticidad, comodidad y sensibilidad táctil, cualidades que facilitan el trabajo manual.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 221 Ficha técnica de pallet Jack

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	PALLET JACK	
Fabricante	Aequanta	
Modelo	Acero aleado	
Marca	A-1006	
Modelo	PALLET JACK	
Valor de compra	$500.00	
Características Generales		
Peso	Carga	Dimensiones
144 lb	5500 lb	63,5"l. x 21"an. x 47,8"al. Pulgadas
CARACTERITICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO
✓ 2.95" altura bajada de la horquilla, 7.3" máx. Altura de elevación ✓ Bomba integrada, sistema hidráulico a prueba de fugas de aceite confiable ✓ Diseño innovador, pruebas completas y de la más alta calidad		
FUNCIÓN		
✓ Adecuado para escenarios como manejo de líneas de montaje, almacenes, etc ✓ Control de mano de 3 posiciones: subir, más bajo, neutro ✓ Ruedas de poliuretano. Ruedas de bajo ruido que no dejan marcas		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 222 Ficha técnica de tarimas

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	TARIMAS	
Fabricante	MADERUSA	
Valor de compra	$3/Unidad	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Base de 9 tacos de madera ✓ Capacidad de carga dinámica equivalente a 1500 kg ✓ Capacidad de carga estática hasta 4000 kg		
FUNCIÓN		
Usar un palet como base para evitar el contacto directo entre los sacos y el piso (o el agua en caso de lluvias fuertes). Utilizar palets sin astillas y clavos.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 223 Ficha técnica de botas de hule

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	BOTAS DE HULE	
Distribuidor	VIDRÌ	
Modelo	PREDATOR	
Marca	38-42	
Talla		
Valor de compra	$24.95	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Material 100% hule PVC virgen ✓ Forro poliester antibacterial ✓ Inyección bicolor negro-amarillo ✓ Punta con cubo de acero reforzado ✓ Suela con patrón antideslizante resistente a la abrasión 2412 C/751/75 ✓ Cumple con normas de resistencia al impacto y compresión ASTM 2412 C/751/75 ✓ Aptas para seguridad industrial en general, debido a sus componentes de acero que garantizan la máxima protección		
FUNCIÓN		
Su principal función es la de proteger a los trabajadores ante posibles caídas de objetos, materiales o cajas pesadas, así como de donde pueda haber riesgo de pinchazo, ya que estas botas suelen incorporar plantillas anti perforación.		

Fuente: Elaboración propia

Equipo de protección personal

Tabla 224 Ficha técnica de pértiga dieléctrica

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	PÉRTIGA DIELÉCTRICAS	
Distribuidor	TESTING	
Modelo	BS-90	
Valor de compra	$106.17	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Pértigas de salvamento de un solo tramo fabricada en tubo de poliéster y fibra de vidrio de Ø 32 mm dotada de obturaciones antihumedad en ambos extremos, guardamanos, empuñadura, contera, cabezal métrico M-10 y gancho de salvamento.		
FUNCIÓN		
Son herramientas creadas para garantizar la distancia de seguridad y aislamiento en la realización de trabajos con o sin tensión y de tareas en las que se deben accionar elementos a grandes distancias o a gran altura. Permiten la protección al trabajador contra descargas eléctricas, quemaduras o cualquier otro accidente.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 225 Ficha técnica guantes dieléctricos

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	GUANTES DIELÈCTRICAS	
Distribuidor	TESTING	
Modelo	SGM	
Valor de compra	$35-$40	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
La gama de guantes Composite está fabricada con un caucho de formulación única que proporciona una flexibilidad extrema. Combina resistencia mecánica y confort, junto a un alto nivel de protección eléctrico. Protección contra el arco eléctrico: el material del guante ofrece unas excelentes características en caso de cortocircuito de arco eléctrico.		
FUNCIÓN		
Diseñados para prevenir descargas eléctricas en áreas de trabajo donde existe el riesgo de contacto con conductores energizados		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 226 Ficha técnica de calzado de seguridad dieléctrico

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	CALZADO DE SEGURIDAD DIELÈCTRICAS	
Distribuidor	FREUND	
Modelo		
Marca	BORCEGUI	
Valor de compra	$55.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Favorecen el agarre al piso y la salida de líquidos ✓ Resistencia a agentes corrosivos ✓ Protección ante riesgos de choque eléctrico ✓ Comodidad, estabilidad y amortiguamiento al caminar		
FUNCIÓN		
Es un calzado destinado a proteger a la persona que trabaja directamente con la electricidad, por lo que, deberá presentar una gran resistencia eléctrica para evitar que la corriente circule a través del cuerpo humano, es decir, debe funcionar como aislante de la electricidad.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 227 Ficha técnica de casco dieléctrico

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	CASCO DIELÈCTRICO	
Distribuidor	EPA	
Modelo		
Marca	DELTAPLUS	
Valor de compra	$8.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Casco de obra de polipropileno (PP) o de polietileno de alta densidad (HDPE), con tratamiento ultravioleta. Arnés interior polietileno (LDPE) con 8 puntos de fijación. Sudadera esponja. Ajuste guía corredera: desde los 53 a los 63 cm de circunferencia de la cabeza. Resistencia eléctrica hasta 1000 VAC o 1500 VCC. Adaptador universal para accesorios. Fijación para barbuquejos 2 o 4 puntos.		
FUNCIÓN		
Son aquellos que reducen la fuerza de impacto de objetos en caída y el peligro de contacto con conductores energizados a alta tensión eléctrica de hasta 20 000 V (fase a tierra). Estos cascos, debido a sus características, se utilizan cuando existen riesgos de descargas eléctricas.		

Fuente: Elaboración propia

7.3 Maquinaria y equipo para subestación eléctrica

Tabla 228 Transformador de potencia

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Transformador de Potencia	
Fabricante	Siemens	
Modelo	SICAM S7	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$200,000.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Transformador de potencia sumergido en aceite, eficiente y de bajo mantenimiento, adecuado para distribución de energía. ✓ Potencia: 15-30 MVA ✓ Niveles de voltaje: 138/69/13.8 kV ✓ Tipo: Aceite sumergido		
FUNCIÓN		
Eleva o reduce los niveles de voltaje para la transmisión y distribución eficiente de energía.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 229 Interruptor de Potencia

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Interruptor de Potencia	
Fabricante	Schneider Electric	
Modelo	MasterPact MTZ	
Cantidad	2	
Material		
Valor de compra	$75,000.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Interruptor de potencia con tecnología avanzada, control remoto y fácil instalación, adecuado para aplicaciones de media y alta tensión. ✓ Capacidad de interrupción: 25-40 kA ✓ Tensión nominal: 69 kV ✓ Tipo: SF6		
FUNCIÓN		
Protege el sistema eléctrico al interrumpir corrientes de falla y permitir el mantenimiento seguro.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 230 Seccionador

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Seccionador	
Fabricante	ABB	
Modelo	SACE Isomax	
Cantidad	3	
Material		
Valor de compra	$7,000.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Seccionador modular para desconexión segura de circuitos, con bajo mantenimiento y alta fiabilidad. ✓ Tensión nominal: 69 kV ✓ Corriente nominal: 600 A ✓ Tipo: Carga y descarga de fusibles		
FUNCIÓN		
Permite la desconexión manual de circuitos para mantenimiento y seguridad del sistema.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 231 Relé de Protección

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Relé de Protección	
Fabricante	Schweitzer Engineering Laboratories (SEL)	
Modelo	SEL-351	
Cantidad	2	
Material		
Valor de compra	$4,500.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Relé multifuncional para protección contra sobrecorrientes, fallas a tierra y control de distancia. Conectividad SCADA y fácil configuración. ✓ Sobrecorriente ✓ Diferencial ✓ De distancia		

✓ Comunicación: IEC 61850 ✓ Pantalla LCD integrada	
FUNCIÓN	
Detecta condiciones anormales y activa mecanismos de protección para salvaguardar equipos y personas.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 232 Sistema de puesta tierra

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Sistema de Puesta a Tierra	
Fabricante	Harger	
Modelo	Tierra™ Electrodo de Cobre	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$2,500.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Sistema de puesta a tierra con electrodos de cobre de alta conductividad, ideal para resistencias bajas y durabilidad en condiciones extremas. ✓ Resistividad del suelo: < 10 Ω·m ✓ Tipo: Red de malla con electrodos de cobre ✓ Resistencia de tierra: < 5 Ω		
FUNCIÓN		
Garantiza la seguridad del personal y la protección de equipos al dirigir corrientes de falla a tierra.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 233 Banco de Condensadores

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Banco de Condensadores	
Fabricante	Schneider Electric	
Modelo	Capacitor Banks	
Cantidad	1	
Valor de compra	$45,000.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Banco de condensadores modular, ideal para la corrección de factor de potencia, fácil integración y mantenimiento. ✓ Potencia reactiva: 5-10 MVAR ✓ Voltaje nominal: 13.8 kV ✓ Tipo: Banco seco modular		
FUNCIÓN		
Mejora el factor de potencia y la estabilidad del sistema eléctrico.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 234 Sistema de Control y Monitoreo

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Sistema de Control y Monitoreo	
Fabricante	Siemens	
Modelo	SICAM PAS	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$25,000.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Sistema SCADA para control remoto y automatización de subestaciones, con visualización gráfica y procesamiento de datos en tiempo real. ✓ Plataforma: SCADA ✓ Comunicación: Ethernet/IP, Modbus ✓ Características: Monitoreo remoto, alarmas, registros de eventos		
FUNCIÓN		
Permite la supervisión y control en tiempo real de la subestación, mejorando la eficiencia operativa.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 235 Pararrayos

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Pararrayos	
Fabricante	Eaton	
Modelo	Cooper Power Systems	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$1,000.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Pararrayo con óxido de zinc, diseñado para proteger equipos sensibles de subestaciones, alta capacidad de descarga y durabilidad ✓ Tensión de operación: 69 kV ✓ Tipo: Óxido de zinc ✓ Capacidad de descarga: 10 kA		
FUNCIÓN		
Protege los equipos de la subestación contra sobretensiones transitorias causadas por rayos.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 236 Batería de Respaldo

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Batería de Respaldo	
Fabricante	EnerSys	
Modelo	DataSafe HX	
Cantidad	1	
Valor de compra	$2,500.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Batería sellada con alta fiabilidad y larga duración, ideal para aplicaciones de respaldo en sistemas de control y protección. ✓ Tipo: Plomo-ácido sellada ✓ Voltaje: 48 V ✓ Capacidad: 100 Ah		
FUNCIÓN		
Proporciona energía de respaldo para sistemas de control y protección durante interrupciones de energía.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 237 Medidor de Calidad de Potencia

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Medidor de Calidad de Potencia	
Fabricante	Fluke	
Modelo	Fluke 438 II Power Quality Analyzer	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$3,000.00	
Características Generales		
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Analizador portátil de calidad de energía con medición precisa de armónicos, distorsión, y otros parámetros eléctricos importantes, fácil de usar y configurar. ✓ Funciones: Medición de voltaje, corriente, potencia activa y reactiva ✓ Comunicación: Modbus, DNP3 ✓ Precisión: Clase 0.2		
FUNCIÓN		
Monitorea la calidad de la energía eléctrica, detectando armónicos y otros problemas que puedan afectar el servicio.		

Fuente: Elaboración propia

Insumos eléctricos para subestación

Tabla 238 Aceite Aislante para Transformado

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Aceite Aislante para Transformador	
Fabricante	Shell	
Modelo	Diala S4	
Cantidad	250 litros	
Material		
Valor de compra	$3/Litro	

CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO
Aceite mineral para transformadores, con alta estabilidad térmica y propiedades de aislamiento para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro. ✓ Tipo: Aceite mineral o vegetal ✓ Propiedades: Alta resistencia al calor y a la oxidación ✓ Capacidad: 1000 L (promedio para transformador de 15 MVA)	
FUNCIÓN	
Aísla eléctricamente y permite la disipación del calor en transformadores.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 239 Cables de alta tensión

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Cables de Alta Tensión	
Fabricante	General Cable	
Modelo	Cables de Alta Tensión	
Cantidad	100 m	
Material		
Valor de compra	$3.50/m	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Cable conductor de alta calidad, apto para soportar altas tensiones y condiciones ambientales extremas. Con alta resistencia y durabilidad. ✓ Material: Cobre o Aluminio ✓ Tensión: 69 kV- Tipo: Aéreo o subterráneo, dependiendo de la instalación		
FUNCIÓN		
Conducen la energía eléctrica desde el transformador hasta los puntos de distribución		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 240 Conectores Eléctricos

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Máquina /Equipo	Conectores Eléctricos	
Fabricante	3M	
Modelo	Scotchlok	
Cantidad	25 unidades	
Material		
Valor de compra	$35/ unidad	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Conectores de alta resistencia, ideales para conexiones seguras y confiables en aplicaciones de alta tensión. Su diseño permite una instalación rápida. ✓ Material: Cobre o Aleación de Cobre ✓ Tensión de trabajo: 69 kV ✓ Tipo: Conectores mecánicos para cables		
FUNCIÓN		
Facilitan la unión de cables de alta tensión en el sistema eléctrico de la subestación.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 241 Aisladores de Tensión

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Aisladores de Tensión	
Fabricante	ABB	
Modelo	Polymeric Insulators	
Cantidad	6 unidades	
Material		
Valor de compra	$100/ unidad	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Aisladores compuestos de alta resistencia a la corrosión y las condiciones meteorológicas extremas. Son ligeros y duraderos, adecuados para subestaciones pequeñas. ✓ Tensión nominal: 69 kV ✓ Material: Porcelana o composite ✓ Tipo: Aisladores suspendidos o de línea		
FUNCIÓN		
Aísla los conductores de la estructura metálica de la subestación, garantizando seguridad.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 242 Fusibles Eléctricos

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Fusibles Eléctricos	

Fabricante	Schneider Electric	
Modelo	FuseLink	
Cantidad	4 unidades	
Material		
Valor de compra	$75 / unidad	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Fusibles de alta capacidad, con tecnología avanzada para proteger los equipos de fallas de corriente. Disponibles en modelos de tamaño compacto y alta capacidad. ✓ Tensión nominal: 69 kV ✓ Corriente: 600 A ✓ Tipo: Fusibles de alta tensión		
FUNCIÓN		
Protege el sistema eléctrico contra sobrecargas y cortocircuitos.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 243 Tablero de distribución

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Tablero de Distribución	
Fabricante	Siemens	
Modelo	Nexus 2000	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$10,000.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Tablero modular con opciones de control y protección de circuitos. Alta fiabilidad y fácil integración en sistemas existentes. ✓ Material: Acero inoxidable o galvanizado ✓ Tipo: Tablero de distribución con paneles modulares ✓ Capacidades: 600 V a 36 kV		
FUNCIÓN		
Distribuye de manera segura la energía eléctrica a los diferentes circuitos dentro de la subestación.		

Fuente: Elaboración propia

Equipos auxiliares y de apoyo necesarios para la subestación

Tabla 244 Sistema de monitoreo de temperatura

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Sistema de Monitoreo de Temperatura	
Fabricante	Honeywell	
Modelo	STT3000	
Cantidad	2	
Material		
Valor de compra	$300/unidad	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Sensor de temperatura industrial para monitoreo en tiempo real, con comunicación SCADA integrada y alta precisión. ✓ Rango de temperatura: -40°C a 85°C ✓ Tipo: Sensores de temperatura conectados a sistema SCADA ✓ Precisión: ±0.5°C		
FUNCIÓN		
Monitorea la temperatura de los transformadores y otros equipos clave para evitar sobrecalentamiento.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 245 Sistema de Alarma y señalización

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Sistema de Alarma y Señalización	
Fabricante	Schneider Electric	
Modelo	TeSys K	
Cantidad	2	
Material		
Valor de compra	$450/unidad	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Sistema modular con alarmas visuales (luces) y acústicas (sirenas), ideal para aplicaciones de seguridad en subestaciones pequeñas. ✓ Tipo: Alarma sonora y visual ✓ Características: Alertas en caso de fallas, fallas de equipos o problemas de voltaje		
FUNCIÓN		
Detecta fallas y notifica al personal para evitar daños mayores y tomar acciones correctivas rápidamente.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 246 Sistema de Iluminación

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Sistema de Iluminación	
Fabricante	Philips	
Modelo	CoreLine	
Cantidad	2	
Material		
Valor de compra	$100/unidad	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Luminarias LED de bajo consumo con alta intensidad para asegurar una iluminación eficiente y confiable en subestaciones pequeñas. ✓ Tipo: LED ✓ Potencia: 30-100 W ✓ Tensión: 120/240V ✓ Tipo de montaje: Poste o empotrado		
FUNCIÓN		
Garantiza la visibilidad y seguridad durante las operaciones nocturnas o en condiciones de poca luz.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 247 Tanque de Aceite para transformadores

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Tanque de Aceite para Transformador	
Fabricante	Schneider Electric	
Modelo	Compact	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$1,050.00	

CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO
Tanques de acero galvanizado diseñados para almacenar aceite aislante en transformadores de media potencia, con alta durabilidad y resistencia. ✓ Material: Acero galvanizado ✓ Capacidad: 200-500 L ✓ Tipo: Aislante	
FUNCIÓN	
Almacena y mantiene el aceite aislante de los transformadores para asegurar un funcionamiento seguro.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 248 Cargador de Baterías

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Cargador de Baterías	
Fabricante	Schneider Electric	
Modelo	Combox	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$800.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Cargador de baterías inteligente con monitoreo en tiempo real para asegurar que las baterías siempre estén cargadas y en condiciones óptimas. ✓ Tipo: Cargador de baterías inteligente ✓ Tensión de salida: 48V ✓ Capacidad: 10-20 A		
FUNCIÓN		
Mantiene las baterías de respaldo cargadas y listas para su uso, asegurando energía constante en sistemas críticos.		

Fuente: Elaboración propia

Herramientas y equipos de instalación y mantenimiento para la subestación

Tabla 249 Multímetro Digital

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Multímetro Digital	
Fabricante	Fluke	
Modelo	Fluke 115	
Cantidad	2	
Material		
Valor de compra	$300.00	

CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO
Multímetro portátil de alta precisión, ideal para realizar diagnósticos en equipos eléctricos en subestaciones. ✓ - Rango de medición: 0-1000 V ✓ Precisión: 0.5% ✓ Función: Voltaje, corriente, resistencia, frecuencia	
FUNCIÓN	
Mide voltajes, corrientes y resistencias para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 250 Pinza Amperimétrica

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Pinza Amperimétrica	
Fabricante	Extech	
Modelo	EX570	
Cantidad	2	
Material		
Valor de compra	$400.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Pinza amperimétrica robusta para mediciones en sistemas de alta y baja tensión, fácil de usar y con una amplia gama de aplicaciones. ✓ Rango de medición: 0-1000 A AC/DC ✓ Precisión: ±2% ✓ Función: Medición de corriente sin desconectar el circuito		
FUNCIÓN		
Permite medir la corriente eléctrica sin necesidad de interrumpir el flujo de energía.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 251 Destornilladores aislados

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Destornilladores Aislados	
Fabricante	Wiha	
Modelo	Screwdriver Set	
Cantidad	1 set (6 piezas)	
Material		
Valor de compra	$100.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	

Juego de destornilladores aislados que ofrecen seguridad y precisión en el trabajo de instalación de componentes eléctricos en subestaciones. ✓ Tipo: Juego de 6 piezas ✓ Material: Acero con recubrimiento aislante ✓ Tensión: Hasta 1000 V	
FUNCIÓN	
Herramienta de precisión para trabajos de instalación y mantenimiento de componentes eléctricos.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 252 Taladro de percusión

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Taladro de Percusión	
Fabricante	Bosch	
Modelo	GBH 2-28	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$500.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Taladro de percusión con alto rendimiento y varias funciones, ideal para trabajos de instalación en infraestructura de subestaciones. ✓ Potencia: 750 W ✓ Velocidad: 0-3000 RPM ✓ Tipo: Inalámbrico o con cable		
FUNCIÓN		
Usado para perforar superficies en la instalación de equipos eléctricos, postes y sistemas de sujeción		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 253 Escalera aislada

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Escalera Aislada	
Fabricante	Louisville Ladder	
Modelo	FE3228	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$500.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	

Escalera de fibra de vidrio aislada, ideal para trabajos en subestaciones eléctricas de alta tensión. ✓ Altura: 3-6 metros ✓ Material: Aluminio o fibra de vidrio ✓ Aislada: Hasta 1000 V	
FUNCIÓN	
Permite realizar trabajos en altura de manera segura, especialmente para trabajar en cables eléctricos	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 254 Equipo de pruebas de aislamiento

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Equipo de Pruebas de Aislamiento	
Fabricante	Fluke	
Modelo	Megger	
Cantidad	1	
Material		
Valor de compra	$600.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
Equipo de prueba de aislamiento que proporciona lecturas precisas y rápidas para asegurar la fiabilidad de los sistemas eléctricos en la subestación. ✓ Tipo: Megóhmetro ✓ Rango: 0-10,000 MΩ ✓ Función: Medición de la resistencia de aislamiento de cables y equipos		
FUNCIÓN		
Verifica el estado del aislamiento de cables y equipos eléctricos para evitar posibles fallas.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 255 Cinta aislante

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	Cinta Aislante	
Fabricante	Fluke	
Modelo	Megger	
Cantidad	5 rollos	
Material		
Valor de compra	$5/rollo	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	

Cinta aislante de alta calidad que ofrece excelente resistencia a la humedad, químicos y abrasión, ideal para trabajos eléctricos en subestaciones. ✓ Material: PVC o elastomérica ✓ Resistencia: Alta a temperaturas y corrientes eléctricas	
FUNCIÓN	
Aísla cables y conexiones eléctricas para garantizar la seguridad y evitar cortocircuitos.	

Fuente: Elaboración propia

7.4 Servicios auxiliares o de apoyo

Tabla 256 Ficha técnica de laptop

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	LAPTOP	
Distribuidor	INTELMAX	
Modelo	15-EF2747WM	
Marca	HP	
Valor de compra	$879.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Tamaño de pantalla: 15,6 pulgadas ✓ Resolución de pantalla: 1920 x 1080 (Full HD) ✓ Pantalla tactil: Si ✓ Modelo de procesador: AMD RYZEN 7 5700U ✓ Número de modelo del procesador: 5700U ✓ Tipo de almacenamiento: SSD ✓ Capacidad total de almacenamiento: 512GB ✓ Memoria del sistema (RAM): 16 gigabytes ✓ Tipo de memoria (RAM) – DDR4 ✓ Sistema operativo: Windows 11 ✓ Arquitectura del sistema operativo: 64 bits		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 257 Ficha técnica de escritorio

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	ESCRITORIO	
Distribuidor	Office Depot	
Modelo	2813	
Marca	SKANOR	

Valor de compra	$175.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Color: combinación café con gris ✓ Material: MDFAtributos: resistente cubierta de trabajo. ✓ Compartimento oculto multiusos ✓ . Atractiva combinación de colores. ✓ Medidas: 120x80x60cms		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 258 Ficha técnica de silla

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	SILLA	
Distribuidor	Office Depot	
Modelo	MT-SMO6	
Marca	MOBELT	
Cantidad	4	
Valor de compra	$63.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Color: negro ✓ Material: respaldo de mesh ✓ Atributos: sin brazos, con ruedas de nylon reforzadas, pistón neumático para ajuste de altura ✓ Medidas: 40x46x84cms Peso máx. Soportado: 150lbs		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 259 Ficha técnica de impresora

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	IMPRESORA	
Distribuidor	Office Depot	
Modelo	L1250	

Marca	EPSON	
Cantidad	1	
Valor de compra	$164.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ RESOLUCION: 5760X1440DPI ✓ VELOCIDAD DE IMPRESION: 10 IPM NGR ✓ VELOCIDAD DE IMPRESION: 5 IPM CLR ✓ CONEXION: USB 2.0, WIFI. ✓ TANQUE DE TIENTA: ECOTANK T544 ✓ GARANTIA: 1 ANO CON EL FABRICANTE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 260 Ficha técnica de archivero

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPO		
Máquina /Equipo	ARCHIVERO	
Distribuidor	Office Depot	
Modelo	MT-D4A	
Marca	MOBELT	
Cantidad	1	
Valor de compra	$275.00	
CARACTERITICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MÁQUINA / EQUIPO	
✓ Color: negro ✓ Almacenamiento: 4 gavetas ✓ Tamaño: oficio Llav**e**: Sin Rodos: ✓ No Atributo**s**: estructura de metal ✓ Medidas: 133x62x46cms		

Fuente: Elaboración propia

8. INSTALACIONES FABRILES

8.1 Análisis P-Q y V-V

Dentro de este apartado se aborda lo relativo a la distribución en planta concerniente a los nuevos procesos que se desean anexar a la operatividad actual de la planta, con lo cual se pretende realizar un flujo operativo optimo, para aprovechar al máximo los recursos de la planta.

EFICIENCIA ACTUAL DE LA PTAR

Dentro de este elemento se toman en cuenta conceptos como la capacidad de la planta y los diferentes tipos de esta.

Capacidad teórica, real y efectiva

Entiéndase por capacidad como la tasa de producción máxima de un proceso o sistema, de las cual en el ámbito ingenieril se poseen tres conceptos o variantes de capacidades; capacidad teórica, capacidad efectiva y capacidad real:

- Capacidad de Diseño o Teórica: Es la máxima tasa posible de producción para un proceso, dado el diseño actual de los productos.
- Capacidad Efectiva: Es la mayor tasa de producción razonable que puede lograrse.
- Capacidad Real o Utilizada: Es la tasa de producción lograda por el proceso.

a) Cálculo de la capacidad de diseño o teórica

De acuerdo con la capacidad de la PTAR la capacidad instalada es de 4177 m3/día por lo cual la capacidad se desagrega para los tres elementos que se abordan en el proyecto:

Capacidad teórica tratamiento de aguas residuales

$$capacidad\ te\acute{o}rica = 4{,}177 \frac{m^3}{d\acute{i}a} * 365\ \frac{d\acute{i}a}{a\tilde{n}o}$$

$$\boldsymbol{capacidad\ te\acute{o}rica = 1{,}524{,}605 \frac{m^3}{a\tilde{n}os} = 125{,}310\ \frac{m^3}{mes}}$$

Capacidad teórica de energía eléctrica (potencia de maquina 400 kW)

Se planifica una revisión de 2 días cada 6 meses, por tanto, en el año se operará un total de 261 días.

$$capacidad\ te\acute{o}rica = 400\ kW * 24\ \frac{h}{d\acute{i}a} 361\ \frac{d\acute{i}a}{a\tilde{n}o}$$

$$\boldsymbol{capacidad\ te\acute{o}rica = 3{,}465{,}600 \frac{kWh}{a\tilde{n}o} = 288{,}000\ \frac{kWh}{a\tilde{n}o}}$$

8.2 Carta de actividades relacionadas

a) Tabla de áreas a ubicar

Detalle de las áreas, actividades y área que ocuparía cada área:

Tabla 261 Tabla de áreas

N°	Área a ubicar	Descripción de actividades	Área (m²)
1	Oficina administrativa	Esta área está destinada para todo el proceso administrativo, registro de ventas, marketing y gestión de las ventas.	35.0
2	Bodega de materia prima	Se pretende en esta sección el almacenamiento adecuado de las materias primas.	3.0
3	Área de preparación de abono	Se realizan las actividades manuales en los cuales se le dará el tratamiento a lodo para generar el abono.	17.8
4	Empaque de abono	Área donde se encostalará el abono en su presentación para su posterior despacho.	5.0
5	Planta de Subestación	Área destinada el proceso de generación de la energía eléctrica a base de biogás.	40.0
6	Equipos de apoyo	En esta área se almacena equipo de apoyo que será utilizado para el mantenimiento de la subestación.	4.6
7	Utensilios de limpieza	Área exclusiva para el resguardo de utensilios de limpieza de la PTAR.	6.3

Fuente: Elaboración propia

b) *Tabla de proximidad*

Tabla 262 Tabla de proximidad

Símbolo	Proximidad
A	Absolutamente necesario la proximidad
E	Especialmente necesario la proximidad
I	Importante la proximidad
O	Ordinariamente la importante la proximidad
U	Sin importancia la proximidad
X	No es deseable la proximidad

Fuente: Elaboración propia

c) *Tabla de motivos de proximidad*

Tabla 263 Tabla de motivos de proximidad

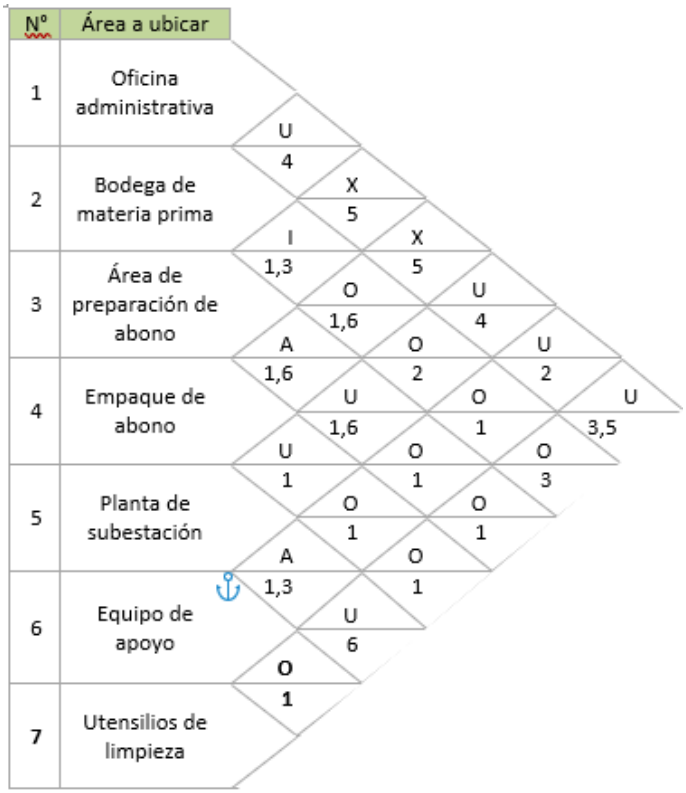
Símbolo	Motivo de cercanía
1	*Flujo de material y equipo*
2	*Personal compartido*
3	*Facilidad de acceso*
4	*Control y supervisión*
5	*Necesidades fisiológicas, Seguridad ocupacional*
6	*Flujo del personal*

Fuente: Elaboración propia

8.3 Análisis de actividades relacionadas

a) Diagrama de bloques

Tabla 264 Diagrama de bloques



Fuente: Elaboración propia

d) Diagrama de actividades relacionadas

Tabla 265 Actividades relacionadas

N°	Departamento	Área (m²)	Bloques (1 m²)	Relación A-E	Importancia
1	Oficina administrativa	35.0	35	0	0.00
2	Bodega de materia prima	3.0	3	0	0.00
3	Área de preparación de abono	17.8	18	1	17.80
4	Empaque de abono	5.0	5	1	5.00
5	Planta de Subestación	40.0	40	1	40.00
6	Equipos de apoyo	4.6	5	1	4.60
7	Utensilios de limpieza	6.3	7	0	0.00
Total			**113**		

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta la tabla anterior, se ordena de acuerdo con la relación de importancia y el área necesaria para cada área, de esta manera se priorizarán ciertas áreas en los LAYOUT.

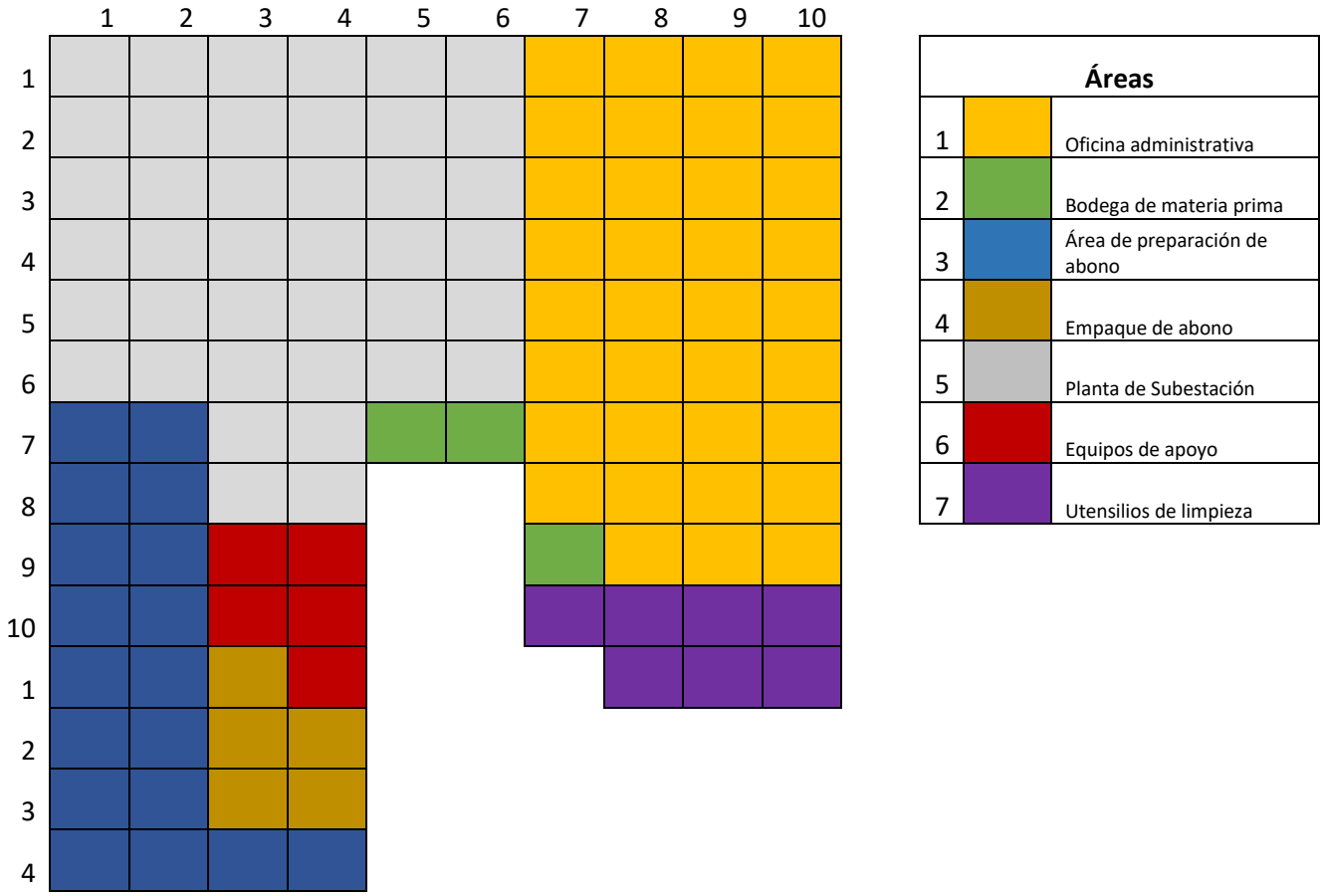
Lista:

- ✓ Planta de subestación
- ✓ Área de preparación de abono
- ✓ Empaque de abono
- ✓ Equipo de apoyo
- ✓ Bodega de materia prima
- ✓ Utensilios de limpieza
- ✓ Oficinas admón.

8.4 Distribución en planta

a) LAYOUT INICIAL

Ilustración 96 Layaout inicial



Fuente: Elaboración propia

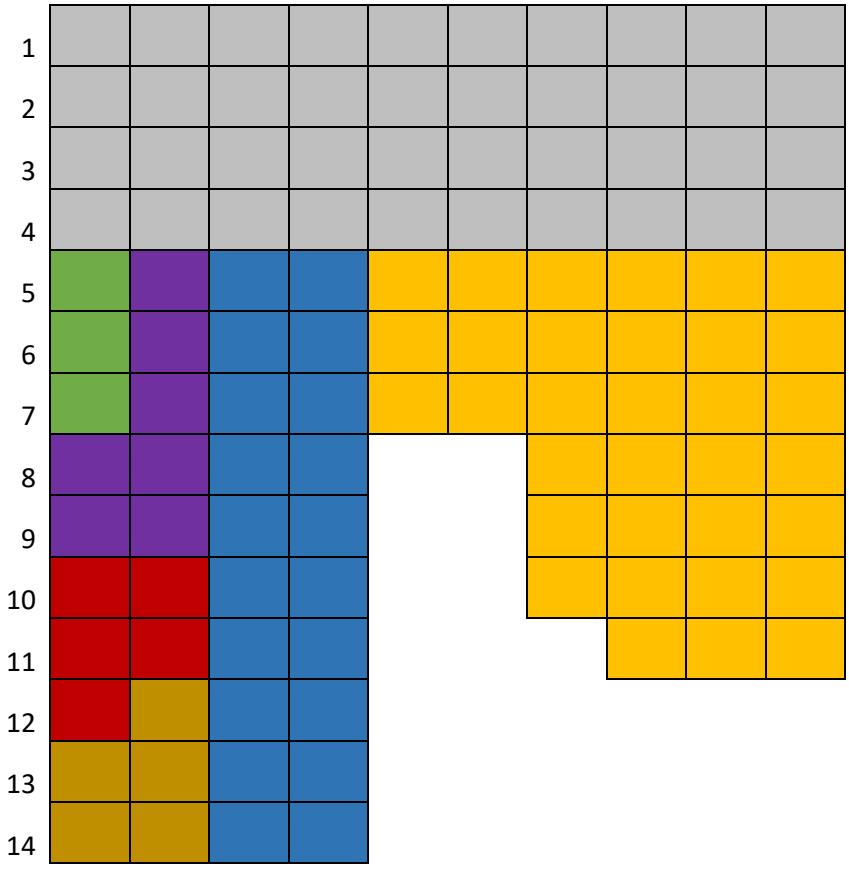
Análisis

en esta primera propuesta, se ve que la bodega esta seccionada dada las dimensiones de las áreas por lo cual no es óptima para tener un proceso de producción fluido ya que es vital que la bodega este cerca del área de producción de abono.

b) PRIMERA APROXIMACIÓN

Ilustración 97 Layaout primera aproximación

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



Áreas	
1	Oficina administrativa
2	Bodega de materia prima
3	Área de preparación de abono
4	Empaque de abono
5	Planta de Subestación
6	Equipos de apoyo
7	Utensilios de limpieza

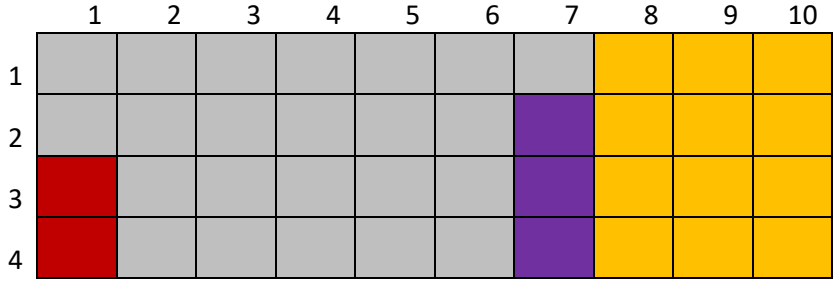
Fuente: Elaboración propia

Análisis

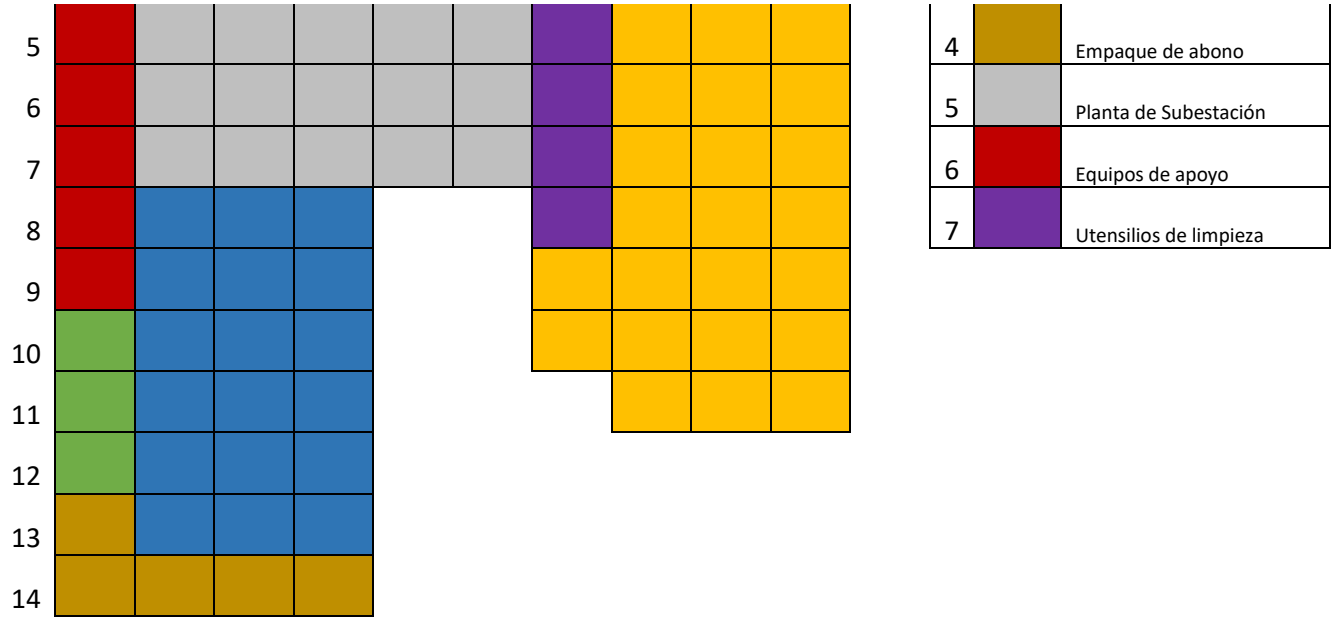
Esta primera aproximación final ya adecua o unifica las áreas, sin embargo, la bodega de materia prima esta antepuesta a el área de utensilios de limpieza y eso, por lo cual no es óptima en su totalidad esta distribución.

c) DISTRIBUCIÓN FINAL PROPUESTA

Ilustración 98 Distribución Propuesta



Áreas	
1	Oficina administrativa
2	Bodega de materia prima
3	Área de preparación de abono



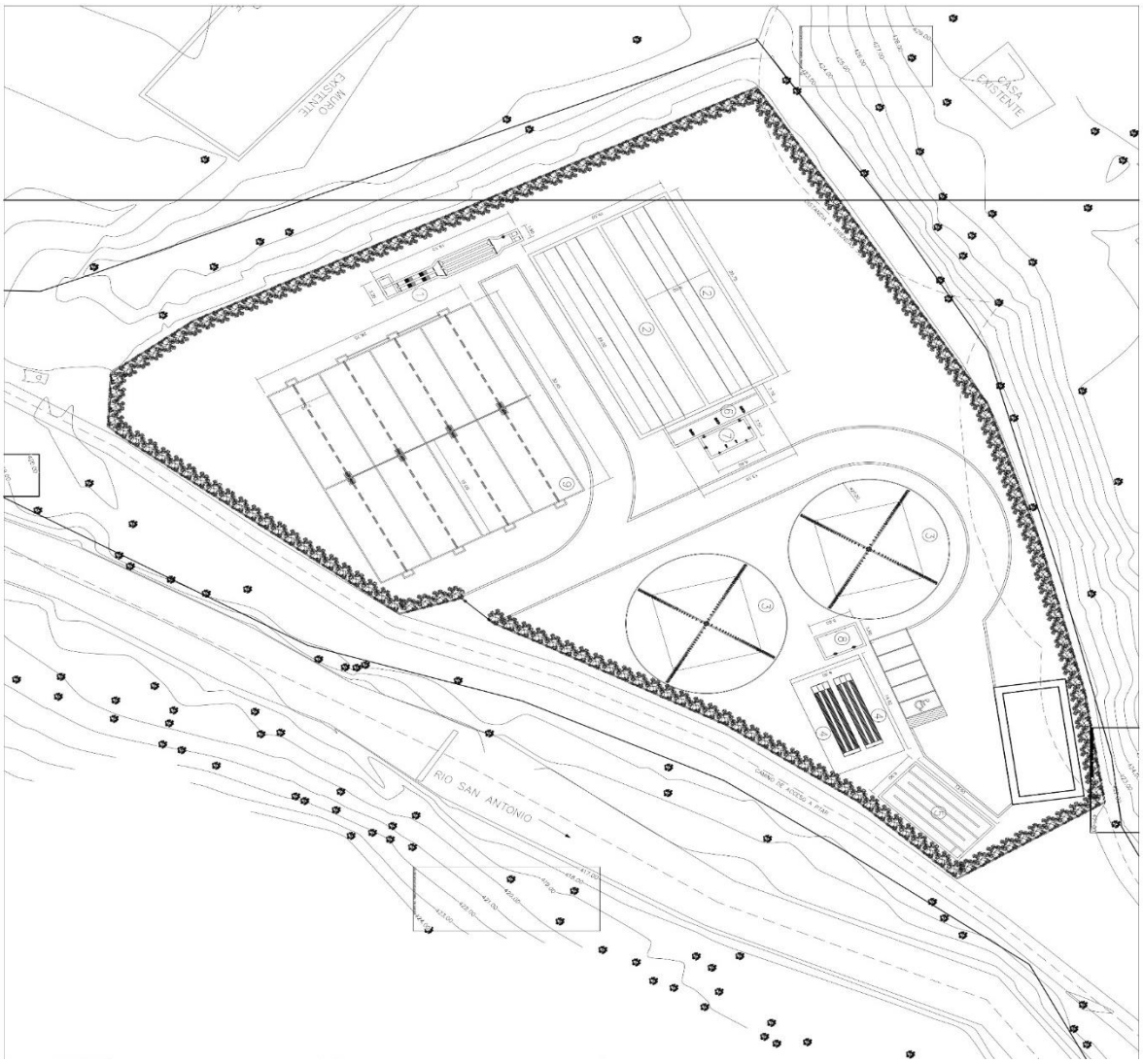
Fuente: Elaboración propia

Análisis

Esta distribución presenta ya unificación de las áreas y además propone un proceso fluido tanto en la generación de electricidad como en la producción de abono, por lo que es la mejor propuesta de distribución de las áreas a construir.

d) Plano propuesto

Ilustración 99 Plano propuesto



Fuente: Administración de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Nejapa

8.5 ESPECIFICACIONES DE OBRA CIVIL

Para las especificaciones de obra civil se van a dividir en tres tipos:

- Producción de abono
- Subestación eléctrica
- Infraestructura de administración

a) Obra civil para producción de abono

Para esta obra se requiere que se prepare el suela a fin de que la infraestructura no ceda ante la vibración de la máquina que procesara el lodo por movimientos, además se requiere de un área para depositar los lodos antes y después del proceso por el que pasara, añadido a esto se debe tener un espacio para poder manipular recipientes y químicos para entre 2 y 3 personas, así como para tomar muestras del lodo, esta área tiene un aproximado de 18 m2, anexo a ello se tiene previsto que el área de empaque este cerca del área donde de procesar el lodo, en esta se requiere que se de 5 m2 por lo que se requiere que se optimo el ajuste de estas dos áreas.

Así mismos se tiene que dejar un acceso para la entra de vehículos pesados, esto con la finalidad que se tenga una vertiente para poder descargar los insumos cerca de la bodega, así como para despachar el abono ya encostalado.

Ilustración 100 Eras de secado



Fuente: Elaboración propia

b) Obra civil para subestación eléctrica

La estructura para este producto viene dada en dos niveles la primera es para la sub estación que inyectara la energía a la red, la cual se requiere de condiciones donde la energía se mantenga aislada y sea conducida por los cables hasta la red, además se requiere de una edificación que mantenga a salvo de la intemperie el des humectante del biogás y que también salve guarde el motor generador que será el artífice de producir la energía, y que lo mantenga por debajo de los 35°C.

Esta área consta de aproximadamente 40 m2 para su construcción.

Ilustración 101 Subestación eléctrica



c) Obra civil para la administración

Este último punto está enfocado para la edificación que albergara a los integrantes que se encargaran tanto de operar como monitorear la generación de energía eléctrica como la producción de abono, con ello esta área tendrá que estar con temperaturas frescas dado el calor que se genera en la zona, de igual manera se dispondrá de un sanitario. Todo será en un nivel de edificación.

E. ORGANIZACIÓN DE LA COOPERATIVA

1. DEFINICIONES ESTRATÉGICAS

1.1 Misión

Brindar, de forma sostenible y eficiente bajo estándares de calidad y mejoramiento continuo en concordancia con la legislación aplicable, el servicio de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales del área urbana y periurbana del municipio de Nejapa.

1.2 Visión

Ser la Entidad Municipal Descentralizada pionera a nivel nacional y municipal en la gestión del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa, con la participación intersectorial aplicando tecnología y medios que ayudarán a prevenir la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del río San Antonio, beneficiando también a los municipios aledaños a la cuenca del rio Lempa.

1.3 Valores

- Compromiso
- Transparencia
- Trabajo en equipo
- Respeto en el entorno y el recurso humano

1.4 Objetivos

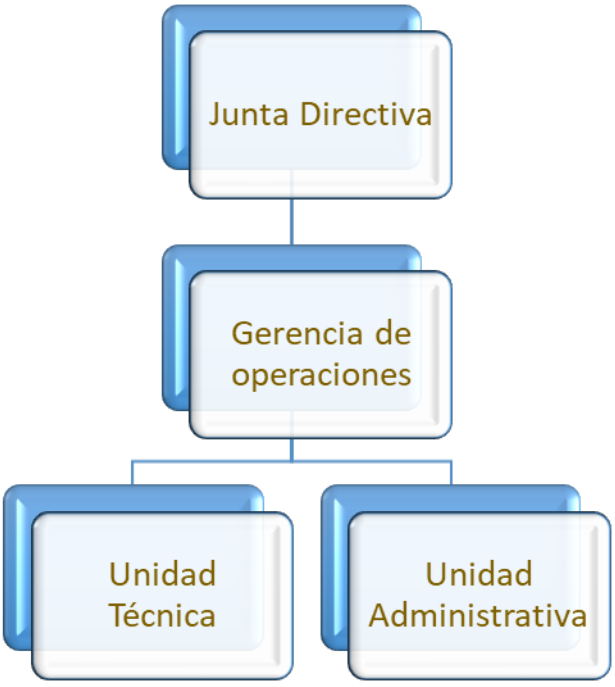
- Incrementar la competitividad.
- Brindar un buen servicio.
- Asegurar un suministro de energía eléctrica suficiente y de calidad.
- Trabajar con criterios de responsabilidad y desarrollo sustentable que cumpla con la legislación vigente.
- Participar en nuevas áreas de oportunidad.
- Establecer los procedimientos para controlar la calidad del suministro y programas que aseguren la continuidad de la generación y comercialización del servicio eléctrico.
- Establecer los sistemas de control necesarios para alcanzar las metas u objetivos.

1.5 Principios

- Compromiso ambiental
- Responsabilidad social
- Calidad

2. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Diagrama 31 Organigrama de PTAR



Fuente: Elaboración propia

3. MANUALES ADMINISTRATIVOS



PTAR Y PLANTA DE ENERGIA ELECTRICA, CAMOTEPEQUE, NEJAPA

MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES

Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Fecha de Aprobación
Elaborador Por:	**Revisado Por:**	**Aprobado por:**
	Director Ejecutivo	**Representante Legal**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 3
ONBJETIVOS 4
JUSTIFICACIÓN..... 5
GENERALIDADES 6
ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL..... 7
JUNTA DIRECTIVA..... 8
Organigrama de la Junta Directiva 12
Atribuciones del presidente de la Junta Directiva 13
Atribuciones del Director Vicepresidente 13
Atribuciones del Director Financiero 14
Atribuciones del Director Secretario 14
Atribuciones de las Vocales 15
Descripción de Puestos 16
Gerente de operaciones 17
Administrador Financiero 21
Contador 24
Abogado 26
Vendedor 28
Ingeniero Químico 31
Operador Técnico químico 33
Ingeniero Eléctrico 35
Operador Técnico Eléctrico 37

INTRODUCCIÓN

El presente manual de puestos y funciones es importante para la empresa ya que permite tener de forma ordenada las actividades, tareas y responsabilidades de cada puesto, lo que se busca es tener un aprovechamiento máximo del recurso humano.

Este manual integra la identificación del puesto, la descripción de las funciones y responsabilidades, condiciones de trabajo, relaciones de trabajo y otras características que subsisten en cada puesto, para desempeñarlo de la mejor forma.

El objetivo del Manual es definir de una manera clara y sencilla las tareas que se van a realizar en un determinado puesto de trabajo y los factores que son necesarios para llevarlas a cabo con éxito.

La importancia para las empresas, radica en contar con un instrumento actualizado de trabajo que oriente el quehacer; asimismo, podrá ser utilizado como una herramienta para el reclutamiento, selección, inducción, promoción del puesto, capacitación, compensaciones y evaluación del desempeño.

OBJETIVOS

GENERAL

Establecer las competencias, funciones y demás características inherentes de los cargos de la Organización mediante la descripción de los puestos de trabajo.

ESPECIFICOS

- Identificar los cargos existentes y necesarios para el buen funcionamiento de la planta.
- Identificar la competencia común y específica requerida para los diferentes cargos.
- Definir las funciones generales y específicas de cada puesto.
- Facilitar la inducción o el entrenamiento de nuevo personal.
- Servir de consulta a todos los trabajadores de la entidad

JUSTIFICACIÓN

El Manual de Puestos dentro de cualquier organización es muy importante y necesario ya que facilita la gestión de procesos y procedimientos del departamento de Gestión Humana, se ha identificado esta necesidad y es por esta razón que se ha elaborado una propuesta de Manual de Puestos y funciones que establece las competencias básicas y específicas para cada área y puesto de trabajo, definiendo los conceptos como una base para las mejoras de las actividades dentro de la planta.

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

MISIÓN

Brindar, de forma sostenible y eficiente bajo estándares de calidad y mejoramiento continuo en concordancia con la legislación aplicable, el servicio de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales del área urbana y periurbana del municipio de Nejapa. Además, brindar el servicio de energía eléctrica con criterio de sustentabilidad, comprometidos con el desarrollo del país y la preservación del medio ambiente

VISIÓN

Ser la Entidad Municipal Descentralizada pionera a nivel municipal y nacional en la gestión del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa, con la participación intersectorial aplicando tecnología y medios que ayudarán a prevenir la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del río San Antonio, beneficiando también a los municipios aledaños a la cuenca del rio Lempa. Además, ser una empresa confiable en el sector como generadora y comercializadora de energía eléctrica apuntándole al desarrollo sostenible.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- ✓ Incrementar la competitividad
- ✓ Brindar un buen servicio
- ✓ Asegurar un suministro de energía eléctrica suficiente y de calidad
- ✓ Trabajar con criterios de responsabilidad y desarrollo sustentable que cumpla con la legislación vigente
- ✓ Participar en nuevas áreas de oportunidad
- ✓ Establecer los procedimientos para controlar la calidad del suministro y programas que aseguren la continuidad de la generación y comercialización del servicio eléctrico.
- ✓ Establecer los sistemas de control necesarios para alcanzar las metas u objetivos

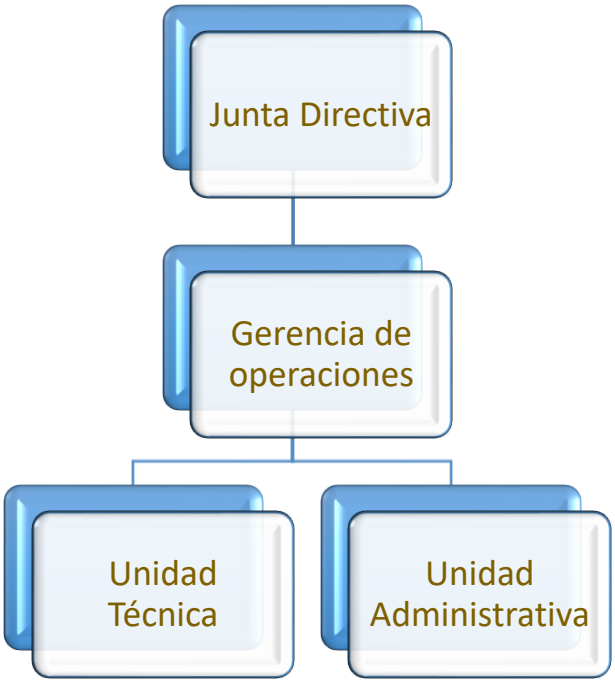
VALORES

- ✓ Compromiso
- ✓ Transparencia
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Respeto en el entorno y el recurso humano

PRINCIPIOS

- ✓ Compromiso ambiental
- ✓ Responsabilidad social
- ✓ Calidad

ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL



JUNTA DIRECTIVA

La dirección de la organización esta confiada a una Junta Directiva, la cual estará integrada por cinco miembros:

- El alcalde o Alcaldesa de Nejapa, o un delegado de este, quien será el Presidente de la junta Directiva
- Un representante del sector empresarial y usuario de la Zona Logística quien será su Director Financiero
- El síndico municipal, que será su Director Secretario
- Un representante de las comunidades beneficiadas quien será su Director Vicepresidente
- Un representante del sector privado residencial, quien fungirá como Vocal. Un ordenanza de funcionamiento regulará la prestación del servicio de saneamiento, las obligaciones de los usuarios y el régimen sancionatorio.

La forma de designar a los miembros de la Junta Directiva será la siguiente:

a. El Alcalde y Síndico Municipal en representación del Concejo Municipal.
b. Representantes del sector empresarial y usuarios de la Zona Logística de Nejapa, y las comunidades serán convocados por el Alcalde a reuniones separadas, a efecto de elegir a los representantes por sector, las reuniones se celebrarán en presencia del alcalde o de un delegado de la Alcaldía de Nejapa del departamento de Participación Ciudadana, quien levantará acta y dará fe de la elección. Las actas que se levanten quedarán en los archivos de actas de la organización y de Participación Ciudadana

c. Para el caso de la convocatoria del sector empresarial y los usuarios de la Zona Logística Nejapa, se expresará que el asistente a la reunión concurra con un poder especial o autorización con firma legalizada, o en acta notarial otorgado por el representante legal de la sociedad, con facultades únicas y exclusivas de elegir o ser elegido como miembro de la Junta Directiva de la empresa.

JUNTA DIRECTIVA

d. Los representantes de las comunidades (ADESCO), y residenciales, serán electos por la Junta Directiva de entre sus miembros, por mayoría simple, con presencia del Alcalde o de un delegado de la Alcaldía de Nejapa, del departamento de Participación Ciudadana, quien levantará acta y dará fe de la elección. Las actas que se levantaren quedarán en los archivos de actas de la organización y de Participación Ciudadana. El delegado deberá presentar el informe y las actas para su validación al Concejo Municipal, dentro de los cinco días posteriores a su elección.

Para ser electos representantes del sector privado: empresarial y usuarios de la Zona Logística, así como del residencial, deberán de cumplir con los siguientes requisitos:

a. Ser usuario del sistema municipal de saneamiento, tratamiento y gestión de aguas residuales y lodos.

b. Mayor de 18 años. c. Que sepa leer y escribir.

d. Pertenecer al sector que representará.

e. No ser representante de otro sector.

f. De reconocida honorabilidad, y de notoria competencia.

En las reuniones de elección de cada uno de los representantes, deberá elegirse su suplente. El Alcalde y Síndico Municipal electo contarán con un suplente cada uno, que serán electos en el seno del Concejo Municipal, para que los representen en sus ausencias, cuando falte uno o los dos. En toda reunión deberá estar siempre, el Presidente o quien haga sus veces. Protocolo de convocatoria y elección de representantes.

Son atribuciones de la Junta Directiva

- Establecer una oficina que funcione separadamente de las dependencias municipales
- Seleccionar y controlar al personal competente y conocedor en la materia de conformidad a la legislación aplicable, según sea el caso
- Despedir, remover o suprimir plazas, cuando fuera por necesidad o conveniencia de la organización de conformidad a la normativa vigente.
- Verificar que se lleve la contabilidad formal debidamente organizada, registrada cronológicamente de acuerdo con los hechos económicos realizados y cumpliendo las normas técnicas y legales existentes
- Revisar el presupuesto propuesto por el gerente, modificarlo en caso de ser necesario y presentarlo al Consejo Municipal para su aprobación
- Hacer las propuestas al Consejo Municipal, de tarifas o reforma a la misma, de las tasas de cobro o por los servicios prestados por el tratamiento de aguas residuales para que sean incorporados en el instrumento jurídico correspondiente, de conformidad a los siguientes criterios: - Costos fijos: personal de Operación y Mantenimiento, Equipo y Herramientas, Consumo de Agua Potable, Muestreo y Análisis, Disposición de Residuos Sólidos Ordinarios producto del desbaste, Mantenimiento Alcantarillado, Mantenimiento preventivo del sistema de Tratamiento, Administración; -Costos variables: Energía Eléctrica Planta de Tratamiento, Insumo de Hipoclorito de Sodio, Disposición de Residuos Sólidos Especiales; - Costos de reinversión: reemplazo de equipo o partes del sistema para el buen funcionamiento. - Costo de comisión: comisión de la distribuidora eléctrica por cobro de tasa por servicio. Asimismo, deberá considerar para el establecimiento de tasas diferenciadas, la capacidad socio económica del usuario del Sistema de Saneamiento, o cualquier otro costo que, a futuro, sea requerido por el Sistema.
- Proponer la elaboración de instrumentos regulatorios, guías, manuales, reglamentos internos, para un mejor funcionamiento de la organización
- Proponer al Consejo Municipal todas las reformas que crean convenientes a la ordenanza y estatutos de la organización.

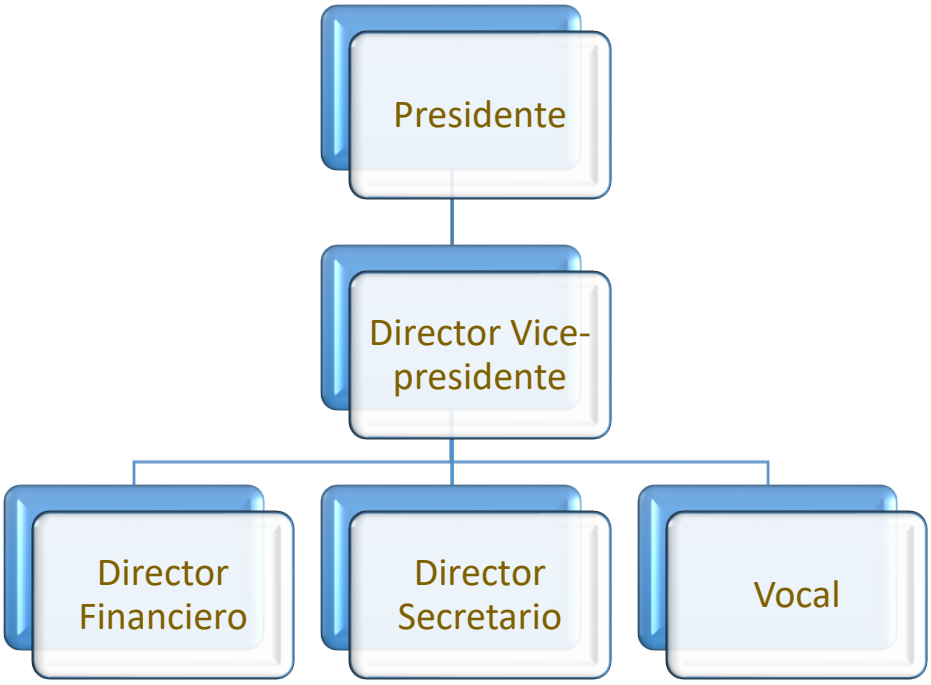
Serán obligaciones de la Junta Directiva

- Velar porque se lleven al día, mediante registros adecuados, el inventario de los bienes de la organización
- Implementar los mecanismos necesarios para protección y conservación de los bienes y establecer los casos de responsabilidad administrativa para quienes los tengan a su cargo, cuidado y custodia
- Llevar buenas relaciones con las instituciones públicas nacionales, regionales y departamentales, así como con otros municipios y cooperar con ellos para el mejor cumplimiento de los fines de los mismos, dentro de sus competencias
- Rendir cuentas a la comunidad beneficiaria de la marcha de las actividades de la organización, una vez al año, mediante una asamblea general de usuarios al sistema de saneamiento, convocada para tal efecto.
- Prohibir la utilización de bienes con fines partidarios, así como colores y símbolos del partido gobernante tanto en muebles o inmuebles propiedad de la organización, ni permitir al personal y funcionarios participar en actividades públicas partidarias cuando se encuentren en el desempeño de sus funciones.

Cumplir y hacer cumplir las demás atribuciones que le señalen las leyes, ordenanzas y reglamentos. Duración en funciones. Artículo. 12.- Los miembros de la Junta Directiva, durarán en sus funciones, para el caso del Alcalde, Síndico y sus suplentes, por el tiempo que dure el período para el que fueron electos o reelectos. El resto de los miembros durará tres años, contados a partir de la fecha de la juramentación.

Se presentan a continuación los sub organigramas de los puestos de trabajo de cada unidad organizativa expuesto en el organigrama principal de la empresa.

Organigrama de la Junta Directiva



ATRIBUCIONES DE LOS MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA Y FORMA DE SESIONAR

Atribuciones del presidente de la Junta Directiva

- Presidir las sesiones ordinarias y extraordinarias
- Vigilar la marcha de la organización y velar por el cumplimiento de los acuerdos del Consejo Municipal, acuerdos y resoluciones de la Junta Directiva, así como de los Estatutos y reglamentos internos
- Elaborar en coordinación con el Director Secretario, la agenda de reuniones de la Junta Directiva
- Tener firma refrendaria juntamente con el Director Financiero y Director Secretario, en las cuentas bancarias;
- Otorgar poderes, para que lo represente judicial y extrajudicialmente, previa autorización de la Junta Directiva, en aquellos casos en que se tenga interés.
- Autorizar en conjunto con el Director Secretario, el libro de actas y demás libros correspondientes;
- Las demás que le señale los presentes Estatutos y demás reglamentos; Atribuciones del Director Financiero

Son atribuciones del Director Vicepresidente

- Prestar la colaboración necesaria al Presidente
- Sustituir al Presidente en ausencia de éste y su suplente
- Atender a las instituciones que le formule la Junta Directiva

Atribuciones del Director Financiero de la Junta Directiva

- Ser depositario de los fondos de la organización y sus bienes
- Fiscalizar sus movimientos económicos y presentar informes financieros trimestrales y anualmente
- Llevar el control y supervisión de los libros de contabilidad y las cuentas de la organización.
- Abrir, manejar y cerrar cuentas bancarias conjuntamente con el Presidente y Director Secretario
- Velar por que se mantenga actualizado el inventario de los bienes y libros de contabilidad que permitan conocer y reflejar el estado patrimonial, presupuestario y financiero.
- Tener firma refrendaria juntamente con el Presidente y Director Secretario, en las cuentas bancarias;
- Velar porque se hagan efectivos los créditos a favor de la organización y los pagos de las obligaciones a favor de esta-
- Autorizar juntamente con el Presidente y Director Secretario las erogaciones de la organización
- Presentar a la Junta Directiva, cada vez que éste lo requiera, informe sobre la situación financiera, patrimonial y presupuestaria, y;
- Las demás atribuciones que le sean conferidas por los presentes Estatutos, Reglamentos internos y demás disposiciones técnicas y legales aplicables.

Son atribuciones del Director Secretario de la Junta Directiva

- Asistir a las sesiones de la Junta Directiva y elaborar las correspondientes actas
- Autorizar en conjunto con el Director Presidente, el libro de actas y demás libros correspondientes
- Tener firma refrendaria juntamente con el Director Presidente y Director Financiero, en las cuentas bancarias;
- Convocar a sesiones de Junta Directiva;
- Elaborar en coordinación con el Presidente, la agenda de reuniones de la Junta Directiva.
- Tener a su cargo el libro de actas de sesiones que celebra la Junta Directiva

Son atribuciones de los Vocales de la Junta Directiva

- Velar por el estricto cumplimiento de la Ley de acciones de la entidad
- Asesorar a la Junta Directiva en puntos de competencia de su sector
- Apoyar al resto de la Junta Directiva en aquellos asuntos que le sean requeridos

Además, la Junta Directiva, para la toma de decisiones de carácter ambiental respecto del manejo y tratamiento de las aguas residuales y otros aspectos similares, podrá pedir opinión a la Unidad Ambiental de la Alcaldía Municipal de Nejapa, e instituciones gubernamentales tales como: la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), Ministerio de Salud (MINSAL), Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y cualquier otra organización pública y privada que tenga que ver con la protección y gestión de los recursos naturales.

Artículo 24.- Los representantes del sector privado podrán ser removidos por las siguientes causas:
a. Por dejar de cumplir con los requisitos establecidos en el Art. 8. Inciso tercero;
b. Por no haber concurrido, sin causa justificada y comprobada, a tres sesiones ordinarias o extraordinarias durante sesenta días calendarios, sin autorización de la Junta Directiva;
c. Por haber sido condenado y vencido en juicio, sin importar el tipo de delito o falta,
d. Por haber sido designado en forma indebida.
e. Por actos de corrupción en contra de la organización y de cualquier órgano o institución del Estado, debidamente comprobado.
f. Por haber sido sancionado por el Tribunal de Ética Gubernamental.
g. Por manifestar conducta en contra de los fines de la empresa.

DESCRIPCIÓN DE PUESTOS

GERENCIA DE OPERACIONES

- ✓ La gerencia de operaciones será administrada por medio de un Gerente, que ha sido elegido por la Junta Directiva, mediante un procedimiento de selección y evaluación por competencias
- ✓ El Gerente responderá ante la Junta Directiva de forma mensual, presentando un informe de respaldo por evidencia documental, en la que se compruebe el estado administrativo, financiero y operativo de la organización.
- ✓ El Gerente tendrá a su cargo una unidad técnica y la unidad administrativa cuyo número de trabajadores, funciones y perfiles quedarán detallados en el manual.
- ✓ No podrán ser empleados de STAR Nejapa quienes sean cónyuges o parientes dentro del cuarto grado de consanguinidad o segunda afinidad de los miembros del Consejo Municipal, de la Junta Directiva, o del Gerente.

Unidad técnica

Objetivo: Velar por que se desarrollen de forma correcta todas las actividades encaminadas a la operatividad de la planta de saneamiento para poder expulsar el agua tratada al rio San Antonio y poder generar biogás de calidad que permita la generación de electricidad de acuerdo a lo parámetros establecidos a través de una subestación de energía

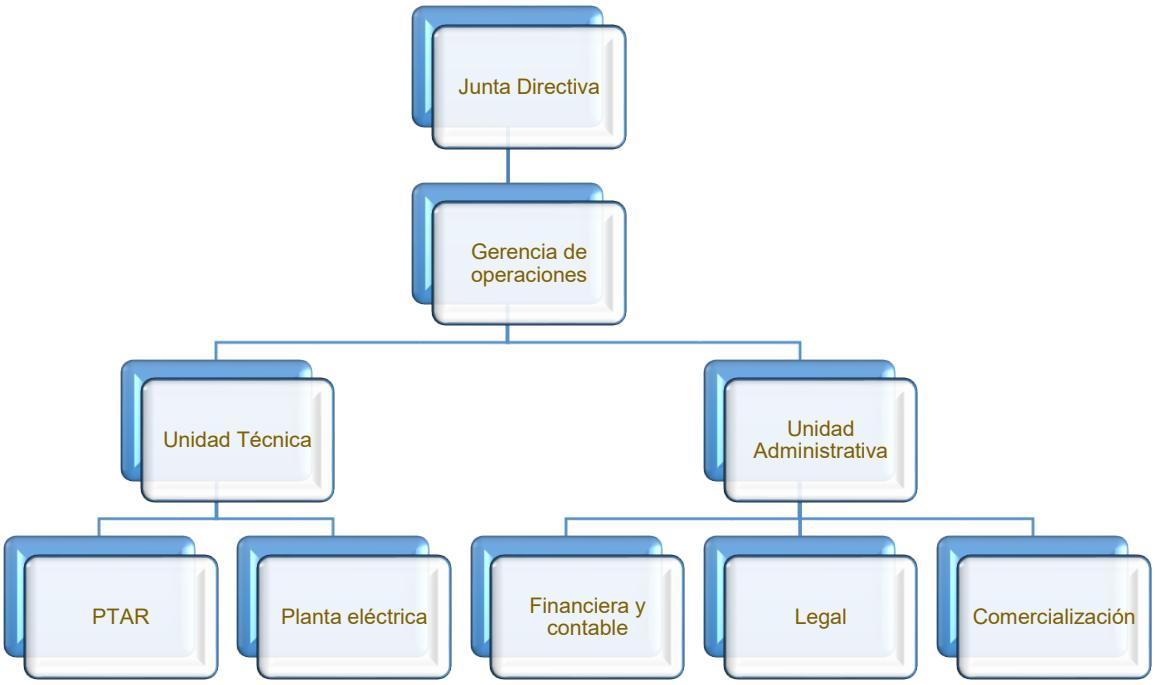
Unidad administrativa:

Objetivo: Velar por que se lleven a cabo todos los procesos y actividades administrativas como lo es la contabilidad, compras, y demás procesos que permitan a la empresa operar en óptimas condiciones y cumplir con los propósitos planteados regidos bajo la legislación salvadoreña.

Nombre del puesto	GERENTE DE OPERACIÓN
Responsable Superior inmediato	Junta Directiva
Categoría del perfil	Técnico
Objetivo del puesto	Coordinar, supervisar y ejecutar actividades administrativas y técnicas especializadas en la operación, funcionamiento y mantenimiento de toda la operatividad de la empresa.
Funciones del puesto	✓ Participar en la implementación de políticas, lineamientos, estrategias, normas, estándares, manuales y procedimientos; así como la implementación de planes, programas, proyectos y acciones en materia de operación y mantenimiento del sistema de aguas residuales y la generación de electricidad ✓ Formular y coordinar el Plan Operativo Anual junto con el presupuesto, de acuerdo con las políticas y metodología establecidas. ✓ Elaborar y presentar reportes e informes en materia de su competencia y/o relacionadas con el cargo que desempeña, de acuerdo con los requerimientos Institucionales. ✓ Elaborar y presentar propuestas de mejora de la gestión de cada puesto de trabajo en materia de su competencia y/o relacionadas con el cargo que desempeña, si fuere necesario. ✓ Participar en actividades de capacitación, reuniones, eventos, comités, comisiones o grupos de trabajos tanto internos como externos, en materia de su competencia y/o relacionados con el cargo que desempeña, de acuerdo con los requerimientos institucionales.

	✓ **Participar en procesos de adquisición y contratación de Bienes y Servicios; así como apoyar la ejecución de actividades administrativas y técnicas en la coordinación y control del cumplimiento de los manuales de operación y mantenimiento, así como cumplimiento de medidas ambientales (PMA) y normativas vigentes** ✓ **Revisar, corregir, aprobar y firmar; reportes, informes, cartas, memorandos u otros documentos en materia de su competencia y/o relacionadas con el cargo que desempeña, de acuerdo con los requerimientos Institucionales.** ✓ **Asignar, dirigir y supervisar el buen desempeño de las tareas específicas de trabajo a los trabajadores y subcontratados.** ✓ **Vigilar que los procedimientos exigidos en los manuales se cumplan de manera constante.** ✓ **Ejecutar las decisiones de la Junta Directiva, como órgano responsable de la administración de la entidad operadora.** ✓ **Presentar a la Junta Directiva la Memoria Anual, Pre supuesto Estados Financieros, Plan de Reinversiones, Propuestas y actualización de Pliego Tarifario y ordenanzas respectivas, Plan Operativo Anual para su aprobación.** ✓ **Administrar adecuadamente la caja chica y otros documentos de valor, fianzas y seguros.** ✓ **Todas aquellas que sean asignada por la Junta Directiva y relacionadas a su cargo.** ✓ **Todas aquellas relacionadas al servicio y apoyo a la comunidad.**

Preparación académica	✓ **Profesional graduado en el área de Ingeniería Civil, Ingeniería industrial, conocimientos de ingeniera sanitaria, construcción o ambiental, sector eléctrico.**
Experiencia laboral	Dos años de experiencia en temas relacionados con inspección, supervisión de obras de mantenimiento de sistemas de aguas preferiblemente residuales, operación y mantenimiento industrial y supervisión de personal, supervisión de plantas eléctricas.
Sexo	Indistinto
Edad	De 24 a 55 años
Requisitos personales	✓ Buenas relaciones interpersonales ✓ Trabajar en base a objetivos estrategias ✓ Responsabilidad y compromiso ✓ Delegar responsabilidades óptimamente. ✓ Capacidad de análisis ✓ Habilidades para la toma de decisiones ✓ Habilidad para redactar y presentar informes ✓ Ser una persona ordenada
Personal a su cargo	Unidad técnica y Unidad Administrativa


Junta Directiva
Gerencia de operaciones
Unidad Técnica
Unidad Administrativa
PTAR
Planta eléctrica
Financiera y contable
Legal
Comercialización

Nombre del puesto	Administrador financiero
Responsable Superior inmediato	Gerente
Categoría del perfil	Administrativa
Objetivo del puesto	Encargado(a) de dirigir y controlar las actividades administrativas, facturación, pago por mora o nuevos servicios, actualizar el catastro de usuario y control de inventario de bienes, insumos y servicios.
Funciones del puesto	✓ Llevar el control de nuevos usuarios del sistema de saneamiento, comunicar a la institución del cobro, la incorporación de nuevos usuarios. ✓ Control de usuarios conectados al sistema de alcantarillado. ✓ Administrar de manera eficiente los recursos humanos materiales y equipo de la entidad. ✓ Garantizar que el personal de la entidad cuente con las herramientas, materiales y equipos necesarios para realizar adecuadamente su trabajo bajo las condiciones de seguridad reglamentarias. ✓ Gestionar las solicitudes de mantenimiento y reparación, presentadas a la organización. ✓ Llevar control estricto de los materiales y el equipo asignado, control del inventario y gestionar las compras de bienes y servicios de forma programada. ✓ Mantener al día los informes básicos y necesarios para la toma de decisiones del Gerente. ✓ Mantener al día los expedientes del personal y controlar asistencia.

	✓ **Dirigir controlar y evaluar el proceso de adquisiciones de insumos, maquinarias, equipos, repuestos, materiales y servicios que permitan el normal desarrollo de las operaciones** ✓ **Efectuar los procesos de compra, haciendo cumplir las estipulaciones contractuales de validez de precios, plazo de entrega, forma de pago, garantías exigidas y otras condiciones previas.** ✓ **Presentar la solicitud de las compras para que sea aprobada por el /la Gerente.** ✓ **Realizar las compras requeridas una vez que esté aprobada la solicitud de adquisición.** ✓ **Elaborar y actualizar la base de datos del mercado de proveedores en coordinación con el/la administrador(a), a efectos de disponer de la información necesaria que permita una eficiente y rápida toma de decisiones** ✓ **Todas las funciones administrativas que le designe el Gerente.**

Preparación académica	✓ **Egresado de Licenciatura Administración de empresas o carreras afines.**
Experiencia laboral	Un (1) año de experiencia en el área de servicio al cliente o cargos de asistencia administrativa, conocimientos contables, manejo de paquetes de office, manejo y control de facturación, técnicas de manejo de carteras de clientes y de cobros por recuperación de morosidad.
Sexo	Indistinto
Edad	De 24 a 55 años
Requisitos personales	✓ Responsable ✓ Habilidades de liderazgo ✓ Trabajo en equipo ✓ Excelente comunicación
Personal a su cargo	Ninguno

Nombre del puesto	Contador
Responsable Superior inmediato	Gerente
Categoría del perfil	Administrativa
Objetivo del puesto	Empleado(a), encargado(a) de registrar en forma oportuna Y confiable las transacciones financieras; en base a dispositivos legales vigentes, principios y normas de Contabilidad generalmente aceptados y elaborar estados financieros.
Funciones del puesto	✓ Coordinar y organizar el proceso de contabilidad y de administración de recursos financieros del sistema de tratamiento de aguas residuales y de la subestación de energía. ✓ Proponer estrategias y coordinar con el/la administrador(a) la recuperación de mora mediante los requerimientos extrajudiciales de los clientes morosos. ✓ Planificar y programar todas las acciones de carácter financiero, contable y de control de fondos. ✓ Elaborar las partidas contables de ingresos y egresos, control y registro de los movimientos bancarios. ✓ Elaborar planillas y control de pagos de personal. ✓ Llevar el control de los informes de facturación y de recuperación de mora, generados por: el administrador e instituciones a través de quienes se realice el cobro. ✓ Elaborar informes contables mensuales y trimestrales o cuando los solicite el Gerente. ✓ Todas las funciones administrativas que le designe el Gerente.

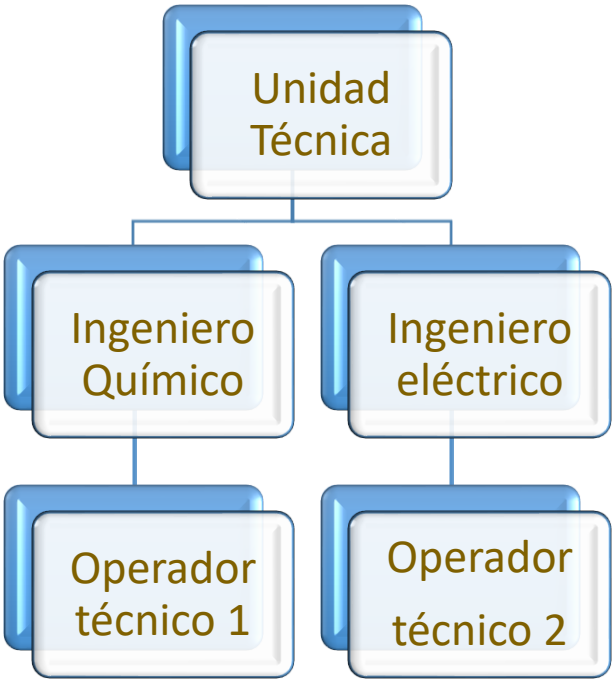
Preparación académica	✓ **Contador público** ✓ **Conocimientos de paquetes contables y de contabilidad gubernamental.**
Experiencia laboral	Mínimo 2 años en puestos relacionados al manejo de la contabilidad de las empresas en rubro industrial o comercial
Sexo	Indistinto
Edad	De 24 a 55 años
Requisitos personales	✓ Habilidades numéricas ✓ Toma de decisiones ✓ Trabajo en equipo ✓ ordenado
Personal a su cargo	Ninguno

Nombre del puesto	Abogado
Responsable Superior inmediato	Gerente
Categoría del perfil	Administrativa
Objetivo del puesto	Empleado(a), encargado(a) de brindar asesoramiento a la organización en todos los aspectos que sean requeridos en lo legal y jurídico.
Funciones del puesto	✓ Bridar asesoramiento legal respecto al ambiento ambiental ✓ Bridar asesoramiento legal respecto a la legislación que rige el mercado eléctrico. ✓ Gestionar los contratos o convenios con entidades públicas y privadas. ✓ Mantener actualizados los contratos de todo el personal. ✓ Supervisar los contratos y convenios con los clientes y los proveedores ✓ Controlar la emisión de documentos de la empresa que conlleve responsabilidades legales ✓ Cumplir con las obligaciones legales de la organización ya sea con documentos vigentes, pago de impuestos o normas que no han sido debidamente cumplidas ✓ Elaborar informes trimestrales o cuando los solicite el Gerente. ✓ Aclarar las consultar que formulen los diferentes órganos que conforman la junta directiva. ✓ Todas las funciones administrativas que le designe el Gerente.

Preparación académica	✓ **Profesional titulado en Derecho. Con sólidos conocimientos de La Legislación Salvadoreña con énfasis en temas comerciales, laborales, administrativos, medio ambientales y del mercado eléctrico.**
Experiencia laboral	✓ Experiencia de dos años brindando asesoría legal a empresas.
Sexo	✓ Indistinto
Edad	✓ De 24 a 55 años
Requisitos personales	✓ Alto nivel de responsabilidad ✓ Capacidad de análisis ✓ Toma de decisiones ✓ Compromiso ✓ Habilidades de negociación ✓ Proactivo ✓ Capacidad de trabajo en equipo
Personal a su cargo	Ninguno

Nombre del puesto	VENDEDOR
Responsable Superior inmediato	Gerente
Categoría del perfil	Administrativa
Objetivo del puesto	Empleado(a), encargado(a) de la promoción y venta del subproducto generado en la planta de tratamiento
Funciones del puesto	✓ Conocer a detalle el producto que comercializará ✓ Entender al mercado y la competencia ✓ Realizar una planificación de su trabajo a realizar, definiendo las directrices a seguir y la metodología. ✓ Elaboración del brief de lanzamiento de la marca ✓ Crear y ejecutar estrategias de marketing ✓ Promocionar y vender los productos ✓ Realizar visita de campo a diferentes clientes ✓ Brindar una retroalimentación a la empresa ✓ Todas las funciones administrativas que le designe el Gerente.

Preparación académica	✓ **Estudiante o graduado de técnico en mercado o carreras a fines**
Experiencia laboral	✓ Experiencia mínima de un año en el rubro de ventas
Sexo	✓ Indistinto
Edad	✓ De 20 a 55 años
Requisitos personales	✓ Alto nivel de responsabilidad ✓ Excelente comunicación ✓ Toma de decisiones ✓ Compromiso ✓ Habilidades de negociación ✓ Proactivo ✓ Capacidad de trabajo en equipo ✓ Honesto ✓ Orientación al cliente
Personal a su cargo	Ninguno


Unidad Técnica
Ingeniero Químico
Ingeniero eléctrico
Operador técnico 1
Operador técnico 2

Nombre del puesto	INGENIERO QUÍMICO
Responsable Superior inmediato	Gerente
Categoría del perfil	Operativo
Objetivo del puesto	Ejecutar y controlar los procedimientos implementados para la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de las aguas residuales.
Funciones del puesto	✓ Ejecutar y supervisar actividades administrativas del sistema de tratamiento de aguas residuales y colectores, así como la participación en el desarrollo de investigaciones diversas relacionadas con la recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales y en general relacionados con la operación y mantenimiento de estos sistemas. ✓ Dirigir y supervisar la adecuada operación, mantenimiento y administración del alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales y el desarrollo de sus procesos, tales como: tratamiento facultativo aeróbico y anaeróbico (control de caudal de ingreso y salida de agua a la planta y niveles de agua, manipulación y control de las válvulas, muestreo de agua), otros. ✓ Vigilar y supervisar el control de vertidos, calidad del agua, caudal de ingreso y salida de agua, tiempos de retención. ✓ Controlar y supervisar el muestreo de agua para la determinación de parámetros de los análisis de control a realizar. ✓ Dirigir y supervisar el tratamiento de lodos. ✓ Supervisar y verificar la manipulación y control de válvulas e instrumentación.

	✓ **Apoyar la logística de cotizaciones y compra de insumos químicos, equipos y/o elementos para la planta de tratamiento, equipos de medición de campo, etc.**
Preparación académica	✓ Ingeniero químico, ✓ Deseables estudios en Tratamiento de aguas residuales.
Experiencia laboral	✓ Dos o más años de experiencia en el manejo de plantas de tratamiento de aguas residuales
Sexo	✓ Indistinto
Edad	✓ De 24 a 55 años
Requisitos personales	✓ Liderazgo ✓ Toma de decisiones ✓ Trabajo en equipo ✓ Responsabilidad ✓ Proactivo
Personal a su cargo	Operador técnico 1

Nombre del puesto	OPERADOR TÉCNICO EN QUÍMICA
Responsable Superior inmediato	Ingeniero Químico
Categoría del perfil	Operativo
Objetivo del puesto	Ejecutar y controlar actividades técnicas en la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de las aguas residuales.
Funciones del puesto	✓ Participar en la implementación de políticas, lineamientos, estrategias, normas, estándares, manuales y procedimientos; así como la implementación de planes, programas, proyectos y acciones en materia de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales. ✓ Atender las instrucciones recibidas por parte del ingeniero químico ✓ Ejecutar y controlar la adecuada operación y mantenimiento de los procesos, tales como: tratamiento facultativo aeróbico y anaeróbico (control de caudal de ingreso y salida de agua a la planta y niveles de agua, manipulación y control de las válvulas e instrumentación, muestreo de agua) entre otros. ✓ Ejecutar el control de vertidos, de calidad de agua, de caudal de ingreso y salida de agua, tiempos de retención. ✓ Ejecutar y controlar el muestreo de agua para la determinación de aguas residuales tratadas ✓ Ejecutar y controlar el tratamiento de lodos. ✓ Ejecutar la manipulación y control de válvulas e instrumentación ✓ Cumplir las medidas de seguridad y salud operacional. ✓ Ejecutar las medidas ambientales del PMA y la normativa vigente.

Preparación académica	✓ **Profesional graduado de técnico en química,** **Conocimientos:** ✓ **Manejo y conocimiento de procesos de tratamiento de aguas residuales** ✓ **Conocimiento operando equipos (bombas, paneles de control, visualizador pH)**
Experiencia laboral	Experiencia mínima de 2 años en puestos relacionados con la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento
Sexo	Indistinto
Edad	De 18 a 55 años
Requisitos personales	✓ Orientación hacia el servicio ✓ Ética profesional ✓ Responsabilidad
Personal a su cargo	Ninguno

Nombre del puesto	INGENIERO ELÉCTRICO
Responsable Superior inmediato	Gerente
Categoría del perfil	Operativo
Objetivo del puesto	Garantizar el buen funcionamiento de la subestación de energía eléctrica a través de una correcta gestión de los recursos disponibles.
Funciones del puesto	✓ Gestionar la producción de energía renovable ✓ Supervisar y verificar el rendimiento eléctrico de los equipos, así como el de la instalación eléctrica en general. ✓ Controlar el equipo de generación de energía ✓ Supervisar la producción final y verificar el cumplimiento de los estándares establecidos ✓ Coordinar todas las etapas de un sistema eléctrico ✓ Dirigir la instalación eléctrica, el funcionamiento, la conservación y la reparación de sistemas eléctricos, motores y equipos. ✓ Planificar el calendario de mantenimiento de la subestación eléctrica. ✓ Organizar las actividades de la subunidad velando por la correcta consecución de los objetivos planeados ✓ Elaborar y presentar reportes e informes en materia de su competencia y/o relacionadas con el cargo que desempeña, de acuerdo con los requerimientos Institucionales. ✓ Asegurarse que se cumplan las normas y políticas de la legislación respecto al sector eléctrico ✓ Verificar que el personal esté operando correctamente los elementos del sistema y con los niveles de eficiencia exigidos en la normativa.

Preparación académica	✓ **Ingeniero eléctrico**
Experiencia laboral	✓ Experiencia demostrable con jefe de mantenimiento u otros puestos de gestión, experiencia en la generación de energía a partir de fuentes renovables
Sexo	✓ Indistinto
Edad	✓ De 24 a 55 años
Requisitos personales	✓ Capacidad de resolución de problemas ✓ Trabajo en equipo ✓ Delegación de responsabilidades ✓ Capacidad de comunicación efectiva ✓ Excelentes habilidades interpersonales ✓
Personal a su cargo	Operador Técnico en electricidad

Nombre del puesto	Operador Técnico Eléctrico
Responsable Superior inmediato	Ingeniero Eléctrico
Categoría del perfil	Operativo
Objetivo del puesto	Controlar, manejar y mantener la maquinara para la generación de energía eléctrica
Funciones del puesto	✓ Comprobación del sistema eléctrico para asegurar la funcionalidad ✓ Controlar el flujo de electricidad desde un punto central manejando y controlando las válvulas e interruptores. ✓ Recopilar informes sobre el rendimiento del equipo, la lectura de instrumentos. ✓ Limpiar y lubricar equipo como los generadores o turbinas, etc ✓ Ejecutar las actividades programadas por el jefe inmediato ✓ Realizar un inventario de los equipos que permita tenerlo actualizado. ✓ Responder a emergencias como el fuego y los riegos medioambientales
Preparación académica	✓ **Bachillerato técnico en electricidad**
Experiencia laboral	Experiencia en temas relacionados con la operación y mantenimiento de estaciones eléctricas.
Requisitos personales	✓
Personal a su cargo	Ninguno

Servicios outsourcing

De forma subcontrata se tiene las pruebas de laboratorio, que se realizan para poder evaluar la calidad del agua que está siendo tratada en la planta de tratamiento, además, para corrobra que se está cumpliendo con los parámetros establecidos o si es el caso que se esté fuera de estos realizar las medidas correctivas para poder seguir con el proceso

4. SISTEMAS ADMINISTRATIVOS BÁSICOS

Para que las actividades o funciones administrativas se desarrollen correctamente es necesario apoyarse de sistemas administrativos que permitan completar las tareas. Es decir, para que la administración sea más eficiente se requiere de información relevante que se pueda registrar, por lo que se deben generar sistemas que reúnan dicha información y estén a la mano para poder consultarlos.

Objetivos

Objetivo general:

Brindar información del área administrativa para que se pueda generar un soporte que ayude en la toma de decisiones durante la administración de las plantas.

Objetivos específicos:

- Mostrar de forma clara y precisa la información registrada
- Presentar la información sobre el control de ingresos en la organización

4.1 Sistema de Comercialización

Sistema estratégico

Objetivo: establecer estrategias que permitan cumplir los objetivos de la empresa relacionados con la promoción y comercialización de sus servicios y subproductos generados en sus operaciones.

a) **Programa de promoción y publicidad**.

El diseño de un plan de promoción es importante ya que permite a la organización poder dar a conocer a través de herramientas mercadológicas sus servicios y así pode atraer a nuevos clientes.

Objetivo del programa: brindar a la población del municipio la información necesaria de los servicios que se brindan en la organización y su contribución al medio ambiente y a la salud de la población

Objetivos específicos:

- Crear una imagen positiva de la empresa en el municipio de Nejapa.
- Dar a conocer cómo se opera una planta de tratamiento de aguas residuales y sus beneficios en la comunidad
- Generar nuevos usuarios de la red de alcantarillado
- Atraer inversionistas para la creación de la subestación eléctrica

Sub programa Promoción

PTAR

Estrategia: Hacer uso de publicidad promocional a través del envío de mensaje a la comunidad con fin de despertar la curiosidad y así generar demanda de los servicios que ofrece la empresa

Tácticas:

- Ofrecer charlas informativas a la comunidad del municipio de Nejapa cada 15 días sobre los beneficios de conectarse a la red de saneamiento de aguas residuales y del costo de este servicio
- Programar visitas a la planta una vez al mes para las personas interesada en conocer su forma de operar

Ejemplo de publicidad:

Ilustración 102 Tarjetas de presentación



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 103 Ejemplo presentación de Camisa



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 104 Stikers con logo



Fuente: Elaboración propia

Sub programa de publicidad

Objetivo: Informar sobre la existencia de la empresa y los servicios que esta brinda en beneficio de los habitantes del municipio de Nejapa y para cuidado del medio ambiente a través de medio de comunicación masivos, materiales publicidad etc.

Tácticas de publicidad:

- Elaborar 200-300 broshures donde se muestre la información de cada servicio que ofrece la empresa, colocando una breve descripción de cada uno apoyado de imágenes, etc.
- Publicidad en página web
- Publicidad en redes sociales
- Brief de lanzamiento

b) Brochure

Asegurarse que los brochures sean elaborados sin errores y que sean distribuidos en un tiempo previamente establecido en aquellas comunidades que no se encuentren conectadas aún a la red saneamiento, en lugares concurrentes como como centros escolares, alcaldía, etc.

Ejemplo de brochure:

Ilustración 105 Brochure

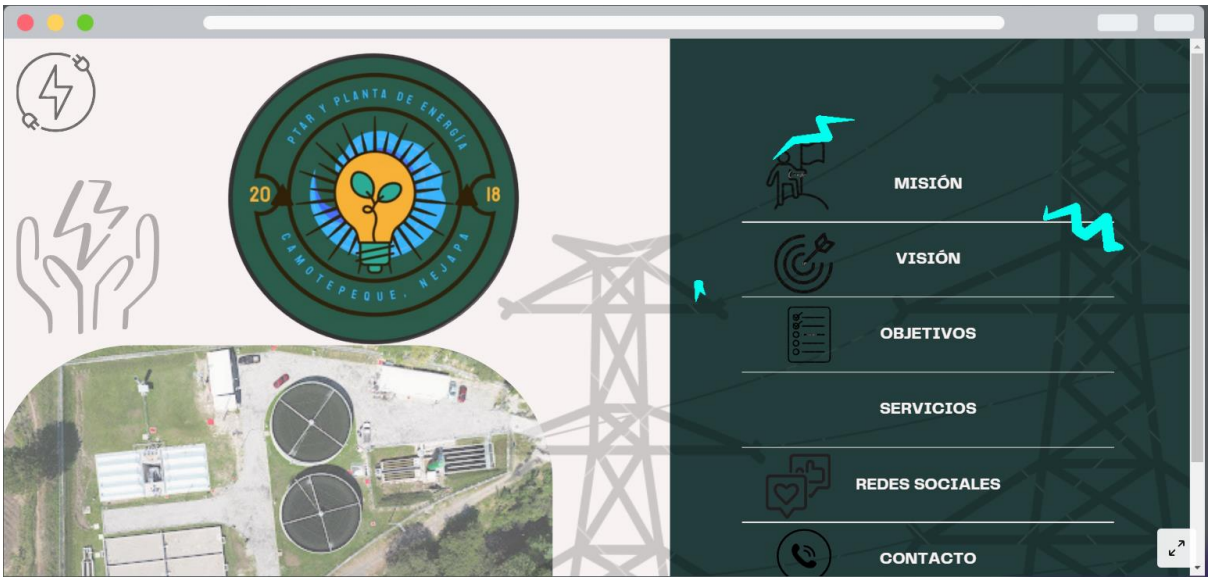


Fuente: Elaboración propia

c) Página web

Se propone Crear una Página web a nombre de la empresa donde se presente de forma clara y creativa, haciendo uso de recursos visuales para atraer a las personas, su misión, visión, objetivos, servicios y subproductos de sus procesos operativos.

Ilustración 106 Vista Principal página web



Fuente: Elaboración propia

d) Redes sociales.

Dentro de las redes sociales que se recomiendan para hacer promoción de los servicios y beneficios que ofrece la empresa están: Facebook e Instagram. Estas redes sociales permitan llegar a un número elevado de personas, por lo que se recomienda elaborar contenido llamativo a través de fotografías y texto bien redactado.

e) Brief de lanzamiento.

El brief de lanzamiento permite presentar de forma concisa el producto o servicio que una empresa ofrece.

BRIEF DE LANZAMIENTO



Nombre de la empresa	✓ PTAR Y PLANTA DE ENEGIA ELECTRICA, CAMOTEPEQUE, NEJAPA
Nombre del responsable	✓ Gerente: Ing. Francisco Amaya
Teléfono	✓ 2380-5690
Email	✓ Plantas_CamotepequeN@gmail.com
Dirección	✓ RQGC+5Q3, Calle A Mapilapa, Nejapa

INFORMACIÓN GENERAL

Productos o Servicios	✓ Tratamiento de aguas residuales para clientes conectados red de alcantarillado ✓ Generación de energía eléctrica a partir de la producción de biogás ✓ Venta de abono orgánico
Ámbito Geográfico	Municipio de Nejapa
Años de experiencia en el mercado	Un año de operaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales y produciendo biogás, realizando estudios para poder generar energía renovable.
Misión (labor en el mercado)	Brindar, de forma sostenible y eficiente bajo estándares de calidad y mejoramiento continuo en concordancia con la legislación aplicable, el servicio de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales del área urbana y periurbana del municipio de Nejapa. Además, brindar el servicio de energía eléctrica con criterio de sustentabilidad, comprometidos con el desarrollo del país y la preservación del medio ambiente
Visión (metas a conseguir)	Ser la Entidad Municipal Descentralizada pionera a nivel municipal y nacional en la gestión del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa, con la participación intersectorial aplicando tecnología y medios que ayudarán a prevenir la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del río San Antonio, beneficiando también a los municipios aledaños a la cuenca del rio Lempa. Además, ser una empresa confiable en el sector como generadora y comercializadora de energía eléctrica apuntándole al desarrollo sostenible.
Valores (principios éticos)	✓ Compromiso ✓ Transparencia ✓ Trabajo en equipo ✓ Respeto en el entorno y el recurso humano
Objetivos de negocio	✓ Incrementar la competitividad ✓ Brindar un buen servicio ✓ Asegurar un suministro de energía eléctrica suficiente y de calidad ✓ Trabajar con criterios de responsabilidad y desarrollo sustentable que cumpla con la legislación vigente ✓ Participar en nuevas áreas de oportunidad

4.2 Sistema de Contabilidad

El sistema contable debe contemplar la información de los movimientos contables para poder tener mayor control sobre la situación económica de la empresa. Con este sistema se busca tener un registro de las operaciones contables que se realizan mensualmente.

a) Objetivos:

Objetivo general: Registrar las transacciones contables realizadas en la empresa para conocer la situación económica de la empresa.

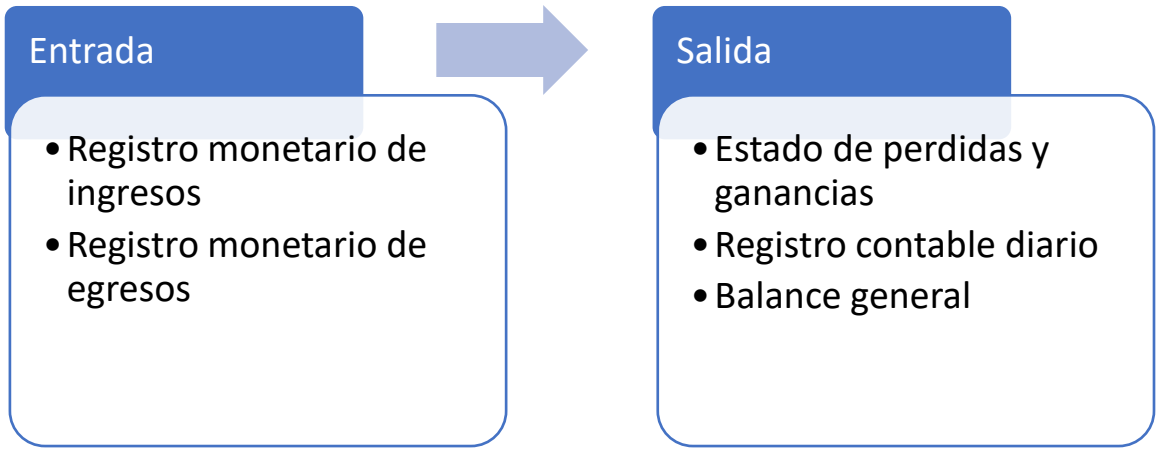
Objetivos específicos:

- Registrar de forma cronológicas las transacciones contables realizadas en el mes.
- Tener mayor control de las compras de insumos para el buen funcionamiento de las operaciones de la empresa.

b) Requerimientos de información y resultados del sistema

Para poder cumplir con los objetivos del sistema contable propuesto se requerirán las entradas y salidas siguientes:

Diagrama 32 Requerimientos del Sistema Contable



Fuente: Elaboración propia

Entrada: Este elemento está compuesto por los registros de las transacciones de las operaciones monetarias, que se refiere a las actividades por el saneamiento de aguas

residuales, la comercialización de energía renovable, pago de planilla, otros egresos. Se incluye también, el registro de las compras de insumos y equipo para la operación de las plantas.

Proceso: Este elemento está formado por el tratamiento de los datos ingresados.

Salida: Este elemento está compuesto por los estados financieros como lo es el balance general y el estado de resultados, así como un control de los insumos en la planta.

c) Funciones del sistema

Para poder obtener la información contable, el sistema deberá contar con las siguientes funciones:

Registro de las transacciones: este estará formado por un libro diario, donde se registrarán las operaciones económicas que se realicen día a día.

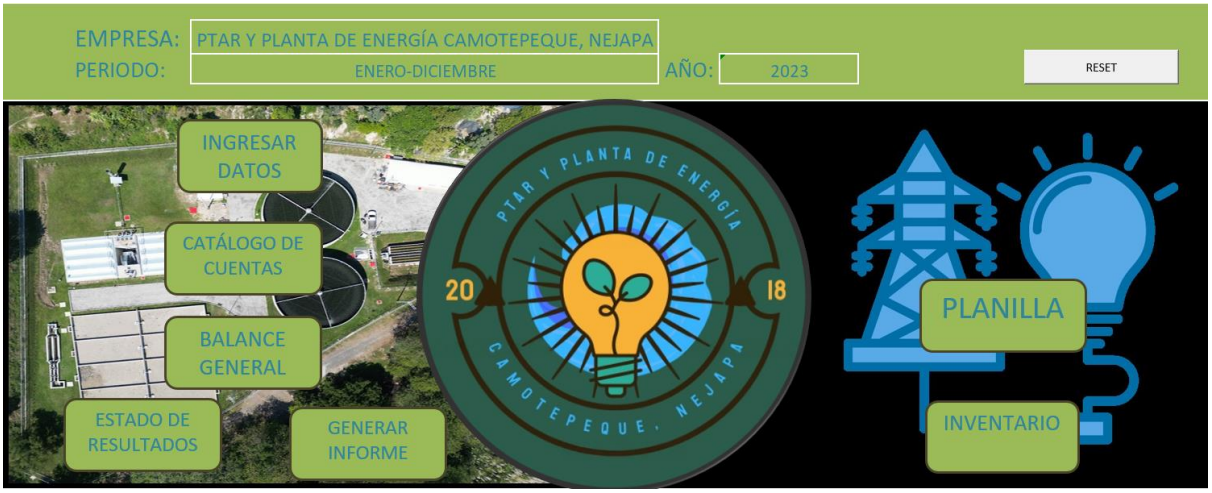
Presentación de estados financieros: Con el registro de las transacciones se generará el balance general y el estado de resultados.

Control de insumos: Se registran las compras de insumos y equipos adquiridos en un periodo de tiempo.

d) Diseño de propuesta del sistema contable.

Se presenta a continuación la interfaz del sistema contable creado en hojas de cálculo de Microsoft Excel, donde se registrarán los ingresos y egresos de la organización.

Ilustración 107 Vista principal del Sistema Contable



Fuente: Elaboración propia

Se hace una descripción de las funciones a realizar por botones:

Tabla 266 Funciones del Sistema Contable

BOTÓN	FUNCIÓN
Ingresar datos	Despliega una hoja donde se ingresan los datos como el número de cuenta a cargar o abonar, su nombre, el monto la fecha.
Catálogo de cuentas	Permite a los usuarios poder identificar el tipo de cuenta por código a utilizar
Balance General	Se despliega una hoja que permite visualizar información acerca de la situación financiera de la empresa
Estado de Resultado	Se despliega una hoja que permite visualizar los ingresos y gastos de la empresa durante un periodo de tiempo contable.
Planilla	Se despliega una hoja que permite llevar el registro de cuanto le corresponde a cada empleado de acuerdo con su puesto y las requisiciones de ley.

Inventario	Este despliega una tabla donde se puede ingresar la cantidad de insumos que se adquieren y la cantidad en la que se van gastando.

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 108 Registro de datos



REGISTRO DIARIO

Nº	FECHA	GLOSA O DESCRPCION DEL ASIENTO	COD	DESCRIPCION DE LA CUENTA	DEBE	HABER

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 109 Catálogo de cuentas

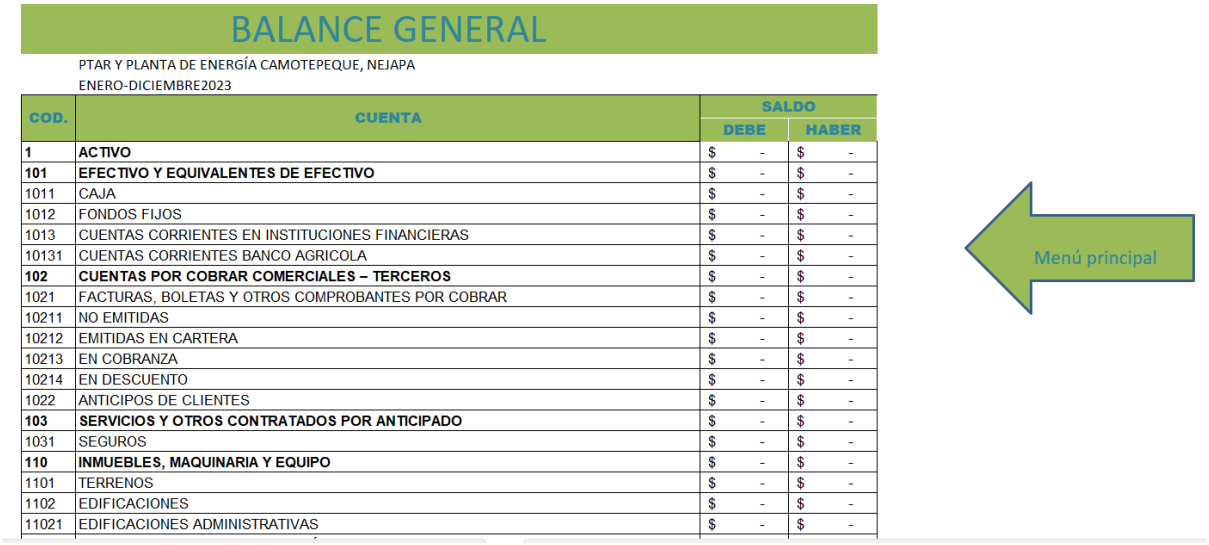


CATALOGO DE CUENTAS

1	**ACTIVO**
101	**EFECTIVO Y EQUIVALENTES DE EFECTIVO**
1011	CAJA
1012	FONDOS FIJOS
1013	CUENTAS CORRIENTES EN INSTITUCIONES FINANCIERAS
10131	CUENTAS CORRIENTES BANCO AGRICOLA
102	**CUENTAS POR COBRAR COMERCIALES – TERCEROS**
1021	FACTURAS, BOLETAS Y OTROS COMPROBANTES POR COBRAR
10211	NO EMITIDAS
10212	EMITIDAS EN CARTERA
10213	EN COBRANZA
10214	EN DESCUENTO
1022	ANTICIPOS DE CLIENTES
103	**SERVICIOS Y OTROS CONTRATADOS POR ANTICIPADO**
1031	SEGUROS

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 110 Balance General



BALANCE GENERAL

PTAR Y PLANTA DE ENERGÍA CAMOTEPEQUE, NEJAPA
ENERO-DICIEMBRE2023

COD.	CUENTA	SALDO	
		DEBE	HABER
1	**ACTIVO**	$ -	$ -
101	**EFECTIVO Y EQUIVALENTES DE EFECTIVO**	$ -	$ -
1011	CAJA	$ -	$ -
1012	FONDOS FIJOS	$ -	$ -
1013	CUENTAS CORRIENTES EN INSTITUCIONES FINANCIERAS	$ -	$ -
10131	CUENTAS CORRIENTES BANCO AGRICOLA	$ -	$ -
102	**CUENTAS POR COBRAR COMERCIALES – TERCEROS**	$ -	$ -
1021	FACTURAS, BOLETAS Y OTROS COMPROBANTES POR COBRAR	$ -	$ -
10211	NO EMITIDAS	$ -	$ -
10212	EMITIDAS EN CARTERA	$ -	$ -
10213	EN COBRANZA	$ -	$ -
10214	EN DESCUENTO	$ -	$ -
1022	ANTICIPOS DE CLIENTES	$ -	$ -
103	**SERVICIOS Y OTROS CONTRATADOS POR ANTICIPADO**	$ -	$ -
1031	SEGUROS	$ -	$ -
110	**INMUEBLES, MAQUINARIA Y EQUIPO**	$ -	$ -
1101	TERRENOS	$ -	$ -
1102	EDIFICACIONES	$ -	$ -
11021	EDIFICACIONES ADMINISTRATIVAS	$ -	$ -

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 111 Estado de Resultado



ESTADO DE RESULTADO

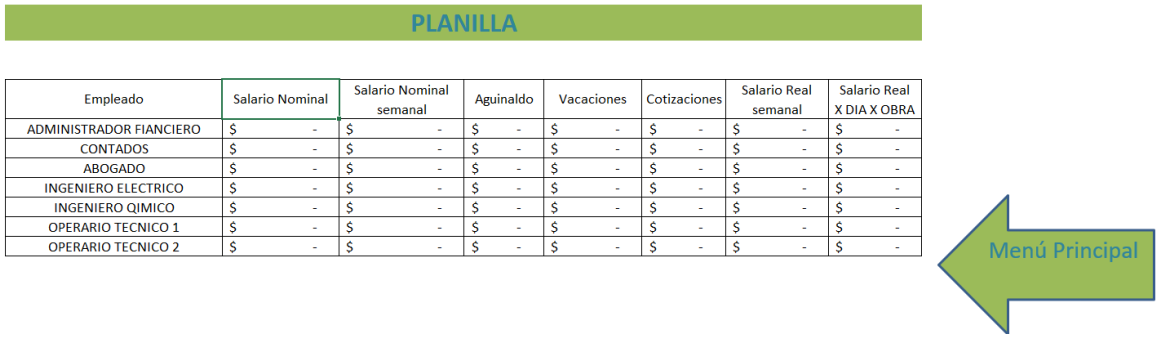
PTAR Y PLANTA DE ENERGÍA CAMOTEPEQUE, NEJAPA
ENERO-DICIEMBRE2023

COD.	CUENTA	SALDO	
		DEBE	HABER
	INGRESOS		
47	VAR CIF	-	$ -
6	VENTAS	-	$ -
	EGRESOS		
41	GASTOS POR TRIBUTOS	$ -	-
42	GASTOS DE PERSONAL, DIRECTORES Y GERENTES	$ -	-
43	GASTOS ADMINISTRATIVOS	$ -	-
44	GASTOS DE VENTAS	$ -	-
45	GASTOS FINANCIEROS	$ -	-
46	OTROS GASTOS DE GESTIÓN	$ -	-
51	COSTO DE VENTAS	$ -	-
	TOTAL	$ -	$ -
381	**UTILIDAD**	-	-
382	**PÉRDIDA**	-	-

-	$ -
$ -	-

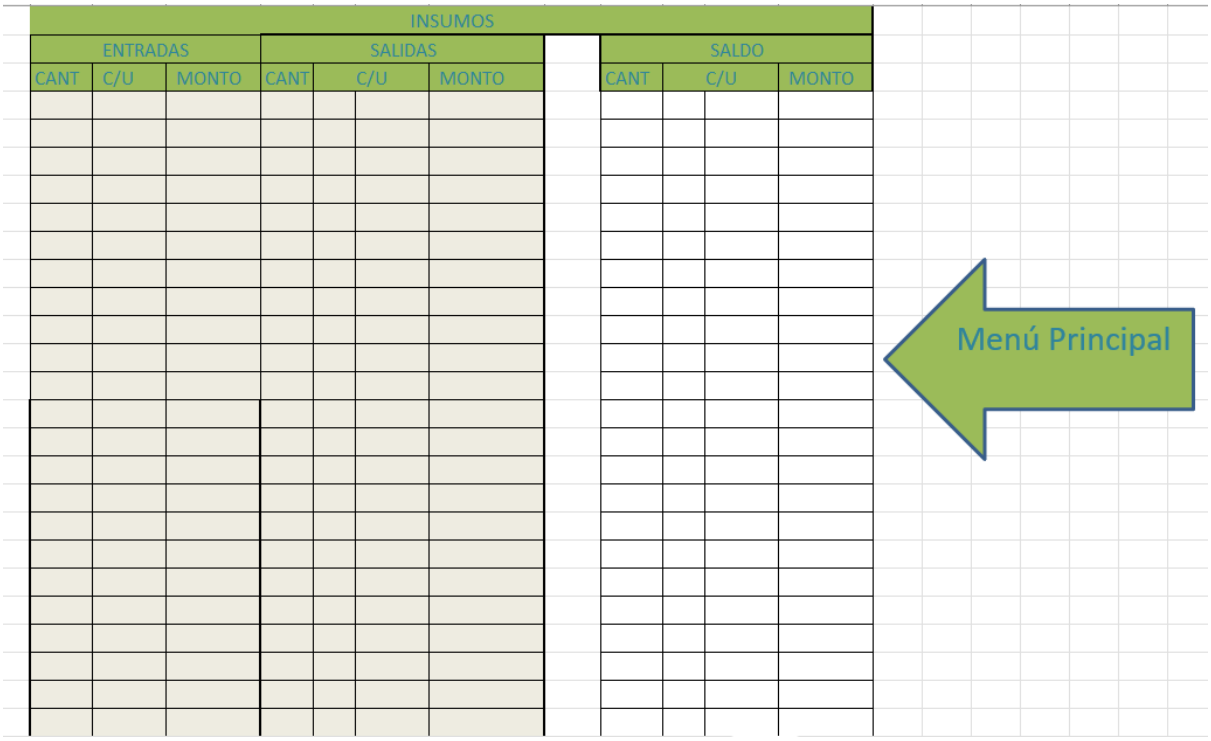
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 112 Botón Planilla



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 113 Botón Inventario



Fuente: Elaboración propia

5. MARCO LEGAL DE LA CONTRAPARTE

Para poder definir la figura jurídica que mejor se acople para poder administrar la organización se evaluarán distintas alternativas, lo que se busca es el funcionamiento integral de la empresa para poder cumplir la misión y visión de esta.

5.1 Descripción de alternativas

Se presenta a continuación, de forma breve las principales ventajas y desventajas de las figuras legales a evaluar.

Tabla 267 Ventajas y desventajas de alternativas

FORMA LEGAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sociedad de Acciones de Economía Mixta	✓ Puede participar en licitaciones ✓ Deducción de impuestos a través de donaciones ✓ Elevada credibilidad en el sistema financiero ✓ Tiene personería jurídica propia ✓ Ánimo de lucro y bienestar social. ✓ Pueden participar diferentes involucrados independientemente de su capacidad.	✓ Costos financieros altos ✓ A mayor número de miembros, menor % de reparto de utilidades ✓ Inexistente regulación para poder establecer el procedimiento para la elección del socio estratégico. ✓ Este tipo de sistemas tiende a inclinarse más hacia el control gubernamental y menos hacia las libertades individuales.
Asocio Publico-Privado	✓ Acceso a proyectos de beneficio social ✓ Desarrollo de servicios para sus miembros ✓ Exoneración de la renta e impuestos	✓ Complicaciones para alcanzar autosostenibilidad ✓ No está orientada a la obtención de lucro ✓ Permanencia en el rubro generalmente depende de aportaciones o donaciones

	✓ De acuerdo con la Ley de APP, debe someterse a proceso de licitación de conformidad a la LACAP. ✓ Posee autonomía financiera	
Entidad Municipal Descentralizada	✓ El nacimiento depende del municipio, a través de un acuerdo del Consejo y estatutos. ✓ Los estatutos son publicados en el Diario Oficial. ✓ Transferencia de facultades administrativas a organismos desvinculados en mayor o menor grado de la Administración central. ✓ No se requiere de capital inicial para las operaciones	✓ No dependen jerárquicamente de otra entidad del Estado, aunque sí están sujetas a la inspección, vigilancia y fiscalización de las instituciones correspondientes;
Cooperativa	✓ Exoneración de renta e impuestos ✓ Beneficios a empresarios y a grupos familiares ✓ Genera dividendos ✓ Existen incentivos en las importaciones	✓ Las donaciones recibidas no se pueden repartir entre los miembros hasta la acumulación de un periodo determinado ✓ Las utilidades se reparten hasta la acumulación de un periodo de tiempo
Asociación sin fines de lucro	✓ Pueden participar múltiples interesados de distintos orígenes o naturaleza ✓ Tiene autonomía administrativa, y puede tener autonomía financiera	✓ Si no tienes una marca fuerte, reconocible y atractiva es imposible que la gente se sienta identificada con lo que haces

	contralada por organismos ad-hoc ✓ Tiene personería jurídica propia ✓ Pueden recaudar fondos deducibles de impuestos	✓ No distribuye utilidades entre los miembros ✓ Las asociaciones sin fines de lucro no son propiedad de ningún individuo o accionista. ✓

Fuente: Elaboración propia

Además, cada tipo de forma jurídica para la empresa posee características que identifican una de otra y que regulan su accionar en el sector. Por lo que a continuación se presentan las características generales de cada una de formas legales para la constitución de la empresa

Tabla 268 Características del tipo de organización

ALTERNATIVA CARACTERISTICAS	SOCIEDAD DE ACCIONES DE ECONOMIA MIXTA	Asocio Publico-Privado	ENTIDAD MUNICIPAL DESCENTRALIZADA	COOPERATIVA	ASOCIACIÓN SIN FINES DE LUCRO
Inscripciones formales	Registro de Comercio	Ministerio de Gobernación y Seguridad	Registro público	INSAFOCOOP (Instituto Salvadoreño de Fomento Cooperativo)	Ministerio de Gobernación y Seguridad
Documento de constitución	Escritura publica	Escritura publica	El Diario Oficial de los estatutos de Creación	Acta de Constitución	Escritura publica
Capital Social	El capital social no sea menor a $2,000 dólares de los estados unidos de América	En relación al número de miembros y de cuanto decidan aportar (mínimo $114.29)	No requiere de capital inicial	Monto mínimo de Capital es de $1142.00	Mínimo de $100.00; incluso podría formarse la asociación o fundación diciendo que no se tiene activos a la fecha
Leyes que regulan su funcionamiento	Código de Comercio Ley sobre constitución de sociedades por	Ley de Asocio Publico Privado	Código Municipal	Ley de Asociaciones Cooperativas	Ley de Asociaciones y Fundaciones sin Fines de Lucro

	acciones de economía mixta				
N° mínimo de miembros	2 personas en adelante: Estado, Municipio, o las Instituciones Oficiales Autónomas en concurrencia con los particulares.	Sector público, Sector privado	2 o más entidades	15 personas, pero depende el tipo de cooperativa	2 personas en adelante
Representación Legal	Según lo establecido en la escritura de constitución	Presidente	Representante Legal	Presidente	Presidente, Representante legal o figura que se establezca en los estatutos
Estructura interna de funcionamiento	Junta general de Accionistas Junta Directiva	Asamblea General Junta Directiva Junta de Vigilancia Comités	Junta Directiva	Asamblea General Consejo de administración Junta de Vigilancia Comités	
Distribución de utilidades	Sobre la base de capital accionario	No hay	No hay	Sobre las aportaciones y/o trabajo, uso de prestaciones	No hay

Fuente: Elaboración propia

5.2 Determinación de criterios de evaluación de alternativas

Para poder evaluar la figura jurídica que mejor se apegue a la organización se hará uso de la metodología de evaluación por puntos, esta consiste en asignar valores a una serie de criterios que se consideran importante para poder seleccionar la alternativa.

a) Criterios de selección y ponderación

En este punto se listan los criterios considerados, asignándole una ponderación de acuerdo al grado de impacto positivo que generaría de acuerdo a las características en su forma de operar.

1. **Distribución de utilidades (30%)**
2. **Capital (25%)**
3. **Interés de asociación (30%)**
4. **Acceso a proyectos de beneficio (15%)**

Tabla 269 Escala de valoración de puntos

ESCALA CRITERIOS	MUY APLICABLE (20 puntos)	APLICABLE (10 puntos)	POCO APLICABLE (5 puntos)
Distribución de utilidades	No existe una distribución de utilidades	La distribución de utilidades se hace con base al capital accionario	La distribución de utilidades se hace con base a las aportaciones
Capital	No se requiere de un capital inicial	El capital se establece a partir del número de miembros y sus aportaciones	Existe un aporte mínimo
Interés de asociación	El interés es tanto social como de lucro	El interés principal es el lucro	El interés no es obtener lucro sino otro tipo de interés.
Acceso a proyectos de beneficio	Acceso a proyectos de beneficio social y a la exoneración de impuestos municipales y renta.	Acceso a exoneración de impuestos municipales	Acceso a deducción de impuestos mediante donaciones

Fuente: Elaboración propia

Ya que se ha determinado la escala de evaluación se procede a presentar los resultados:

Tabla 270 Evaluación de alternativas

FORMAS LEGALES	CRITERIOS								Total
	Distribución		Capital		Interes de		Acceso a		
	Puntos	Total	Puntos	Total	Puntos	Total	Puntos	Total	
Sociedad de acciones de Economía Mixta	10	3	5	1.25	20	6	5	0.75	11
Asocio Público Privado	20	6	10	2.5	10	3	20	3	14.5
Entidad Municipal Descentralizada	20	6	20	5	20	6	10	1.5	18.5
Cooperativa	5	1.5	5	1.25	10	3	20	3	8.75
Asociación sin fines de lucro	20	6	20	5	5	1.5	10	1.5	14

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos se tiente que la forma legal idónea para la empresa es la Entidad Municipal Descentralizada, dentro de sus características principales se pueden mencionar que no existe una distribución de utilidades entre los miembros, esta forma legal no requiere de capital inicial para su puesta en marcha y permite la participación de diversos sectores como la municipalidad, empresa privada, ADESCOS, etc.

b) Parte legal.

Es importante considerar los aspectos legales relacionados a las actividades a desarrollar dentro de la empresa, por ser un proyecto enfocado a la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable, se recurre a la consulta de normas y leyes que permitan tener una mejor visión de los pasos o requisitos a segur para estar de acuerdo con la ley salvadoreña.

1. **NORMATIVA TECNICA PARA CARACTERIZAR LOS PROYECTOS QUE APROVECHAN LAS FUENTES RENOVABLES EN LA GENERACIÓN DE ENERGIA RENOVABLE (SIGET)**

DISPOSICIONES GENERALES

Objeto de la norma.

Art.1. La presente norma tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas de caracterización de los proyectos que aprovechan las fuentes renovables en la generación de energía eléctrica, para gozar de los beneficios e incentivos fiscales, de conformidad con la Ley

de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad –en adelante “la Ley”– y su Reglamento.

Plazos

Art. 2. Para los efectos de la presente norma, los plazos indicados en la misma, se contarán en días hábiles, a menos que se especifique lo contrario; los cuales serán perentorios e improrrogables, salvo causa debidamente justificada.

Ámbito de aplicación.

Art. 3. Las disposiciones de esta norma se aplican a los nuevos proyectos de generación de energía eléctrica con base en fuentes renovables de energía, que soliciten la certificación correspondiente a la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, en adelante SIGET, para posteriormente requerir a la autoridad competente la calificación para gozar de los beneficios e incentivos fiscales establecidos en la Ley.

Se considerará como nuevos proyectos de fuentes renovables de energía toda unidad de generación que se instale a nivel nacional de manera individual o en adición a la existente en una instalación que se encuentra en operación.

Caracterización de Proyectos

Art. 6. De acuerdo al nivel de potencia o capacidad instalada de las centrales de generación eléctrica y para los fines de aplicación de esta norma, se establecen las siguientes categorías de proyectos: a) Menores de 10 megavatios (MW); b) Entre 10 y 20 megavatios (MW); y, c) Mayores de 20 megavatios (MW).

CAPÍTULO II SOLICITUD Y FORMULARIO DE CERTIFICACIÓN DE PROYECTOS CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Requisitos de la solicitud.

Art. 8. Los interesados en obtener una certificación del proyecto de generación de electricidad utilizando las fuentes renovables de energía, deberán presentar solicitud por escrito a la SIGET, acompañada de lo siguiente:

a. Nombre y datos generales del interesado, indicando los beneficios que solicita. En caso de personas jurídicas, anexar la documentación con la que se acredite la existencia de la misma y la representación legal o el poder correspondiente de la persona que suscribe la solicitud;

b. Copia certificada por notario de la Tarjeta de Identificación Tributaria del solicitante;

c. Estudio de factibilidad del proyecto, que incluirá memoria descriptiva, descripción de las características del proyecto y los planos correspondientes;

d. Permiso ambiental y copia del Estudio de Impacto Ambiental, previamente aprobado por las autoridades competentes en la materia;

e. Descripción de las actividades de investigación, exploración y preparación del proyecto, cuando aplique;

f. Listado de la maquinaria, equipos, materiales e insumos que se utilizarán en el desarrollo del proyecto, cuando aplique;

g. Indicación de la capacidad de generación prevista;

h. Cronograma Gantt del desarrollo del proyecto en todas sus etapas; y,

i. Lugar, número telefónico, fax y cualquier otro medio técnico para oír notificaciones; así como la designación de personas autorizadas para tal efecto, si las hubiere.

Las descripciones contempladas en las letras e) y f) deberán contener la documentación que respalde los costos estimados en que se incurrirá para la implementación del proyecto.

Art. 9. La información deberá presentarse en forma impresa y magnética. Para los efectos de la letra e) del artículo precedente, dentro del estudio de factibilidad del proyecto, deberá incluirse un resumen ejecutivo de éste. Asimismo, en relación con el Cronograma de desarrollo del proyecto, deberá indicarse el plazo de construcción del proyecto y la fecha prevista para su entrada en operación comercial.

Art. 10. El estudio de factibilidad del proyecto deberá contener al menos la siguiente información:

1. Introducción;

2. Resumen ejecutivo;

3. Leyes, normas y estándares que serán aplicados en el proyecto;

4. Ubicación Geográfica del Proyecto con mapa del área de influencia;

5. Descripción del proyecto;

a. Objetivos

b. Fecha de entrada en operación comercial

c. Forma proyectada de la operación comercial

d. Árbol de Decisiones

e. Organigramas para las etapas construcción y operación

f. Programa de Ejecución

g. Cronograma Gantt del Proyecto

6. Estudios de la fuente de energía renovable: Topográfico, geológicos, hidrológico, geocientíficos, mediciones del recurso, etc.

7. Estudio de mercado con su estrategia de desarrollo;

8. Ingeniería del proyecto:

a. Diseños conceptuales de las obras

b. Descripción de Obras principales

c. Ejecución de obras

d. Equipamiento principal

e. Interconexión a líneas de transmisión o distribución

f. Descripción de la forma de operación de la planta

g. Planos y anexos

9. Consideraciones ambientales del proyecto:

a. Etapas o fases del proyecto

b. Plan de manejo ambiental

c. Fase de abandono

10. Evaluación del proyecto:

a. Costos de Inversión

b. Evaluación Económica

c. Evaluación Financiera

Formularios de caracterización.

Art. 12. A la solicitud de certificación de proyectos a desarrollar con fuentes renovables de energía en la generación de energía eléctrica, se le anexará un Formulario de Caracterización que la SIGET mantendrá a disposición de los interesados.

De acuerdo a la naturaleza del recurso a desarrollar, el formulario será identificado con el No. CTH-1, No. CTG-2, No. CTE-3, No. CTS-4 y No. CTB-5, para la certificación hidráulica, geotérmica, eólica, solar y biomasa, respectivamente.

Presentación y admisión de la solicitud.

Art. 13. El interesado deberá presentar la solicitud y el formulario correspondiente, con la información completa que se indica en el mismo. Tanto la solicitud, como el formulario, deberán ser firmados por el solicitante, su representante legal o apoderado, según corresponda.

Prevención o archivo.

Art. 14. Si la solicitud o el formulario no cumplen con los requisitos legales y/o técnicos requeridos, dentro de los cinco (5) días posteriores a la presentación de la misma, la SIGET prevendrá al interesado para que subsane lo observado dentro del plazo que ésta fije, en consideración a la complejidad de las omisiones de la solicitud.

Si al vencimiento del plazo, la prevención no fuese subsanada, la solicitud se archivará temporalmente, quedando a salvo el derecho del interesado de continuar con su trámite en un plazo no mayor de seis meses. Caso contrario, se procederá a archivar la solicitud definitivamente.

Proyectos con capacidad hasta de 20 MW.

Art. 16. Cuando la solicitud corresponda a proyectos con capacidad hasta de 20 MW, los interesados deberán presentar un listado de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de Preinversión y de inversión en la construcción de las obras de las centrales para la generación de energía a partir de fuentes renovables de energía, para los efectos de la exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación (DAI).

En dicho listado se podrá incluir la construcción de la línea eléctrica para transportar la energía desde la central de generación hasta las redes de transmisión y/o distribución.

CAPÍTULO III DE LA CERTIFICACIÓN Y OPINIÓN TÉCNICA

Trámite de la solicitud.

Art. 17. Analizada la solicitud y la documentación anexa, se procederá a emitir la certificación del proyecto o la denegación de la misma, mediante Acuerdo debidamente justificado. La SIGET contará con diez (10) días para emitir la Opinión Técnica del proyecto, período en el cual se realizará una visita de campo a zona del proyecto.

La opinión técnica sobre la naturaleza del proyecto, bienes, insumos, ingresos, gastos, costos y servicios correspondientes a la generación de energía eléctrica, formará parte integrante del Acuerdo mediante el cual la SIGET emita la certificación pertinente.

Opinión técnica.

Art. 18. En la opinión técnica, la SIGET incluirá al menos los aspectos siguientes:

a) Datos del solicitante;

b) Descripción técnica del proyecto identificando el tipo de recurso renovable utilizado;

c) Bienes, insumos y servicios del proyecto aplicables a la ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad;

d) Plazo de construcción y fecha de entrada en operación comercial;

e) Capacidad propuesta a instalar del proyecto;

f) Opinión relativa a la procedencia de la certificación

CAPÍTULO IV SOLICITUD Y FORMULARIO PARA GESTIONAR AMPLIACIONES Y/O MODIFICACIONES A LA SOLICITUD INICIAL

Ampliaciones y/o modificaciones durante el período de Preinversión, de ejecución o construcción del proyecto.

Art. 19. Durante el período de Preinversión, de ejecución o construcción del proyecto, el interesado podrá gestionar ampliaciones y/o modificaciones a la certificación inicial, las cuales serán evaluadas por la SIGET para su autorización.

Trámite de la solicitud.

Art. 21. Los términos de la certificación y opinión técnica podrán ser ampliados y/o modificados siguiendo el mismo procedimiento utilizado para otorgarla; y, mediante la actualización de los formularios correspondientes.

Acuerdo de certificación y opinión técnica.

Art. 22. La SIGET resolverá mediante Acuerdo, autorizando o denegando las ampliaciones y/o modificaciones a la certificación inicial; indicando en el mismo, los cambios que fueren procedentes a la opinión técnica.

CAPÍTULO V DISPOSICIÓN FINAL

Competencia

Art. 23. La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) será la encargada de aplicar y verificar el cumplimiento de la presente norma.

Vigencia.

Art. 24. Forma parte integrante de esta normativa el Anexo N° 1 con los Formularios No. CTH-1, No. CTG-2, No. CTE-3, No. CTS-4 y No. CTB-5.

2. LEY DE INCENTIVOS FISCALES PARA EL FOMENTO DE LAS ENERGIAS RENOVALBES EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

Art. 1. La presente Ley tiene por objeto promover la realización de inversiones en proyectos a partir del uso de fuentes renovables de energía, mediante el aprovechamiento de los recursos hidráulico, geotérmico, eólico y solar, así como de la biomasa, para la generación de energía eléctrica.

Art. 3. Las personas naturales o jurídicas que a partir de la vigencia de la presente Ley sean titulares de nuevas inversiones en nuevos proyectos de instalación de centrales para la generación de energía eléctrica, utilizando para ello fuentes renovables de energía, establecidas en el Art. 1 de esta Ley, gozarán de los siguientes beneficios e incentivos fiscales:

a) Durante los diez primeros años gozarán de exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de Preinversión y de inversión en la construcción de las obras de las centrales para la generación de energía eléctrica, incluyendo la construcción de la línea de subtransmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta las redes de transmisión y/o distribución eléctrica.

La exención del pago de los Derechos Arancelarios a que se refiere el inciso anterior se aplicará a proyectos de hasta 20 megavatios (MW) y deberá ser solicitada al Ministerio de Hacienda 15 días antes de la importación de la maquinaria, equipos, materiales e insumos necesarios y destinados exclusivamente a desarrollar los proyectos de energías renovables, de conformidad con la documentación del proyecto avalada en la certificación emitida por la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, que en el texto de esta Ley, podrá denominarse SIGET.

b) Exención del pago del Impuesto sobre la Renta por un período de cinco (5) años en el caso de los proyectos entre 10 y 20 megavatios (MW) y de diez (10) años en el caso de los proyectos de menos de 10 megavatios MW; en ambos casos, a partir de la entrada en operación comercial del Proyecto, correspondiente al ejercicio.

CAPÍTULO II DE LAS COMPETENCIAS

Art. 4. Corresponde a la SIGET, velar por el cumplimiento en la aplicación de esta Ley, por lo

que podrá emitir la normativa necesaria en lo relacionado a especificaciones técnicas para caracterizar los proyectos que aprovechan las fuentes renovables de energía en la generación de energía eléctrica, de conformidad con la presente Ley.

Art. 5. La SIGET certificará los proyectos que cumplen con los requisitos establecidos en la presente Ley y su Reglamento; asimismo, emitirá opinión técnica con base a la normativa de caracterización de los proyectos sobre los bienes, insumos y servicios que gocen de los incentivos fiscales establecidos en la presente Ley; debiendo anexar la referida opinión técnica. Para los efectos de la certificación, el interesado deberá presentar a la SIGET, además de la documentación requerida por la normativa para caracterizar los proyectos, un listado de la maquinaria, equipos, materiales e insumos, así como la descripción de las actividades de investigación, exploración y preparación de proyectos. Tanto el listado como la descripción de las actividades deberán contener su correspondiente documentación de respaldo de los costos, sujetos a las exenciones a que se refiere esta Ley.

Art. 6. El Ministerio de Hacienda a través de las Direcciones Generales de Impuestos Internos y de Aduanas, podrán elaborar las guías de orientación relacionado con los beneficios e incentivos a que se refiere esta Ley.

Art. 7. El Órgano Ejecutivo en el Ramo de Hacienda, a través de las Direcciones de Impuestos Internos y General de Aduanas, será el competente para calificar el goce de los beneficios e incentivos fiscales contenidos en la presente Ley, así como ejercer la vigilancia, control y fiscalización del régimen fiscal de las actividades incentivadas y la aplicación de sanciones definidas en esta Ley. La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones será competente en los términos específicamente regulados.

CAPÍTULO III DE LAS OBLIGACIONES DE LOS SUJETOS BENEFICIARIOS

Art. 8. Las personas naturales o jurídicas que gocen de los incentivos fiscales establecidos en la presente Ley, deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

a) Hacer uso de los incentivos fiscales otorgados, para los fines exclusivos de la actividad incentivada.

b) Comunicar a la SIGET y a las Direcciones Generales de Impuestos Internos y de Aduanas, las modificaciones en los planes y proyectos que sobre el giro de la empresa hubieren realizado, en el plazo de diez días hábiles posteriores a la modificación e informar de la venta o traspaso de sus activos o acciones en el plazo de diez días hábiles posteriores a la venta o traspaso, para liquidar los impuestos respectivos.

c) Permitir y facilitar la práctica de inspecciones o fiscalizaciones por parte de delegados debidamente acreditados, tanto de la SIGET como de las Direcciones Generales de Impuestos Internos y de Aduanas, proporcionando acceso a la documentación y a la información relativa a la actividad incentivada, que en el ejercicio de sus funciones les soliciten.

d) Registrar en medios electrónicos y magnéticos, así como en cualquier otro medio exigido por la SIGET o la Dirección General de Impuestos Internos o la Dirección General de Aduanas, toda la información relativa a las operaciones que realice y cualquier otra información que se considere necesaria para El control fiscal respectivo.

CAPÍTULO IV DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES

Art. 9. Para efectos de esta Ley, las infracciones se dividen en leves, graves y muy graves, se consideran infracciones muy graves las siguientes:

a) Aplicar las exenciones, incentivos fiscales y beneficios otorgados por la presente Ley, a actividades no correspondientes a los proyectos beneficiados por la misma.

b) Dar uso diferente al declarado a los bienes que hayan sido importados al amparo de los incentivos otorgados por la presente Ley.

c) No tener identificados los bienes importados al amparo de la presente Ley.

d) Suministrar datos falsos a la SIGET, a las Direcciones Generales de Impuestos Internos y de Aduanas, en los trámites respectivos.

e) No enviar la información que les sea requerida por la SIGET, o por las Direcciones Generales de Impuestos Internos y de Aduanas.

Se consideran infracciones graves, incumplir lo establecido en el Art. 8 literales b), c) y d) de esta Ley.

Se considera infracción leve negarse a comparecer sin causa justificada a los llamamientos que en legal forma les hicieren las instituciones mencionadas en la presente Ley.

a) Las infracciones LEVES, serán sancionadas con multa de veinte salarios mínimos mensuales de mayor cuantía.

b) Las infracciones GRAVES, serán sancionadas con multa de treinta salarios mínimos mensuales de mayor cuantía.

c) Las infracciones MUY GRAVES, serán sancionadas con multa de cuarenta salarios mínimos mensuales de mayor cuantía. En caso de reincidir en esta infracción, se revocará el beneficio otorgado en esta Ley.

CAPÍTULO V PROCEDIMIENTOS, RECURSOS Y VIGENCIA

Art. 11. Para hacer uso de los beneficios otorgados por esta Ley, el interesado cumpliendo con los requisitos de la misma, deberá presentar solicitud a la SIGET, la cual resolverá lo pertinente dentro de los diez días hábiles contados a partir de la presentación de la misma.

Art. 12. De obtener la certificación favorable, los beneficios fiscales los solicitará el interesado a las Direcciones Generales de Impuestos Internos y de Aduanas, según sea el caso, las que con base en la certificación emitida por la SIGET, que contiene la opinión técnica sobre los bienes, insumos y servicios que gocen de los incentivos fiscales y en la verificación que los sujetos titulares de las inversiones no tienen obligaciones tributarias pendientes, calificará el goce de los beneficios e incentivos fiscales contenidos en esta Ley, mediante el Acuerdo Ejecutivo correspondiente, el cual deberá publicarse en el Diario Oficial, o emitirá resolución razonada denegando la petición, la que será notificada al interesado. Lo anterior se efectuará dentro de un plazo máximo de 10 días hábiles, contados a partir del día hábil siguiente al de la presentación de la solicitud.

Art. 13. Si fuere persona jurídica, las solicitudes a que se refieren los Artículos anteriores, deberán ser presentadas por el representante legal o apoderado facultado para ello, cumpliendo con las formalidades legales y reglamentarias establecidas.

3. LEY GENERAL DE ELECTRICIDAD

CAPÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1.- SE RECONOCE COMO SERVICIOS PÚBLICOS LAS ACTIVIDADES DE GENERACIÓN, TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

LA PRESENTE LEY SE ENCARGARÁ DE REGULAR Y APLICAR SUS DISPOSICIONES A TODAS LAS ENTIDADES QUE DESARROLLEN LAS ACTIVIDADES ANTES MENCIONADAS, SEAN ESTAS DE NATURALEZA PÚBLICA, MIXTA O PRIVADA, INDEPENDIENTEMENTE DE SU GRADO DE AUTONOMÍA Y RÉGIMEN DE CONSTITUCIÓN. (8)

Art. 3.- LA SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES, EN ADELANTE LA SIGET, SERÁ LA RESPONSABLE DEL CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES DE LA PRESENTE LEY.

Art. 5.- LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE RECURSOS RENOVABLES PROVENIENTES DE ENERGÍA SOLAR, EÓLICA, Y BIOMASA NO REQUERIRÁN DE CONCESIÓN. (3)

4. RESUMEN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO REGULATORIO

Lineamientos Técnicos para la Evaluación de Actividades, Obras o Proyectos que Comprendan el Manejo y Reúso de Lodos Provenientes del Tratamiento de Aguas Residuales

Los lineamientos de manejo y reúso de los lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, surgen de la necesidad de contar con un instrumento que facilite la aplicación de

parámetros para determinar la calidad del lodo y con ello seleccionar la alternativa de reúso y disposición final según la clasificación de lodos establecida en el reglamento Especial de Aguas Residuales y Manejo de Lodos Residuales, tanto en el ámbito externo, como en los procesos de Evaluación Ambiental de actividades, obras o proyectos y Auditorias de Evaluación Ambiental al interior del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

5.4 Caracterización de los lodos

Los lodos deberán caracterizarse a fin de orientar los tratamientos de estabilización, usos, coprocesamiento, disposición final y/o confinamiento, para las actividades antes señaladas, se deberá tomar en cuenta la información sobre todos los lodos generados, identificación de usos o coprocesamiento (de ser aplicable) del sitio de disposición o confinamiento.

Se deberá elaborar un estudio técnico de aplicación de lodos provenientes de sistemas de tratamiento de aguas residuales que contenga como mínimo los detallado en el ANEXO N° 2

Las características antes referidas son las siguientes:

a. Microbiológica;

b. Fisicoquímica:

5.4.1 Caracterización microbiológica de lodos de tipo ordinario y especial

Los parámetros por considerar para la caracterización microbiológica de lodos de tipo ordinario especial están orientados a la reducción del potencial de atracción de vectores, presencia de patógenos, protección de la salud de las personas, el medio ambiente y las restricciones potenciales para su uso. Los parámetros microbiológicos por analizar de carácter obligatorio son los detallados en la siguiente tabla.

Tabla 271 Parámetros Microbiológicos de lodos de tipo ordinario y especial

Parámetro	Valor
Coliformes fecales	Menor que 1,000 NMP/g (Número Más Probable por gramo) en base seca.
Salmonella sp	Menor 3 N M P/ g en base seca.
Huevos de Helmintos y vermiformes viables (Ova helmíntica y vermiformes)	Menor de 1 huevo de helminto/g en base seca

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMANART-2002, Protección Ambiental Lodos y Biosólidos-Especificaciones y Límites Máximos Permisibles de Contaminantes para su Aprovechamiento y Disposición Final.

5.4.2 Caracterización fisicoquímica de lodos de tipo ordinarios

Los lodos ordinarios que generen las plantas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario, y que no tengan mezcla de aguas residual de tipo especial; así como los generados en sistemas sanitarios y/ o tanques sépticos, realizaran además de los análisis microbiológicos referidos en el numeral 5.4.1 del presente Lineamiento, los análisis físico-químicos establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 272 Análisis comunes para clasificación de lodos de tipo ordinario

Parámetro	Unidad de medida	Valor expresado en Base Seca.
Humedad[4]	%	<70%
Densidad[5]	Kg/m3	A reportar
Potencia Calorífica [6]	J/Kg	Identificación de lodos con potencial energético (para recuperación de energía)
pH	Unidades	6-9
Conductividad[7]	Mili siemens (mS/cm)	No mayor a 3

[4] El rango de humedad sugerido aplica a lodos que serán depositados en rellenos sanitarios como material de cobertura. No aplica para e l confinamiento de lodos en celdas especiales, ya que los niveles de exigencia son mayores según el tipo y características químicas de los materiales. No aplica para reúso ya que los requerimientos de humedad pueden ser mayores. No aplica para procesamiento, ya que el generador deberá apegarse a los requisitos del gestor (o la tecnología).
[5] Dato a requerirse para cálculo de masa y volumen generado.
[6] Lodos que por su composición y/o característica presenta potencial energético o puedan ser coprocesados o usados para recuperación de energía.
[7] Se debe realizar medición de conductividad en base seca, la medición deberá realizarse en caso se pretenda el reúso de lodo en suelo sea de carácter agrícola o no.

Nitrógeno	mg/Kg	Reportar
Fosforo	mg/Kg	Reportar
Manganeso[8]	mg/Kg	Reportar
Sodio	mg/Kg	Reportar
Porcentaje SV/T(Solidos volátiles / Solidos totales)	%	Reportar
Boro	mg/Kg	Reportar

5.4.3 Caracterización Fisicoquímica de Lodos Especiales.

5.4.3.1.La caracterización físico-química de los lodos de tipo especial, tales como los generados durante el tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario que tengan mezcla de agua residual de tipo especial, los provenientes de plantas potabilizadoras y los lodos de alcantarillado sanitario, requerirán además de la caracterización microbiológica establecida en la tabla 4 del presente lineamiento, la determinación de características fisicoquímicas de los parámetros establecidos en la tabla 5 y 6 de los presentes lineamientos.

5.4.3.2. Los lodos especiales provenientes de procesos industriales que incluyan materias primas que con tengan metales pesados y compuestos fenólicos sintéticos, realizaran además de los análisis establecidos en la tabla 5 del presente Lineamiento, los detallados en la tabla

5.4.3.3. Si como resultado de al menos un periodo anual de monitoreo de las sustancias detallad as en la tabla 6, se determinan concentraciones no detectables de las sustancias se aplicará lo establecido en el numeral 5.8.3.3.3 del RTS 13.05.01:18, el cual establece:

""Si como resultado de al menos un periodo anual de monitoreo de sustancias peligrosas se determinan concentraciones no detectables de dichas sustancias, el titular quedará exonerado de realizar dichos análisis de forma anual, al presentar la declaración jurada expresando que no ha realizado cambios en la utilización de materias primas y la calidad de las mismas. Sin embargo, el titular presentara análisis de dichas sustancias cada cinco años, a fin de mantener un monitoreo y control de las condiciones antes señaladas. Los parámetros mínimos a reportar se indican en la tabla 8 del RTS 13.05.01 :18. ""

[8] En caso el lodo de tipo ordinario, cuando la alternativa de disposición final sea aplicación en agricultura, el titular de la actividad, obra o proyecto deberá presentar el estudio de fertilización correspondiente.

Tabla 273 Análisis de sustancias peligrosas para lodos especiales

Parámetro	Unidad de medida	Valor expresado en Base Seca
Compuestos fenólicos sintéticos	Mg/Kg	0.5
Arsénico	mg/Kg	41- 75
Aluminio	mg/Kg	A reportar en porcentaje de la composición total del lodo
Bario	mg/ Kg	l300
Cadmio	mg/Kg	39 - 85
Cobre (Cu)	mg/Kg	1500 - 4300
Cromo total (Cr)	mg/Kg	1200 - 3000
Cromo hexavalente (CR+6)	mg/Kg	Reportar
Mercurio	mg/Kg	17 - 57
Molibdeno	mg/Kg	20 -75
Níquel	mg/Kg	420
Plomo	mg/Kg	300 - 840
Selenio	mg/Kg	36 - 100
Zinc	mg/Kg	2800-7500
Hierro	mg/Kg	10

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-004 -SEMANART-2002, Protección Ambiental. Lodos y Biosólidos-Especificaciones y Límites Máximos Permisibles de Contaminantes para su Aprovechamiento y Disposición Final.

5.6 Disposiciones Transitorias de Análisis Acreditados

Los titulares de actividades, obras o proyectos deberán cumplir lo establecido en lo numerales 6.5.1, 6.5.2, 6.5.4 del RTS 13.05.01:18: “Agua, Aguas Residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales”, referido a laboratorios externos con parámetros de análisis acreditados, cadena de custodia de muestras, marchas o protocolos analíticos y registro y análisis de parámetros, asimismo, deberá considerar lo establecido en los anexos 5,6 y 7 de los presentes lineamientos.

5.7 Determinación de Calidad de Lodos

5.7.1 Clasificación de lodos por su calidad

Los lodos se clasifican por su calidad según se detalla en la tabla siguiente, para mayor claridad para clasificar la calidad de los lodos, en figura de detalla el diagrama de flujo a seguir para determinar las características de calidad del lodo.

Tabla 274 Clasificación de Lodos por su Calidad

TIPO DE LODO	CARACTERISTICA DE CALIDAD		
	EXCELENTE	BUENO	DEFICIENTE
Lodos ordinarios: que sean generados en plantas de tratamiento de aguas residuales ordinarias y que no tengan mezcla de aguas residuales de tipo especial; así como los generados en sistemas sanitarios y/o tanques sépticos.	Si se encuentra por debajo de valor del parámetro establecido en la tabla 4 y 5 del presente lineamiento, Respecto al parámetro de pH debe encontrarse dentro del rango establecido.	Se encuentra dentro de los valores establecidos en las tablas 4 y5 del presente lineamiento.	Cuando supera uno de los valores de los parámetros establecidos en las tablas 4 y 5 del presente lineamiento. Respecto al pH si está fuera del rango establecido.
Lodos Especiales: tales como los generados durante el tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario que tengan mezcla de agua residual de tipo especial, los provenientes de plantas potabilizadoras y los de alcantarillado sanitario	Si se encuentra por debajo del valor establecido en las tablas 4, 5 y 6 del presente lineamiento. Respecto al parámetro de pH debe encontrarse dentro del rango establecido.	Se encuentra dentro de los valores establecidos en las tablas 4, 5, y 6 del presente lineamiento.	Cuando supera uno de los valores establecidos en las tablas 4,5 y 6 del presente lineamiento, los cuales serán regulados en el numeral 5.5 del presente lineamiento. Respecto al pH si está fuera del rango establecido.
Lodos clasificados como Peligrosos: De acuerdo a lo establecido en el numeral 5.5 del presente lineamiento.	No aplica	No aplica	Por sus características de lodo especial del tipo especial peligroso es considerado deficiente, por lo cual referirse a lo establecido en el numeral 5.8.3 del presente lineamiento.

Fuente: Elaboración propia

5.8 Uso y Destino de lodos Estabilizados

ANEXO 1 FORMULARIO No. CTB-5

FORMULARIO PARA CARACTERIZAR Y CERTIFICAR PROYECTOS

CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN LA GENERACIÓN

DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE

EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO POR BIOMASA

Indicación general:

- Todas las fotocopias que se solicitan, deberán estar debidamente autenticadas por un notario.

- El presente formulario es una guía de la información y documentación que debe acompañar la solicitud para la certificación del proyecto a desarrollar con fuente renovable de energía para gozar de los beneficios e incentivos fiscales mediante el aprovechamiento del recurso por biomasa.

I. INFORMACION DEL SOLICITANTE

1. Nombre del solicitante	
a) Sociedad:	
b) Representante Legal o Apoderado:	
c) Persona Natural:	
2. Numero Documento Único de Identidad (DUI):	
3. Número de Identificación Tributaria (NIT):	
4. Domicilio:	
5. Teléfonos:	
7. Correo Electrónico:	

8. Documentos a anexar	a) Escritura de Constitución de la Sociedad debidamente registrada y autenticada u otro documento auténtico que pruebe la existencia de la referida entidad. b) Documentación que acredite la personería del que actúa por otro. c) Copia autenticada de las matrículas de comercio y de establecimiento vigentes. d) Fotocopia del Documento Único de Identidad (DUI) del solicitante, Representante Legal o Apoderado. e) Copia de la Tarjeta de Identificación Tributaria, certificada por notario.
9. Designación del lugar para recibir notificaciones:	

II. DATOS DEL PROYECTO:

Descripción Técnica-Económica del Proyecto:

1. Energía primaria que será utilizada:	
2. Nombre del proyecto:	
3. Ubicación geográfica	
3.1. Cantón (Caserío):	
3.2. Municipio:	
3.3. Departamento:	
a) Extensión del área, coordenadas Lambert de delimitación en longitud y latitud; elevación media del área en metros sobre el nivel del mar (msnm). b) Se deberá mostrar una cuadrícula geográfica de escala 1:25000 que incluya el área del proyecto con los asentamientos humanos y otros elementos activos de la zona.7	

c) Adjuntar copia de mapa en escala 1:25,000 señalando la ubicación de los generadores.

4. Utilización o destino que se dará a la energía eléctrica.

5. Presupuesto de costos de construcción del Proyecto (detallado).

6. Cronograma de barras (Gantt) detallado de la construcción del Proyecto y la Fecha de entrada de operación comercial.

7. Características generales del sistema de generación:

Descripción	Turbina	Generador	Transformador
7.1. Modelo y tipo			
7.2. Capacidad nominal potencia (kW)			
7.3. Eficiencia (%)			
7.4. Voltaje de generación (Volts)			
7.5. Voltaje de distribución (Transmisión) (Volts)			
7.6. Factor de carga asumido			
7.7. Energía generada al año (kWh)			

8. Características generales de las facilidades existentes en la zona para transmisión, transformación y/o distribución de la energía eléctrica asociada al proyecto de generación.

9. Informe sobre la Capacidad Técnica y Financiera del solicitante para la construcción y operación del proyecto.

9.1. **REQUISITOS SOBRE LA CAPACIDAD TÉCNICA**:

9.1.1. Requisitos Técnicos: Naturaleza compatible del solicitante y capacidad técnica para la construcción y operación del proyecto en términos de disponibilidad de conocimientos o experiencia, infraestructura y personal; y capacidad para atender los compromisos asociados del proyecto.

9.1.2. Naturaleza de la Actividad Principal de la Firma: Naturaleza de las actividades realizadas por el solicitante. El solicitante deberá describir con suficiente detalle la naturaleza de la actividad económica principal a la cual se dedican o de todas sus actividades en conjunto.

9.1.3. Capacidad Técnica para la Construcción y Operación del Proyecto: La entidad deberá presentar la documentación que demuestre la capacidad técnica necesaria para la Ejecución del proyecto en sus fases de Construcción, Operación y Abandono.

9.2 REQUISITOS DE CAPACIDAD FINANCIERA

9.2.1 Requisitos Financieros: El solicitante deberá demostrar que posee capacidad financiera necesaria para la ejecución de todas las actividades del proyecto, presentando un análisis e interpretación de los estados financieros de los 3 últimos años de operación.

9.2.4 Estimativo de costos y programa de desembolsos: Deberá presentarse el estimado de costos y programa de desembolsos de las inversiones en la construcción del proyecto correspondientes al programa técnico propuesto y el correspondiente análisis financiero con los indicadores de TIR, VAN, B/C y Tiempo de Recuperación de Capital.

9.2.5 Financiamiento: Deberá presentar una descripción de cómo proyecta obtener el financiamiento necesario para la construcción del proyecto. Deberá anexar constancias de intención de financiamiento de las instituciones bancarias u organismos que ofrecen el mismo

10. Plazos dentro de los cuales se iniciarían y concluirían las obras e instalaciones	
10.1. Estudio final de ingeniería	
10.2. Inicio de los trabajos de campo	
10.3. Entrada en operación comercial	
10.4. Agregar cronograma detallado de las actividades del proyecto.	
11. La administración del proyecto estará a cargo de:	
11.1. Fase construcción:	
11.2. Fase Operación:	

12. Descripción y Estatus de los derechos, permisos, inmuebles, servidumbres requeridas, permisos de construcción de Municipalidades
13. Constancia sobre el derecho de uso o la propiedad de los terrenos en los cuales se situará el proyecto. En su caso, se deberá anexar constancia extendida por el propietario de los terrenos declarando la factibilidad de su compra-venta o el permiso para utilizar los terrenos en forma permanente.
14. Copia autenticada del Permiso Ambiental y Estudio de Impacto Ambiental.
15. Plan de abandono del proyecto.
16. Cualquier otra información que el solicitante considere necesario.

III. CONDICIÓN ESPECIAL:

Estarán excluidos de la certificación cualesquiera otros aprovechamientos del recurso biomasa ajenos a la generación de energía eléctrica

IV. ANEXO.

Se deberá incluir como anexo, una carta certificada por notario, en la cual se indique una declaración de la validez de la información presentada y de conformidad a lo siguiente:

DECLARACION ESPECIAL

La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), cuando lo estime conveniente, podrá requerir la información y/o documentación adicional que estime necesaria para una adecuada evaluación de la solicitud de certificación, dentro del marco legal aplicable, y el solicitante estará obligado a suministrarla, so pena de declarar inadmisible tal solicitud.

El solicitante releva a la SIGET de cualquier responsabilidad en las decisiones que tome con respecto a su certificación.

El suscrito garantiza que toda la información presentada en este documento es verdadera y autoriza a la SIGET a investigar por cualquier medio la certeza y exactitud de la misma.

En fe de todo lo expresado, firmo el presente documento en la ciudad de San Salvador, a los _____ días del mes de _____ del año 20___.

_____

Nombre y firma del solicitante, Representante Legal o Apoderado

Nota: La firma deberá ser autenticada por un notario

ANEXO 2

Guía para la elaboración del estudio técnico de aplicación de lodos de tratamiento de aguas residuales

1. Información General:

    a) Identificación de titular generador;
    b) Descripción de la naturaleza de la actividad que se realiza;
    c) Descripción del tratamiento de aguas residuales
    d) Caracterización biológica y físico-química de las aguas residuales tratadas(efluente) y lodos a disponer;
    e) Características particulares de la generación de aguas residuales tratadas y lodos (producción por temporada o permanente)
    f) Caudales y producción diaria, mensual, anual;
    g) Identificación del medio o cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales tratadas.
    h) Identificación del alcantarillado al cual se descargan las aguas tratadas, si aplica
    i) Identificación del tipo de tratamiento o sitio de: Reusó, coprocesamiento o disposición final de lodos
    j) Información de los datos históricos de cumplimiento de los parámetros registrados en los últimos 5 años por el titular, debe ser presentado tal como se establece la tabla siguiente:

Tabla Formulario de registro histórico de datos

Año de referencia							
Fecha de entrega al Ministerio							
Parámetros de cumplimiento obligatorio según tipo de agua residual tratada o lodo	Valor del parámetro	Unidad de medida	Normativa y referencia de parámetros	Valores de parámetros		Caudal o cantidad (m3/s)	
				Mínimos	Máximos	Mínimos	Máximos

5.3 Repercusión de la creación de la Dirección Nacional de Obras Municipales en el Proyecto

La Dirección Nacional de Obras Municipales (DOM) en El Salvador, creada mediante el Decreto Legislativo N.º 204 en el año 2021, tiene la función principal de ejecutar y supervisar proyectos de infraestructura y obras municipales con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los salvadoreños y combatir la corrupción en el uso de fondos públicos. Su labor incluye la planificación, aprobación, contratación y ejecución de obras, bajo los principios de eficiencia, eficacia y calidad, y se rige por un sistema de gestión anti soborno basado en la norma ISO 37001, además de ser sometida a auditorías internas y externas. La DOM se rige por los lineamientos establecidos en la Ley de Creación de la Dirección Nacional de Obras Municipales, donde se definen las funciones y la forma de operar.

LEY DE CREACIÓN DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE OBRAS MUNICIPALES

SECCIÓN I

CREACIÓN DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE OBRAS MUNICIPALES Y SUS COMPETENCIAS

Creación de la Dirección Nacional de Obras Municipales

Art. 1.- Crease la Dirección Nacional de Obras Municipales, como entidad de Derecho Público descentralizada, con autonomía en la administración de su patrimonio y en el ejercicio de sus funciones, con personería jurídica propia, con domicilio en la ciudad de San Salvador, y podrá establecer dependencias en los lugares que estime convenientes, dentro del territorio nacional. La Dirección Nacional de Obras Municipales, en el transcurso de esta ley, también se podrá denominar “DOM” o la Dirección Nacional.

La Dirección Nacional, se constituye como una institución descentralizada que se relacionará con el Órgano Ejecutivo por medio de la Presidencia de la República y por un plazo indefinido.

Objeto de la Dirección Nacional

Art. 2.- La Dirección Nacional de Obras Municipales, tendrá por objeto constituirse en la autoridad del Estado, responsable de calificar, aprobar, contratar y ejecutar los proyectos de inversión, financiados con recursos provenientes de los fondos asignados en su presupuesto y con otras fuentes de financiamiento.

Funciones y Competencias de la Dirección Nacional

Art. 3.- Dentro de las funciones y competencias de la Dirección Nacional, en el ámbito de la calificación, aprobación, ejecución y liquidación o cierre, de los proyectos de inversión de los municipios, están:

a) Administrar los recursos financieros asignados, con el fin de realizar una eficiente y efectiva inversión en los municipios;

b) Requerir y autorizar el desembolso de los recursos necesarios al Ministerio de Hacienda, para financiar aquellos proyectos que hayan sido evaluados y aprobados, dentro del monto de financiamiento disponible;

c) Realizar los procedimientos de adquisición y consecuentemente, los pagos demandados en la realización de aquellos proyectos, de conformidad a lo dispuesto en la presente ley;

d) Dar seguimiento, en su calidad de autoridad responsable, a la inversión de que se trate, con el fin de que la misma, se realice de conformidad al calendario de ejecución presentado y aprobado, para realizar la obra de inversión respectiva;

e) Identificar en cualquier municipio la necesidad de la realización de alguna obra en su beneficio y proceder a su ejecución;

f) Autorizar aquellos cambios dentro de la ejecución de un proyecto, cuando de conformidad a la evaluación del caso, proceda otorgar esta modificación;

g) Formular una tabla de precios por unidad de obra, bienes o servicios, con la finalidad de que los presupuestos elaborados, para la realización de un proyecto de inversión, se ajuste a estos valores;

h) Realizar ajuste de recursos a ser destinados a los proyectos de inversión aprobados, cuando las circunstancias así lo demanden;

Presupuesto Institucional

Art. 17.- El Presupuesto de funcionamiento de la Dirección Nacional de Obras Municipales, estará integrado por las asignaciones del Fondo General del Estado que se consigne y otorgue en cada ejercicio fiscal a la citada Dirección Nacional.

Art. 24.- La presente ley es de carácter especial y prevalecerá sobre cualquier disposición que la contraríe, inclusive sobre lo dispuesto en el Código Municipal, en consecuencia, la derogatoria o modificación de cualquiera de sus disposiciones deberá realizarse en forma expresa.

Obligación de prestar colaboración

Art. 26.- Todas las entidades públicas o privadas, están obligadas a brindar colaboración prioritaria y especial, en los requerimientos que formule la Dirección Nacional, en ese sentido, las peticiones que formule la citada Dirección, deberán de ser atendidas con la celeridad, prontitud y prioridad del caso, a fin de garantizar el cumplimiento efectivo y oportuno en la ejecución de las obras que esté ejecutando.

DADO QUE LA DOM ES UNA INSTITUCIÓN QUE EJECUTA PROYECTOS EN BENEFICIO DE LOS MUNICIPIOS O INSTITUCIONES DEL ESTADO Y DESARROLLA PROYECTOS DE INTERÉS PÚBLICO, ESTARÁ EXENTA DEL PAGO DE TASAS O IMPUESTOS POR EL DESARROLLO DE SUS OBRAS O LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS; DE IGUAL FORMA SUS CONTRATISTAS ESTARÁN EXENTOS DEL PAGO DE TASAS MUNICIPALES CUANDO DESARROLLEN LOS PROYECTOS QUE SE LES ADJUDIQUE. (1)

CUANDO LA DOM REQUIERA OBTENER PERMISOS O FACTIBILIDADES DE CONSTRUCCIÓN U OTROS, NO ESTÁ OBLIGADA A PAGAR LOS COMPROMISOS PENDIENTES EN CONCEPTO DE SERVICIOS O TRIBUTOS QUE ADEUDE O CORRESPONDAN AL MUNICIPIO O INSTITUCIÓN BENEFICIARIA; EN TAL SENTIDO LAS ENTIDADES RESPECTIVAS ESTÁN EN LA OBLIGACIÓN DE OTORGAR LOS PERMISOS Y AUTORIZACIONES QUE LA DOM REQUIERA, SIN NECESIDAD DE CONDICIONARLOS AL PAGO DE LAS CUOTAS O LOS ADEUDOS REFERIDOS. (1)

Dentro de las obras que DOM cubre se pueden mencionar:

- Infraestructura vial: Dentro de este tipo de obras están la pavimentación de calles, construcción de puentes, caminos rurales, bacheo de carreteras, construcción de pasarelas peatonales, construcción de aceras y adoquinados de calles.
- Infraestructura educativa: como lo es la reparación y construcción de escuelas públicas, equipamiento escolar.

- Salud: Dentro de este tipo de infraestructura se pueden mencionar la reparación y construcción de unidades de salud y el equipamiento médico.
- Vivienda: se incluyen proyectos habitacionales para víctimas de algún desastre natural, construcción de viviendas dignas para familias en pobreza extrema.
- Agua potable y saneamiento: En este tipo de proyectos se tienen sistemas de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales y alcantarillado y drenaje.
- Espacios públicos: Reparación y construcción de mercados públicos, parques y plazas municipales, canchas deportivas y polideportivos.
- Infraestructura institucional y municipal: Se pueden abordar proyecto como la construcción de casas comunales y centros culturales, renovación de alcaldías y oficinas municipales.
- Proyectos especiales: Como obras de mitigación de riesgos, infraestructura en zonas vulnerables por lluvia o terremotos.

Cabe recalcar que la DOM es financiada por el Estados a través del presupuesto nacional. Respecto a proyectos relacionados con energía eléctrica, la DOM aborda proyectos como la introducción o ampliación de redes en zonas rurales, instalación de transformadores de distribución de tipo “ pad-mountes”, cableado subterráneo en centros urbanos.

Para la construcción de una subestación eléctrica debe existir la solicitud de un municipio y evaluar la viabilidad técnica para que la DOM pueda encargarse de la obra. Por lo que se recomienda realizar una consulta técnica con entes como la CEL para definir especificaciones técnicas como los niveles de tensión, capacidad y normativa que lo rige.

Realizar la consulta a la municipalidad para ver si la DOM podría tramitar los estudios y construcción de proyecto bajo su gestión. Además, se debe presentar una propuesta formal a la DOM donde se aborde la viabilidad, respaldo técnico y presupuesto del proyecto.
Los pasos a seguir para someter un proyecto a aprobación con la DOM son:

- La Alcaldía o municipalidad solicita a la DOM la ejecución del proyecto
- Se hace un estudio técnico y de factibilidad
- La DOM presenta el proyecto al Consejo de Ministros o a la Presidencia
- Una vez aprobado el proyecto, se pone en marcha con fondos del Estado.

Influencia de la DOM en unidades Descentralizadas

La Dirección de Obras Municipales (DOM) de El Salvador influye significativamente en la realización de proyectos de construcción de una entidad descentralizada por varias razones claves, tanto operativas como legales. A continuación, se detallan los principales aspectos:

- Coordinación institucional

Aunque una entidad descentralizada tiene autonomía operativa, si el proyecto de construcción involucra fondos públicos o se ejecuta en territorio municipal, puede requerir coordinación con la DOM. La DOM puede actuar como ejecutora directa o supervisora del proyecto, especialmente si se incluye en planes de desarrollo nacional o territorial.

- Acceso a financiamiento

Muchos proyectos son financiados a través del Estado y canalizados por medio de la DOM. Si una entidad descentralizada solicita financiamiento público, probablemente deberá ajustarse a los criterios técnicos y de transparencia de la DOM.

- Lineamientos técnicos y normativos

La DOM establece estándares técnicos de calidad, sostenibilidad y legalidad para obras públicas. Estos deben ser respetados por cualquier institución que ejecute obras, incluso si son autónomas o descentralizadas.

- Evita duplicidad de esfuerzos

Al centralizar la planificación de obras municipales, la DOM previene la duplicación o contradicción entre obras de diferentes instituciones. Esto obliga a las entidades descentralizadas a coordinar o reportar sus proyectos de infraestructura.

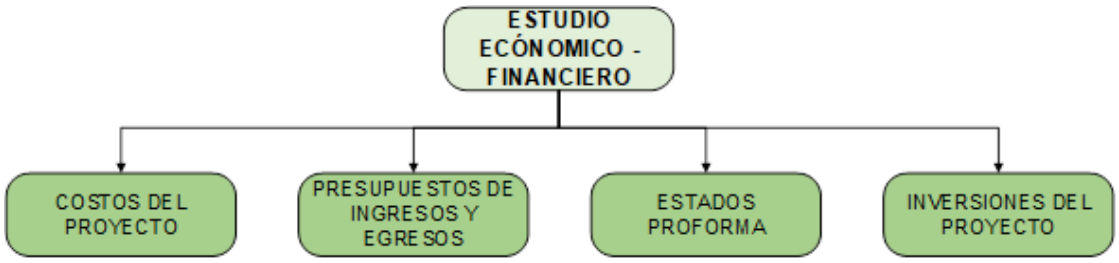
- Gestión territorial y permisos

Aunque una entidad descentralizada tenga autonomía, si su obra afecta el territorio municipal (vías, drenajes, espacios públicos), debe cumplir con normativas locales, que en muchos casos son supervisadas o ejecutadas por la DOM.

IV. ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

El apartado del estudio económico – financiero, se basa en la definición de la estructura de costos del proyecto, así como la determinación de la inversión requerida para ejecutar el proyecto, donde se el capital de trabajo del Sistema, además se presupuesta los ingresos y egresos de acuerdo a las proyecciones calculadas; además se elaboran los estados proforma que servirán como insumo para las evaluaciones del proyecto.

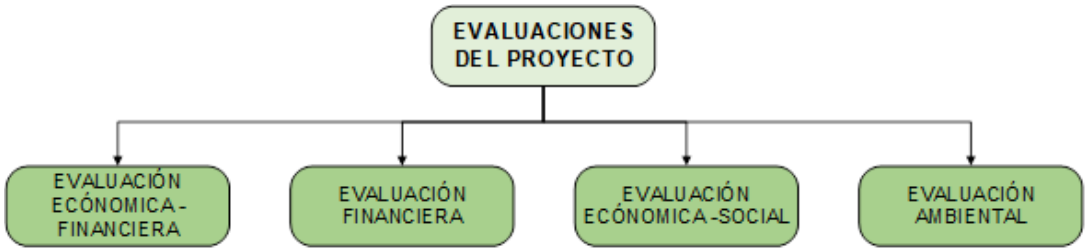
Diagrama 33 Estudio Económico Financiero



Fuente: Elaboración propia

Las evaluaciones del proyecto se subdividen en muchas perspectivas y se aplican según la finalidad del proyecto, dentro de estas perspectivas se tiene: Evaluación Económica – Financiera, Evaluación Financiera, Evaluación Económica – Social, Evaluación Ambiental y Evaluación de la Perspectiva de Género. Donde la primera evaluación se emplean métodos que toman el valor del dinero en el tiempo, como la TIR, TMAR, VAN o Razón B/C; la evaluación financiera se centra en evaluar las el proyecto conforme a las razones financieras o análisis de sensibilidad; la tercera evaluación aborda el impacto que puede tener el proyecto en relación al desarrollo y la calidad de vida de las personas en el área de influencia del proyecto; la cuarta evaluación, referente al impacto ambiental que se visualiza tendrá el proyecto en el ecosistema y entorno inmediato a sus instalaciones; la última evaluación que aborda la perspectiva de género como una herramienta para el diagnóstico de la situación de desigualdad entre los sexos donde se compara la condición de las mujeres respecto a la de los hombres; sin embargo, para el presente estudio se hará omisión de esta última evaluación dado que se considera que no tiene una influencia significativa para el desarrollo del proyecto.

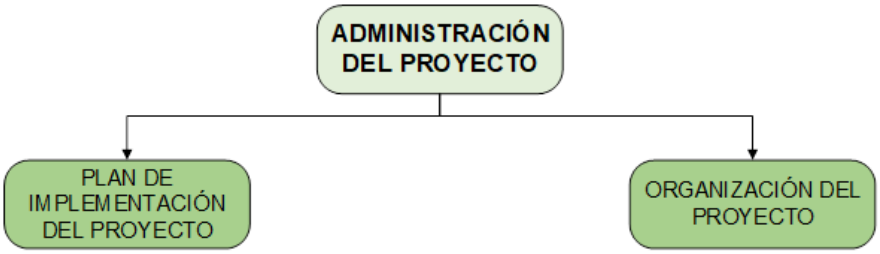
Diagrama 34 Evaluaciones del proyecto



Fuente: Elaboración propia

El último elemento que se aporta en la cuarta etapa es la administración del proyecto, donde se diseña el plan para la implantación y ejecución del proyecto, junto con la organización que llevara a cabo la ejecución del proyecto.

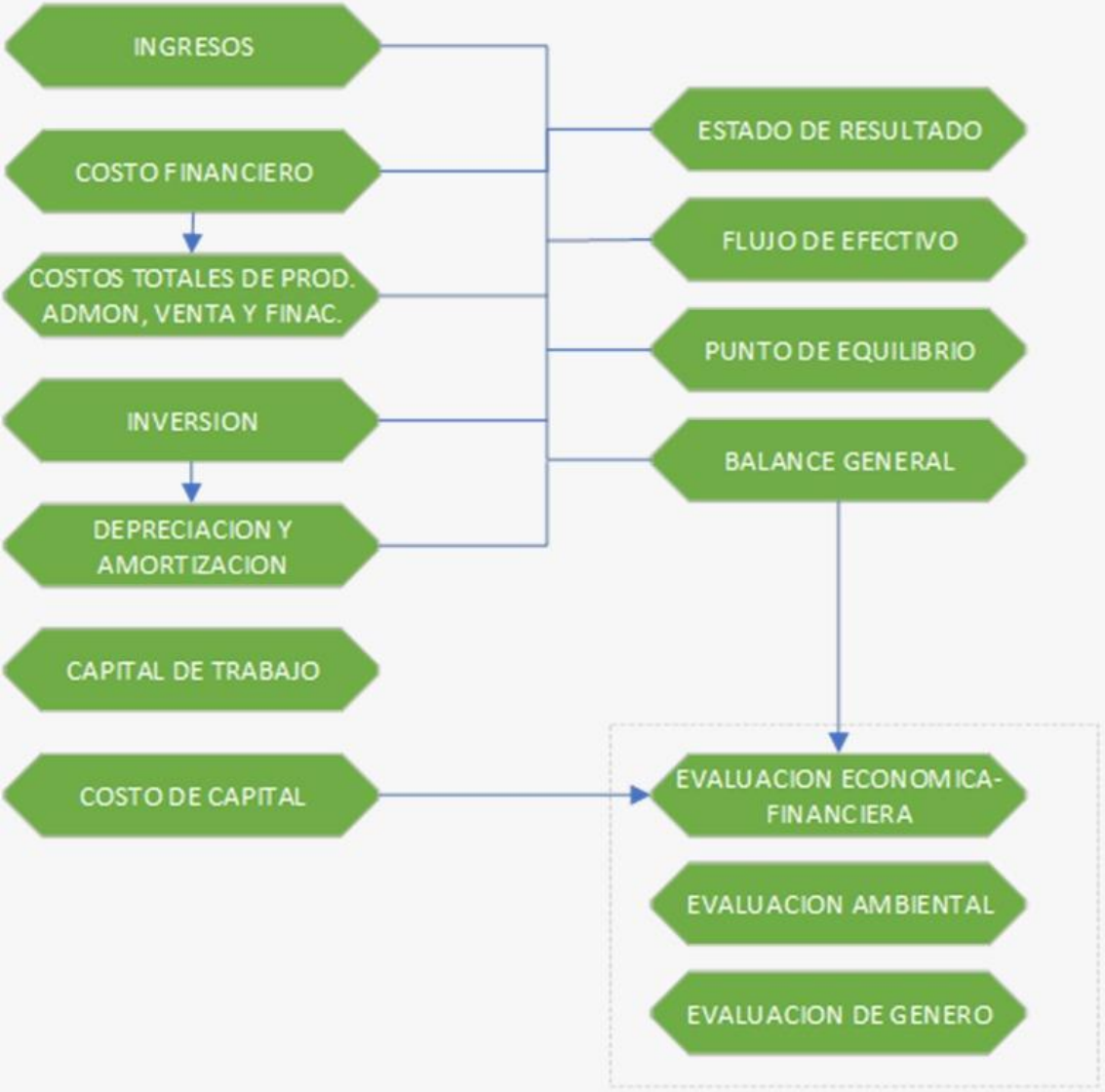
Diagrama 35 Administración del proyecto



Fuente: Elaboración propia

A. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO

Diagrama 36 Metodología de estudio económico - financiero



Fuente: Elaboración propia

a) Inversiones del Proyecto

Con base en la información recopilada en las etapas anteriores y datos sobre el precio de venta y costo de diversos factores que forman parte del proceso de producción, comercialización y abastecimiento (terrenos, edificaciones, maquinarias, insumos, servicios públicos, papelería, mano de obra), se determinan inversiones fijas y diferidas. La inversión inicial incluye la adquisición de todos los activos fijos, tangibles y diferidos o intangibles

necesarios para iniciar las operaciones del nuevo sistema de producción en la cooperativa, excluyendo el capital de trabajo.

b) Costos Totales: Producción, Administrativos, Ventas y Financieros

El costeo de la producción es más una actividad de ingeniería que de contabilidad. Se determinará el sistema de costeo a utilizar para determinar los costos unitarios en que incurre la planta para la producción. Los costos de producción se determinan sobre la siguiente base: materias primas, insumos, materiales indirectos, costos de mano de obra, empaque, costos de mantenimiento y calidad, costos de depreciación y otros costos. Los costos de administración surgen del desempeño de la función administrativa. Los costos de todas las demás divisiones o áreas que puedan existir serán incluidos en los gastos administrativos y generales. También se deben incluir los cargos de depreciación y amortización correspondientes.

Los costos de venta incluyen no solo los costos incurridos para llevar el producto al cliente, sino también las actividades de marketing. Los costos financieros son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo.

c) Depreciación y Amortización

Éstos son costos virtuales, es decir, se tratan y tienen el efecto de un costo, sin serlo. Para calcular el monto de los cargos se utilizan los porcentajes autorizados por la ley tributaria vigente en el país. Los cargos de depreciación y amortización, además de reducir el monto de los impuestos, permiten la recuperación de la inversión por el mecanismo fiscal que la propia ley tributaria ha fijado.

d) Presupuesto de Ingresos

Tomando en cuenta el presupuesto de producción y ventas de la etapa anterior, además del establecimiento de precios de venta, se establecerán los ingresos esperados por cada producto para el periodo de evaluación.

e) Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables. En primer lugar, hay que mencionar que ésta no es una técnica para evaluar la rentabilidad de una inversión, sino que sólo es una importante referencia que tomar en cuenta. Con el punto de equilibrio es

posible calcular con mucha facilidad el punto mínimo de producción al que debe operarse para no incurrir en pérdidas, sin que esto signifique que, aunque haya ganancias éstas sean suficientes para hacer rentable el proyecto.

f) Capital de Trabajo

El capital de trabajo se puede definir como la diferencia aritmética entre el activo y el pasivo circulantes. Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar la implementación; en otras palabras, hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos; entonces, se debe pagar mano de obra directa que transforme la materia prima y contar con cierta cantidad en efectivo para sufragar los gastos diarios. Todo esto constituiría el activo circulante. Pero, así como hay que invertir en estos rubros, también se puede obtener crédito a corto plazo en conceptos como impuestos y algunos servicios y proveedores, y esto es el pasivo circulante. De aquí se origina el concepto de capital de trabajo, es decir, el capital con que hay que contar para empezar a trabajar.

g) Costo de Capital

Para formarse empezar cualquier proyecto se debe realizar una inversión inicial. El capital que forma esta inversión puede provenir de varias fuentes: sólo de personas físicas (inversionistas), de éstas con personas jurídicas, de inversionistas e instituciones de crédito o una mezcla de estos. Como sea que haya sido la aportación de capitales, cada uno de ellos tendrá un costo asociado al capital que aporte, y el nuevo sistema de producción aplicado tendrá un costo de capital propio.

h) Estados Financieros: Flujo de efectivo, Estado de Resultados y Balance General

Los estados financieros, también denominados estados contables, informes financieros o cuentas anuales, son informes que utilizan las instituciones para dar a conocer la situación económica y financiera y los cambios que experimenta la misma a una fecha o periodo determinado. Esta información resulta útil para la administración, gestores, reguladores y otros tipos de interesados. Los estados financieros serán calculados para un periodo de evaluación de 5 años, además, serán la base para la realización de las evaluaciones del proyecto.

i) Evaluaciones del Proyecto

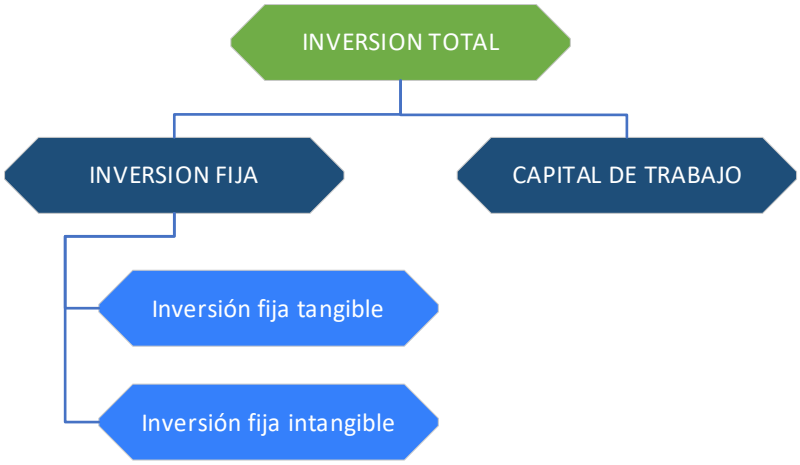
- En la evaluación económica se estudiarán los costos y los beneficios de un proyecto para decidir la conveniencia de ejecución. Se medirá la rentabilidad del proyecto y el desempeño de este por sí solo.
- En la evaluación financiera se hará distinción en los flujos entre el capital “propio” y el “prestado”. Midiendo la rentabilidad del capital “propio” y la rentabilidad del inversionista.
- La evaluación socioeconómica servirá para comparar los beneficios que obtiene la sociedad, con los costos que implican para esta, de acuerdo con la influencia del proyecto.
- En la evaluación ambiental se dimensionarán los impactos ambientales del proyecto y sus efectos (positivos y negativos) sobre la calidad de vida de los influenciados.

B. INVERSIONES DEL PROYECTO

Las inversiones de proyecto son todos los gastos realizados en una unidad de tiempo para adquirir determinados factores o medios de producción que permitan la realización de una unidad de producción que genere un flujo de beneficios a lo largo del tiempo. En ese sentido, es importante clasificar los recursos de acuerdo con su destinación en: inversión fija que se requiere para la instalación del proyecto dividida en inversión fija tangible (recursos sujetos a depreciación) e inversión fija intangible (patentes de marcas, etc.) y el capital de trabajo que son los recursos para el funcionamiento de la planta; ambas clasificaciones se incluyen en la inversión total.

Esquemáticamente, las inversiones se clasifican de la forma siguiente:

Diagrama 37 Tipos de inversiones



Fuente: Elaboración propia

1. INVERSIONES FIJAS

La inversión fija se refiere a la asignación de recursos financieros y reales para llevar a cabo obras físicas o servicios básicos del proyecto, es decir, son todos los pagos o desembolsos que se realizan para mantener las condiciones óptimas del lugar de trabajo y el personal a fin de asegurar que las actividades de producción se desarrollen en buenas condiciones.

Las inversiones fijas pueden ser clasificadas en dos grandes grupos: en las tangibles e intangibles. A continuación, se muestran las inversiones tangibles e intangibles:

Tabla 275 Inversiones del proyecto

Inversiones Fijas	Rubros
Tangibles	• Terreno • Obra civil • Maquinaria y equipo • Mobiliario y equipo de oficina
Intangibles	• Investigación y estudios previos • Administración del proyecto • Imprevistos o contingencias

Fuente: Elaboración propia

1.1 Inversión fija tangible

Esta inversión está compuesta por los recursos propiedad de la planta que se pueden palpar y son consideradas como los rubros materiales que están sujetos a depreciación, (con excepción de los terrenos), amortización, y obsolescencia, los cuales se desglosan a continuación:

a) Terreno

Para el caso del proyecto no habrá inversión sobre terreno, debido a que en el estudio de microlocalización, se determinó que la mejor opción para establecer para seguir con el funcionamiento de la planta es en terreno que se encuentra actualmente, además de mencionar que este fue una donación.

b) Obra civil

En este apartado se describen los costos involucrados en la obra civil, la cual fue definida en las especificaciones de obra civil en la etapa técnica. Los costos comprenden los aspectos relacionados con la infraestructura para la instalación de los filtros, el generador de energía y el transformador.

Tabla 276 Obra civil, producción de abono

OBRA CIVIL PRODUCCION DE ABONO				
Concepto	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**
Nivelación de suelo	m^2	23	$ 1.25	$ 28.75
Ladrillo (10x20x40 cm)	bloque	875	$ 0.53	$ 463.75
Cemento Portland	Bolsa	345	$ 12.00	$ 4,140.00
Puerta metálica (1.8x0.8m)	Un.	2	$ 90.00	$ 180.00
Hierro de 1/4	q	6	$ 50.00	$ 300.00
Hierro de 3/8	q	5	$ 50.00	$ 250.00
Grava	m^3	3	$ 25.00	$ 75.00
Arena	m^3	5	$ 20.00	$ 100.00
Ventanas	un.	4	$ 48.75	$ 195.00
Alambre	m	80	$ 0.82	$ 65.60
Caja térmica	un	1	$ 32.75	$ 32.75
Barra polo tierra	un	10	$ 10.20	$ 102.00
Dado térmico	un	1	$ 4.20	$ 4.20
Suministro e instalación de cubierta de lámina Zinc-Alum Calibre 24	un.	12	$ 57.00	$ 684.00

(Incluye Cepo en ambas caras y tornillos)				
Polín 1PC4 1"x4"x1/16". Incluye pintura (2 manos de anticorrosivo y 2 manos de esmalte) y elementos de apoyo	un.	16	$ 33.50	$ 536.00
Capote	un.	12	$ 20.00	$ 240.00
Suministro e instalación de capote de lámina de aluminio y zinc Calibre 24	un.	12	$ 8.75	$ 105.00
Pintura	gal.	3	$ 200.00	$ 600.00
Bolsas de cemento blanco para piso	un.	23	$ 10.80	$ 248.40
Piso de cerámica	m^2	23	$ 5.50	$ 126.50
SUBTOTAL				**$ 8,476.95**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 277 Obra civil, generación de energía eléctrica

OBRA CIVIL GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA				
Concepto	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**
Nivelación de suelo	m^2	40	$ 1.25	$ 50.00
Cemento Portland	Bolsa	600	$ 12.00	$ 7,200.00
Hierro de 3/8	q	5	$ 50.00	$ 250.00
Grava	m^3	3	$ 25.00	$ 75.00
Arena	m^3	5	$ 20.00	$ 100.00
Suministro e instalación de cubierta de lámina Zinc-Alum Calibre 24 (Incluye Cepo en ambas caras y tornillos)	un.	20	$ 57.00	$ 1,140.00
Polín 1PC4 1"x4"x1/16". Incluye pintura (2 manos de anticorrosivo y 2 manos de esmalte,) y elementos de apoyo	un.	28	$ 33.50	$ 938.00
Capote	un.	12	$ 20.00	$ 240.00

Suministro e instalación de capote de lámina de aluminio y zinc Calibre 24	un.	12	$ 8.75	$ 105.00
Pintura	gal.	3	$ 200.00	$ 600.00
Bolsas de cemento blanco para piso	un.	23	$ 10.80	$ 248.40
SUBTOTAL				**$ 10,946.40**
TOTAL OBRA CIVIL				**$ 19,423.35**

Fuente: Elaboración propia

c) Maquinaria y equipo

Dentro de este apartado se cuantifica la inversión relacionada a la adquisición de la maquinaria y equipo necesaria.

- Maquinaria y equipo de producción

Tabla 278 Maquinaria y equipo de producción

MAQUINARIA Y EQUIPO DE PRODUCCION			
Concepto	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**
Medidor de PH	2	$ 138.62	$ 277.24
Caudalímetros electromagnéticos	1	$ 2,550.98	$ 2,550.98
Conos de sedimentación	4	$ 41.00	$ 164.00
Generador eléctrico	1	$ 15,000.00	$ 15,000.00
Antorcha	1	$ 3,719.00	$ 3,719.00
Manómetro	4	$ 92.50	$ 370.00
Panel Simatic HMI	1	$ 4,655.94	$ 4,655.94
Tanque de almacenamiento de aguas residuales	2	$ 9,601.66	$ 19,203.32
Bomba achicadora	1	$ 594.00	$ 594.00
Decantador lamelar	2	$ 1,365.00	$ 2,730.00

Carretillas	2	$ 42.75	$ 85.50
Pala	2	$ 8.70	$ 17.40
Bomba 1+1	4	$ 1,102.32	$ 4,409.28
Depósito de hipoclorito	1	$ 2,593.28	$ 2,593.28
Medidor de caudal	1	$ 350.00	$ 350.00
Medidor multigas (Multitec 540)	1	$ 500.00	$ 500.00
Filtro de condensado	1	$ 5,000.00	$ 5,000.00
Filtro de remoción de gases	1	$ 5,000.00	$ 5,000.00
Generador de combustión OTTO	2	$ 45,000.00	$ 90,000.00
Máquina para tamizaje	1	$ 909.29	$ 909.29
Transformador de potencia	1	$ 200,000.00	$ 200,000.00
Interruptor de potencia	2	$ 75,000.00	$ 150,000.00
Seccionador	3	$ 7,000.00	$ 21,000.00
Relé de protección	2	$ 4,500.00	$ 9,000.00
Sistema de puesta a tierra	1	$ 2,500.00	$ 2,500.00
Banco de condensadores	1	$ 45,000.00	$ 45,000.00
Sistema de control y monitoreo	1	$ 25,000.00	$ 25,000.00
Pararrayos	1	$ 1,000.00	$ 1,000.00
Batería de respaldo	1	$ 2,500.00	$ 2,500.00
Medidor de calidad de potencia	1	$ 3,000.00	$ 3,000.00
Aceite aislante para transformador	250	$ 3.00	$ 750.00
Cables de alta tensión	100	$ 3.50	$ 350.00
Conectores eléctricos	25	$ 35.00	$ 875.00
Aisladores de tensión	6	$ 100.00	$ 600.00
Fusibles eléctricos	4	$ 75.00	$ 300.00

Tablero de distribución	1	$ 10,000.00	$ 10,000.00
Sistema de monitoreo de temperatura	2	$ 300.00	$ 600.00
Sistema de alarma y señalización	2	$ 450.00	$ 900.00
Sistema de iluminación de seguridad	2	$ 100.00	$ 200.00
Tanque de aceite para transformador	1	$ 1,500.00	$ 1,500.00
Cargador de baterías	1	$ 800.00	$ 800.00
Multímetro digital	2	$ 300.00	$ 600.00
Pinza amperimétrica	2	$ 400.00	$ 800.00
Destornilladores aislantes (set)	1	$ 100.00	$ 100.00
Taladro de percusión	1	$ 500.00	$ 500.00
Escalera aislada	1	$ 500.00	$ 500.00
Equipo de pruebas de aislamiento	1	$ 600.00	$ 600.00
Cinta aislante	5	$ 5.00	$ 25.00
Balanza	1	$ 135.00	$ 135.00
Sacos de 50Kg	3000	$ 0.75	$ 2,250.00
Guantes de vinil	15	$ 7.50	$ 112.50
pallet Jack	1	$ 500.00	$ 500.00
Tarimas	10	$ 3.00	$ 30.00
Botas de Hule	12	$ 24.95	$ 299.40
SUBTOTAL			**$ 640,456.13**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 279 Equipo de protección personal

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL			
Concepto	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**
Pértiga dieléctrica	1	$ 106.17	$ 106.17
Guantes dieléctricos	5	$ 40.00	$ 200.00

Calzado de seguridad dieléctrico	3	$ 55.00	$ 165.00
Casco dieléctrico	3	$ 8.00	$ 24.00
SUBTOTAL			**$ 495.17**
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO DE PRODUCCION			**$ 161,951.30**

Fuente: Elaboración propia

- Mobiliario y equipo de oficina

Tabla 280 Mobiliario y equipo de oficina

MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA			
Concepto	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**
Laptop	7	$ 879.00	$ 6,153.00
Escritorio	4	$ 175.00	$ 700.00
Silla	4	$ 63.00	$ 252.00
Impresora	1	$ 164.00	$ 164.00
Archivero	1	$ 275.00	$ 275.00
SUBTOTAL			**$ 7,544.00**

Fuente: Elaboración propia

- Resumen de inversiones fijas tangibles

Tabla 281 Resumen de inversiones fijas tangibles

RESUMEN DE INVERSIONES FIJAS TANGIBLES	
CONCEPTO	**INVERSION TOTAL**
Terreno	$ -
Obra Civil	$ 19,423.35
Maquinaria y equipo de producción	$ 640,951.30
Mobiliario y equipo de oficina	$ 7,544.00
TOTAL	**$ 667,918.65**

Fuente: Elaboración propia

1.2 Inversión fija intangible

Esta inversión está compuesta por el conjunto de activos que se utilizan en la fase operativa del proyecto y no pueden ser percibidos en los cuales cuyo desprendimiento no tendría un impacto directo en las actividades productivas de la planta. Estos bienes se desglosan a continuación:

a) Investigación y estudios previos

En este apartado se hace referencia a todas las investigaciones y estudios que se han realizado para determinar la factibilidad de la generación de energía eléctrica a base de biogás para la planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Municipio de Nejapa.

Dentro del desarrollo de los estudios previos, es necesario que se consideren tres tipos de recursos básicos: humanos, materiales y complementarios.

Para el recurso humano, este se encuentra constituido por los tres estudiantes de la carrera de ingeniería industrial que conforman el grupo de trabajo de investigación, los cuales han invertido tiempo considerable para el adecuado desarrollo de cada una de las investigaciones previas (perfil del proyecto, estudio de mercado y estudio técnico del proyecto). Los recursos materiales utilizados son lo referente a papelería para el desarrollo de las entrevistas y encuestas. En el caso de los recursos complementarios se mencionan los gastos viáticos (transporte y alimentación) para la realización de las visitas de campo a la contraparte y otras plantas, uso de energía eléctrica, internet y otros recursos indispensables para el desarrollo de los informes.

A continuación, se presentan tablas resumen de la utilización de recursos humanos, materiales recursos complementarios con su respectivo costo, por cada una de las etapas de investigación realizadas.

- Perfil del proyecto

Las actividades y costos que se presentan a continuación pertenecen a la etapa de investigación del perfil del anteproyecto, en la cual se realizaron visitas de campo a la contraparte. Como ya se mencionó anteriormente, el recurso humano comprende a los tres integrantes del grupo que está efectuando la investigación y desarrollo del proyecto, en cuanto a los recursos materiales, se ha considerado la papelería para efectuar las

entrevistas, así como para el desarrollo de las diferentes técnicas para la identificación de los problemas.

Tabla 282 Costo de recurso humano para elaboración de perfil

RECURSO HUMANO					
Actividad	**Integrantes**	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Reuniones con contraparte	3	horas	15	$ 5.00	$ 225.00
Elaboración de perfil	3	horas	60	$ 6.00	$ 1,080.00
TOTAL					**$ 1,305.00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 283 Costo de recursos materiales para elaboración de perfil

RECURSOS MATERIALES				
Actividad	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Lapiceros/marcadores	unidad	3	$ 0.30	$ 0.90
Papel bond	unidad	15	$ 0.03	$ 0.45
Depreciación de computadora		3	$ 6.00	$ 18.00
TOTAL				**$ 19.35**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 284 Costo de recursos complementarios para elaboración de perfil

RECURSOS COMPLMENTARIOS			
Actividad	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Transporte (pasajes, combustible y depreciación)	3	$ 40.00	$ 120.00
Alimentación	3	$ 5.00	$ 15.00
Energía eléctrica	3	$ 7.00	$ 21.00
Internet	3	$ 25.00	$ 75.00
TOTAL			**$ 231.00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 285 Costos totales del perfil

COSTOS TOTALES DEL PERFIL	
CONCEPTO	**INVERSION TOTAL**
Recurso humano	$ 1,305.00
Recursos materiales	$ 19.35
Recursos complementarios	$ 231.00
TOTAL	**$ 1,555.35**

Fuente: Elaboración propia

- Estudio de Mercado

Para el desarrollo de la etapa de mercado, se consideran los mismos recursos planteados en párrafos anteriores, con la diferencia que, para el estudio de mercado, los costos de recursos humanos hacen referencia al tiempo invertido en las visitas de campo en los municipios de Jayaque y Nejapa a fin de obtener información confiable y con resultados representativos. Para los recursos materiales y complementarios, estos siempre están relacionados con las visitas de campo y la papelería y herramientas utilizadas para ejecutar las diferentes actividades requeridas e indispensables para la ejecución del estudio de mercado. A continuación, se presenta en tablas el resumen de los costos de los recursos utilizados para la ejecución del estudio de mercado.

Tabla 286 Costo de recurso humano para elaboración de estudio de mercado

RECURSO HUMANO					
Actividad	**Integrantes**	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Reuniones con contraparte	3	horas	12	$ 5.00	$ 180.00
Entrevistas y encuestas	3	horas	15	$ 6.00	$ 270.00
Elaboración del estudio	3	horas	250	$ 6.00	$ 4,500.00
TOTAL					**$ 4,950.00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 287 Costo de recursos materiales para elaboración de estudio de mercado

RECURSOS MATERIALES				
Actividad	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Lapiceros/marcadores	Unidad	3	$ 0.30	$ 0.90
Papel bond	unidad	30	$ 0.03	$ 0.90
Depreciación de computadora		3	$ 6.00	$ 18.00
TOTAL				**$ 19.80**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 288 Costo de recursos complementarios para elaboración de estudio de mercado

RECURSOS COMPLMENTARIOS			
Actividad	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Transporte (pasajes, combustible y depreciación)	3	$ 60.00	$ 180.00
Alimentación	10	$ 5.00	$ 50.00
Energía eléctrica	3	$ 7.00	$ 21.00
Internet	3	$ 25.00	$ 75.00
TOTAL			**$ 326.00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 289 Costos totales del estudio de mercado

COSTOS TOTALES DEL ESTUDIO DE MERCADO	
CONCEPTO	**INVERSION TOTAL**
Recurso humano	$ 4,950.00
Recursos materiales	$ 19.80
Recursos complementarios	$ 326.00
TOTAL	**$ 5,295.80**

Fuente: Elaboración propia

- Etapa técnica

Para el desarrollo de la etapa técnica, siempre se considerarán los recursos humanos, materiales y complementarios. Todos los costos, al igual que en la etapa de anteproyecto y estudio de mercado, están relacionados con los viajes de campo realizados a la contraparte.

Tabla 290 Costo de recurso humano para elaboración de estudio técnico

RECURSO HUMANO					
Actividad	**Integrantes**	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Reuniones con contraparte	3	horas	6	$ 5.00	$ 90.00
Entrevistas y encuestas	3	horas	15	$ 6.00	$ 270.00
Elaboración del estudio	3	horas	180	$ 6.00	$ 3,240.00
TOTAL					**$ 3,600.00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 291 Costo de recursos materiales para elaboración de estudio técnico

RECURSOS MATERIALES				
Actividad	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Lapiceros/marcadores	Unidad	3	$ 0.30	$ 0.90
Papel bond	Unidad	30	$ 0.03	$ 0.90
Depreciación de computadora		3	$ 6.00	$ 18.00
TOTAL				**$ 19.80**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 292 Costo de recursos complementarios para elaboración de estudio técnico

RECURSOS COMPLMENTARIOS			
Actividad	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Transporte (pasajes, combustible y depreciación)	3	$ 60.00	$ 180.00

Alimentación	5	$ 5.00	$ 25.00
Energía eléctrica	3	$ 7.00	$ 21.00
Internet	3	$ 25.00	$ 75.00
TOTAL			**$ 301.00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 293 Costos totales del estudio técnico

COSTOS TOTALES DEL ESTUDIO TECNICO	
CONCEPTO	**INVERSION TOTAL**
Recurso humano	$ 3,600.00
Recursos materiales	$ 19.80
Recursos complementarios	$ 301.00
TOTAL	**$ 3,920.80**

Fuente: Elaboración propia

- Etapa de evaluación

En esta etapa no se realizaron visitas de campo y/o viajes, esto se debe a que, ya que todo el contacto que se tuvo con las diversas fuentes de precios y asesorías para la realización de la etapa fue vía internet, los demás recursos implicados están asociados al trabajo del propio equipo de trabajo.

Tabla 294 Costo de recurso humano para elaboración de etapa de evaluaciones

RECURSO HUMANO					
Actividad	**Integrantes**	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Reuniones con contraparte	3	horas	2	$ 5.00	$ 30.00
Consulta de costos y precios	3	horas	50	$ 3.00	$ 450.00
Elaboración del estudio	3	horas	90	$ 6.00	$ 1,620.00
TOTAL					**$ 2,100.00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 295 Costo de recursos materiales para elaboración de etapa de evaluaciones

RECURSOS MATERIALES				
Actividad	**Unidad de medida**	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Depreciación de computadora		3	$ 6.00	$ 18.00
TOTAL				**$ 18.00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 296 Costo de recursos complementarios para elaboración de etapa de evaluaciones

RECURSOS COMPLMENTARIOS			
Actividad	**Cantidad**	**Costo por unidad**	**Costo total**
Energía eléctrica	3	$ 7.00	$ 21.00
Internet	3	$ 25.00	$ 75.00
TOTAL			**$ 96.00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 297 Costos totales de tapa de evaluaciones

COSTOS TOTALES DEL ESTUDIO TECNICO	
CONCEPTO	**INVERSION TOTAL**
Recurso humano	$ 2,100.00
Recursos materiales	$ 18.00
Recursos complementarios	$ 96.00
TOTAL	**$ 2,214.00**

Fuente: Elaboración propia

b) Administración del proyecto

La administración del proyecto es fundamental para que el proyecto se lleve a cabo de la manera más adecuada con tal de minimizar los riesgos que este pueda obtener. Para

realizar una adecuada administración del proyecto se requiere de personal capacitado y con experiencia, en la siguiente tabla se muestra el personal y recursos necesarios para ejecutar la administración del proyecto, con sus respectivos costos:

Tabla 298 Costos de administración del proyecto

ADMINISTRACION DEL PROYECTO	
Actividad	**Costo total**
Gerente de proyecto	$ 11,400.00
Jefe de operaciones	$ 9,600.00
Jefe administrativo	$ 8,700.00
Agua potable	$ 69.00
Energía eléctrica	$ 720.00
Papelería y otros	$ 480.00
TOTAL	**$ 30,969.00**

Fuente: Elaboración propia

c) Riesgos

Para la consideración de los riesgos se realizó un análisis de los imprevistos que pudiesen surgir durante la ejecución del proyecto, los cuales están detallados en el Capítulo de la Administración de la implementación del proyecto.

d) Resumen de las inversiones fijas intangibles

Tabla 299 Resumen de inversiones fijas intangibles

RESUMEN DE INVERSIONES FIJAS INTANGIBLES	
Investigación y estudios previos	$ 12,985.95
Administración del proyecto	$ 30,969.00
TOTAL	**$ 43,954.95**

Fuente: Elaboración propia

1.3 Resumen de las inversiones fijas

En la tabla siguiente, se muestra el monto total de inversión fija, sin imprevistos.

Tabla 300 Resumen de inversiones fijas

RESUMEN DE INVERSIONES FIJAS	
Inversión fija tangible	$ 667,918.65
Inversión fija intangible	$43,954.95
TOTAL	**$ 711,873.60**

Fuente: Elaboración propia

El total de inversión fija más imprevistos es:

Tabla 301 Resumen de inversiones fijas más imprevistos

RESUMEN DE INVERSIONES FIJAS	
Inversión fija tangible	$ 667,918.65
Inversión fija intangible	$43,954.95
Imprevistos	$15,038.50
TOTAL	**$ 726,912.10**

Fuente: Elaboración propia

2. CAPITAL DE TRABAJO

El Capital de trabajo es el monto que debe tener la planta adicional a la inversión fija, para financiar la producción de un ciclo económico al inicio de las operaciones o hasta que se pueda solventar los gastos con los ingresos percibidos; es decir, es el capital adicional que se necesita para que comience a funcionar con las nuevas iniciativas aplicadas.

Con el capital de trabajo debe adquirirse insumos, materiales, pagar planillas, y con cierta cantidad de efectivo para sufragar gastos diarios de la empresa. Para calcular el monto al cual asciende el capital de trabajo se van a considerar los siguientes aspectos:

i. Duración del ciclo económico de la empresa
ii. La política de inventario de insumos.
iii. Política de salarios (periodo de cancelación de estos)

2.1 Requerimientos de capital de trabajo.

Política de insumos: de acuerdo con el comportamiento de la demanda, se estiman pronosticar los materiales e insumos de acuerdo con la proyección de la demanda por cada servicio.

Se estiman proyecciones de acuerdo con un porcentaje, dependiendo del comportamiento de la demanda, partiendo de esta ratio establecer la política de insumos de acuerdo con cada servicio.

Política de créditos para los clientes: El rubro del tratamiento de aguas residuales es fácilmente identificable como un negocio de "contado", considerando también la venta de abono a consumidores finales. Es por ello por lo que las cuentas por cobrar son $0.

Política de salarios: para el pago de la planilla se tomarán las siguientes consideraciones

- Según la ley de El Salvador, el salario mínimo para el sector de comercio y servicios es de $408.80.
- Para AFP según la nueva reforma se tiene un valor de 7.75% para el patrono.
- El porcentaje correspondiente al ISSS para el patrono en concepto de salud es de 7.5%.
- El aguinaldo tiene un porcentaje mensual de 4.17% correspondiente a 15 días laborales de 1 a 3 años.
- El desembolso de los salarios se realizará en la última semana del mes, en el banco donde y de la forma acordada.

Ciclo operativo: el ciclo productivo u operativo, es el número de días que va desde el momento que se compra insumos, hasta el momento que se recibe el pago por la prestación del servicio, utilizando estos insumos.

Tabla 302 Ciclo productivo

Ciclo productivo	
Días de tratamiento de aguas residuales	5
Días de generación de abono	65
Días adicionales de generación de energía eléctrica	2
Días de venta de abono	5
Crédito a compradores	0
(-) Créditos de proveedores	0
TOTAL	**77**

Fuente: Elaboración propia

Políticas

- Días laborales de a la semana: Lunes a Domingo
- Horas Laborales serán divididas en el personal administrativo y el personal operativo:
  - ✓ Administrativo: Lunes a viernes de 8:00 am a 4:00 pm
  - ✓ Operativo: Lunes a domingo de 8:00 am a 4:00 pm turnados.
- Las vacaciones por año laboral son 15 días y 10 días de asueto por ley.
- La comercialización será al contado.
- Establecer contacto frecuente con los clientes para establecer la ruta de distribución más idónea por semana. Y tener la cifra exacta a distribuir.

Inventario de Materia Prima e Insumos.

Tabla 303 Requerimientos de materia prima e insumos al mes

Requerimientos de MP e Insumos por mes				
Nombre	**Presentación**	**Requerimientos**	**Precio unitario**	**Precio mensual**
Materia Prima				
Agua residual	cm3	102,621	$ -	$ -
Lodo	cm3	10.08	$ -	$ -
Biogás	m3	33,156.90	$ -	$ -
Insumos				
Químicos	litros	40	$ 78.75	$ 3,150.00
Combustibles y lubricantes	galones	46	$ 5.00	$ 230.00
Minerales	kg	53	$ 11.32	$ 599.96
Total				**$ 3,979.96**

Fuente: Elaboración propia

La materia prima e insumos es cancelada al contado y por tanto no se generan cuentas por cobrar por lo tanto el desembolso se hará al inicio del mes.

Requerimientos de Mano de Obra

Para los requerimientos de mano de obra tenemos que, se consideraran los salarios de los empleados. Se considera la mano de obra directa, indirecta, administrativa y de comercialización.

Tabla 304 Requerimientos de mano de obra

Requerimientos de Mano de Obra al Mes					
Puesto	**No empleados**	**Salario Mensual**	**ISSS (7.5%)**	**AFP (7.75%)**	**Costo MOD**
Operador técnico en química	1	500	$ 37.50	$ 38.75	$ 576.25
Operador técnico eléctrico	1	500	$ 37.50	$ 38.75	$ 576.25
Total Mano de Obra Directa					**$ 1,152.50**
Puesto	**No empleados**	**Salario Mensual**	**ISSS (7.5%)**	**AFP (7.75%)**	**Costo MOI**
Gerente de operación	1	1200	$ 90.00	$ 93.00	$ 1,383.00
Ingeniero químico	1	950	$ 71.25	$ 73.63	$ 1,094.88
Ingeniero eléctrico	1	950	$ 71.25	$ 73.63	$ 1,094.88
Total Mano de Obra Indirecta					**$ 3,572.75**
Puesto	**No empleados**	**Salario Mensual**	**ISSS (7.5%)**	**AFP (7.75%)**	**Costo MOA**
Administrador financiero	1	750	$ 56.25	$ 58.13	$ 864.38
Contador	1	600	$ 45.00	$ 46.50	$ 691.50
Abogado	1	490	$ 36.75	$ 37.98	$ 564.73
Total Mano de Obra Administrativa					**$ 2,120.60**
Puesto	**No empleados**	**Salario Mensual**	**ISSS (7.5%)**	**AFP (7.75%)**	**Costo MOC**
Vendedor	1	400	$ 30.00	$ 31.00	$ 461.00
Total Mano de Obra de Comercialización					**$ 461.00**
Total Mano de Obra al mes					**$ 7,306.85**

Fuente: Elaboración propia

Servicios básicos

Este rubro está representado por la necesidad de los pagos de recibo por el préstamo de servicios básicos de la planta entre estos están los costos energía eléctrica y agua potable.

Tabla 305 Servicios básicos al mes

Servicios Básicos al mes		
Agua potable	$	1,583.33
Energía eléctrica	$	67.00
Telefonía e internet	$	65.00
TOTAL	**$**	**1,715.33**

Fuente: Elaboración propia

Caja o Efectivo.

Efectivo con el que se debe contar el proyecto para cotidianidades. Como compras de algún insumo imprevisto y gastos varios de mantenimiento o reparación, equipos varios de oficina u otro tipo de operaciones y algunos oficios varios.

Para el caso se le asignara a este rubro el 3% del monto invertido en los inventarios de materia prima y de mano de obra, así como también a los servicios básicos considerando nada más el capital que agregan solo los anteriores, ya que son cantidades que se agregaran nuevos a los requerimientos ya estimados. Por ello el cálculo queda de la siguiente manera:

Tabla 306 Caja o efectivo

Caja o Efectivo		
Rubro	**Monto**	**3% Monto**
Materia prima e insumos	$ 3,979.96	$ 119.40
Mano de obra	$ 7,306.85	$ 219.21
Servicios básicos	$ 1,715.33	$ 51.46
Total	**$ 13,002.14**	**$ 390.06**

Fuente: Elaboración propia

Cuentas por cobrar

El tratamiento de aguas residuales es identificable como un negocio de “contado”. Es por ello por lo que las cuentas por cobrar son $0.

Cuentas por pagar

De igual manera que las cuentas por cobrar son de $0, todo el material, insumos y materiales se adquieren sin crédito, es decir que se pagan en el momento de la adquisición por lo tanto las cuentas por cobrar serán de $0.

2.2 Resumen del Capital de Trabajo

En resumen “El Capital de Trabajo” necesario parar asegurar la producción de un ciclo productivo está reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 307 Capital de trabajo por mes

Capital de trabajo por mes	
Materia prima e insumos	$ 3,979.96
Mano de obra	$ 7,306.85
Servicios básicos	$ 1,715.33
Caja o efectivo	$ 390.06
TOTAL	**$ 13,392.20**

Fuente: Elaboración propia

3. INVERSIÓN INICIAL

La siguiente tabla resume la inversión total a realizar para poder desarrollar la implementación:

Tabla 308 Inversión inicial

Inversión		Rubro	Monto	Subtotal
Inversiones	**Tangibles**	Terreno	$ -	$ 667,918.65
		Obra Civil	$ 19,423.35	
		Maquinaria y equipo de producción	$ 640,951.30	
		Mobiliario y equipo de oficina	$ 7,544.00	
	Intangibles	Investigación y estudios previos	$12,985.95	$43,954.95
		Administración del proyecto	$30,969.00	
Imprevistos			$15,038.50	$15,038.50
Capital de trabajo		Materia prima e insumos	$ 3,979.96	$ 13,392.20
		Mano de obra	$ 7,306.85	
		Servicios básicos	$ 1,715.33	
		Caja o efectivo	$ 390.06	
Total				**$ 740,304.30**

Fuente: Elaboración propia

C. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

a) Necesidades de financiamiento

El problema de los recursos limitados y las necesitas ilimitadas se repite en todos los aspectos de los proyectos. De forma tradicional se puede decir que esta es una operación de atraer dinero de una entidad que presenta excedentes económicos y que necesita un algo en que invertir ese dinero para generar aún más excedentes, mientras que la otra parte de la operación es la entidad que tiene un déficit y necesita ese dinero para poder creer y poder generar sus propios excedentes.

Se pueden buscar fuentes internas como un aumento de capital por parte de los propios miembros de la sociedad o asociación o la entrada a la bolsa de la organización. La emisión de bonos y acciones son ejemplos de este tipo de financiamiento. También existen entidades externas que pueden ofrecer esos excedentes, son aquellas que forman parte del sistema financiero y por otro lado se tienen otras organizaciones que por su misión y por sus objetivos estratégicos buscan desarrollar la economía del país o de un sector en particular, ya sea con donaciones o con tasas de intereses bajas y periodos de gracia.

b) Monto por gestionar

Debido a que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa (PTAR) es descentralizada, puede afrontar los gastos de la inversión con recursos propios, transferencias del gobierno central, créditos nacionales o internacionales, donaciones o cooperación externa, etc. El monto total que se necesita para llevar a cabo la inversión es de $740,304.30.

c) Fuentes de financiamiento

Se presentan las opciones de fuentes de financiamiento que más se adaptan a la naturaleza del proyecto.

Tabla 309 Fuentes de financiamiento externa

Detalle	Banco Interamericano de Desarrollo	Banco Mundial	Banco Agrícola
Programa / Línea	Proyectos multisectoriales: infraestructura, digitalización, etc.	Bonos sociales o verdes (respaldados por flujos como remesas)	Créditos para energía renovable, agua, construcción sostenible
Tasa de Interés Aprox.	6.5% - 7.0% anual	Variable según mercado	5% - 9% anual (según línea y perfil del cliente)
Plazo	20 - 25 años	5 - 15 años	7 - 15 años
Garantía	Posible garantía soberana	Flujos de ingresos (ej. remesas)	Hipoteca, aval, garantía real según monto
Requisitos Generales	Proyecto formulado, análisis técnico, impacto social o económico	Viabilidad financiera, capacidad de repago	Proyecto sostenible, evaluación técnica, cliente bancarizado
Período de Gracia	Hasta 4 años	Depende del diseño del bono	Hasta 2 años
Beneficios / Refinanciamiento	Posibilidad de ampliación y refinanciamiento parcial	Refinanciable a través de nuevas emisiones	Refinanciable sujeto a evaluación crediticia
Monto Máximo Aprox.	USD 50M - 130M	USD 80M aprox.	USD 75 mil - USD 20M (dependiendo de línea y cliente)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 310 Fuentes de financiamiento no convencionales

Detalle	BFA (Banco de Fomento Agropecuario)	Cooperación Externa (KfW, JICA, AECID, etc.)
Programa / Línea	Créditos sostenibles rurales y productivos	Proyectos sociales, sostenibles, climáticos
Tasa de Interés Aprox.	5% - 8% anual	0% - 2% (condiciones concesionales)
Plazo	Hasta 8 años	10 - 30 años
Garantía	Avales o garantías reales	Garantía institucional o del Estado
Requisitos Generales	Proyecto agrícola o MIPYME sostenible, viabilidad técnica	Enfoque social o ambiental, aval de Hacienda o Cancillería
Período de Gracia	6 meses - 1 año	Hasta 10 años
Beneficios / Refinanciamiento	Refinanciable si hay buen historial crediticio	Posibilidad de refinanciamiento vía nuevos fondos o líneas
Monto Máximo Aprox.	Hasta USD 1M	USD 5M - USD 100M (según programa y país donante)

Fuente: Elaboración propia

D. COSTOS DEL PROYECTO

Establecer un sistema de costos es de suma importancia, especialmente para determinar el precio de venta del producto. En ese sentido, se debe asignar un valor a los recursos necesarios anteriormente determinados.

Para establecer el sistema de costos, es necesario controlar estrictamente todos los costos que forman parte de las actividades previstas para la realización del ciclo productivo. Una vez se han obtenido todos los costos, deben clasificarse con la finalidad de visualizar todos los componentes y costos asociados a cada uno todo esto a efectos de calcular el costo unitario de los productos o servicios.

Dos elementos esenciales para la selección del sistema de costos son:

- Elementos que se incluyen
- Características de la producción

Con la finalidad de evaluar el sistema que más de ajuste a la producción realizada por la planta, se presenta un resumen de las diversas características de los tipos de sistemas de costos más empleados.

Tabla 311 Evaluación de sistemas de costos

<table>
<tr><th colspan="2">Elementos que se incluyen</th><th colspan="2">Características de producción</th></tr>
<tr><th>Costeo Directo</th><th>Costeo por absorción</th><th>Costeo por Órdenes de Trabajo (OT)</th><th>Costeo por proceso</th></tr>
<tr><td>Se consideran solamente los costos de Materia Prima, Mano de Obra Directa y Costos Indirectos de Fabricación variables.</td><td>El costeo de los productos se compone de Materia Prima, Mano de Obra Directa y Costos Indirectos de Fabricación variables y fijos.</td><td>Es el más apropiado cuando los productos manufacturados difieren en cuando a los requerimientos de materiales, y de conversión.</td><td>Se utiliza cuando los productos se elaboran masivamente o en proceso continuo.</td></tr>
<tr><th colspan="4">Diferencias</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">La diferencia principal entre el costeo directo y por absorción es que no reconoce los costos fijos como costos relacionados a la fabricación, caso contrario al costeo por absorción.</td><td colspan="2">En el Costeo por Órdenes de Trabajo (OT) cada producto se fabrica conforme con las especificaciones del cliente. La producción es intermitente o por lotes.</td></tr>
<tr><td colspan="2">El Costeo por procesos es lo contrario al anterior, ya que realiza el producto de forma masiva.</td></tr>
<tr><td colspan="2">El Costeo por Órdenes de Trabajo se establece con base al producto solicitado por el cliente, en cambio, en el costeo por proceso es un sistema de acumulación de costos de producción por departamento o centro de costos.</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia

Al evaluar las diversas opciones, se determina que el sistema de costeo que se ajusta mejor a las necesidades y para llevar el control de los costos es el “Sistema de Costeo por Absorción”, dado que, es el más utilizado para fines externos e incluso para la toma de decisiones. Incluye dentro del costo del producto, todos los costos de la función productiva, (fijos y variables). La razón principal que justifica la utilización del sistema es que el/los

productos/servicios absorban los costos con la finalidad de establecer un precio justo, mediante el cual, se pueda recuperar lo invertido y, por ende, que genere utilidades.

Puesto que se ha seleccionado el Sistema de Costeo por Absorción, se agrupan los costos en cuatro grupos generales de la forma siguiente:

- Costos de producción
- Costos de administración
- Costos de comercialización
- Costos Financieros

Debido a que la planta está funcionando actualmente, el costeo se realizará considerando todos los costos de producción, administrativos y financieros. Además, se agregan los costos por comercialización, ya que, en la actualidad la solo se realiza el tratamiento de aguas residuales. No obstante, en el estudio de mercado realizado anteriormente, se estableció la forma de comercialización, incluyendo la generación de energía eléctrica y la fabricación de abono lo cual incluiría equipo, la depreciación, y demás insumos.

De igual manera el Ministerio de Hacienda de El Salvador establece lineamientos sobre el tipo de costeo que deben utilizar las instituciones públicas y, en algunos casos, empresas relacionadas con el Estado. Esto se encuentra principalmente en documentos relacionados con:

- Normas Técnicas de Presupuesto (NTP)
- Normas Internacionales de Contabilidad del Sector Público (NICSP) adoptadas en el país
- Lineamientos para la formulación presupuestaria (emitidos anualmente por la Dirección General del Presupuesto - DGP)
- Manual de Clasificaciones Presupuestarias

1. TIPO DE COSTEO SELECCIONADO

Por tanto, el tipo de costeo seleccionado es el costeo más comúnmente requerido por el Ministerio de Hacienda: costeo por absorción, especialmente para instituciones del sector público o relacionadas. Este tipo de costeo incluye todos los costos directos e indirectos asociados a la producción de bienes o prestación de servicios, lo cual es consistente con los principios de contabilidad gubernamental y la transparencia presupuestaria.

A continuación, se detallan los grupos de costos que comprenden las actividades productivas:

2. COSTOS DE PRODUCCIÓN.

Estos costos son los que están directamente relacionados con la producción. Se requiere de una serie de costos de producción, entre los que están:

2.1 Costos directos

a) Mano de obra directa

La Mano de Obra Directa es la que interviene directamente en las actividades relacionadas a la producción, es decir, a la transformación de la materia prima.

Para el cálculo del costo real de la Mano de Obra Directa se han considerado las prestaciones de Ley a las que tiene derecho el trabajador (vacaciones, aguinaldo, aportaciones de ISSS y AFP) las cuales son pagados por el patrono. El cálculo se ha realizado a través de la fórmula:

$$Costo\ real\ de\ la\ mano\ de\ obra = Salario + Prestaciones$$

Tabla 312 Cálculo de costo real de la Mano de Obra Directa

Puesto	No empleados	Salario Mensual	ISSS (7.5%)	AFP (7.75%)	Vacaciones	Aguinaldo	Costo MOD mensual	Costo MOD anual
Operador técnico en química	1	500	$37.50	$38.75	$ 325.00	$ 316.67	$ 576.25	$ 7,556.67
Operador técnico eléctrico	1	500	$37.50	$38.75	$ 325.00	$ 316.67	$ 576.25	$ 7,556.67
Total Mano de Obra Directa							**$1,152.50**	**$15,113.33**

Fuente: Elaboración propia

b) Materia prima y materiales directos

Son todos aquellos insumos necesarios en la producción y que pueden cuantificarse plenamente con una unidad de producto.

Tabla 313 Costo anual de materia prima y materiales directos

Nombre	Presentación	Requerimientos	Precio unitario	Precio mensual	Precio anual
Materia Prima					
Agua residual	cm3	102,621	$ -	$ -	$ -
Lodo	cm3	10.08	$ -	$ -	$ -
Biogás	m3	33,156.90	$ -	$ -	$ -
Insumos					
Químicos	litros	40	$ 78.75	$ 3,150.00	$ 37,800.00
Combustibles y lubricantes	galones	46	$ 5.00	$ 230.00	$ 2,760.00
Minerales	kg	53	$ 11.32	$ 599.96	$ 7,199.52
Total				**$ 3,979.96**	**$ 47,759.52**

Fuente: Elaboración propia

2.2 Costos indirectos

a) Materiales indirectos

Son los materiales relacionados con la producción, los cuales no se pueden cuantificar la cantidad en la unidad producida, o que, en caso contrario, su costo tiene muy poca participación dentro del costo total del producto.

También, dentro de los materiales indirectos se consideran los recursos catalogados como auxiliares, tales como el equipo de protección personal que agrega valor al producto terminado, pero no de forma directa.

Tabla 314 Costo de materiales indirectos

MATERIALES INDIRECTOS			
Concepto	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**
Conos de sedimentación	4	$ 41.00	$ 164.00
Carretillas	2	$ 42.75	$ 85.50
Pala	2	$ 8.70	$ 17.40
Pinza amperimétrica	2	$ 400.00	$ 800.00
Destornilladores aislantes (set)	1	$ 100.00	$ 100.00
Taladro de percusión	1	$ 500.00	$ 500.00
Escalera aislada	1	$ 500.00	$ 500.00
Equipo de pruebas de aislamiento	1	$ 600.00	$ 600.00
Cinta aislante	5	$ 5.00	$ 25.00

Balanza	1	$ 135.00	$ 135.00
Sacos de 50Kg	3000	$ 0.75	$ 2,250.00
Guantes de vinil	15	$ 7.50	$ 112.50
pallet Jack	1	$ 500.00	$ 500.00
Tarimas	10	$ 3.00	$ 30.00
Botas de Hule	12	$ 24.95	$ 299.40
Pértiga dieléctrica	1	$ 106.17	$ 106.17
Guantes dieléctricos	5	$ 40.00	$ 200.00
Calzado de seguridad dieléctrico	3	$ 55.00	$ 165.00
Casco dieléctrico	3	$ 8.00	$ 24.00
SUBTOTAL			**$ 6,613.97**

Fuente: Elaboración propia

b) Mano de obra indirecta

La Mano de Obra Indirecta, es aquella que no tiene incidencia directa en la producción, pero están relacionados. Dentro de esta mano obra, se consideran todos los puestos administrativos.

Tabla 315 Costos de Mano de Obra Indirecta

Puesto	No empleados	Salario Mensual	ISSS (7.5%)	AFP (7.75%)	Vacaciones	Aguinaldo	Costo MOI mensual	Costo MOI anual
Gerente de operación	1	$1,200	$ 90.00	$ 93.00	$ 780.00	$ 760.00	$1,383.00	$18,136.00
Ingeniero químico	1	$950	$ 71.25	$ 73.63	$ 617.50	$ 601.67	$1,094.88	$14,357.67
Ingeniero eléctrico	1	$950	$ 71.25	$ 73.63	$ 617.50	$ 601.67	$1,094.88	$14,357.67
Total Mano de Obra Indirecta							**$3,572.75**	**$46,851.33**

Fuente: Elaboración propia

c) Suministros de la planta

Se presentan los principales recursos que se utilizan en la producción. El recurso que más se consume debido a la maquinaría utilizada es la energía eléctrica.

Tabla 316 Costos del área de producción

Servicios Básicos	Mensual	Anual
Energía eléctrica	$ 1,583.33	$ 18,999.96
Agua potable	$ 67.00	$ 804.00
Telefonía e internet	$ 65.00	$ 780.00
TOTAL	**$ 1,715.33**	**$ 20,583.96**

Fuente: Elaboración propia

d) Depreciación de maquinaria y equipo

La depreciación de la maquinaria y equipo involucrado en la producción producirá ingresos gravables, debe depreciarse y de este modo debe de ser calculada para ser incluido en los costos de producción. El método utilizado para la depreciación es el de línea recta cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{Depreciación} = \frac{valor\ de\ compra\ -\ valor\ de\ salvamento}{vida\ fiscal}$$

En la siguiente tabla se presenta la depreciación de la maquinaria y equipo considerando el método mencionado.

Tabla 317 Depreciación de obra civil producción

DEPRECIACION DE OBRA CIVIL						
Concepto	**Cantidad**	**Valor de compra**	**Valor de salvamento**	**Vida fiscal (años)**	**Depreciación**	**Depreciación total**
Área de abono	1	$ 8,476.95	$ 847.70	20	$ 381.46	$ 381.46
Área de energía eléctrica	1	$ 10,946.40	$ 1,094.64	20	$ 492.59	$ 492.59
Total depreciación obra civil producción						**$ 874.05**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 318 Depreciación de la maquinaria y equipo del área de producción

MAQUINARIA Y EQUIPO DE PRODUCCION						
Concepto	**Cantidad**	**Valor de compra**	**Valor de salvamento**	**Vida fiscal (años)**	**Depreciación**	**Depreciación total**
Medidor de PH	2	$ 138.62	$ 13.86	10	$ 12.48	$ 24.95
Caudalímetros electromagnéticos	1	$ 2,550.98	$ 255.10	10	$ 229.59	$ 229.59
Generador eléctrico	1	$ 15,000.00	$ 1,500.00	10	$ 1,350.00	$ 1,350.00
Antorcha	1	$ 3,719.00	$ 371.90	10	$ 334.71	$ 334.71
Manómetro	4	$ 92.50	$ 9.25	10	$ 8.33	$ 33.30
Panel Simatic HMI	1	$ 4,655.94	$ 465.59	10	$ 419.03	$ 419.03
Tanque de almacenamiento de aguas residuales	2	$ 9,601.66	$ 960.17	10	$ 864.15	$ 1,728.30
Bomba achicadora	1	$ 594.00	$ 59.40	10	$ 53.46	$ 53.46
Decantador lamelar	2	$ 1,365.00	$ 136.50	10	$ 122.85	$ 245.70
Bomba 1+1	4	$ 1,102.32	$ 110.23	10	$ 99.21	$ 396.84
Depósito de hipoclorito	1	$ 2,593.28	$ 259.33	10	$ 233.40	$ 233.40
Medidor de caudal	1	$ 350.00	$ 35.00	10	$ 31.50	$ 31.50
Medidor multigas (Multitec 540)	1	$ 500.00	$ 50.00	10	$ 45.00	$ 45.00
Filtro de condensado	1	$ 5,000.00	$ 500.00	10	$ 450.00	$ 450.00
Filtro de remoción de gases	1	$ 5,000.00	$ 500.00	10	$ 450.00	$ 450.00
Generador de combustión OTTO	2	$ 45,000.00	$ 4,500.00	10	$ 4,050.00	$ 8,100.00
Máquina para tamizaje	1	$ 909.29	$ 90.93	10	$ 81.84	$ 81.84

Transformador de potencia	1	$ 200,000.00	$ 20,000.00	10	$ 18,000.00	$ 18,000.00
Interruptor de potencia	2	$ 5,000.00	$ 7,500.00	10	$ 6,750.00	$ 13,500.00
Seccionador	3	$ 7,000.00	$ 700.00	10	$ 630.00	$ 1,890.00
Relé de protección	2	$ 4,500.00	$ 450.00	10	$ 405.00	$ 810.00
Sistema de puesta a tierra	1	$ 2,500.00	$ 250.00	10	$ 225.00	$ 225.00
Banco de condensadores	1	$ 45,000.00	$ 4,500.00	10	$ 4,050.00	$ 4,050.00
Sistema de control y monitoreo	1	$ 25,000.00	$ 2,500.00	10	$ 2,250.00	$ 2,250.00
Pararrayos	1	$ 1,000.00	$ 100.00	10	$ 90.00	$ 90.00
Batería de respaldo	1	$ 2,500.00	$ 250.00	10	$ 225.00	$ 225.00
Medidor de calidad de potencia	1	$ 3,000.00	$ 300.00	10	$ 270.00	$ 270.00
Aceite aislante para transformador	250	$ 3.00	$ 0.30	10	$ 0.27	$ 67.50
Cables de alta tensión	100	$ 3.50	$ 0.35	10	$ 0.32	$ 31.50
Conectores eléctricos	25	$ 35.00	$ 3.50	10	$ 3.15	$ 78.75
Aisladores de tensión	6	$ 100.00	$ 10.00	10	$ 9.00	$ 54.00
Fusibles eléctricos	4	$ 75.00	$ 7.50	10	$ 6.75	$ 27.00
Tablero de distribución	1	$ 10,000.00	$ 1,000.00	10	$ 900.00	$ 900.00
Sistema de monitoreo de temperatura	2	$ 300.00	$ 30.00	10	$ 27.00	$ 54.00
Sistema de alarma y señalización	2	$ 450.00	$ 45.00	10	$ 40.50	$ 81.00
Sistema de iluminación de seguridad	2	$ 100.00	$ 10.00	10	$ 9.00	$ 18.00
Tanque de aceite para transformador	1	$ 1,500.00	$ 150.00	10	$ 135.00	$ 135.00

Cargador de baterías	1	$ 800.00	$ 80.00	10	$ 72.00	$ 72.00
Multímetro digital	2	$ 300.00	$ 30.00	10	$ 27.00	$ 54.00
TOTAL					**$ 42,960.52**	**$ 57,090.36**

Fuente: Elaboración propia

2.3 Resumen de costos de producción

En la siguiente tabla, se muestra el consolidado total de los costos de producción.

Tabla 319 Costos totales de producción

RESUMEN DE COSTOS DE PRODUCCION		
COSTOS	**CLASIFICACIÓN**	**TOTAL ANUAL**
Costos Directos	Mano de obra directa	$ 15,113.33
	Materia prima	$ 47,759.52
Costos Indirectos	Materiales indirectos	$ 6,613.97
	Mano de obra indirecta	$ 46,851.33
	Suministros de producción	$ 20,583.96
	Depreciación	$ 57,964.41
Total		**$ 194,886.53**

Fuente: Elaboración propia

3. COSTOS ADMINSITRATIVOS

En este rubro se consideran los costos por realizar la función administrativa de la planta, tales como, mano de obra administrativa, consumo de energía eléctrica y agua potable con excepción del área de producción, depreciación de la obra civil y mobiliario y equipo.

Para la determinación de estos costos se considerarán:

3.1 Mano de obra administrativa

Por la naturaleza de la planta en la parte administrativa será necesario un administrador financiero, contador y abogado.

Tabla 320 Mano de obra administrativa

Puesto	No empleados	Salario Mensual	ISSS (7.5%)	AFP (7.75%)	Vacaciones	Aguinaldo	Costo MOA mensual	Costo MOA anual
Administrador financiero	1	$ 750	$ 56.25	$ 58.13	$ 487.50	$ 475.00	$ 864.38	$ 11,335.00
Contador	1	$ 600	$ 45.00	$ 46.50	$ 390.00	$ 380.00	$ 691.50	$ 9,068.00
Abogado	1	$ 490	$ 36.75	$ 37.98	$ 318.50	$ 310.33	$ 564.73	$ 7,405.53
Total Mano de Obra Administrativa							**$ 2,120.60**	**$ 27,808.53**

Fuente: Elaboración propia

3.2 Insumos del área administrativa

Tabla 321 Total de insumos del área administrativa

INSUMOS REQUERIDOS PARA EL AREA ADMINISTRATIVA					
Concepto	**Presentación**	**Cantidad mensual**	**Costo unitario**	**Costo mensual**	**Costo anual**
Lapiceros	Caja de 12 unidades	2	$ 2.00	$ 4.00	$ 48.00
Lápiz	Caja de 4 unidades	2	$ 2.80	$ 5.60	$ 67.20
Borradores	Caja de 6 unidades	1	$ 1.50	$ 1.50	$ 18.00
Papel	Resma de 500 pág.	1	$ 3.50	$ 3.50	$ 42.00
Tinta	Unidad	1	$ 15.00	$ 15.00	$ 180.00
Fastener	Caja de 50 piezas	1	$ 3.00	$ 3.00	$ 36.00
Cajas de grapas	Caja de 5000 piezas	1	$ 1.65	$ 1.65	$ 19.80
Folder	Unidad	10	$ 0.25	$ 2.50	$ 30.00
Tape	Unidad	1	$ 0.90	$ 0.90	$ 10.80
Post it	Pieza con 100 unidades	1	$ 1.50	$ 1.50	$ 18.00
Total de insumos para el área administrativa					**$ 469.80**

Fuente: Elaboración propia

3.3 Suministros varios

Dentro de los costos de suministros varios, se han considerado otros suministros que son necesarios dentro del área administrativa, entre ellos están:

Tabla 322 Costo total de suministros varios

SUMINISTROS VARIOS				
Concepto	**Presentación**	**Cantidad anual**	**Conto unitario**	**Costo anual**
Escobas	Unidad	2	1.5	$ 3.00
Trapeadores	Unidad	2	3	$ 6.00
Bolsas de basura	Paquete (12 unidades)	12	1	$ 12.00
Papel higiénico	Rollos	80	6.19	$ 495.20
Jabón antibacterial	Bote (220 ml)	12	2.5	$ 30.00
Desinfectante	Bote (900 ml)	12	1.75	$ 21.00
Café	Bote (100 g)	24	4.05	$ 97.20
Azúcar	Bolsa (2500 g)	30	2.6	$ 78.00
Total de insumos para el área administrativa				**$ 742.40**

Fuente: Elaboración propia

3.4 Depreciación del mobiliario y equipo

A continuación, se muestra la depreciación del mobiliario y equipo perteneciente al área administrativa.

Tabla 323 Depreciación de la maquinaria y equipo del área administrativa

DEPRECIACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO ADMINISTRATIVO						
Concepto	**Cantidad**	**Valor de compra**	**Valor de salvamento**	**Vida fiscal (años)**	**Depreciación**	**Depreciación total**
Laptop	7	$ 879.00	$ 87.90	10	$ 79.11	$ 553.77
Escritorio	4	$ 175.00	$ 17.50	10	$ 15.75	$ 63.00
Silla	4	$ 63.00	$ 6.30	10	$ 5.67	$ 22.68
Impresora	1	$ 164.00	$ 16.40	10	$ 14.76	$ 14.76
Archivero	1	$ 275.00	$ 27.50	10	$ 24.75	$ 24.75
Total depreciación maquinaria y equipo administrativo						**$ 678.96**

Fuente: Elaboración propia

3.5 Resumen de los Costos Administrativos

El consolidado total de los costos de administración son los siguientes:

Tabla 324 Total Costos Administrativos

RESUMEN DE COSTOS ADMINISTRATIVOS	
CLASIFICACIÓN	**TOTAL ANUAL**
Mano de obra administrativa	$ 27,808.53
Insumos del área administrativa	$ 469.80
Suministros varios	$ 742.40
Depreciación	$ 678.96
Total	**$ 29,699.69**

Fuente: Elaboración propia

4. COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN

4.1 Mano de obra de comercialización

Tabla 325 Total de mano de obra de comercialización

Puesto	No empleados	Salario Mensual	ISSS (7.5%)	AFP (7.75%)	Vacaciones	Aguinaldo	Costo MOC mensual	Costo MOC anual
Vendedor	1	$ 400	$ 30.00	$ 31.00	$ 260.00	$ 253.33	$ 461.00	$ 6,045.33
Total Mano de Obra de Comercialización							**$ 461.00**	**$ 6,045.33**

Fuente: Elaboración propia

4.2 Insumos de marketing

Tabla 326 Total insumos para marketing

INSUMOS PARA MARKETING					
Elemento	**Cantidad**	**Unidad**	**Costo por unidad**	**Costo mensual**	**Costo anual**
Tarjetas de presentación 9 x 5 cm	1	Paquete de 100 unidades	$ 9.99	$ 9.99	$ 119.88
Flyers a una cara media carta	1	Paquete de 100 Flyers	$ 8.75	$ 8.75	$ 105.00
Total insumo para marketing					**$ 224.88**

Fuente: Elaboración propia

4.3 Página web

Tabla 327 Total página web al año

Costos de Página Web		
Elemento	**Precio mensual**	**Precio anual**
Dominio	$ 1.08	$ 12.96
Hosting	$ 3.50	$ 42.00
Total costos página web al año		**$ 54.96**

Fuente: Elaboración propia

4.4 Amortización de marca comercial

Tabla 328 Amortización de marca comercial

Amortización de marca comercial				
Descripción	**Costo total**	**Vida útil**	**Valor residual**	**Amortización anual**
Diseño de imagen corporativa	$ 100.00	5	0	$ 20.00
Total amortización de marca comercial				**$ 20.00**

Fuente: Elaboración propia

4.5 Resumen de Costos Comerciales

Tabla 329 Resumen Costos de Comercialización

RESUMEN DE COSTOS COMERCIALIZACIÓN	
CLASIFICACIÓN	**TOTAL ANUAL**
Mano de obra comercial	$ 6,045.33
Insumos de marketing	$ 224.88
Página web	$ 54.96
Amortización marca comercial	$ 20.00
Total	**$ 6,345.17**

Fuente: Elaboración propia

5. COSTOS FINANCIEROS

Dado que, en la etapa de financiamiento, se determinó que no puede obtener obligaciones de préstamos, se debe de recurrir a fuentes no convencionales con la finalidad de obtener una tasa del 0%. Es decir, que el costo financiero es de $0.00.

6. COSTOS TOTALES O DE ABSORCIÓN

Los costos totales o de absorción formados por los diversos rubros de producción, administración, comercialización y financiamiento se presentan a continuación:

Tabla 330 Costos totales

COSTOS TOTALES	
Rubro	**Costo total anual**
Costos de producción	$ 194,886.53
Costos administrativos	$ 29,699.69
Costos de comercialización	$ 6,345.17
Total	**$ 230,931.39**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 331 Costos totales por producto

COSTOS DE ABSORCION POR PRODUCTO			
Rubro	**Tratamiento de aguas residuales**	**Generación de energía eléctrica**	**Abono**
Costos de producción	$ 136,420.57	$ 38,977.31	$ 19,488.65
Costos administrativos	$ 20,789.79	$ 5,939.94	$ 2,969.97
Costos de comercialización	$ 4,441.62	$ 1,269.03	$ 634.52
Total	**$ 161,651.98**	**$ 46,186.28**	**$ 23,093.14**

Fuente: Elaboración propia

El prorrateo de los costos totales entre los tres productos/servicios de distribuyó dando el 70% de estos al tratamiento de aguas residuales, dado que la principal función de la planta es limpiar el agua para devolverla al ambiente; el 20% a la generación de energía eléctrica

por biogás dado que se utiliza el metano generado del proceso anaeróbico utilizándolo para generar energía eléctrica; y el 10% restante se le proporciona a la generación de abono.

7. COSTOS UNITARIOS

Para el cálculo del costo unitario, se ha utilizado el costeo por absorción, como se determinó anteriormente. Para la determinación de los costos por cada producto/servicio se realiza de la siguiente manera:

7.1 Tratamiento de aguas residuales

$$Costo\ unitario = \frac{Costo\ total\ de\ operación}{Volumen\ total\ tratado\ al\ año\ (m^3)}$$

$$Costo\ unitario = \frac{\$161{,}651.98}{155{,}384.4\ m^3}$$

$$Costo\ unitario = \$\mathbf{1.04}/\boldsymbol{m^3}$$

7.2 Generación de energía eléctrica

$$Costo\ unitario\ de\ energía\ eléctrica = \frac{Costo\ total\ del\ sitema\ de\ generación\ de\ energía\ eléctrica}{Energía\ eléctrica\ generada\ (KWh)}$$

$$Costo\ unitario\ de\ energía\ eléctrica = \frac{\$46{,}186.28}{163{,}280.00\ KWh}$$

$$Costo\ unitario\ de\ energía\ eléctrica = \$\mathbf{0.28}/\boldsymbol{KWh}$$

7.3 Generación de abono

$$Costo\ unitario\ generación\ de\ abono = \frac{Costo\ total\ del\ proceso\ de\ producción\ de\ abono}{Cantidad\ de\ abono\ producido\ (kg)}$$

$$Costo\ unitario\ generación\ de\ abono = \frac{\$\ 23{,}093.14}{13{,}137.67\ kg}$$

$$Costo\ unitario\ generación\ de\ abono = \$\mathbf{1.75}/\boldsymbol{Kg}$$

8. PRECIO DE VENTA

Par la determinación de un precio de venta sugerido a la planta se ha decidido establecer los porcentajes de ganancias en base a la utilidad que se espera según el producto/servicio.

A continuación, se detallan los porcentajes de utilidades y los precios de venta que se tendrán por cada producto/servicio:

- Tratamiento de aguas residuales: se espera obtener un **15%** de utilidades, por esta estar regulado en cierta parte por la Alcaldía de Nejapa.
- Generación de energía eléctrica por generación de biogás: se espera que genere un **30%** debido a las características y que se proyecta ser comercializada con la red local, ya sea mediante contrato o por medio de licitaciones.
- Generación de abono: se espera obtener el **20%** de utilidad, dado que es una zona ganadera y agrícola que permita la utilización de este producto.

8.1 Cálculo de precio de venta

Para el cálculo del precio de venta se utilizará la siguiente ecuación:

$$Precio\ de\ venta = Costo\ total + (Costo\ total \times \%\ de\ Utilidad)$$

a) Precio de venta tratamiento de aguas residuales

$$Precio\ de\ venta = Costo\ total + (Costo\ total \times \%\ de\ Utilidad)$$

$$Precio\ de\ venta = \$\,1.04/m^3 + (\$\,1.0.4/m^3 \times 15\%)$$

$$\boldsymbol{Precio\ de\ venta = \$\,1.2/m^3}$$

b) Precio de venta generación de energía eléctrica por biogás

$$Precio\ de\ venta = Costo\ total + (Costo\ total \times \%\ de\ Utilidad)$$

$$Precio\ de\ venta = \$\,0.28/KWh + (\$\,0.28/KWh \times 30\%)$$

$$\boldsymbol{Precio\ de\ venta = \$\,0.40/KWh}$$

c) Precio de venta generación de abono

$$Precio\ de\ venta = Costo\ total + (Costo\ total \times \%\ de\ Utilidad)$$

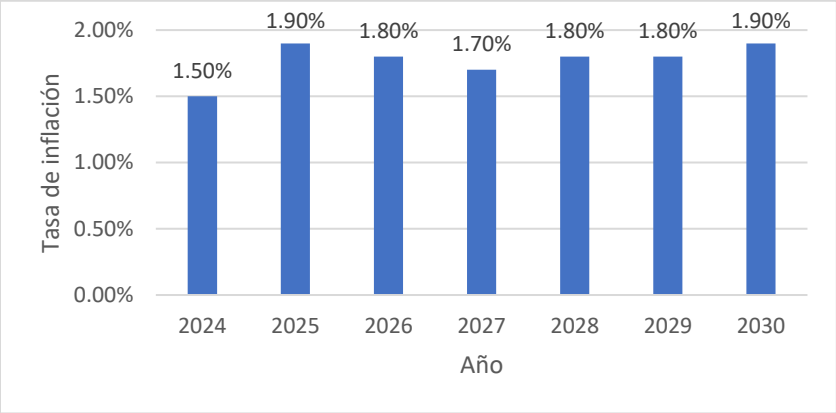
$$Precio\ de\ venta = \$1.75/Kg + (\$1.75/Kg \times 20\%)$$

$$\boldsymbol{Precio\ de\ venta = \$2.10/Kg}$$

8.2 Precio de venta proyectado

Los precios de venta proyectados para los próximos años se calcularán tomando de base el precio obtenido anteriormente, pero considerando la inflación de los próximos 5 años. A continuación, se presenta la evolución anual de la tasa de inflación en El Salvador:

Gráfico 21 Precio de venta proyectado



Fuente: Elaboración propia

Tomando en consideración la inflación a experimentar en los próximos años, se tienen los siguientes precios de venta.

Tabla 332 Precio de venta propuesto en base al margen de utilidad

Precios de venta propuestas en base al margen de utilidad					
Año	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Inflación	**1.5%**	**1.9%**	**1.8%**	**1.7%**	**1.8%**
Tratamiento de aguas residuales	$ 1.20	$ 1.22	$ 1.24	$ 1.27	$ 1.29
Generación de energía eléctrica	$ 0.400	$ 0.408	$ 0.415	$ 0.422	$ 0.430
Abono	$ 2.10	$ 2.14	$ 2.18	$ 2.22	$ 2.26

Fuente: Elaboración propia

E. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

Para estimar el ingreso por ventas y los costos que se general para los productos/servicios, se ha considerado un periodo de 5 años.

1. PRESUPUESTOS DE INGRESOS

Los ingresos se han considerado a partir de la producción planeada en el estudio técnico, tomando la cantidad de agua que se trata, la cantidad de energía eléctrica que se proyecta generar y la cantidad de abono que se proyecta producir. Además, los precios de venta para cada uno de los productos/servicios se ha considerado la tasa de inflación para los cinco años. En las siguientes tablas, se muestra el ingreso por ventas totales anuales para cada uno.

1.1 Ingresos anuales

Tabla 333 Presupuesto de ingresos anuales de Tratamiento de aguas residuales

Presupuesto Anual de Tratamiento de aguas residuales			
Año	**Agua tratada (m3)**	**Precio**	**Ingreso por ventas**
1	4,190.58	$1.20	$5,028.70
2	4,224.10	$1.22	$5,153.40
3	4,274.79	$1.24	$5,300.74
4	4,343.19	$1.27	$5,515.85
5	4,425.71	$1.29	$5,709.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 334 Presupuesto de ingresos anuales de Generación de Energía eléctrica

Presupuesto Anual de Generación de Energía eléctrica			
Año	**Energía eléctrica (KWh)**	**Precio**	**Ingreso por ventas**
1	163,280	$0.40	$65,312.00
2	163,280	$0.41	$66,944.80
3	163,280	$0.41	$66,944.80
4	163,280	$0.42	$68,577.60
5	163,280	$0.43	$70,210.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 335 Presupuesto de ingresos anuales de Generación de Abonos

Presupuesto Anual de Abonos			
Año	**Abono (Kg)**	**Precio**	**Ingreso por ventas**
1	158,164.44	$2.10	$332,145.32
2	160,467.73	$2.14	$343,400.95
3	166,616.04	$2.18	$363,222.96
4	179,882.87	$2.22	$399,339.96
5	205,769.46	$2.26	$465,038.97

Fuente: Elaboración propia

2. PRESUPUESTOS DE EGRESOS

Es necesario conocer los egresos que se tendrán para los 5 años de evaluación del proyecto. Para el cálculo de los egresos se han considerado para los productos/servicios, además se considera el efecto de la inflación. A continuación, se presentan los gatos en que incurrirá la planta por cada una de las presentaciones del producto/servicio.

2.1 Gastos anuales

Tabla 336 Egresos anuales tratamiento de aguas residuales

EGRESOS ANUALES TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
Año	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PRODUCCION					
Mano de obra	$ 43,375.27	$ 44,025.90	$ 44,862.39	$ 45,669.91	$ 46,446.30
Depreciación	$ 40,575.09	$ 41,183.71	$ 41,966.20	$ 42,721.60	$ 43,447.86
Materia prima	$ 33,431.66	$ 33,933.14	$ 34,577.87	$ 35,200.27	$ 35,798.67
Materiales indirectos	$ 4,629.78	$ 4,699.23	$ 4,788.51	$ 4,874.70	$ 4,957.57
Suministros de producción	$ 14,408.77	$ 14,624.90	$ 14,902.78	$ 15,171.03	$ 15,428.93

ADMINISTRACION					
Mano de obra administrativa	$ 19,465.97	$ 19,757.96	$ 20,133.36	$ 20,495.76	$ 20,844.19
Insumos del área administrativa	$ 328.86	$ 333.79	$ 340.13	$ 346.26	$ 352.14
Suministros varios	$ 519.68	$ 527.48	$ 537.50	$ 547.17	$ 556.47
Depreciación	$ 475.27	$ 482.40	$ 491.57	$ 500.41	$ 508.92
COMERCIALIZACION					
Mano de obra comercial	$ 4,231.73	$ 4,295.21	$ 4,376.82	$ 4,455.60	$ 4,531.35
Insumos de marketing	$ 157.42	$ 159.78	$ 162.81	$ 165.74	$ 168.56
Página web	$ 38.47	$ 39.05	$ 39.79	$ 40.51	$ 41.20
Amortización marca comercial	$ 14.00	$ 14.21	$ 14.48	$ 14.74	$ 14.99
FINANCIEROS					
Intereses	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total anual	**$ 161,651.98**	**$ 164,076.76**	**$ 167,194.21**	**$ 170,203.71**	**$ 173,097.17**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 337 Egresos anuales generación de energía eléctrica

EGRESOS ANUALES GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA					
Año	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PRODUCCION					
Mano de obra	$ 12,392.93	$ 12,578.83	$ 12,817.83	$ 13,048.55	$ 13,270.37
Depreciación	$ 11,592.88	$ 11,766.78	$ 11,990.34	$ 12,206.17	$ 12,413.68
Materia prima	$ 9,551.90	$ 9,695.18	$ 9,879.39	$ 10,057.22	$ 10,228.19
Materiales indirectos	$ 1,322.79	$ 1,342.64	$ 1,368.15	$ 1,392.77	$ 1,416.45

Suministros de producción	$ 4,116.79	$ 4,178.54	$ 4,257.94	$ 4,334.58	$ 4,408.27
ADMINISTRACION					
Mano de obra administrativa	$ 5,561.71	$ 5,645.13	$ 5,752.39	$ 5,855.93	$ 5,955.48
Insumos del área administrativa	$ 93.96	$ 95.37	$ 97.18	$ 98.93	$ 100.61
Suministros varios	$ 148.48	$ 150.71	$ 153.57	$ 156.33	$ 158.99
Depreciación	$ 135.79	$ 137.83	$ 140.45	$ 142.98	$ 145.41
COMERCIALIZACION					
Mano de obra comercial	$ 1,209.07	$ 1,227.20	$ 1,250.52	$ 1,273.03	$ 1,294.67
Insumos de marketing	$ 44.98	$ 45.65	$ 46.52	$ 47.36	$ 48.16
Página web	$ 10.99	$ 11.16	$ 11.37	$ 11.57	$ 11.77
Amortización marca comercial	$ 4.00	$ 4.06	$ 4.14	$ 4.21	$ 4.28
FINANCIEROS					
Intereses	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total anual	**$ 46,186.28**	**$ 46,879.07**	**$ 47,769.78**	**$ 48,629.63**	**$ 49,456.34**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 338 Egresos anuales generación de abono

EGRESOS ANUALES GENERACION DE ABONOS					
Año	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
PRODUCCION					
Mano de obra	$ 6,196.47	$ 6,289.41	$ 6,408.91	$ 6,524.27	$ 6,635.19
Depreciación	$ 5,796.44	$ 5,883.39	$ 5,995.17	$ 6,103.09	$ 6,206.84
Materia prima	$ 4,775.95	$ 4,847.59	$ 4,939.70	$ 5,028.61	$ 5,114.10

Materiales indirectos	$ 661.40	$ 671.32	$ 684.07	$ 696.39	$ 708.22
Suministros de producción	$ 2,058.40	$ 2,089.27	$ 2,128.97	$ 2,167.29	$ 2,204.13
ADMINISTRACION					
Mano de obra administrativa	$ 2,780.85	$ 2,822.57	$ 2,876.19	$ 2,927.97	$ 2,977.74
Insumos del área administrativa	$ 46.98	$ 47.68	$ 48.59	$ 49.47	$ 50.31
Suministros varios	$ 74.24	$ 75.35	$ 76.79	$ 78.17	$ 79.50
Depreciación	$ 67.90	$ 68.91	$ 70.22	$ 71.49	$ 72.70
COMERCIALIZACION					
Mano de obra comercial	$ 604.53	$ 613.60	$ 625.26	$ 636.51	$ 647.34
Insumos de marketing	$ 22.49	$ 22.83	$ 23.26	$ 23.68	$ 24.08
Página web	$ 5.50	$ 5.58	$ 5.68	$ 5.79	$ 5.89
Amortización marca comercial	$ 2.00	$ 2.03	$ 2.07	$ 2.11	$ 2.14
FINANCIEROS					
Intereses	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total anual	**$ 23,093.14**	**$ 23,439.54**	**$ 23,884.89**	**$ 24,314.82**	**$ 24,728.17**

Fuente: Elaboración propia

2.2 Resumen de gastos anuales por producto/servicio

Tabla 339 Resumen de gastos anuales

EGRESOS ANUALES TOTALES					
Año	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
Costos de producción	$ 136,420.57	$ 138,466.88	$ 141,097.75	$ 143,637.51	$ 146,079.35
Costos administrativos	$ 20,789.79	$ 21,101.63	$ 21,502.56	$ 21,889.61	$ 22,261.73
Costos de comercialización	$ 4,441.62	$ 4,508.25	$ 4,593.90	$ 4,676.59	$ 4,756.09
Costos financieros	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total	**$ 161,651.98**	**$ 164,076.76**	**$ 167,194.21**	**$ 170,203.71**	**$ 173,097.17**
GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA					
Costos de producción	$ 38,977.31	$ 39,561.97	$ 40,313.64	$ 41,039.29	$ 41,736.96
Costos administrativos	$ 5,939.94	$ 6,029.04	$ 6,143.59	$ 6,254.17	$ 6,360.50
Costos de comercialización	$ 1,269.03	$ 1,288.07	$ 1,312.54	$ 1,336.17	$ 1,358.88
Costos financieros	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total	**$ 46,186.28**	**$ 46,879.07**	**$ 47,769.78**	**$ 48,629.63**	**$ 49,456.34**
GENERACION DE ABONO					
Costos de producción	$ 19,488.65	$ 19,780.98	$ 20,156.82	$ 20,519.64	$ 20,868.48
Costos administrativos	$ 2,969.97	$ 3,014.52	$ 3,071.79	$ 3,127.09	$ 3,180.25
Costos de comercialización	$ 634.52	$ 644.04	$ 656.27	$ 668.08	$ 679.44
Costos financieros	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total	**$ 23,093.14**	**$ 23,439.54**	**$ 23,884.89**	**$ 24,314.82**	**$ 24,728.17**

Fuente: Elaboración propia

2.3 Gastos mensuales para el primer año

Tabla 340 Egresos mensuales año 1 Tratamiento de aguas residuales

EGRESOS MENSUALES AÑO 1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES												
Mes	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
PRODUCCION												
Mano de obra	$ 4,337.53	$ 2,168.76	$ 3,470.02	$ 5,205.03	$ 8,675.05	$ 2,168.76	$ 4,337.53	$ 2,168.76	$ 3,036.27	$ 3,470.02	$ 2,168.76	$ 2,168.76
Depreciación	$ 4,057.51	$ 2,028.75	$ 3,246.01	$ 4,869.01	$ 8,115.02	$ 2,028.75	$ 4,057.51	$ 2,028.75	$ 2,840.26	$ 3,246.01	$ 2,028.75	$ 2,028.75
Materia prima	$ 3,343.17	$ 1,671.58	$ 2,674.53	$ 4,011.80	$ 6,686.33	$ 1,671.58	$ 3,343.17	$ 1,671.58	$ 2,340.22	$ 2,674.53	$ 1,671.58	$ 1,671.58
Materiales indirectos	$ 462.98	$ 231.49	$ 370.38	$ 555.57	$ 925.96	$ 231.49	$ 462.98	$ 231.49	$ 324.08	$ 370.38	$ 231.49	$ 231.49
Suministros de producción	$ 1,440.88	$ 720.44	$ 1,152.70	$ 1,729.05	$ 2,881.75	$ 720.44	$ 1,440.88	$ 720.44	$ 1,008.61	$ 1,152.70	$ 720.44	$ 720.44
ADMINISTRACION												
Mano de obra administrativa	$ 1,946.60	$ 973.30	$ 1,557.28	$ 2,335.92	$ 3,893.19	$ 973.30	$ 1,946.60	$ 973.30	$ 1,362.62	$ 1,557.28	$ 973.30	$ 973.30
Insumos del área administrativa	$ 32.89	$ 16.44	$ 26.31	$ 39.46	$ 65.77	$ 16.44	$ 32.89	$ 16.44	$ 23.02	$ 26.31	$ 16.44	$ 16.44
Suministros varios	$ 51.97	$ 25.98	$ 41.57	$ 62.36	$ 103.94	$ 25.98	$ 51.97	$ 25.98	$ 36.38	$ 41.57	$ 25.98	$ 25.98
Depreciación	$ 47.53	$ 23.76	$ 38.02	$ 57.03	$ 95.05	$ 23.76	$ 47.53	$ 23.76	$ 33.27	$ 38.02	$ 23.76	$ 23.76
COMERCIALIZACION												
Mano de obra comercial	$ 60.45	$ 30.23	$ 48.36	$ 72.54	$ 120.91	$ 30.23	$ 60.45	$ 30.23	$ 42.32	$ 48.36	$ 30.23	$ 30.23
Insumos de marketing	$ 2.25	$ 1.12	$ 1.80	$ 2.70	$ 4.50	$ 1.12	$ 2.25	$ 1.12	$ 1.57	$ 1.80	$ 1.12	$ 1.12
Página web	$ 0.55	$ 0.27	$ 0.44	$ 0.66	$ 1.10	$ 0.27	$ 0.55	$ 0.27	$ 0.38	$ 0.44	$ 0.27	$ 0.27
Amortización marca comercial	$ 0.20	$ 0.10	$ 0.16	$ 0.24	$ 0.40	$ 0.10	$ 0.20	$ 0.10	$ 0.14	$ 0.16	$ 0.10	$ 0.10
FINANCIEROS												
Intereses	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total anual	**$ 15,784.49**	**$ 7,892.24**	**$ 12,627.59**	**$ 18,941.38**	**$ 31,568.97**	**$ 7,892.24**	**$ 15,784.49**	**$ 7,892.24**	**$ 11,049.14**	**$ 12,627.59**	**$ 7,892.24**	**$ 7,892.24**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 341 Egresos mensuales año 1 generación de energía eléctrica

EGRESOS MENSUALES AÑO 1 GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA												
Mes	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
PRODUCCION												
Mano de obra	$ 1,239.29	$ 619.65	$ 991.43	$ 1,487.15	$ 2,478.59	$ 619.65	$ 1,239.29	$ 619.65	$ 867.51	$ 991.43	$ 619.65	$ 619.65
Depreciación	$ 1,159.29	$ 579.64	$ 927.43	$ 1,391.15	$ 2,318.58	$ 579.64	$ 1,159.29	$ 579.64	$ 811.50	$ 927.43	$ 579.64	$ 579.64
Materia prima	$ 955.19	$ 477.60	$ 764.15	$ 1,146.23	$ 1,910.38	$ 477.60	$ 955.19	$ 477.60	$ 668.63	$ 764.15	$ 477.60	$ 477.60
Materiales indirectos	$ 132.28	$ 66.14	$ 105.82	$ 158.74	$ 264.56	$ 66.14	$ 132.28	$ 66.14	$ 92.60	$ 105.82	$ 66.14	$ 66.14
Suministros de producción	$ 411.68	$ 205.84	$ 329.34	$ 494.02	$ 823.36	$ 205.84	$ 411.68	$ 205.84	$ 288.18	$ 329.34	$ 205.84	$ 205.84
ADMINISTRACION												
Mano de obra administrativa	$ 556.17	$ 278.09	$ 444.94	$ 667.40	$ 1,112.34	$ 278.09	$ 556.17	$ 278.09	$ 389.32	$ 444.94	$ 278.09	$ 278.09
Insumos del área administrativa	$ 9.40	$ 4.70	$ 7.52	$ 11.28	$ 18.79	$ 4.70	$ 9.40	$ 4.70	$ 6.58	$ 7.52	$ 4.70	$ 4.70
Suministros varios	$ 14.85	$ 7.42	$ 11.88	$ 17.82	$ 29.70	$ 7.42	$ 14.85	$ 7.42	$ 10.39	$ 11.88	$ 7.42	$ 7.42
Depreciación	$ 13.58	$ 6.79	$ 10.86	$ 16.30	$ 27.16	$ 6.79	$ 13.58	$ 6.79	$ 9.51	$ 10.86	$ 6.79	$ 6.79
COMERCIALIZACION												
Mano de obra comercial	$ 120.91	$ 60.45	$ 96.73	$ 145.09	$ 241.81	$ 60.45	$ 120.91	$ 60.45	$ 84.63	$ 96.73	$ 60.45	$ 60.45
Insumos de marketing	$ 4.50	$ 2.25	$ 3.60	$ 5.40	$ 9.00	$ 2.25	$ 4.50	$ 2.25	$ 3.15	$ 3.60	$ 2.25	$ 2.25
Página web	$ 1.10	$ 0.55	$ 0.88	$ 1.32	$ 2.20	$ 0.55	$ 1.10	$ 0.55	$ 0.77	$ 0.88	$ 0.55	$ 0.55
Amortización marca comercial	$ 0.40	$ 0.20	$ 0.32	$ 0.48	$ 0.80	$ 0.20	$ 0.40	$ 0.20	$ 0.28	$ 0.32	$ 0.20	$ 0.20
FINANCIEROS												
Intereses	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total anual	**$ 4,618.63**	**$ 2,309.31**	**$ 3,694.90**	**$ 5,542.35**	**$ 9,237.26**	**$ 2,309.31**	**$ 4,618.63**	**$ 2,309.31**	**$ 3,233.04**	**$ 3,694.90**	**$ 2,309.31**	**$ 2,309.31**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 342 Egresos mensuales año 1 generación de abono

EGRESOS MENSUALES AÑO 1 GENERACION DE ABONO												
Mes	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
PRODUCCION												
Mano de obra	$ 619.65	$ 309.82	$ 495.72	$ 743.58	$ 1,239.29	$ 309.82	$ 619.65	$ 309.82	$ 433.75	$ 495.72	$ 309.82	$ 309.82
Depreciación	$ 579.64	$ 289.82	$ 463.72	$ 695.57	$ 1,159.29	$ 289.82	$ 579.64	$ 289.82	$ 405.75	$ 463.72	$ 289.82	$ 289.82
Materia prima	$ 477.60	$ 238.80	$ 382.08	$ 573.11	$ 955.19	$ 238.80	$ 477.60	$ 238.80	$ 334.32	$ 382.08	$ 238.80	$ 238.80
Materiales indirectos	$ 66.14	$ 33.07	$ 52.91	$ 79.37	$ 132.28	$ 33.07	$ 66.14	$ 33.07	$ 46.30	$ 52.91	$ 33.07	$ 33.07
Suministros de producción	$ 205.84	$ 102.92	$ 164.67	$ 247.01	$ 411.68	$ 102.92	$ 205.84	$ 102.92	$ 144.09	$ 164.67	$ 102.92	$ 102.92
ADMINISTRACION												
Mano de obra administrativa	$ 278.09	$ 139.04	$ 222.47	$ 333.70	$ 556.17	$ 139.04	$ 278.09	$ 139.04	$ 194.66	$ 222.47	$ 139.04	$ 139.04
Insumos del área administrativa	$ 4.70	$ 2.35	$ 3.76	$ 5.64	$ 9.40	$ 2.35	$ 4.70	$ 2.35	$ 3.29	$ 3.76	$ 2.35	$ 2.35
Suministros varios	$ 7.42	$ 3.71	$ 5.94	$ 8.91	$ 14.85	$ 3.71	$ 7.42	$ 3.71	$ 5.20	$ 5.94	$ 3.71	$ 3.71
Depreciación	$ 6.79	$ 3.39	$ 5.43	$ 8.15	$ 13.58	$ 3.39	$ 6.79	$ 3.39	$ 4.75	$ 5.43	$ 3.39	$ 3.39
COMERCIALIZACION												
Mano de obra comercial	$ 60.45	$ 30.23	$ 48.36	$ 72.54	$ 120.91	$ 30.23	$ 60.45	$ 30.23	$ 42.32	$ 48.36	$ 30.23	$ 30.23
Insumos de marketing	$ 2.25	$ 1.12	$ 1.80	$ 2.70	$ 4.50	$ 1.12	$ 2.25	$ 1.12	$ 1.57	$ 1.80	$ 1.12	$ 1.12
Página web	$ 0.55	$ 0.27	$ 0.44	$ 0.66	$ 1.10	$ 0.27	$ 0.55	$ 0.27	$ 0.38	$ 0.44	$ 0.27	$ 0.27
Amortización marca comercial	$ 0.20	$ 0.10	$ 0.16	$ 0.24	$ 0.40	$ 0.10	$ 0.20	$ 0.10	$ 0.14	$ 0.16	$ 0.10	$ 0.10
FINANCIEROS												
Intereses	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total anual	**$ 2,309.31**	**$ 1,154.66**	**$ 1,847.45**	**$ 2,771.18**	**$ 4,618.63**	**$ 1,154.66**	**$ 2,309.31**	**$ 1,154.66**	**$ 1,616.52**	**$ 1,847.45**	**$ 1,154.66**	**$ 1,154.66**

Fuente: Elaboración propia

2.4 Resumen de Gastos por servicio/productos mensuales del año 1.

Tabla 343 Resumen de gastos mensuales por producto/servicio para el año 1.

EGRESOS MENSUALES TOTALES PARA EL AÑO 1												
Año	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES												
Costos de producción	$ 13,642.06	$ 6,821.03	$ 10,913.65	$ 16,370.47	$ 27,284.11	$ 6,821.03	$ 13,642.06	$ 6,821.03	$ 9,549.44	$ 10,913.65	$ 6,821.03	$ 6,821.03
Costos administrativos	$ 2,078.98	$ 1,039.49	$ 1,663.18	$ 2,494.77	$ 4,157.96	$ 1,039.49	$ 2,078.98	$ 1,039.49	$ 1,455.28	$ 1,663.18	$ 1,039.49	$ 1,039.49
Costos de comercialización	$ 63.45	$ 31.73	$ 50.76	$ 76.14	$ 126.90	$ 31.73	$ 63.45	$ 31.73	$ 44.42	$ 50.76	$ 31.73	$ 31.73
Costos financieros	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total	**$ 15,784.49**	**$ 7,892.24**	**$ 12,627.59**	**$ 18,941.38**	**$ 31,568.97**	**$ 7,892.24**	**$ 15,784.49**	**$ 7,892.24**	**$ 11,049.14**	**$ 12,627.59**	**$ 7,892.24**	**$ 7,892.24**
GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA												
Costos de producción	$ 3,897.73	$ 1,948.87	$ 3,118.18	$ 4,677.28	$ 7,795.46	$ 1,948.87	$ 3,897.73	$ 1,948.87	$ 2,728.41	$ 3,118.18	$ 1,948.87	$ 1,948.87
Costos administrativos	$ 593.99	$ 297.00	$ 475.20	$ 712.79	$ 1,187.99	$ 297.00	$ 593.99	$ 297.00	$ 415.80	$ 475.20	$ 297.00	$ 297.00
Costos de comercialización	$ 126.90	$ 63.45	$ 101.52	$ 152.28	$ 253.81	$ 63.45	$ 126.90	$ 63.45	$ 88.83	$ 101.52	$ 63.45	$ 63.45
Costos financieros	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total	**$ 4,618.63**	**$ 2,309.31**	**$ 3,694.90**	**$ 5,542.35**	**$ 9,237.26**	**$ 2,309.31**	**$ 4,618.63**	**$ 2,309.31**	**$ 3,233.04**	**$ 3,694.90**	**$ 2,309.31**	**$ 2,309.31**
GENERACION DE ABONO												
Costos de producción	$ 1,948.87	$ 974.43	$ 1,559.09	$ 2,338.64	$ 3,897.73	$ 974.43	$ 1,948.87	$ 974.43	$ 1,364.21	$ 1,559.09	$ 974.43	$ 974.43
Costos administrativos	$ 297.00	$ 148.50	$ 237.60	$ 356.40	$ 593.99	$ 148.50	$ 297.00	$ 148.50	$ 207.90	$ 237.60	$ 148.50	$ 148.50
Costos de comercialización	$ 63.45	$ 31.73	$ 50.76	$ 76.14	$ 126.90	$ 31.73	$ 63.45	$ 31.73	$ 44.42	$ 50.76	$ 31.73	$ 31.73
Costos financieros	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total	**$ 2,309.31**	**$ 1,154.66**	**$ 1,847.45**	**$ 2,771.18**	**$ 4,618.63**	**$ 1,154.66**	**$ 2,309.31**	**$ 1,154.66**	**$ 1,616.52**	**$ 1,847.45**	**$ 1,154.66**	**$ 1,154.66**

Fuente: Elaboración propia

2.5 Consolidado de gastos anuales

Tabla 344 Consolidado de gastos anuales

GASTOS ANUALES					
Año	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	$ 161,651.98	$ 164,076.76	$ 167,194.21	$ 170,203.71	$ 173,097.17
GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA	$ 46,186.28	$ 46,879.07	$ 47,769.78	$ 48,629.63	$ 49,456.34
GENERACION DE ABONO	$ 23,093.14	$ 23,439.54	$ 23,884.89	$ 24,314.82	$ 24,728.17
TOTAL ANUAL	**$ 230,931.39**	**$ 234,395.36**	**$ 238,848.88**	**$ 243,148.16**	**$ 247,281.68**

Fuente: Elaboración propia

3. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio se utiliza para determinar el momento en que el nivel de las ventas de cada producto/servicio cubrirá los costos. Es decir, cuando no se obtienen utilidades ni pérdidas y los ingresos totales son exactamente iguales a los costos totales de la planta.

Es una herramienta eficaz para analizar las relaciones existentes entre el costo fijo, costos variables y las utilidades. Asimismo, permite establecer el nivel mínimo de operación al que debe trabajar la planta para que no reporte pérdidas.

Para determinar el punto de equilibrio, se deben considerar:

- Costos fijos
- Costos variables
- Precio de venta

La fórmula para el cálculo del punto de equilibrio a aplicar será:

$$PE = \frac{CF}{PV - CVU}$$

Donde:

PE =$Punto\ de\ equilibrio$

CF =$Costos\ fijos$

PV =$Precio\ de\ venta$

CVU =$Costo\ Variable\ Unitario$

3.1 Costos fijos totales

Los costos fijos totales se han obtenido a través de la sumatoria de cada uno de los costos según rubro (producción, administración, comercialización y financiero). Dentro de los costos fijos de producción, están la mano de obra fija, debido a las necesidades de trabajo que necesitan en el área, así como la depreciación y amortización de la maquinaria y equipo.

Dentro de los costos de administración, se encuentran: mano de obra administrativa, los insumos, y la depreciación del equipo (escritorios, sillas, etc.).

En los costos de comercialización están: mano de obra, insumos de marketing, la página web, el suministro de telefonía celular dado que comparte otros suministros con administración. Los costos financieros no se consideraron debido a que se han considerado fuentes de financiamiento no convencionales.

Tabla 345 Costos fijos totales

COSTOS FIJOS TOTALES		
Rubro	**Costo**	
PRODUCCION		
Mano de obra	$	61,964.67
Depreciación	$	57,964.41
Costos fijos de producción	**$**	**119,929.08**
ADMINISTRACION		
Mano de obra administrativa	$	27,808.53
Insumos del área administrativa	$	469.80
Depreciación	$	678.96
Costos fijos de administración	**$**	**28,957.29**
COMERCIALIZACION		
Mano de obra comercial	$	6,045.33
Insumos de marketing	$	224.88
Página web	$	54.96
Amortización marca comercial	$	20.00
Costos fijos de comercialización	**$**	**6,345.17**
TOTAL COSTOS FIJOS	**$**	**155,231.54**

Fuente: Elaboración propia

- Costos fijos totales por producto/servicio

Para el cálculo de los costos fijos unitarios, se ha considerado como base el costo fijo total de la planta repartido en los porcentajes asignados de unidades producidas (70% tratamiento de aguas residuales, 20% generación de energía eléctrica y 10% generación de abono).

Tabla 346 Costo fijo unitario

Costo Fijo Unitario (CFU)				
Producto/Servicio	**Producción**	**Costo fijo total**	**Costo Fijo total**	**Costo fijo unitario**
Tratamiento de aguas residuales	1,553,844	$ 155,231.54	$ 108,662.08	$ 0.07
Generación de energía eléctrica	3,465,600		$ 31,046.31	$ 0.01
Generación de abono	262,753.45		$ 15,523.15	$ 0.06

Fuente: Elaboración propia

3.2 Costos variables totales

Debido a que se necesitan conocer los costos variables unitarios para calcular el punto de equilibrio, se han estimado primeramente los costos variables totales para la planta, tomando en cuenta los costos que varían en proporción directa con los cambios en el volumen. Dentro de los costos variables de producción se encuentran la materia prima e insumos, los suministros varios (consumo de agua potable, energía eléctrica, teléfono). En los costos de administración están únicamente los suministros, siendo la excepción los costos financieros. En la siguiente tabla, se muestran los costos variables totales de la planta.

Tabla 347 Costos variables totales

COSTOS VARIABLES TOTALES	
Rubro	**Costo**
PRODUCCION	
Materia prima	$ 47,759.52
Materiales indirectos	$ 6,613.97
Suministros de producción	$ 20,583.96
Costos variables de producción	**$ 74,957.45**
ADMINISTRACION	
Suministros varios	$ 742.40
Costos variables de administración	**$ 742.40**
TOTAL COSTOS FIJOS	**$ 75,699.85**

Fuente: Elaboración propia

- Costos variables unitarios

Para obtener los costos variables unitarios, se ha utilizado la fórmula siguiente:

$$CVU = \frac{CVT}{UP}$$

Donde:
CVU =$Costo\ Variable\ Unitario$

CVT =$Costo\ Variable\ Total$

UP =$Unidades\ a\ producir$

Tabla 348 Costo Variable Unitario

Costo Variable Unitario (CVU)				
Producto/Servicio	**Producción anual**	**Costo variable total**	**Costo variable total**	**Costo variable unitario**
Tratamiento de aguas residuales	1,553,844	$ 75,699.85	$ 52,989.90	$ 0.034
Generación de energía eléctrica	3,465,600		$ 15,139.97	$ 0.004
Generación de abono	262,753.45		$ 7,569.99	$ 0.029

Fuente: Elaboración propia

3.3 Cálculo del punto de equilibrio

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los costos unitarios fijos y variables necesarios para realizar el cálculo del punto de equilibrio.

Tabla 349 Resumen de Costos Fijos Unitarios y Costos Variables Unitarios

Resumen CFU y CVU				
Presentación	**Participación**	**CF**	**CV**	**Totales**
Tratamiento de aguas residuales	70%	$ 108,662.08	$ 52,989.90	$ 161,651.98
Generación de energía eléctrica	20%	$ 31,046.31	$ 15,139.97	$ 46,186.28
Generación de abono	10%	$ 15,523.15	$ 7,569.99	$ 23,093.14
TOTAL	**100%**	**$ 155,231.54**	**$ 75,699.85**	**$ 230,931.39**

Fuente: Elaboración propia

- **Punto de equilibrio para aguas residuales**

$$PE = \frac{CF}{PV - CVU}$$

$$PE = \frac{108{,}662.08}{0.13 - 0.034}$$

$$\mathbf{PE = 1,131,896.67\ m^3\ de\ agua\ tratada}$$

Para que la planta no pierda debe tratar $1{,}131{,}896.67\ m^3\ de\ agua\ residual$, equivalente a $147,146.57 al año.

- **Punto de equilibrio para generación de energía eléctrica**

$$PE = \frac{CF}{PV - CVU}$$

$$PE = \frac{31046.31}{0.017 - 0.004}$$

$$\mathbf{PE = 2,388,177.7\ kWh\ de\ energía\ eléctrica}$$

Para que la planta no pierda debe generar $2{,}388{,}177.7\ kWh\ de\ energía\ eléctrica$, equivalente a $40,599.02 al año.

- **Punto de equilibrio para generación de abono**

$$PE = \frac{CF}{PV - CVU}$$

$$PE = \frac{15523.15}{0.11 - 0.029}$$

$$\mathbf{PE = 191,643.8\ kg\ de\ abono}$$

Para que la planta no pierda debe generar $191{,}643.8\ kg\ de\ abono$, equivalente a $21,080.82 al año.

F. ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA

En este apartado, se muestran los estados financieros proforma siguientes:

- Flujo de efectivo
- Estados de resultados
- Balance general

1. FLUJO DE EFECTIVO

Este Estado Financiero muestra el Flujo de Efectivo en un período determinado; lo que se busca con este estado financiero es conciliar la utilidad neta del ejercicio con el efectivo real, considerando únicamente aquel dinero que realmente entra o sale de la empresa y así conocer el efectivo real que posee la empresa posee en un momento determinado.

Este es uno de los estados financieros básicos y principales, debido a que provee información importante para los administradores del negocio y surge como respuesta a la necesidad de determinar la salida de recursos en un momento determinado, como también un análisis proyectivo para sustentar la toma de decisiones en las actividades financieras, operacionales, administrativas y comerciales.

Tabla 350 Flujo de Efectivo para los 5 años

Flujo de Efectivo, al 31 de diciembre de cada año					
Concepto	Años				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo inicial	$ 13,392.20	$ 290,417.45	$ 536,003.89	$ 760,509.83	$ 982,435.71
Ingresos por ventas	$ 402,486.02	$415,499.15	$435,468.50	$473,433.42	$540,958.53
(-) Egresos de operación					
Costos de producción	$ 95,845.48	$ 97,283.16	$ 99,131.54	$ 100,915.91	$ 102,631.48
Costos de administración	$ 20,314.51	$ 20,619.23	$ 21,011.00	$ 21,389.19	$ 21,752.81
Costos de comercialización	$ 6,345.17	$ 6,440.35	$ 6,562.72	$ 6,680.85	$ 6,794.42
(=) Utilidad antes de impuesto	$293,373.05	$581,573.85	$ 844,767.13	$ 1,104,957.30	$ 1,392,215.53
(-) Impuesto sobre la renta (15%)	$44,005.96	$87,236.08	$126,715.07	$165,743.59	$208,832.33
(=) Utilidad después de impuesto	$249,367.09	$494,337.78	$ 718,052.06	$ 939,213.70	$ 1,183,383.20
(+) Depreciaciones	$ 41,050.36	$ 41,666.11	$ 42,457.77	$ 43,222.01	$ 43,956.78
(+) Amortizaciones	$ 14.00	$ 14.21	$ 14.48	$ 14.74	$ 14.99
(=) Flujo de Efectivo Neto	$290,417.45	$536,003.89	$760,509.83	$982,435.71	$1,227,339.99

Fuente: Elaboración propia

2. ESTADO DE RESULTADOS POR AÑO

Tabla 351 Estado de Resultado Proforma

Estado de Resultado Proforma, al 31 de diciembre de cada año					
Concepto	Años				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	$ 402,486.02	$ 415,499.15	$ 435,468.50	$ 473,433.42	$ 540,958.53
(-) Costo de producción	$ 95,845.48	$ 97,283.16	$ 99,131.54	$ 100,915.91	$ 102,631.48
(=) Utilidad Bruta	$ 306,640.54	$ 318,215.98	$ 336,336.95	$ 372,517.50	$ 438,327.05
(-) Costos de administración	$ 20,314.51	$ 20,619.23	$ 21,011.00	$ 21,389.19	$ 21,752.81
(-) Costos de comercialización	$ 6,345.17	$ 6,003.14	$ 6,111.20	$ 6,215.09	$ -
(=) Utilidad de Operación	$ 279,980.85	$ 291,593.61	$ 309,214.76	$ 344,913.22	$ 416,574.24
(-) Costos financieros	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
(=) Utilidad antes de impuestos	$ 279,980.85	$ 291,593.61	$ 309,214.76	$ 344,913.22	$ 416,574.24
(-) Impuesto sobre la renta (15%)	$41,997.13	$43,739.04	$46,382.21	$51,736.98	$62,486.14
(=) Utilidad neta del periodo	$ 237,983.72	$ 247,854.57	$ 262,832.55	$ 293,176.24	$ 354,088.11

Fuente: Elaboración propia

3. BALANCE GENERAL

Tabla 352 Balance General

BALANCE GENERAL PROFORMA AL 31 DE DICIEMBRE DE LOS 5 AÑOS												
	AÑO 0		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
ACTIVOS												
Activo circulante		$ 13,392.20		$ 294,397.41		$ 539,983.85		$ 764,489.79		$ 986,415.67		$1,231,319.95
Efectivo	$ 13,392.20		$ 290,417.45		$ 536,003.89		$ 760,509.83		$ 982,435.71		$1,227,339.99	
Inventario	0		$ 3,979.96		$ 3,979.96		$ 3,979.96		$ 3,979.96		$ 3,979.96	
Activo fijo tangible		$ 667,918.65		$ 667,918.65		$ 667,918.65		$ 667,918.65		$ 667,918.65		$ 667,918.65
Obra civil	$ 19,423.35		$ 19,423.35		$ 19,423.35		$ 19,423.35		$ 19,423.35		$ 19,423.35	
Maquinaria y equipo	$ 648,495.30		$ 648,495.30		$ 648,495.30		$ 648,495.30		$ 648,495.30		$ 648,495.30	
(-) Depreciación												
Activo fijo intangible		$ 58,993.45		$ 58,979.45		$ 58,965.45		$ 58,951.45		$ 58,937.45		$ 58,923.45
Investigación y estudios previos	$ 12,985.95		$ 12,985.95		$ 12,985.95		$ 12,985.95		$ 12,985.95		$ 12,985.95	
Administración del proyecto	$ 30,969.00		$ 30,969.00		$ 30,969.00		$ 30,969.00		$ 30,969.00		$ 30,969.00	
Imprevistos	$ 15,038.50		$ 15,038.50		$ 15,038.50		$ 15,038.50		$ 15,038.50		$ 15,038.50	
(-) Amortizaciones	$ -		$ 14.00		$ 28.00		$ 42.00		$ 56.00		$ 70.00	
TOTAL ACTIVOS		**$ 740,304.30**		**$ 1,021,295.51**		**$ 1,266,867.95**		**$ 1,491,359.89**		**$ 1,713,271.77**		**$ 1,958,162.05**
PASIVOS												
Pasivo circulante		$ -		$ -		$ -		$ -		$ -		$ -
Cuentas por pagar												
Pasivo fijo												
TOTAL PASIVOS		$ -		$ -		$ -		$ -		$ -		$ -
CAPITAL												
Capital social	$ 740,304.30		$ 783,311.79		$ 1,019,013.38		$ 1,228,527.35		$ 1,420,095.53		$ 1,604,073.94	
Utilidades retenidas	$ -		$ 237,983.72		$ 247,854.57		$ 262,832.55		$ 293,176.24		$ 354,088.11	
TOTAL CAPITAL		$ 740,304.30		$ 1,021,295.51		$ 1,266,867.95		$ 1,491,359.89		$ 1,713,271.77		$ 1,958,162.05
TOTAL PASIVO + CAPITAL		**$ 740,304.30**		**$ 1,021,295.51**		**$ 1,266,867.95**		**$ 1,491,359.89**		**$ 1,713,271.77**		**$ 1,958,162.05**

Fuente: Elaboración propia

G. EVALUACION ECONOMICA-FINANCIERA

El presente capitulo muestra las evaluaciones económica-financiera para determinar la decisión óptima de inversión, previa a la toma de decisiones respecto a la ejecución o no ejecución del proyecto.

La evaluación de proyectos de inversión es una operación intelectual que permite medir el valor del proyecto, con base en la comparación de los beneficios que genera asociados a la decisión de inversión de capital y la correspondiente corriente de desembolsos de gastos en el horizonte de planeamiento o vida útil del proyecto.

La evaluación económica tiene como objetivo analizar el rendimiento y rentabilidad de toda la inversión independientemente de la fuente de financiamiento.

La evaluación financiera permite medir el valor financiero del proyecto considerando el costo de capital financiero y el aporte de los socios a través de los indicadores TMAR, VAN, TIR y Razón Beneficio Costo los cuales son suficientes decidir la ejecución o no del proyecto.

1. TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR)

Es también llamada costo de capital o tasa de descuento. Para formarse, toda empresa u organización debe realizar una inversión inicial. El capital que forma esta inversión puede provenir de varias fuentes: de inversionistas, de éstos con empresas, de inversionistas y bancos o de una mezcla de inversionistas, empresas y bancos.

Esta tasa será utilizada para descontar los flujos anuales y así obtener el Valor Actual Neto (VAN). Como su nombre lo indica es la mínima cantidad de rendimiento que el inversionista estaría dispuesto a recibir por arriesgarse a colocar en un proyecto dado su dinero.

Esta tasa debe ser calculada considerando la tasa de inflación existente en el país, ya que al tomarla como parámetro se asegura que el capital invertido no perderá su valor adquisitivo; y además se debe considerar un premio al riesgo por invertir en el proyecto.

Por el hecho que el capital requerido para la inversión en la planta puede provenir de diferentes fuentes, propio y de fuente no convencional o cooperación internacional, se requiere realizar un análisis para cada uno, determinando para ello su propia TMAR, combinándolas para obtener de esta manera la TMAR del proyecto.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$TMAR = I + R + (IR)$$

Donde:

$I = Inflación\ del\ país$

$R = Premio\ al\ riesgo$

Tasa de inflación: con los datos del Banco Central de Reserva consultado el 22 de junio del año 2025, el promedio de la inflación en El Salvador durante los últimos 5 años:

Tabla 353 Inflación promedio de los últimos 5 años

AÑO	TASA
2020	-0.37%
2021	3.47%
2022	7.20%
2023	4.05%
2024	1.05%
Promedio	**3.08%**

Fuente: Banco Central de Reserva (BCR)

Premio al riesgo: considerando que la inversión es de alto riesgo por la naturaleza del proyecto y que la institución financiadora propuesta realizará una inversión no reembolsable. En términos generales se considera que un premio al riesgo, considerado ahora como la tasa de crecimiento real invertido, habiendo compensado los efectos inflación, debe ser de entre 10% y 15%. Para el caso de esta inversión se tomará 12%.

$$TMAR = 3.08\% + 12\% + (3.08\% \times 12\%)$$

$$\boldsymbol{TMAR = 15.45\%}$$

2. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión La tasa que se utiliza para descontar los flujos de fondos, es la rentabilidad mínima aceptable.

El análisis del valor actual neto o valor presente da como criterio de decisión una comparación entre los ingresos y gastos que se han tenido a través del período de análisis, los traslada hacia el año de inicio del proyecto, siendo el criterio de decisión el siguiente:

- Si el valor presente de los ingresos y gastos anuales es mayor que cero, entonces se acepta el proyecto.
- Si el valor presente de los ingresos y gastos anuales es menor que cero, entonces se rechaza el proyecto.

Para el cálculo del valor actual neto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_o + \sum_{i=1}^{n} \frac{F_i}{(1+TMAR)^i}$$

$I_o = Inversión\ Inicial\ Total$

$F_i = Flujo\ anual\ neto\ de\ efectivo$

$TMAR = Tasa\ mínima\ atractiva\ de\ rendimiento$

$i = Número\ de\ períodos$

Haciendo uso de la formula se tiene:

$$VAN = -740{,}304.30 + \frac{290{,}417.45}{(1+0.1545)} + \frac{536{,}003.89}{(1+0.1545)^2} + \frac{760{,}509.83}{(1+0.1545)^3} + \frac{982{,}435.71}{(1+0.1545)^4} + \frac{1{,}227{,}339.98}{(1+0.1545)^5}$$

$$\boldsymbol{VAN = \$\,1{,}559{,}023.07}$$

Por lo tanto, como se obtuvo un resultado mayor que cero, resultando $1,559,023.07 de valor actual neto, no se rechaza el proyecto, más bien se considera que la inversión se recupera en menos de 5 años con una tasa mínima atractiva de rendimiento de 15.45%.

3. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR – TMAR)

La Tasa Interna de Retorno de una inversión o proyecto es la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión igual a cero.

En términos más específicos, la TIR de la inversión es la tasa de interés a la que el valor actual neto de los costos (los flujos de caja negativos) de la inversión es igual al valor presente neto de los beneficios (flujos positivos de efectivo) de la inversión.

Las tasas internas de retorno se utilizan habitualmente para evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos. Cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto.

El criterio de decisión sobre la aceptación o rechazo de un proyecto a través del método de la Tasa Interna de Retorno, es el siguiente:

- TIR ≥ TMAR, entonces el proyecto se acepta
- TIR < TMAR, entonces el proyecto se rechaza

Para el cálculo de la TIR se utiliza la ecuación siguiente:

$$I_o = \sum_{i=1}^{n} \frac{F_i}{(1+TIR)^i}$$

$$740{,}304.30 = \frac{290{,}417.45}{(1+TIR)} + \frac{536{,}003.89}{(1+TIR)^2} + \frac{760{,}509.83}{(1+TIR)^3} + \frac{982{,}435.71}{(1+TIR)^4} + \frac{1{,}227{,}339.98}{(1+TIR)^5}$$

$$\boldsymbol{TIR = 68\%}$$

En cuanto a la conveniencia de realizar la inversión, es favorable ya que la Tasa Interna De Retorno es mayor que la TMAR (68% > 15.45%); es decir, el rendimiento del proyecto es mayor que el mínimo fijado como aceptable.

4. RAZÓN BENEFICIO COSTO

Este indicador económico expresa la rentabilidad en términos relativos. En la relación de beneficio/costo, se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

Situaciones que se pueden presentar en la Relación Beneficio Costo (B/C):

- **Razón B/C=1**

Este resultado quiere decir que por cada dólar invertido se recupera el mismo dólar, sin ningún tipo de rentabilidad, este resultado es conveniente en proyectos sin fines de lucro.

- **Razón B/C >0**

Índice que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse.

- **Razón B/C < 0**

Índice que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio. Entonces, si el índice es negativo, el proyecto debe rechazarse. El valor de la Razón Beneficio/Costo cambiará según la tasa de actualización seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

La fórmula que se utiliza es:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{B_i}{(1+TMAR)^n}}{I_{0+} \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{(1+TMAR)^n}}$$

Donde:

$B_i = Ingresos\ por\ ventas\ anuales\ extraídos\ de\ los\ Estados\ de\ Resultados\ Proforma$

$C_i = Costos\ Anuales\ estraídos\ de\ los\ Estados\ de\ Resultados\ Proforma$

$TMAR = Tasa\ mínima\ atractiva\ de\ rendimiento$

$n = Número\ de\ período$

Tabla 354 Datos para el cálculo de Razón Beneficio Costo

Ingresos	$237,983.72	$247,854.57	$262,832.55	$293,176.24	$354,088.11
Egresos	$ 230,931.39	$ 234,395.36	$ 238,848.88	$243,148.16	$247,281.68

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{B}{C} = \frac{\$1{,}395{,}935.18}{\$1{,}194{,}605.47}$$

$$\boldsymbol{\frac{B}{C} = 1.17}$$

A partir de este resultado se puede concluir que el proyecto propuesto obtendrá un beneficio de $0.17 por cada dólar que invierta, lo cual es un indicador muy conveniente.

5. TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (TRI)

Es un instrumento que permite medir la cantidad de años que se requieren para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial.

Para el cálculo de dicho tiempo de recuperación se utilizará la siguiente fórmula:

$$TRI = \frac{Inversión\ Inicial}{Utilidad\ promedio}$$

Se realizará un promedio de los próximos 5 años de utilidad para calcular el promedio, para ser dividido entre la inversión inicial de la siguiente manera:

$$TRI = \frac{\$740{,}304.30}{\$453{,}569.12}$$

$$\boldsymbol{TRI = 1.63}$$

Recuperando la inversión en 1 año con 7 meses y 16 días.

6. RAZONES FINANCIERAS

Uno de los instrumentos más usados para realizar análisis financiero de entidades es el uso de las Razones Financieras, ya que estas pueden medir en un alto grado la eficacia y comportamiento de la cooperativa. Estas presentan una perspectiva amplia de la situación financiera, puede precisar el grado de liquidez, de rentabilidad, el apalancamiento financiero, la cobertura y todo lo que tenga que ver con su actividad.

6.1 Razones de Rentabilidad

Las razones financieras de actividad permiten conocer en qué medida aprovecha sus recursos una empresa; cuando un analista quiere determinar qué tan bien asigna sus recursos una firma, compara estas razones con los estándares de la industria. Son también llamadas ratios de administración de activos porque indican qué tan bien funciona una organización en relación con cómo administra sus activos a corto y largo plazo.

Estas razones permiten analizar y evaluar las ganancias con respecto a un nivel dado de ventas, de activos o la inversión.

Las razones financieras de rentabilidad que se evaluaran para nuestra iniciativa son las siguientes:

- Rotación del Activo Total (RAT)
- Margen Bruto de Utilidades (MB)
- Rendimiento de la Inversión (REI)
- Rendimiento Sobre el Patrimonio (ROE)
- Margen Neto de Utilidad (MNU)

Rotación del Activo Total (RAT): Indica la eficiencia con que la empresa puede utilizar sus activos para generar ventas. La fórmula y los cálculos de este indicador se presentan a continuación.

$$RAT = \frac{\text{Ventas Anuales}}{Activos\ Totales}$$

Tabla 355 Información para el cálculo del Rotación del Activo Total

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas anuales	$237,983.72	$247,854.57	$262,832.55	$293,176.24	$354,088.11
Activos Totales	$1,024,053.85	$1,269,626.29	$1,494,118.23	$1,716,030.11	$1,960,920.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 356 Rotación del Activo Total (RAT)

Año	RAT	Significado
1	0.23	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se general ventas de $0.23
2	0.20	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se general ventas de $0.20
3	0.18	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se general ventas de $0.18
4	0.17	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se general ventas de $0.17

5	0.18	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se general ventas de $0.18

Fuente: Elaboración propia

Margen Bruto de Utilidades (MB): Indica el porcentaje que queda sobre las ventas después que la cooperativa ha pagado sus existencias. La fórmula y los cálculos de esta razón se presentan a continuación.

$$MB = \frac{Ventas - Costo\ de\ lo\ Vendido}{Ventas}$$

Tabla 357 Información para el cálculo del Margen Bruto de Utilidades

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas anuales	$237,983.72	$247,854.57	$262,832.55	$293,176.24	$354,088.11
Costo de lo vendido	$ 95,845.48	$ 97,283.16	$ 99,131.54	$ 100,915.91	$ 102,631.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 358 Margen Bruto de Utilidades (MB)

Año	MB	Significado
1	0.60	La razón expresa que la cantidad de utilidades es de $ 0.60 por cada dólar de ventas netas.
2	0.61	La razón expresa que la cantidad de utilidades es de $ 0.61 por cada dólar de ventas netas.
3	0.62	La razón expresa que la cantidad de utilidades es de $ 0.62 por cada dólar de ventas netas.
4	0.66	La razón expresa que la cantidad de utilidades es de $ 0.66 por cada dólar de ventas netas.
5	0.71	La razón expresa que la cantidad de utilidades es de $ 0.71 por cada dólar de ventas netas.

Fuente: Elaboración propia

Rendimiento de la Inversión (REI): Determina la efectividad total de la administración para producir utilidades con los activos disponibles. La fórmula y los cálculos de este indicador se presentan a continuación.

$$REI = \frac{Utilidades\ Netas\ Después\ de\ Impuestos}{Activos\ Totales} \times 100$$

Tabla 359 Información para el cálculo del Rendimiento de la Inversión

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidades netas	$ 237,983.72	$ 247,854.57	$ 262,832.55	$ 293,176.24	$ 354,088.11
Activos Totales	$1,024,053.85	$1,269,626.29	$1,494,118.23	$1,716,030.11	$1,960,920.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 360 Rendimiento de la Inversión (REI)

Año	REI	Significado
1	23.24%	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se generan utilidades de $0.23.
2	19.52%	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se generan utilidades de $0.19.
3	17.59%	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se generan utilidades de $0.18.
4	17.08%	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se generan utilidades de $0.17.
5	18.06%	El cociente significa que por cada dólar invertido en los activos totales se generan utilidades de $0.18.

Fuente: Elaboración propia

Rendimiento Sobre el Patrimonio (Return On Equity ROE): Esta razón lo obtenemos dividiendo la utilidad neta entre el patrimonio neto de la empresa. Mide la rentabilidad de los fondos aportados por el inversionista.

$$ROE = \frac{Utilidades\ Netas}{Capital} \times 100$$

Tabla 361 Información para el cálculo del Rendimiento sobre el Patrimonio

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidades netas	$ 237,983.72	$ 247,854.57	$ 262,832.55	$ 293,176.24	$ 354,088.11

Capital	$ 1,021,295.51	$1,266,867.95	$1,491,359.89	$1,713,271.77	$1,958,162.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 362 Rendimiento Sobre el Patrimonio (ROE)

Año	ROE	Significado
1	23.30%	A los inversionistas se les genera un rendimiento del 23.30% sobre el patrimonio
2	19.56%	A los inversionistas se les genera un rendimiento del 19.5% sobre el patrimonio
3	17.62%	A los inversionistas se les genera un rendimiento del 17.62% sobre el patrimonio
4	17.11%	A los inversionistas se les genera un rendimiento del 17.11% sobre el patrimonio
5	18.08%	A los inversionistas se les genera un rendimiento del 18.08% sobre el patrimonio

Fuente: Elaboración propia

Margen Neto de Utilidad (MNU): Relaciona la utilidad líquida con el nivel de las ventas netas. Mide el porcentaje de cada dólar de ventas que queda después de que todos los gastos, incluyendo los impuestos, han sido deducidos. Cuanto más grande sea el margen neto de la empresa tanto mejor.

$$MNU = \frac{Utilidades\ Netas}{Ventas\ Netas} \times 100$$

Tabla 363 Información para el cálculo del Margen Neto de Utilidad

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidades netas	$ 237,983.72	$ 247,854.57	$ 262,832.55	$ 293,176.24	$ 354,088.11
Ventas anuales	$402,486.02	$415,499.15	$435,468.50	$473,433.42	$ 540,958.53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 364 Margen Neto de Utilidad (MNU)

Año	MNU	Significado
1	59.13%	Por cada dólar que vendió la planta, obtuvo una utilidad de 59.13%
2	59.65%	Por cada dólar que vendió la planta, obtuvo una utilidad de 59.65%
3	60.36%	Por cada dólar que vendió la planta, obtuvo una utilidad de 60.36%
4	61.93%	Por cada dólar que vendió la planta, obtuvo una utilidad de 61.93%
5	65.46%	Por cada dólar que vendió la planta, obtuvo una utilidad de 65.46%

Fuente: Elaboración propia

6.2 Análisis de sensibilidad

Se llama análisis de sensibilidad al procedimiento que ayuda a determinar cuánto varían los indicadores de evaluación, ante cambios de algunas variables del proyecto.

Por lo tanto, para determinar el grado en que estas variables pueden afectar la rentabilidad del proyecto, se procede a realizar un análisis de sensibilidad, en el cual se recalculan los indicadores económico-financieros, ante la variación de una o varias variables importantes o que inciden significativamente en la rentabilidad del proyecto. Una forma sencilla para efectuar un análisis de sensibilidad es aquella que modifica una por una las variables más relevantes, como el precio del producto, la cantidad productiva y vendida, el costo de los materiales directos e indirectos, el costo del capital, el monto de las Inversiones, etc. Esta forma de cálculo de la sensibilidad del proyecto implica elaborar nuevos Flujos de efectivo. Los cambios podrían ser, reducción de las ventas en un %, la reducción del precio del producto en un %, el incremento del precio de una materia prima o insumo básico o clave para el proceso productivo o bien cualquier otra posibilidad que efectivamente se pueda presentar en el futuro y afectar sus resultados económicos financieros.

A continuación, realizamos unas pruebas de sensibilidad realizando variaciones en la cantidad de energía eléctrica generada y la generación de abonos.

Escenario 1: Reducción del 20% en la generación de energía eléctrica.

En este caso se va a suponer que la generación de energía eléctrica se disminuye en un 20%, mientras los otros 2 productos se mantienen y comprobar si aun con este cambio el proyecto sigue siendo rentable. La reducción en la producción tiene como consecuencia una reducción en los ingresos futuros esperados, como se muestra en los cuadros siguientes

Tabla 365 Presupuesto anual de Generación de Energía Eléctrica con reducción del 20%

Presupuesto Anual de Generación de Energía eléctrica			
Año	**Energía eléctrica (KWh)**	**Precio**	**Ingreso por ventas**
1	130,624	$0.40	$52,249.60
2	130,624	$0.41	$53,555.84
3	130,624	$0.41	$53,555.84
4	130,624	$0.42	$54,862.08
5	130,624	$0.43	$56,168.32

Fuente: Elaboración propia

Reducción en los ingresos

Tabla 366 Comparación con reducción del 20% en la generación de energía eléctrica

Ingresos Esperados					
Normal	$ 402,486.02	$ 415,499.15	$ 435,468.50	$ 473,433.42	$ 540,958.53
Supuesto	$ 389,423.62	$ 402,110.19	$ 422,079.54	$ 459,717.90	$ 526,916.45

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior el cambio provoca una reducción en los ingresos esperados, siendo esta cantidad no muy significativa, aunque debemos realizar el cálculo de los indicadores de evaluación para juzgar con criterio como es afectada la rentabilidad del proyecto.

Nuevos estados financieros

Tabla 367 Flujo de Efectivo con la reducción del 20% en la producción de Energía Eléctrica

Flujo de Efectivo, al 31 de diciembre de cada año					
Concepto	Años				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo inicial	$ 13,392.20	$290,417.45	$536,003.89	$ 760,509.83	$ 982,435.71
Ingresos por ventas	$ 389,423.62	$402,110.19	$422,079.54	$ 459,717.90	$ 526,916.45
(-) Egresos de operación					
Costos de producción	$ 95,845.48	$ 97,283.16	$ 99,131.54	$ 100,915.91	$ 102,631.48
Costos de administración	$ 20,314.51	$ 20,619.23	$ 21,011.00	$ 21,389.19	$ 21,752.81
Costos de comercialización	$ 6,345.17	$ 6,440.35	$ 6,562.72	$ 6,680.85	$ 6,794.42
(=) Utilidad antes de impuesto	$ 280,310.65	$568,184.89	$831,378.17	$1,091,241.78	$1,378,173.45
(-) Impuesto sobre la renta (15%)	$ 44,005.96	$ 87,236.08	$126,715.07	$ 165,743.59	$ 208,832.33
(=) Utilidad después de impuesto	$ 236,304.69	$480,948.82	$704,663.10	$ 925,498.18	$1,169,341.12
(+) Depreciaciones	$ 41,050.36	$ 41,666.11	$ 42,457.77	$ 43,222.01	$ 43,956.78
(+)Amortizaciones	$ 14.00	$ 14.21	$ 14.48	$ 14.74	$ 14.99
(=) Flujo de Efectivo Neto	$ 277,369.05	$522,629.14	$747,135.35	$ 968,734.93	$1,213,312.90

Fuente: Elaboración propia

Nuevos indicadores de evaluación

- Cálculo de la nueva VAN

Haciendo uso de la formula se tiene:

$$VAN = -740{,}304.30 + \frac{277{,}369.05}{(1+0.1545)} + \frac{522{,}629.14}{(1+0.1545)^2} + \frac{747{,}135.35}{(1+0.1545)^3} + \frac{968{,}734.93}{(1+0.1545)^4} + \frac{1{,}213{,}312.90}{(1+0.1545)^5}$$

$$\boldsymbol{VAN = \$\ 1{,}514{,}443.68}$$

El resultado del Valor Actual Neto sigue siendo positivo lo que significa que aun con la reducción en los ingresos el proyecto sigue siendo atractivo y se recomienda su ejecución.

- Cálculo de la nueva TIR

Haciendo uso de la formula se tiene:

$$740{,}304.30 = \frac{277{,}369.05}{(1+TIR)} + \frac{522{,}629.14}{(1+TIR)^2} + \frac{747{,}135.35}{(1+TIR)^3} + \frac{968{,}734.93}{(1+TIR)^4} + \frac{1{,}213{,}312.90}{(1+TIR)^5}$$

$$\boldsymbol{TIR = 66\%}$$

En cuanto a la conveniencia de realizar la inversión, es favorable ya que la Tasa Interna De Retorno sigue siendo mayor que la TMAR (66% > 15.45%).

- Cálculo de la nueva Razón Beneficio Costo

Tabla 368 Datos para cálculo de Razón Beneficio Costo supuesta

Ingresos	$ 224,921.32	$ 234,465.61	$ 249,443.59	$ 279,460.72	$ 340,046.03
Egresos	$ 230,931.39	$ 234,395.36	$ 238,848.88	$ 243,148.16	$ 247,281.68

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{B}{C} = \frac{\$1{,}328{,}337.26}{\$1{,}194{,}605.47}$$

$$\boldsymbol{\frac{B}{C} = 1.11}$$

El resultado de la Razón Beneficio Costo sigue siendo positivo y se puede concluir que se obtendrá un beneficio de $0.11 por cada dólar que invierta, aunque la producción baje un 20%.

- Cálculo del nuevo Tiempo de Recuperación de la Inversión (TRI)

Se realizará un promedio de los próximos 5 años de utilidad para calcular el promedio, para ser dividido entre la inversión inicial de la siguiente manera:

$$TRI = \frac{\$740{,}304.30}{\$265{,}667.45}$$

$$\boldsymbol{TRI = 2.79}$$

Si la producción se redujera en un 20% el tiempo de recuperación de la inversión sería de 2 años con 9 meses y 15 días.

Escenario 2: Reducción del 10% en la generación de abono.

En este caso se va a suponer que la generación de abono se disminuye en un 10%, mientras los otros 2 productos se mantienen y comprobar si aún con este cambio el proyecto sigue siendo rentable.

La reducción en la producción tiene como consecuencia una reducción en los ingresos futuros esperados, como se muestra en los cuadros siguientes:

Tabla 369 Presupuesto anual de Generación de Abono con reducción del 10%

Presupuesto Anual de Abonos			
Año	**Abono (Kg)**	**Precio**	**Ingreso por ventas**
1	142,348.00	$2.10	$298,930.79
2	144,420.96	$2.14	$309,060.85
3	149,954.43	$2.18	$326,900.66
4	161,894.58	$2.22	$359,405.97
5	185,192.51	$2.26	$418,535.07

Fuente: Elaboración propia

Reducción en los ingresos

Tabla 370 Comparación con reducción del 20% en la generación de abono

Ingresos Esperados					
Normal	$ 402,486.02	$ 415,499.15	$ 435,468.50	$ 473,433.42	$ 540,958.53
Supuesto	$369,271.49	$381,159.05	$399,146.20	$433,499.42	$494,454.64

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior el cambio provoca una reducción en los ingresos esperados, siendo esta cantidad no muy significativa, aunque debemos realizar el cálculo de los indicadores de evaluación para juzgar con criterio como es afectada la rentabilidad del proyecto.

Nuevos estados financieros

Tabla 371 Flujo de Efectivo con la reducción del 10% en la producción de Abono

Flujo de Efectivo, al 31 de diciembre de cada año					
Concepto	Años				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo inicial	$ 13,392.20	$290,417.45	$536,003.89	$ 760,509.83	$ 982,435.71
Ingresos por ventas	$369,271.49	$381,159.05	$399,146.20	$ 433,499.42	$ 494,454.64
(-) Egresos de operación					
Costos de producción	$ 95,845.48	$ 97,283.16	$ 99,131.54	$ 100,915.91	$ 102,631.48
Costos de administración	$ 20,314.51	$ 20,619.23	$ 21,011.00	$ 21,389.19	$ 21,752.81
Costos de comercialización	$ 6,345.17	$ 6,440.35	$ 6,562.72	$ 6,680.85	$ 6,794.42
(=) Utilidad antes de impuesto	$260,158.52	$547,233.76	$808,444.83	$1,065,023.30	$1,345,711.64
(-) Impuesto sobre la renta (15%)	$ 44,005.96	$ 87,236.08	$126,715.07	$ 165,743.59	$ 208,832.33
(=) Utilidad después de impuesto	$216,152.56	$459,997.68	$681,729.77	$ 899,279.70	$1,136,879.31
(+) Depreciaciones	$ 41,050.36	$ 41,666.11	$ 42,457.77	$ 43,222.01	$ 43,956.78
(+)Amortizaciones	$ 14.00	$ 14.21	$ 14.48	$ 14.74	$ 14.99
(=) Flujo de Efectivo Neto	$257,216.92	$501,678.01	$724,202.02	$ 942,516.46	$1,180,851.08

Fuente: Elaboración propia

Nuevos indicadores de evaluación

- Cálculo de la nueva VAN

Haciendo uso de la formula se tiene:

$$VAN = -740{,}304.30 + \frac{257{,}216.92}{(1+0.1545)} + \frac{501{,}678.01}{(1+0.1545)^2} + \frac{724{,}202.02}{(1+0.1545)^3} + \frac{942{,}516.46}{(1+0.1545)^4} + \frac{1{,}180{,}851.08}{(1+0.1545)^5}$$

$$\boldsymbol{VAN = \$\,1{,}435{,}780.87}$$

El resultado del Valor Actual Neto sigue siendo positivo lo que significa que aun con la reducción en los ingresos el proyecto sigue siendo atractivo y se recomienda su ejecución.

- Cálculo de la nueva TIR

Haciendo uso de la formula se tiene:

$$740{,}304.30 = \frac{257{,}216.92}{(1+TIR)} + \frac{501{,}678.01}{(1+TIR)^2} + \frac{724{,}202.02}{(1+TIR)^3} + \frac{942{,}516.46}{(1+TIR)^4} + \frac{1{,}180{,}851.08}{(1+TIR)^5}$$

$$\boldsymbol{TIR = 64\%}$$

En cuanto a la conveniencia de realizar la inversión, es favorable ya que la Tasa Interna De Retorno sigue siendo mayor que la TMAR (64% > 15.45%).

- Cálculo de la nueva Razón Beneficio Costo

Tabla 372 Datos para cálculo de Razón Beneficio Costo supuesta.

Ingresos	$ 204,769.19	$ 213,514.48	$ 226,510.25	$ 253,242.24	$ 307,584.21
Egresos	$ 230,931.39	$ 234,395.36	$ 238,848.88	$ 243,148.16	$ 247,281.68

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{B}{C} = \frac{\$1{,}205{,}620.36}{\$1{,}194{,}605.47}$$

$$\boldsymbol{\frac{B}{C} = 1.01}$$

El resultado de la Razón Beneficio Costo sigue siendo positivo y se puede concluir que se obtendrá un beneficio de $0.01 por cada dólar que invierta, cuando la producción baje un 10%.

- Cálculo del nuevo Tiempo de Recuperación de la Inversión (TRI)

Se realizará un promedio de los próximos 5 años de utilidad para calcular el promedio, para ser dividido entre la inversión inicial de la siguiente manera:

$$TRI = \frac{\$740{,}304.30}{\$265{,}667.45}$$

$$\boldsymbol{TRI = 3.07}$$

Si la producción se redujera en un 10% el tiempo de recuperación de la inversión sería de 3 años con 26 días.

H. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Con este tipo de evaluación se busca identificar los efectos e impactos socioeconómicos ya sea directos o indirectos que el proyecto en estudio tendrá en el área en el que este se encuentra.

Metodología

- Identificar antecedentes de área de influencia
- Impacto que genera el proyecto en el área de influencia

1. IDENTIFICACIÓN DE ANTECEDENTES DE ÁREA DE INFLUENCIA

El proyecto por su naturaleza posee las siguientes áreas de influencia:

- Consumidores: El principal consumidor es la población del municipio de Nejapa, ya que la población del municipio consume el servicio de tratamiento de aguas residuales
- Proveedores: El principal proveedor de la materia prima para la planta son los hogares o negocias a través del ingreso de aguas residuales a la planta provenientes las tuberías del sistema de alcantarillado conectada a la red de la planta. Y para los otros servicios como la generación de energía eléctrica la planta de aguas residuales se convierte en su proveedora a través del biogás qué se genera.
- Contraparte: Se identifica en este grupo a los miembros que son parte de la directiva de la Unidad descentralizada como lo es el gobierno y las empresas asociadas.

2. IMPACTO QUE GENERA EL PROYECTO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Se realiza a continuación un desglose de componentes macroeconómicos como:

1. Generación de empleos
2. Desarrollo regional
3. Contribución social

2.1 Generación de empleos

Llevar a cabo la ejecución de un proyecto en un área determinada implica la generación de nuevos empleos ya sea directos e indirectos.

- **Empleos directos:** Considerando la propuesta de diseño del proyecto, este generará alrededor de15 empleos directos considerando el personal que está operando, por lo que se estima un ingreso mínimo promedio por persona de $4380 al año. Estos puestos de trabajo se espera que sean ocupados por personas de los distritos cercanos al proyecto, además se espera que esto beneficie a los involucrados directamente, así como a sus núcleos familiares.
- **Empleos indirectos:** se considera que por cada empleo directo está una familia formada por 5 miembros, por lo que se ven beneficiadas un total de 375 personas. Además, se generan empleos indirectos en actividades como el transporte de insumos para la planta, generación de empleo para agricultores aguas abajo del Rio San Antonio.

2.2 Desarrollo Regional

El implementar el proyecto en el área establecida estará contribuyendo con $25,000 / año aproximadamente, generando empleos directos en el sector. (requerimiento y transporte de insumos para la planta

- Contribución al PIB: el proyecto generará una contribución PIB de como parte de las ventas anuales que se estiman.
- Reducción de contaminación ambiental: Se pretende que con el tratamiento de las aguas residuales estas al ser insertadas a un medio receptor con el Rio San Antonio reduce la contaminación en sus aguas y permite que los cultivadores de las zonas aledañas pueden generar cultivos aptos para el consumo.

2.3 Contribución social

Con la puesta en marcha del proyecto se generan fuentes de empleo para las personas del área, lo que abona a la reducción de la tasa de desempleo; además de pueden mencionar los siguientes aspectos sociales:

- Educación: Dentro del proyecto se debe capacitar al personal respecto a la utilización de la maquinaria, el uso de equipo de protección personal; por lo que se genera una cultura de aprendizaje.
- Salud: Las personas empleadas en el proyecto tendrán derecho a atención medica en el ISSS, lo que permite obtener medicamentos y mejorar sus condiciones de salud.

3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Respecto a los elementos mencionados en los párrafos anteriores, se puede concluir que el proyecto contribuye en aspectos socioeconómicos en la población con la generación de empleos directos e indirectos, lo que permite estabilidad económica, competitividad, progreso en el sector de servicios y bienestar social.

I. EVALUACIÓN AMBIENTAL

1. ASPECTOS GENERALES

La evaluación de impacto ambiental o EIA, es un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de pre inversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que los prevengan, atenúen, compensen o potencien, según sea

el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente. (LMA Art 18)

2. PROPÓSITO DEL ESTUDIO

Lo que se busca con este tipo de estudio es verificar la viabilidad del proyecto a través de la propuesta de medidas correctivas y procedimientos que sean amigables con el medio ambiente que permitan que el proyecto sea ejecutado y brinde el mayor beneficio a la población.

3. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN

El objetivo de una evaluación ambiental es identificar, predecir, y mitigar los impactos negativos que una actividad o proyecto puede tener en el medio ambiente. También busca verificar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

4. PERMISOS

En el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) intervienen: a) la Dirección General de Evaluación y Cumplimiento, siendo la instancia responsable de la administración de dicho proceso, a través de la Gerencia de Evaluación Ambiental, b) la Dirección General de Gobernanza Ambiental y Patrimonio Natural, específicamente de la Gerencia de Atención Ciudadana y Coordinación Institucional, encargada de gestionar el proceso relacionado con la consulta pública de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA); y c) el Despacho Ministerial, mediante la aprobación y suscripción de las Resoluciones Ministeriales derivadas del referido proceso.

5. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para realizar la EIA se hará uso de la matriz de Leopold que es un método cuantitativo que consiste en una matriz de filas y columnas. En las filas identificamos los recursos o componentes ambientales que pueden verse afectados, desde aspectos tan tangibles como el suelo y el agua hasta elementos bióticos como la fauna y la flora. Las columnas, en cambio, representan diversas acciones humanas o proyectos, como puede ser una construcción o una actividad extractiva.

Donde se cruzan estas filas y columnas, obtenemos un espacio para asignar una puntuación, lo que nos permite cuantificar y ponderar la magnitud y significancia del impacto que una acción particular podría tener sobre un recurso específico.

El número de acciones que figuran en el eje horizontal es de 100. El número de los factores ambientales que figuran en el eje vertical es de 88. Esto resulta en un total de 8,800

interacciones. En la práctica, sólo algunas de las interacciones involucran impactos de tal magnitud e importancia para justificar un tratamiento detallado.

La manera más eficaz de utilizar la matriz es identificar las acciones más significativas. En general, sólo alrededor de una docena de acciones serán significativas. Cada acción se evalúa en términos de la magnitud del efecto sobre las características y condiciones medioambientales que figuran en el eje vertical. Se coloca una barra diagonal (/) en cada casilla donde se espera una interacción significativa.

Pasos

1. Identificar las etapas del proyecto y las actividades que pudieran generar modificaciones al ambiente
2. Identificar los componentes representativos del ambiente y las condiciones o factores que pueden ser afectados por el proyecto
3. Establecer las interacciones entre cada actividad e impacto, para lo cual se dibuja una línea diagonal en la celda de relación
4. Evaluar las interacciones entre actividades y elementos del ambiente por lo cual se determina en la parte superior de la línea diagonal la magnitud del impacto, que corresponde a la alteración que sufre el componente ambiental por la ejecución de una actividad, la cual es un valor que varía entre 1 y 10, en donde 1º corresponde a la alteración máxima que se provoca en el impacto considerado, y 1, la mínima. Este valor estará precedido por el signo positivo (+) cuando el efecto es beneficioso o el signo (-) cuando es perjudicial. En la parte inferior de la diagonal se señala la importancia del impacto, que hacer referencia a la relevancia de impacto sobre la calidad del medio y la extensión o zona territorial afectada, también se considera la misma escala entre 1 y 10, en donde q indica la importancia menor y 10 la mayor. Tomar en consideración las tablas de calificación de la magnitud e importancia).
5. Para determinar el valor de cada celda se debe multiplicar las dos calificaciones
6. Al obtener los valores por cada celda, se determina cuantas actividades del proyecto alteran el ambiente y cuantos elementos del ambiente son alterados por el proyecto, desglosándolo en positivos y negativos
7. Luego de calificar todas las celdas, se realiza la sumatoria algebraica de cada columna y cada fila con lo cual es posible determinar qué tan viable o perjudicial es la actividad propuesta y cuán conservado o perjudicial es el factor ambiental

8. Finalmente se debe realizar una sumatoria total de las filas y columnas, cuyo valor debe ser similar y dependiendo del signo, positivo o negativo, se cataloga el proyecto como perjudicial o viable ambientalmente teniendo en cuanta la valoración de los impactos:

Tabla 373 Valoración de impactos

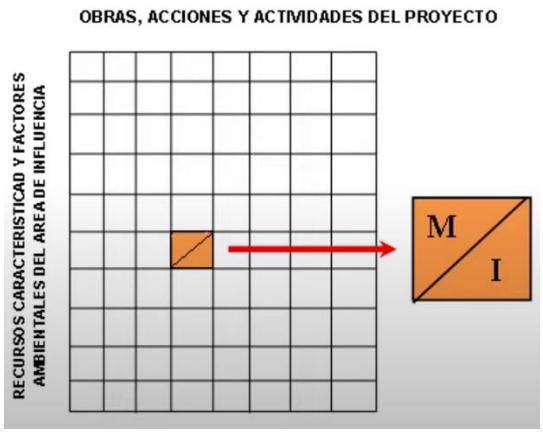
Valoración de Impactos	
Impacto Bajo	1-30
Impacto Medio	31-61
Impacto Severo	62-92
Impacto Crítico	>93

Fuente: Elaboración propia

Asignación de valores

La **Magnitud**, a la que se le otorga un número del 1 al 10, representando el numero 10 la alteración máxima provocada sobre el factor ambiental. Estos valores irán precedidos por un signo + o -.

La **Importancia** o ponderación representa el peso relativo que cada uno de los factores ambientales marcados dentro del proyecto en cuestión.



A continuación, se presentan las tablas de calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental para uso con la Matriz de Leopold

Ilustración 114 Calificaciones de magnitud e importancia

Impactos Positivos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Impactos Negativos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: Scribd, 2017

Considerando el proyecto se hace una descripción en prosa de las actividades que se Deben realizar:

A. PTAR: Respecto a lo administrativo, anexar oficinas para unidad técnica.
B. Subestación eléctrica: Preparar terreno, instalación de equipo para transformación de biogás,
C. Generación de abono: Acondicionar en espacio para área de empaquetado y almacenamiento de abono,

Se presenta a continuación la Matriz de Leopold aplicada al proyecto en estudio.

6. MATRIZ DE LEOPOLD

Tabla 374 Matriz de Leopold

FACTORES AMBIENTALES \ ACTIVIDADES	Ruido y vibraciones	Excavación de superficie	lineas de trasmisión	tratamiento de aguas residuales	Generación de energía	Generación de abono	Afectaciones +	Afectaciones -	Agregado del impacto
Materiales de construcción	-2 / 1	-5 / 1	-1 / 3	1 / 1	-2 / 3	-2 / 3	1	5	**-21**
Calidad del agua	1 / 1	-1 / 2	1 / 3	6 / 6	1 / 3	2 / 3	5	1	47
Calidad del aire	1 / 1	-1 / 1	1 / 3	-4 / 3	-1 / 3	-1 / 3	2	4	-15
Manejo de residuos	1 / 1	1 / 1	1 / 3	6 / 4	1 / 3	1 / 3	6	0	35
Empleo	1 / 1	1 / 1	2 / 3	6 / 4	3 / 6	3 / 6	6	0	**68**
+	4	2	4	4	3	3	20	10	114
-	1	3	1	1	2	2	10		
Agregado del impacto	2	**-6**	12	**73**	15	18	114		**22.8**

Fuente: Elaboración propia

7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS -MATRIZ DE LEOPOLD

Con los resultados obtenidos de las sumatorias totales, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Las actividades que causan mayor impacto negativo son: La excavación de superficie relacionada a la explotación de recursos para la construcción de nuevas áreas.
- ✓ Los factores ambientales que reciben mayor impacto son: Materiales de construcción
- ✓ Finalmente, la calificación global del proyecto es de: 22.8, al ser positivo, indica que el proyecto evaluado posee un impacto ambiental bajo, considerando la tabla de valoraciones de impacto, se puede decir que el proyecto es viable ambientalmente.

J. EVALUACIÓN DE GÉNERO

Considerando el enfoque de género en proyectos, cuando se habla de igualdad de género implica que los intereses, necesidades y prioridades de hombres y mujeres se consideren en el diseño y la planificación de las actividades. Lo que se busca es que tanto mujeres como hombres puedan desarrollar sus capacidades, y que sus derechos y responsabilidades no dependan de su sexo.

Con este tipo de evaluación se busca generar condiciones de igualdad a través de la identificación de estrategias o mecanismos que permitan en el proyecto la participación activa de las mujeres y hombres en actividades tanto administrativas como operativas.

1. ÍNDICES

1.1 Inserción de las mujeres en la empresa

Entre los mecanismos que se utilizarán para la inserción de mujeres en el proyecto se tienen:

- Carga y distribución de trabajo

En los puestos administrativos no existe distinción de género en el proyecto, ya que estos pueden ser llevados a cabo tanto por hombres o mujeres, al igual que los puestos operativos, es decir que: todas las actividades y tareas que corresponden a cada puesto de trabajo pueden ser ejecutadas por hombres y mujeres sin distinción; además, las operaciones que se llevan a cabo en la planta no requieren de una especialización que implique la presencia imprescindible de un hombre, por lo que la participación de mujeres en el proyecto estará sujeta a la cantidad de ellas que sean incorporadas al proyecto.

- Oportunidad de crecimiento

Considerando las políticas de la empresa, se le apuesta a brindar a sus empleados la posibilidad de crecer y desarrollarse dentro de la entidad a través de capacitaciones, y a la

posibilidad de aspirar a puestos superiores, ya que esto no se verá limitado o restringido a ningún tipo de preferencia, la elección se realizará acorde a las capacidades profesionales de cada persona sin hacer distinción de género.

- Enfoque de género en programas de capacitación

Es importante que dentro del diseño del proyecto se tome en cuenta dentro de las capacitaciones al personal el tema de enfoque de género para que los hombres y mujeres estén conocedores y generen aportes. Se enlistan a continuación unos temas que podrían incluirse en el programa de capacitaciones:

  - Enfoque de género organizacional
  - Igualdad de género y derechos humanos
  - Relaciones interpersonales

- Compromiso con la igualdad de genero

Dentro de la empresa se deben estables políticas claras y precisas respecto a la equidad de género que vayan de la mano con los mecanismos antes mencionados, además, el gerente general será el responsable de velar por el cumplimento de dichas políticas.

2. BENEFICIOS DEL ENFOQUE DE GÉNERO EN LA EMPRESA

El contar con un enfoque de género dentro de la organización permite promover la equidad e inclusión independiente el área en la que se esté laborando. Dentro de los beneficios se pueden mencionar:

- ✓ Mejora del ambiente laboral
- ✓ Mejora la equidad y la justicia
- ✓ Diversidad en los equipos de trabajo
- ✓ Mejora la reputación e imagen la organización

3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE GÉNERO

De acuerdo a lo anterior se pude concluir que con el proyecto se busca:

- ✓ Generar fuentes de empleos sin distinción de genero
- ✓ Crear un ambiente de compañerismo y respeto donde prevalezca la igualdad de género entre todos los miembros.
- ✓ Empoderamiento y sensibilización de los empleados:
- ✓ Aumento de la retención de talento diverso:
- ✓ Mejora en la productividad y el bienestar laboral

V. ADMINISTRACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

A. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT)

La estructura de trabajo ha sido definida tomando en cuenta aspectos que presenta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nejapa:

- El terreno para la generación de energía eléctrica y producción de abono, será dentro de la misma ubicación de la PTAR, por lo que ya cuenta con trabajo de infraestructura y nivelación de suelo.
- La maquinaria/equipo que se va a comprar únicamente será el que se requiere para la generación de energía eléctrica y producción de abono.
- El personal que se requiere para la operación del proyecto está orientado para la generación de energía eléctrica y producción de abono, dado que ya cuenta con personal que opera el tratamiento de las aguas residuales, así como la parte administrativa, por ende, de igual forma se requiere personal administrativo orientado a la venta y compra de insumos, así como para la gestión de financiera de la comercialización de energía eléctrica y abono.
- De la misma forma se tiene en cuenta que la Administración del Proyecto Propuesto abarca hasta la prueba piloto, concluyendo con las actas e informes.

Para el desarrollo de implementación del proyecto se han considerado los siguientes entregables el respectivo desglose de estos en la siguiente tabla:

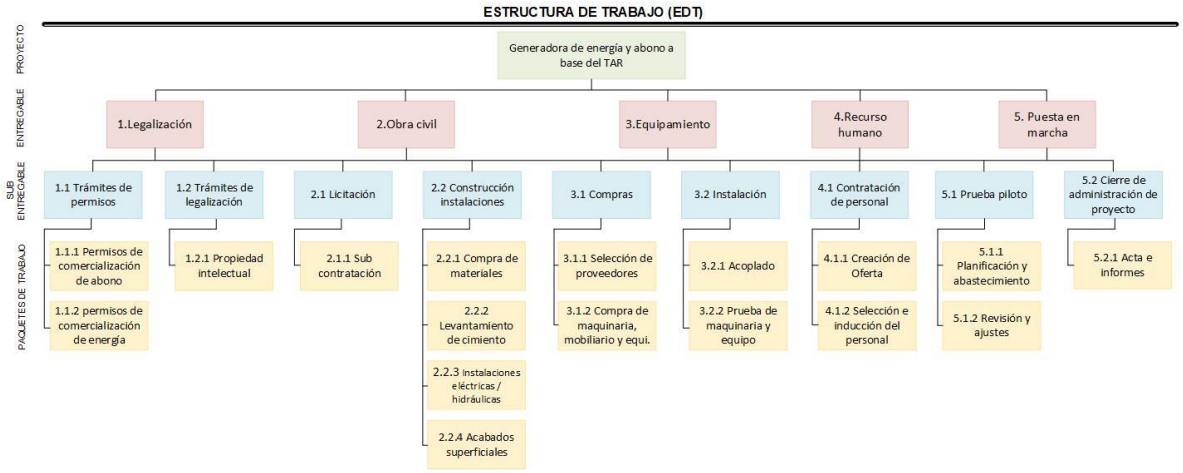
Tabla 375 Desglose del proyecto

PROYECTO	ENTREGABLE	SUB ENTREGABLE	PAQUETES DE TRABAJO
GENERADORA DE ENERGIA Y ABONO A BASE DE TAR	1. LEGALIZACIÓN	1.1. TRÁMITES DE PERMISO.	1.1.1. PERMISOS DE COMERCIALIZACIÓN DE ABONO.
			1.1.2. PERMISOS DE COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
		1.2. TRAMITES DE LEGALIZACIÓN	1.2.1. PROPIEDAD INTELECTUAL
	2. OBRA CIVIL	2.1. LICITACIÓN	2.1.1. SUBCONTRATACIÓN
		2.2. CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES	2.2.1. COMPRA DE MATERIALES
			2.2.2. LEVANTAMIENTO DE CIMIENTOS
			2.2.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS / HIDRÁULICAS
			2.2.4. ACABADOS SUPERFICIALES
	3. EQUIPAMIENTO	3.1. COMPRAS	3.1.1. SELECCIÓN DE PROVEEDORES
			3.1.2. COMPRA DE MAQ., MOBILIARIO Y EQUIPO
		3.2. INSTALACIÓN	3.2.1. ACOPLADO
			3.2.2. PRUEBA DE MAQUINARIA Y EQUIPO
	4. RECURSO HUMANO	4.1. CONTRATACIÓN DE PERSONAL	4.1.1. CREACIÓN DE OFERTA DE TRABAJO
			4.1.2. SELECCIÓN E INDUCCIÓN DEL PERSONAL
	5. PUESTA EN MARCHA	5.1. PRUEBA PILOTO	5.1.1. PLANIFICACIÓN
			5.1.2. REVISION Y AJUSTES
		5.2. CIERRE DE ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	5.2.1. ACTAS E INFORMES

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, la Estructura de Trabajo propuesta para la planta generadora de energía eléctrica y productora de abono es la siguiente, tomando en consideración los puntos antes mencionados:

Diagrama 38 EDT del proyecto



Fuente: Elaboración propia

La estructura cuenta con 5 entregables, 9 sub entregables y 17 paquetes de trabajo, las cuales tiene sus actividades desglosadas por paquete de trabajo, las cuales se muestran más adelante.

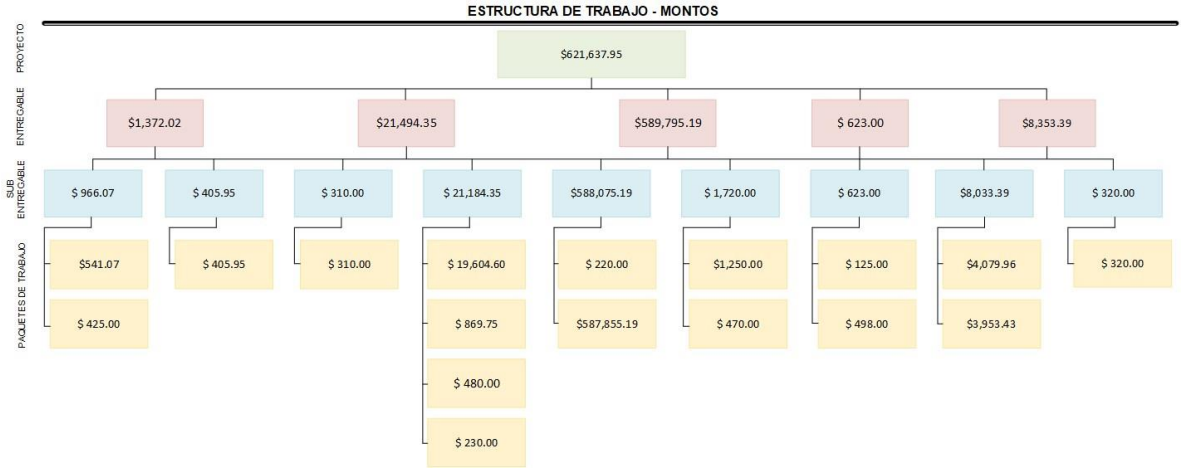
B. DIAGRAMA EDT DE MONTOS

El diagrama EDT de montos, ha sido estructurado tomando como base los siguientes criterios:

- La prueba piloto dentro de la gestión del proyecto solo incluirá 15 días de funcionamiento.
- Los costos indirectos del proyecto, lo conforman los gastos incurridos en la administración del proyecto.

Tomando en cuenta los puntos anteriores, el diagrama se despliega de la siguiente manera:

Diagrama 39 EDT- monto del proyecto



Fuente: Elaboración propia

C. DESGLOSE DE ACTIVIDADES

A continuación, se muestra el desglose de las actividades que se realizarán por cada entregable, se muestra la sub división de cada sub entregable con los paquetes de trabajo que este incluye, además el código de cada actividad, los que serán usados al momento de definir tiempos montos y recurso humano por cada uno:

1. ENTREGABLE 1: LEGALIZACIÓN.

Tabla 376 Entregable 1: Legalización

Sub entregable	Paquetes de trabajo	Actividades	Código
1.1. Trámites de permisos.	1.1.1. Permisos de comercialización de abono.	Preparar documentación necesaria.	A
		Presentar y recepcionar formulario ambiental.	B
		Inspeccionar y recepcionar observaciones.	C
		Recepcionar evaluación del impacto ambiental.	D
		Rendir la Fianza de Cumplimiento.	E
		Recibir permiso medioambiental.	F
		Registro en el Ministerio de Agricultura y Ganadería.	G
		Presentar formulario de solicitud en MINSAL.	H
		Presentar declaración jurada.	I
		Presentar ficha sanitaria.	J
		Pagar comprobante de pago.	K
		Presentar plan de control de plagas y croquis de la planta.	L
	1.1.2. Permisos de comercialización de energía eléctrica.	Presentar formulario de inscripción.	M
		Preparar documentación legal.	N
		Preparar datos técnicos.	O
		Preparar estudios técnicos.	P
		Presentar solicitud.	Q
		Recepcionar permiso temporal.	R
		Inscripción en el Registro de Electricidad y Telecomunicaciones.	S
1.2. Trámites de legalización.	1.2.1. Propiedad intelectual.	Preparar documentación necesaria.	T
		Completar precalificación de marca.	U
		Recibir precalificación de solicitud en línea.	V
		Presentar la solicitud ante el Registro de Propiedad Intelectual.	W
		Recibir edictos de registro de marca.	X
		Realizar cita, planificar y preparar ejemplares.	Y
		Presentación de ejemplar ante el Diario Oficial.	Z

		Pagar publicación y recibir ejemplar.	AA
		Presentación de ejemplar ante el Diario de mayor circulación nacional.	AB
		Pagar publicación y comprar ejemplar.	AC
		Presentar publicaciones ante el Registro de Propiedad Intelectual.	AD
		Pagar tasa de registro de marca.	AE
		Recibir registro.	AF

Fuente: Elaboración propia

2. ENTREGABLE 2: OBRA CIVIL.

Tabla 377 Entregable 2: Obra civil

Sub entregable	Paquetes de trabajo	Actividades	Código
2.2. Construcción de instalaciones.	2.2.1. Compra de materiales.	Visitar establecimientos y seleccionar materiales.	AQ
		Transportar materiales y equipos.	AR
		Recibir y revisar la materiales y equipo.	AS
	2.2.2. Levantamiento de cimientos.	Verificar medidas e inspeccionar terreno.	AT
		Nivelación del terreno.	AU
		Marcar ubicación de los elementos estructurales.	AV
		construcción de zanjas y base de cimentación.	AW
		Medir, doblar y cortar varillas de acero.	AX
		Armar columnas con acero.	AY
		Armar e instalar camillas.	AZ
		Armar vigas con acero.	BA
		Instalar las formaletas.	BB
		Preparar y vaciar concreto.	BC
		Inspeccionar cimientos previos al secado.	BD
		Secado de los cimientos.	BE
		Retirar las formaletas.	BF
		Instalar parales.	BG
		Desarmar camillas.	BH

		Pruebas de resistencia de tracción y compresión de los cimientos.	BI
		Levantamiento de paredes (muros y divisiones).	BJ
		Colocación de techos.	BK
		Instalación de pisos.	BL
	2.2.3. Instalaciones eléctricas / hidráulicas.	Medir recorrido que tendrá la instalación de la tubería.	BM
		Verificar y marcar el recorrido que tendrá la instalación de la tubería	BN
		Medir y cortar los tubos	BO
		Tendido de la tubería	BP
		Verificar y unir los tubos	BQ
		Seleccionar y preparar los cables	BR
		Realizar cableado de conductores dentro de la tubería instalada	BS
		Instalar pararrayos	BT
		Instalar sistema puesta a tierra	BU
		Medir recorrido que tendrá la instalación de la tubería	BV
		Realizar el replanteo (marcar el recorrido de la tubería)	BW
		Realizar regatas o canales	BX
		Medir y cortar los tubos	BY
		Tendido de la tubería	BZ
		Verificar y unir los tubos	CA
		Colocar y unir llaves, válvulas y grifos al sistema de tuberías	CB
		Conectar sistema a la red de agua potable	CC
		Ensayar la tubería	CD
		Tapar regatas y canales	CE
	2.2.4. Acabados superficiales.	Aplicar primera capa de pinturas interiores	CF
		Aplicar primera capa de pinturas exteriores	CG
		Aplicar segunda capa de pinturas interiores	CH

		Aplicar segunda capa de pinturas exteriores	CI
		Instalar elementos auxiliares	CJ
		Hacer limpieza general de las instalaciones	CK
		Inspección final de las instalaciones	CL

Fuente: Elaboración propia

3. ENTREGABLE 3: EQUIPAMIENTO.

Tabla 378 Entregable 3: Equipamiento

Sub entregable	Paquetes de trabajo	Actividades	Código
3.1. Compras.	3.1.1. Selección de proveedores.	Extraer especificaciones de maquinaria y equipo para generadora eléctrica y procesadora de abono.	CM
		Extraer especificaciones de equipo de manejo de materiales externo, interno y desechos.	CN
		Extraer especificaciones de equipo para sistema de apoyo SSO.	CO
		Extraer especificaciones de mobiliario y equipo de oficinas administrativas.	CP
		Buscar, evaluar y seleccionar a proveedores de maquinaria y equipo para generadora eléctrica y procesadora de abono.	CQ
		Buscar, evaluar y seleccionar a proveedores de equipo de manejo de materiales externo, interno y desechos.	CR
		Buscar, evaluar y seleccionar a proveedores de equipo para sistema de apoyo SSO.	CS
		Buscar, evaluar y seleccionar a proveedores de mobiliario y equipo de oficinas administrativas.	CT
	3.1.2. Compra de maquinaria, mobiliario y equipo.	Elaborar orden de compra de maquinaria y equipo para generadora eléctrica y procesadora de abono, y enviar a proveedores seleccionados.	CU
		Elaborar orden de compra de equipo de manejo de materiales, y enviar a proveedores seleccionados.	CV

		Elaborar orden de compra de equipo para sistemas de apoyo, y enviar a proveedores seleccionados.	CW
		Elaborar orden de compra de mobiliario y equipo de oficina, y enviar a proveedores seleccionados.	CX
		Recibir e inspeccionar maquinaria y equipo para generadora eléctrica y procesadora de abono.	CY
		Recibir e inspeccionar equipo de manejo de materiales externo, interno y desechos.	CZ
		Recibir e inspeccionar equipo para sistemas de apoyo de SSO.	DA
		Recibir e inspeccionar mobiliario y equipo de oficinas administrativas.	DB
3.2. Instalación.	3.2.1. Acoplado.	Gestionar el adecuamiento del área donde se colocará o instalará la maquinaria, mobiliario y equipo.	DC
		Gestionar recursos para la instalación de la maquinaria, mobiliario y equipo.	DD
		Instalar filtro de condensado.	DE
		Instalar de remoción de gases.	DF
		Instalar generador de combustión Otto.	DG
		Instalar demás elementos de generadora de electricidad.	DH
		Solicitar técnico para la instalación entre sistema/motor Otto y conexión a la red.	DI
		Realizar conexión a la red eléctrica.	DJ
		Instalar máquina de tamizaje.	DK
		Instalar equipo y organizar mobiliario de oficinas administrativas.	DL
		Movilizar demás elementos, equipos, etc. que se guardaran en bodegas respectivas.	DM
		Colocar señalización en la planta	DN
		Inspección final de instalaciones de maquinaria y equipo.	DO

	3.2.2. Prueba de maquinaria y equipo.	Monitoreo de producción de biogás.	DP
		Pruebas de calidad del biogás.	DQ
		Prueba de calidad de biogás posterior a filtro de condensado.	DR
		Prueba de calidad de biogás posterior a remoción de gases.	DS
		Prueba 1 de generador.	DT
		Prueba 2 de generador.	DU
		Ajustes de generador.	DV
		Prueba de tamizadora.	DW
		Prueba de sistemas de monitoreo y alarma.	DX

Fuente: Elaboración propia

4. ENTREGABLE 4: RECURSOS HUMANO.

Tabla 379 Entregable 4: Recursos Humanos

Sub entregable	Paquetes de trabajo	Actividades	Código
4.1. Contratación de personal.	4.1.1. Creación de oferta de trabajo.	Solicitar indicaciones y especificaciones.	DY
		Crear lineamientos por puesto de trabajo.	DZ
		Diseñar ofertas.	EA
		Revisar y aprobar ofertas.	EB
		Publicar ofertas en línea.	EC
	4.1.2. Selección e inducción del personal.	Recibir curriculums.	ED
		Seleccionar curriculums.	EE
		Programar entrevistas.	EF
		Realizar entrevistas.	EG
		Seleccionar personal por puestos.	EH
		Contactar e indicar a personal seleccionado.	EI
		Elaborar contratos.	EJ
		Realizar contrato formal.	EK
		Preparar contenido didáctico.	EL
		Planificar inducción por días.	EM
		Contactar personal.	EN
		Ejecutar inducción.	EO

Fuente: Elaboración propia

5. ENTREGABLE 5: PUESTA EN MARCHA.

Tabla 380 Entregable 5: Puesta en marcha

Sub entregable	Paquetes de trabajo	Actividades	Código
5.1. Prueba piloto.	5.1.1. Planificación.	Elaborar programa de prueba piloto.	EP
		Elaborar informe de requerimientos de recursos para prueba piloto.	EQ
		Comunicar al personal pertinente las actividades del programa que le corresponde ejecutar.	ER
		Capacitar al personal sobre S.S.O. y primeros auxilios en trabajos con electricidad.	ES
	5.1.2. Revisión y ajuste.	Prueba de maquinaria y equipo de generación de energía eléctrica.	ET
		Elaborar informe de funcionamiento de la generación de energía eléctrica.	EU
		Realizar ajustes de maquinaria y equipo de generación de energía eléctrica.	EV
		Prueba de maquinaria y equipo de producción de abono.	EW
		Elaborar informe de funcionamiento de producción de abono.	EX
		Realizar ajustes de maquinaria y equipo de producción de abono.	EY
		Pruebas de equipo administrativo y monitoreo.	EZ
		Redactar informe de desempeño planta generadora de energía eléctrica y producción de abono.	FA
5.2. Cierre de administración del proyecto.	5.2.1. Actas e informes.	Redactar informe consolidado de todos los entregables.	FB
		Redactar informe financiero.	FC
		Exponer informes a la administración de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	FD
		Firmar acta de cierre del proyecto.	FE

Fuente: Elaboración propia

El proyecto en su totalidad, cuenta con 161 actividades, las cuales se dividen de la siguiente manera por cada entregable:

- Legalización: 32 actividades.
- Obra civil: 58 actividades.
- Equipamiento: 38 actividades.
- Recurso humano: 18 actividades.
- Puesta en marca: 15 actividades.

D. DICCIONARIO EDT

A continuación, se presenta el diccionario EDT, el que contiene la descripción de cada entregable, sub entregable, paquete de trabajo y de cada actividad, como se observa, cada uno está indicado con el código con el que fue asignado dicha actividad o con la numeración ubicada en el EDT.

1. DICCIONARIO

Tabla 381 Diccionario de actividades

Código	Descripción
1	Relaciona todos aquellos aspectos referentes al registro y legalización que es necesario esclarecer antes de proceder a la administración propiamente dicha (permisos, trámites, etc.).
1.1.	Se relaciona con la obtención de diferentes tipos de permisos que necesita la Generadora para funcionar como lo son el permiso medioambiental, MINSAL y SIGET.
1.1.1.	Se centra en obtener los permisos requeridos en el país para poder comercializar abono generado por los residuos del tratamiento de aguas residuales.
A	Realizar una búsqueda minuciosa para determinar la documentación que se necesite para la legalización, así como asegurar las páginas necesarias para consultar información.
B	Será evaluado para determinar si se requiere un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).
C	Inspección al sitio por parte del MARN.
D	Categorización ambiental para determinar el nivel de impacto y los requisitos específicos.
E	Dependiendo de la categorización, se podrían requerir medidas adicionales como la presentación de una fianza de cumplimiento ambiental o un convenio de compensación ambiental.
F	Esperar el tiempo indicado para recibir el permiso medioambiental que será brindado por el Ministerio de Medio Ambiente

G	Registrarse como productor, procesador o comercializador de agricultura orgánica ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Este registro es gratuito y se realiza en el Centro de Desarrollo Agropecuario El Matazano, Soyapango. El proceso incluye la presentación de documentación y puede tardar hasta 30 días hábiles.
H	Presentar el formulario para la solicitud en el Ministerio de Salud.
I	Declaración jurada autorizada por el MINSAL.
J	Ficha sanitaria con autoevaluación de las condiciones del establecimiento.
K	Comprobante de pago del arancel correspondiente.
L	Plan de control de plagas, insectos y roedores. Croquis y distribución de la planta.
1.1.2.	Se centra en obtener los permisos requeridos en el país para poder comercializar energía eléctrica generada mediante el biogás obtenido en el tratamiento de aguas residuales.
M	Debe completar el formulario correspondiente según el tipo de generador (renovable o térmico)
N	Copia del Documento Único de Identidad (DUI) o NIT. Copia del NIT de la empresa (si aplica). Copia del DUI del representante legal (si aplica). Copia del Documento que acredite la existencia legal de la empresa (si aplica). Copia del Documento que acredite la titularidad del derecho sobre el terreno o propiedad donde se instalará la planta. Copia de la última resolución de los permisos ambientales emitidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
O	Caracterización del equipo y del proceso de generación. Datos técnicos de los equipos a utilizar. Descripción del tipo de recurso a utilizar (solar, eólico, hidráulico, geotérmico, biomasa, biogás, etc.).
P	Estudio de prefactibilidad y factibilidad del proyecto. Memoria descriptiva con cálculos, diseños y planos correspondientes.
Q	Diríjase a la SIGET con la documentación mencionada en la actividad M, N, O, P
R	La SIGET revisará la documentación y los estudios presentados. En proyectos de generación eléctrica utilizando recursos hidráulicos o

	geotérmicos, se otorgará un permiso temporal por un plazo máximo de dos años, renovable una vez.
S	Una vez aprobada la solicitud, se procederá a la inscripción en el registro correspondiente. Este proceso no tiene costo y debe realizarse en la misma sede de la SIGET.
1.2	Está vinculado a la legalización de la marca con las publicaciones de ejemplares pertinentes.
1.2.1.	En este paquete se pretende legalizar la marca en el Registro de Propiedad Intelectual, realizar todos los procesos como lo son la precalificación de marca, recibir edictos de marca, publicación de ejemplares ante los diferentes medios de difusión y la presentación final del registro.
T	Realizar una búsqueda minuciosa para determinar la documentación que se necesite para la legalización, así como asegurar las páginas necesarias para consultar información.
U	Dirigirse a la página web y completar la precalificación en el documento brindado por el Centro Nacional de Registro.
V	Esperar el tiempo indicado para la recepción de la precalificación de manera oportuna
W	Descargar el documento brindado por el Registro de Propiedad intelectual y proceder a completar la información y presentarlo.
X	Una vez aprobada la solicitud, se esperará a recibir los edictos de la marca, para poder continuar con el proceso de registro.
Y	Contactarse con el Diario Oficial y el Diario de mayor circulación para poder hacer firme la presentación de los ejemplares.
Z	Dirigirse a la página en línea o al establecimiento físico del Diario Oficial y presentar los respectivos ejemplares.
AA	Hacer el proceso de gestión y firma, para poder pagar la publicación de los ejemplares
AB	Dirigirse a la página en línea o al establecimiento físico del Diario de mayor circulación para ese momento y presentar los respectivos ejemplares.

AC	Hacer el proceso de gestión y firma, para poder pagar la publicación de los ejemplares.
AD	Una vez publicados, presentar publicaciones al Registro de Propiedad Intelectual, los que harán válido el proceso
AE	Hacer el proceso de gestión y firma, para poder pagar el registro de la marca.
AF	Esperar a recibir el registro indicado.
2	Dicho entregable abarca los aspectos referentes a la construcción de las instalaciones, desde la subcontratación de la empresa constructora hasta el afinamiento de los acabados superficiales
2.1.	Este sub entregable hace referencia al proceso mediante el cual se hará pública la solicitud para la realización de la obra civil, eligiendo la mejor de las ofertas.
2.1.1.	Este paquete de trabajo tiene como fin gestionar el proceso de contratación de la empresa que llevará a cabo la construcción de las instalaciones, hasta tener un acuerdo formal con dicha empresa.
AG	Se redacta un informe con las especificaciones técnicas de la obra civil, presentación de planos, e información que se solicita a los ofertantes presentar para formar parte del proceso, tales como estados financieros, permisos de operar, etc.
AH	Se preparan los documentos pertinentes de forma digital y se hace pública la oferta dentro de sitios oficiales y medios electrónicos.
AI	Se revisan de manera constante las plataformas de recepción de las ofertas y se agregan a la lista de ofertantes, identificando las características previamente solicitadas.
AJ	Se lleva a cabo la contratación con las empresas ofertantes para solicitar información que sea necesaria y con ello la petición de cotizaciones para realizar la obra civil.
AK	Se realiza una reunión con el gerente del proyecto y el jefe de la empresa, a quien se le presentarán las opciones e identificarán los aspectos que cumplen, a través de un cuadro ponderado, siendo este último quien dé el aval de proseguir con la empresa ganadora.

AL	Se revisará el cronograma de actividades y se definirá el día en que ambas partes tengan disponibilidad para llevar a cabo la contratación formal.
AM	Se definen los derechos y obligaciones de ambas partes, así como los aspectos legales pertinentes por escrito, previo a ser revisado por un abogado.
AN	Se acudirá al establecimiento de un abogado para que realice las observaciones necesarias al contrato preliminar y haga las respectivas observaciones, las cuales deberán ser corregidas.
AO	Se solicitarán los fondos para el pago del abogado y se realizará una vez sean aprobados, y del mismo modo, se imprimirán las copias necesarias de dicho contrato.
AP	Se asistirá al lugar acordado para llevar a cabo la contratación formal y se entablará conversación para ambas partes, definiendo aspectos que hayan quedado sin establecer, culminando con la firma del contrato.
2.2.	Este sub entregable comprende desde la adquisición de los materiales y equipos para la construcción hasta la finalización de los acabados superficiales.
2.2.1.	Este paquete de trabajo incluye el proceso de compra de equipo y materiales para la construcción.
AQ	Incluye la visita a los establecimientos donde se comprará el equipo y material necesario para dar inicio a la construcción
AR	Hace referencia a la movilización de los equipos y materiales necesarios para llevar a cabo la construcción, luego de ser comprados.
AS	Inspeccionar y adecuar los materiales y equipo a la zona donde serán resguardados mientras se lleva a cabo la obra civil
2.2.2.	Este paquete de trabajo se refiere a la etapa de cimentación estructural de las instalaciones.
AT	Se verifican los planos de modo que se localicen los puntos en los que se realizará la excavación y serán marcados para proceder a excavar con la máquina respectiva.

AU	Proceso en el que los suelos se adecúan para que queden de manera perpendicular la dirección de la fuerza de gravedad y no exista desnivel entre dos o más puntos previamente definidos.
AV	Se procede a señalizar el terreno en los puntos donde serán construidas las columnas que formarán parte de los cimientos y de los elementos estructurales.
AW	Se procede a realizar las zanjas y el inicio de la cimentación.
AX	Consiste en tomar las varillas con su medida en bruto y marcar las longitudes en donde se harán los cortes para realizar los estribos que reforzarán la estructura, así como aquellos tramos longitudinales donde se requieren medidas específicas.
AY	Es el proceso de amarrar los estribos a las barras longitudinales con alambre, de modo que la estructura posea firmeza; posteriormente son ubicadas en los puntos requeridos y sujetadas con formaletas
AZ	Se lleva a cabo el armado de las camillas que serán necesarias para los trabajos a una altura superior al nivel del suelo, y serán ubicadas donde se requieran.
BA	Una vez se han fijado las columnas se arman las vigas que soportan las fuerzas de flexión de la estructura.
BB	Se les llama formaletas a los elementos, en este caso de madera, los cuales servirán de molde y soporte para proceder al vaciado de concreto.
BC	Se refiere a la preparación de la arena y la mezcla de ésta con agua, cemento y piedra según las cantidades correctas para los elementos estructurales.
BD	Se debe corroborar que el cemento no posea burbujas y esté aplicado de manera uniforme dentro de las formaletas, para evitar zonas débiles en la estructura posterior al secado.
BE	Se refiere al tiempo en el que la mezcla alcanza su máxima resistencia y donde adquiere mayor dureza por medio del curado, que es el procedimiento de mantener hidratado el concreto.
BF	El proceso en el que se retira el molde sobre el cual fue vaciado el concreto, teniendo el cuidado de no dañar los elementos estructurales.

BG	Se refiere a la ubicación de los elementos llamados parales, los cuales son soportes metálicos de alta resistencia, un accesorio utilizado en la construcción para soportar y sostener todo tipo de armazones.
BH	Es la actividad en la que se descomponen los elementos de una camilla para ser trasladada al lugar de resguardo.
BI	Los ensayos de concreto endurecido, se realizan siguiendo estándares para determinar si el concreto colocado tiene el potencial para desarrollar las propiedades definidas por el profesional diseñador.
BJ	Los ensayos de concreto endurecido, se realizan siguiendo estándares para determinar si el concreto colocado tiene el potencial para desarrollar las propiedades definidas por el profesional diseñador.
BK	Se refiere a la instalación de la parte superior de un edificio, que lo cubre y cierra, protegiéndolo de la lluvia y otros agentes externos.
BL	Los trabajadores miden el área a ser cubierto, y cortan el material del piso para que quepa, aplicando un pegamento para fijarlo en la posición.
2.2.3.	Este paquete de trabajo abarca todas las actividades de instalación de los elementos de la red eléctrica que proveerá energía a las instalaciones. Además del proceso que se lleva a cabo para que las instalaciones posean un flujo constante de agua potable y su respectivo canal de aguas residuales.
BM	Se debe constatar que las medidas del recorrido de la tubería para la instalación eléctrica coinciden con los planos eléctricos.
BN	Se debe marcar el recorrido de la tubería y verificarlo una vez terminado.
BO	Se seleccionan los tubos, se miden y cortan según las dimensiones requeridas para cada tramo de la red de tuberías.
BP	Se ubican los tubos cortados en el lugar especificado, teniendo el cuidado de que queden dentro de los límites establecidos.
BQ	Se verifica el tendido de la tubería y se procede a unir con pegamento especial, cada una de las intersecciones de los tramos de la tubería.
BR	Se selecciona el tipo de cable que irá en cada tramo de la tubería y se cortan según las medidas requeridas.

BS	Se introducen los cables dentro de la tubería, según el recorrido definido en los planos eléctricos.
BT	Se procede a instalar lo pararrayos.
BU	Se procede a instalar sistema de puesta a tierra.
BV	Se debe constatar que las medidas del recorrido de la tubería para la instalación hidráulica coinciden con los planos.
BW	Se debe marcar el recorrido de la tubería y verificarlo una vez terminado.
BX	Se debe cavar en caso de ser necesario, para ubicar la tubería por la cual se movilizará el agua potable. El canal servirá de guía para el sistema de tuberías.
BY	Se seleccionan los tubos, se miden y cortan según las dimensiones requeridas para cada tramo de la red de tuberías.
BZ	Se ubican los tubos cortados en el lugar especificado, teniendo el cuidado de que queden dentro de los límites establecidos.
CA	Se verifica el tendido de la tubería y se procede a unir con pegamento especial, cada una de las intersecciones de los tramos de la tubería.
CB	Se procede a unir los dispositivos que regulan el paso del agua, tales como llaves, válvulas y grifos.
CC	Se procede a unir el sistema de tuberías del edificio con la red pública de agua potable, perteneciente a la empresa contratada para dicho servicio.
CD	Se ensaya y comprueba que el sistema hidráulico funciona correctamente y no existen fugas o tapones que obstaculicen el paso del agua.
CE	Se tapan los canales con tierra o con el recubrimiento especificado, para cubrir la tubería de la intemperie.
2.2.4.	Este paquete de trabajo abarca las actividades de acabado de las instalaciones como la aplicación de pinturas, elementos auxiliares, así como la limpieza final de la obra.
CF	Se prepara la mezcla de pintura y se aplica la primera capa a las superficies interiores.
CG	Se prepara la mezcla de pintura y se aplica la primera capa a las superficies exteriores.

CH	Se prepara la mezcla de pintura y se aplica la segunda capa a las superficies interiores.
CI	Se prepara la mezcla de pintura y se aplica la segunda capa a las superficies exteriores.
CJ	Se lleva a cabo la instalación de canaletas, basureros, ventiladores, etc.
CK	Se barren todos aquellos desechos que hayan resultado y se trapean los pisos de cerámica. Los desechos se transportan fuera de las instalaciones.
CL	Se revisa que el aspecto general de las instalaciones sea el correcto, y se verifica que los elementos auxiliares agregados estén ubicados en el lugar debido. Se verifica la limpieza e inocuidad de las instalaciones.
3	Este entregable tiene como objetivo equipar las instalaciones con la maquinaria, equipo y mobiliario necesario para operar.
3.1.	Este sub entregable tiene como fin gestionar la compra desde la búsqueda de proveedores hasta la recepción de todos los elementos.
3.1.1.	Este paquete de trabajo pretende la elección de los proveedores según las especificaciones técnicas y requerimientos temporales.
CM	Se redacta un informe con las especificaciones técnicas de filtro de condensado, filtro de remoción de gases, generador de combustión Otto, máquina de tamizaje, transformador de potencia, relé de protección, banco de condensadores, batería de respaldo, medidor de calidad de potencia, cables de alta tensión, fusibles, tablero de distribución, etc.
CN	Se redacta un informe con las especificaciones técnicas de balanza, escalera aislada, pallet, tarimas, sacos, etc.
CO	Se redacta un informe con las especificaciones técnicas de botas de hule, guantes de vinil, pértiga dieléctrica, guantes dieléctricos, calzado de seguridad dieléctrico y casco dieléctrico.
CP	Se redacta un informe con las especificaciones técnicas de laptop, escritorio, silla, impresora y archivero.
CQ	Se agrupan elementos similares de la categoría de maquinaria y equipo, y se buscan proveedores potenciales con los cuales se contacta, se solicita la cotización y se elige la mejor opción según criterios.

CR	Se agrupan elementos similares de la categoría de manejo de materiales externo, interno y desechos, y se buscan proveedores potenciales con los cuales se contacta, se solicita la cotización y se elige la mejor opción según criterios.
CS	Se agrupan elementos similares de la categoría de sistema de apoyo de SSO, y se buscan proveedores potenciales con los cuales se contacta, se solicita la cotización y se elige la mejor opción según criterios.
CT	Se agrupan elementos similares de la categoría de mobiliario y equipo de oficinas administrativas y servicios sanitarios, y se buscan proveedores potenciales con los cuales se contacta, se solicita la cotización y se elige la mejor opción según criterios.
3.1.2.	Este paquete de trabajo se enfrasca en la compra de los equipos, dígase recepción y resguardo de los elementos adquiridos.
CU	En esta actividad se redacta la orden de compra de maquinaria y equipo, con aval del superior inmediato, para el posterior envió a los proveedores.
CV	En esta actividad se redacta la orden de compra de equipo de manejo de materiales, con aval del superior inmediato, para el posterior envió a los proveedores.
CW	En esta actividad se redacta la orden de compra de los equipos para sistemas de apoyo, con aval del superior inmediato, para el posterior envió a los proveedores.
CX	En esta actividad se redacta la orden de compra de mobiliario y equipo de oficina, con aval del superior inmediato, para el posterior envió a los proveedores.
CY	En cada día se coordina el personal para recibir la maquinaria y equipo adquirido, así como efectuar una inspección minuciosa de cada componente de esta.
CZ	En cada día se coordina el personal para recibir el equipo de manejo de materiales externo, interno y desechos, así como efectuar una inspección minuciosa de cada componente de esta.

DA	En cada día se coordina el personal para recibir el equipo para sistemas de apoyo de SSO, así como efectuar una inspección minuciosa de cada componente de esta.
DB	En cada día se coordina el personal para recibir el mobiliario y equipo de oficinas administrativas, así como efectuar una inspección minuciosa de cada componente de esta.
3.2.	Este sub entregable tiene como objetivo dejar en correcto funcionamiento todas las máquinas y equipos en planta.
3.2.1.	Este paquete tiene como fin instalar todas las máquinas y equipos necesarios para el funcionamiento en la planta.
DC	Se identifica, mide e identifican las áreas donde se colocará cada elemento adquirido.
DD	Se adquieren diversos insumos necesarios para llevar a cabo la instalación de todos los elementos adquiridos.
DE	Se instala el filtro de condensado de la generadora de energía eléctrica.
DF	Se instala el removedor de gases de la generadora de energía eléctrica.
DG	Se instala el motor de combustión Otto de la generadora de energía eléctrica.
DH	Se instala demás elementos como transformador de potencia, relé de protección, banco de condensadores, batería de respaldo, medidor de calidad de potencia, cables de alta tensión, fusibles, tablero de distribución, etc.
DI	Se hace la solicitud a la empresa CAESS para que mande al técnico que hará la conexión de la red de alumbrado público y del medidor correspondiente a las instalaciones de la empresa.
DJ	Se deberá solicitar la interconexión a través del Portal InteReD de AES El Salvador. Este portal permite gestionar las solicitudes de interconexión para generadores de energía renovable, ya sea para venta total de energía o para autoconsumo con posibilidad de inyección de excedentes.
DK	Instalar máquina de tamizaje y demás elementos de producción de abono.

DL	Se instalan y/o colocan los escritorios ejecutivos, sillas ejecutivas, silla secretarial, aire acondicionado, laptops, lokers, impresora, organizador de herramienta y basurero de oficinas.
DM	Se trasladan del área de resguardo todos aquellos elementos adquiridos, y no requieren instalación o ubicación, hacia la bodega pertinente.
DN	Se procede a colocar la señalización en toda la planta según estudio de seguridad y salud ocupacional.
DO	En la inspección final se revisa que tanto la maquinaria, equipo, mobiliario como demás elementos de seguridad estén donde deben de estar y en caso falte, se solventa el problema.
3.2.2.	Este paquete de trabajo tiene como fin dejar en correcto funcionamiento toda aquella máquina y equipo de la planta para la generación de energía eléctrica y producción de abono.
DP	Se monitorea durante el periodo la producción promedio de biogás por el tratamiento de aguas residuales.
DQ	Se hace pruebas de calidad del biogás al momento de monitoreas la producción de este.
DR	Se monitorea la calidad del biogás posterior al filtro de condensado.
DS	Se monitorea la calidad del biogás posterior a la remoción de gases.
DT	Se realiza las pruebas al motor Otto 1 para su uso y se informa sobre ajustes.
DU	Se realiza las pruebas al motor Otto 2 para su uso y se informa sobre ajustes.
DV	Efectuar ajustes y realizar pruebas a motor Otto 1 y motor Otto 2.
DW	Se realiza prueba de funcionamiento a la tamizadora.
DX	Se realiza prueba de funcionamiento al sistema de alarma y monitoreo.
4	Tiene como principal aporte al proyecto la parte de reclutamiento, evaluación, selección e inducción del personal en forma integrada que permita de cierta forma la transacción de los conocimientos requeridos.

4.1.	En este apartado se pretende la contratación del personal que trabajará en la generación de energía eléctrica y producción de abono, al igual que el detalle del entregable de recurso humano, en este se realiza el diseño de las ofertas, la selección del personal y la inducción.
4.1.1.	Se enfoca en la creación y diseño de ofertas de trabajo para todos los vacantes de la planta, usando los requerimientos de cada puesto de trabajo, los que serán publicados en la página en línea o cuentas que se encargan de difundir ofertas de trabajo.
DY	Se procederá s solicitar la información sobre la especificación de puestos y demás aspectos que serán necesario para realizar el proceso de las ofertas.
DZ	Detallar las especificaciones de los lineamientos del departamento de generación de energía eléctrica y producción de biogás, con respecto a las actividades que se solicitarán a los puestos vacantes.
EA	Preparar el diseño que llevará cada oferta de manera que pueda ser atractiva y que quede claro los contactos a los que deberán enviarse la información y el detalle de lineamientos
EB	Realizar una revisión del material antes de publicarlo en internet y el diario oficial.
EC	Realizar la publicación en diferentes páginas como en TECOLOCO, etc.
4.1.2.	Está relacionado al proceso de recepcionar curriculums, realizar entrevistas, seleccionar y contactar al personal que trabajará en la planta y finalmente realizar la inducción a la planta por áreas.
ED	Archivar en una base de datos, los curriculums en línea recibidos y los curriculums físicos.
EE	Proceder a revisar los curriculums y seleccionar aquellos que cumplan con los requisitos solicitados para la generación de energía eléctrica y producción de abono.
EF	Teniendo en cuenta la cantidad de curriculums seleccionados, se procederá a programar el número de entrevistas por día, la persona que dirigirá la entrevista, los horarios, etc.
EG	Realizar la entrevista planificada para los vacantes.

EH	Realizar un análisis de los vacantes que tuvieron mejor acercamiento al perfil buscado y determinar los vacantes que serán contratados.
EI	Aquí se harán los llamados a los seleccionados para indicarles que han sido seleccionados indicándoles su aprobación e indicarles el día que deberán presentarse para la firma del contrato.
EJ	Preparar información que tendrá el contrato como especificaciones de su puesto y otros aspectos.
EK	Realizar el contrato con los seleccionados donde acepta las disposiciones de su puesto por medio de firma, además se le entregará el contrato y la empresa se quedará con la copia.
EL	Preparar tríptico con la información que se llevará el seleccionado con la intención de refrescar aspectos de la inducción y aspectos relevantes para conocimiento de él o ella; además de la información para realizar la inducción.
EM	Planificar los días que se llevarán a cabo la inducción por áreas.
EN	Contactar e indicar al personal cuando será su inducción en la planta.
EO	Llevar a cabo de manera conjunta de la inducción de la planta, los puestos que estarán ocupando y la presentación del equipo.
5	Este entregable tiene como propósito efectuar una prueba piloto donde se pueda corregir posibles fallas en la generación de energía eléctrica y producción de abono, así como establecer el cierre de la administración del proyecto.
5.1.	Este sub entregable aborda el desarrollo de la prueba piloto donde se efectúa la planeación, ejecución y mejora de la operatividad de la generadora o productora.
5.1.1.	Este sub entregable aborda el desarrollo de la prueba piloto donde se efectúa la planeación, ejecución y mejora de la operatividad de la planta.
EP	Se establece los tiempos de duración de cada etapa de la prueba pilota, así como el diseño de las herramientas a emplearse en el control del proceso operativo de la planta.
EQ	Se redacta un informe con las especificaciones de cantidad y tipo de insumos requerido para la prueba piloto.

ER	Se reúne con todo el personal capacitado que operara la planta para dar consejos y transmitir las responsabilidades que le toca desarrollar para el correcto funcionamiento de la planta.
ES	Se reúne al personal para capacitar sobre el equipo de protección que se utiliza en la generación de energía eléctrica y atención de accidentes e incidentes en este tipo de operaciones.
5.1.2.	Este paquete de trabajo tiene como fin establecer las bases del correcto funcionamiento de las áreas de la empresa para la operación continua.
ET	En esta fase se apertura y monitorean las operaciones en planta por 15 días.
EU	Esta actividad pretende recabar información para detectar puntos de mejora o fallas en el sistema actual del área de operaciones de la generación de energía eléctrica.
EV	Se evaluarán los puntos de mejora o fallas para desarrollar propuestas que permitan mejorar el sistema de generación de energía eléctrica.
EW	En esta fase se apertura y monitorean las operaciones en planta de producción de abono por 15 días.
EX	Esta actividad pretende recabar información para detectar puntos de mejora o fallas en el sistema actual del área de operaciones de producción de abono.
EY	Se evaluarán los puntos de mejora o fallas para desarrollar propuestas que permitan mejorar el sistema de producción de abono.
EZ	Se evalúa el funciona de los equipos administrativo y monitoreo.
FA	Se redacta un informe con todos los acontecimientos claves del desarrollo de la prueba piloto.
5.2.	Este sub entregable tiene como fin la entrega de la operatividad de la planta a los encargados de la PTAR, con lo cual se dará por concluido la responsabilidad de los administradores del proyecto.
5.2.1.	Este paquete de trabajo aborda la presentación de los informes de la administración del proyecto, así como la firma del acta de cierre del proyecto.

FB	La redacción de este informe abarca toda la información pertinente a los entregables de legalización, obra civil, equipamiento, recurso humano y puesta en marcha.
FC	Se redacta un informe exclusivamente de los egresos que se dieron en la administración del proyecto, con los respectivos comprobantes.
FD	El informe consolidad y el informe financiero se expondrá a la administración de la PTAR, a fin de tener la aprobación de la administración del proyecto.
FE	Se procede a la firma del acta de cierre del proyecto con la cual se desliga a los administradores de la operatividad posterior a la firma del acta.

Fuente: Elaboración propia

2. RECURSOS POR ACTIVIDAD

Así mismo, se presenta a continuación el costo por actividad, así como las necesidades de recurso humano y monetario por actividad, de igual forma la precedencia las actividades:

Tabla 382 Asignación de recursos por actividad

Actividad	Precedencia	Monto	Tiempo	RRHH
A	-	$15.00	3	1
B	A	$20.00	5	2
C	B	$20.00	3	2
D	C	$15.00	2	1
E	D	$215.00	1	1
F	E	$6.00	3	1
G	-	$40.00	3	2
H	G	$40.00	5	1
I	G	$40.00	3	1
J	G	$40.00	3	1
K	H,I,J	$35.07	1	1
L	K	$55.00	6	3
M	-	$40.00	1	1

N	M	$100.00	3	2
O	M	$75.00	2	2
P	M	$150.00	5	3
Q	N,O,P	$10.00	1	1
R	Q	$10.00	3	1
S	R	$40.00	1	1
T	-	$10.00	1	1
U	T	$10.00	1	2
V	T	$10.00	1	2
W	U,V	$40.00	2	1
X	W	$10.00	1	1
Y	X	$20.00	2	1
Z	Y	$40.00	1	1
AA	Z	$47.95	2	1
AB	AA	$45.00	1	1
AC	AB	$38.00	2	1
AD	AC	$20.00	2	1
AE	AD	$110.00	1	1
AF	AE	$5.00	1	1
AG	-	$20.00	1	2
AH	AG	$10.00	1	1
AI	AH	$140.00	7	2
AJ	AI	$20.00	1	2
AK	AJ	$20.00	1	2
AL	AK	$10.00	1	1
AM	AK, AL	$20.00	2	1
AN	AM	$50.00	5	1
AO	AN	$10.00	1	1
AP	AO	$10.00	1	1
AQ	F, L, S, AF, AP	$19,344.60	8	4
AR	AQ	$250.00	3	2
AS	AR	$10.00	3	2
AT	AP	$30.00	1	1

AU	AT, AS	$78.75	2	4
AV	AU	$30.00	2	2
AW	AV	$40.00	4	2
AX	AV	$30.00	2	3
AY	AW, AX	$30.00	3	2
AZ	AW, AX	$20.00	1	2
BA	AY, AZ	$20.00	1	2
BB	BA	$20.00	1	2
BC	BB	$50.00	2	4
BD	BB	$13.00	1	1
BE	BC, BD	$13.00	6	1
BF	BE	$25.00	1	2
BG	BF	$40.00	1	3
BH	BG	$20.00	1	2
BI	BH	$50.00	1	2
BJ	BI	$250.00	5	3
BK	BJ	$60.00	1	2
BL	BK	$50.00	2	1
BM	BL	$50.00	1	1
BN	BM	$10.00	1	1
BO	BN	$20.00	1	1
BP	BN, BO	$30.00	1	2
BQ	BP	$10.00	2	1
BR	BQ	$40.00	2	2
BS	BQ, BR	$60.00	2	2
BT	BL	$30.00	1	2
BU	BT	$20.00	1	1
BV	BL	$20.00	1	1
BW	BV	$10.00	2	1
BX	BW	$30.00	2	2
BY	BX	$10.00	1	1
BZ	BY	$10.00	1	1
CA	BZ	$10.00	1	1

CB	BZ, CA	$20.00	1	2
CC	CB	$40.00	1	1
CD	CC	$20.00	1	1
CE	CD	$40.00	2	2
CF	BS, BU, CE	$40.00	2	2
CG	BS, BU, CE	$40.00	2	2
CH	CF	$40.00	2	2
CI	CG	$40.00	2	2
CJ	BS, BU, CE	$25.00	1	2
CK	CH, CI, CJ	$25.00	1	2
CL	CK	$20.00	1	1
CM	-	$15.00	4	1
CN	-	$15.00	2	11
CO	-	$15.00	1	1
CP	-	$15.00	1	1
CQ	CM	$40.00	3	1
CR	CN	$40.00	3	1
CS	CO	$40.00	2	1
CT	CP	$40.00	2	1
CU	CQ	$575,284.29	4	1
CV	CR	$4,451.90	2	1
CW	CS	$495.00	3	1
CX	CT	$7,544.00	2	1
CY	CU	$20.00	4	2
CZ	CV	$20.00	2	2
DA	CW	$20.00	2	1
DB	CX	$20.00	2	2
DC	CY, CZ, DA, DB	$50.00	2	3
DD	CY, CZ, DA, DB	$100.00	2	1
DE	DC, DD	$100.00	2	2
DF	DC, DD	$150.00	2	2
DG	DC, DD	$300.00	3	5
DH	DC, DD	$235.00	4	4

DI	DE, DF, DG, DH	$25.00	3	1
DJ	DI, DK, DL	$100.00	4	2
DK	DC, DD	$50.00	1	2
DL	DC, DD	$50.00	2	2
DM	DC	$30.00	1	2
DN	DJ, DM	$40.00	1	2
DO	DN	$20.00	1	1
DP	DO	$100.00	10	1
DQ	DO	$100.00	10	1
DR	DE, DP, DQ	$30.00	3	1
DS	DF, DR	$50.00	5	1
DT	DO	$45.00	2	2
DU	DO	$55.00	3	2
DV	DT, DU	$40.00	2	1
DW	DK	$25.00	1	1
DX	DV, DW	$25.00	1	1
DY	-	$26.00	2	1
DZ	DY	$26.00	2	1
EA	DZ	$30.00	1	1
EB	EA	$13.00	1	1
EC	EB	$30.00	2	1
ED	EC	$30.00	30	3
EE	ED	$50.00	5	3
EF	EE	$50.00	7	1
EG	EF	$25.00	2	3
EH	EG	$50.00	3	3
EI	EH	$50.00	2	3
EJ	EH	$60.00	2	1
EK	EI, EJ	$40.00	2	2
EL	DY	$10.00	3	1
EM	EK, EL	$13.00	1	1
EN	EM	$50.00	2	3
EO	EN	$70.00	2	2

EP	F, L, S, AF, AP, CL, DX, EO	$50.00	3	2
EQ	EP	$3,979.96	2	2
ER	F, L, S, AF, AP, CL, DX, EO	$20.00	2	1
ES	ER	$30.00	2	2
ET	EQ, ES	$1,217.81	15	3
EU	ET	$50.00	3	2
EV	EU	$50.00	3	2
EW	EQ, ES	$1,217.81	15	3
EX	EW	$50.00	2	1
EY	EX	$50.00	1	1
EZ	EQ, ES	$1,217.81	15	2
FA	EV, EY, EZ	$100.00	5	3
FB	FA	$140.00	5	3
FC	FA	$120.00	3	3
FD	FB, FC	$30.00	1	3
FE	FD	$30.00	1	5

Fuente: Elaboración propia

E. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS POR PAQUETE DE TRABAJO

A continuación, se presentan las políticas y estrategas definidas por cada paquete de trabajo:

Tabla 383 Políticas y estrategias por paquete de trabajo

Entregable	Sub entregable	Paquete de trabajo	Estrategias	Políticas
1. LEGALIZACIÓN	1.1. TRÁMITES DE PERMISO.	1.1.1. PERMISOS DE COMERCIALIZACIÓN DE ABONO.	El proceso se llevará a cabo por un personal con vasta experiencia en el tema, que garantice la agilidad del proceso y que se maneje la documentación pertinente en el tiempo indicado.	La información es completamente confidencial, no podrá utilizarse para otros propósitos
		1.1.2. PERMISOS DE COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	El proceso se llevará a cabo por un personal con vasta experiencia en el tema, que garantice la agilidad del proceso y que se maneje la documentación pertinente en el tiempo indicado.	La información es completamente confidencial, no podrá utilizarse para otros propósitos
	1.2. TRAMITES DE LEGALIZACIÓN	1.2.1. PROPIEDAD INTELECTUAL	El proceso se llevará a cabo por un personal con vasta experiencia en el tema, que garantice la agilidad del proceso.	La información es completamente confidencial, no podrá utilizarse para otros propósitos
3. EQUIPAMIENTO	3.1. COMPRAS	3.1.1. SELECCIÓN DE PROVEEDORES	Definir criterios bajo la perspectiva de costos, calidad y tiempos de entregas. Seleccionar a los proveedores con base al mejor puntuado.	El factor predominante será el tiempo de entrega en la selección de proveedores.

		3.1.2. COMPRA DE MAQ., MOBILIARIO Y EQUIPO	La ubicación de los equipos se dará en un área que interfiera de menor manera en otras actividades. La inspección se efectuará con un formato de Check list.	Se contrata a un experto para inspeccionar la maquinaria y/o equipo. El pago del equipo se efectuará post inspección.
	3.2. INSTALACIÓN	3.2.1. ACOPLADO	Utilizar los elementos de transporte de materiales externos para la movilización de los elementos de la maquinaria o equipo. Colocar elementos de SSO con base al estudio de SSO de formulación del proyecto.	El personal contratado para la inspección ejecutara la instalación de la maquinaria y equipo. Todo elemento de SSO y potenciales riesgos debe estar señalizada para la inspección final. El personal encargado de colocar e instalar el mobiliario de oficina se encargará de colocar e instalar mobiliario de servicios sanitarios. Se contratará a un especialista en el área de informática para la instalación de computadoras.
		3.2.2. PRUEBA DE MAQUINARIA Y EQUIPO	Las pruebas de maquinaria se desarrollarán de forma separada inicialmente y posteriormente la prueba al sistema de máquinas interconectadas.	Las pruebas se llevarán a cabo por el personal encargado de la instalación de los equipos. Las correcciones deben darse en un máximo de dos pruebas.
4. RECURSO HUMANO	4.1. CONTRATACIÓN DE PERSONAL	4.1.1. CREACIÓN DE OFERTA DE TRABAJO	Se tendrá la información de lineamientos lo antes posible, para ello se establecerá una comunicación fuerte con los encargados de la PTAR y sus planes de contratación.	Los diseños serán realizados con el paquete de trabajo de diseño de Adove.

		4.1.2. SELECCIÓN E INDUCCIÓN DEL PERSONAL	Se tendrá un formato de selección por puntos, de manera que se reduzca la subjetividad al momento de contratación, además de contar con el tiempo indicado para llevar a cabo el proceso.	El tiempo indicado para recibir curriculums será de 30 días. La selección del personal, será elegido por un equipo especializado en el tema.
5. PUESTA EN MARCHA	5.1. PRUEBA PILOTO	5.1.1. PLANIFICACIÓN	Definir criterios bajo la perspectiva de costos, calidad y tiempos de entregas. Seleccionar a los proveedores con base al mejor puntuado. El lanzamiento de marketing.	La duración de la prueba piloto deberá ser exactamente medio mes, equivalente a 15 días. El factor predominante será la calidad de los insumos en la selección de proveedores.
		5.1.2. REVISION Y AJUSTES	El desarrollo de la prueba piloto se ejecutará en dos puntos producción de abono y generación de energía eléctrica. Se tienen que tener puntos de evaluación en cada área, y efectuarlas de forma simultánea al desarrollo de los puntos de la prueba piloto.	Las correcciones de la operatividad de las áreas deben desarrollarse en dos puntos producción de abono y generación de energía eléctrica.
	5.2. CIERRE DE ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	5.2.1. ACTAS E INFORMES	La ponencia de los resultados de implantación debe desarrollarse ante todos los administradores de la PTAR.	El acceso a las finanzas debe cancelarse antes de la ponencia.

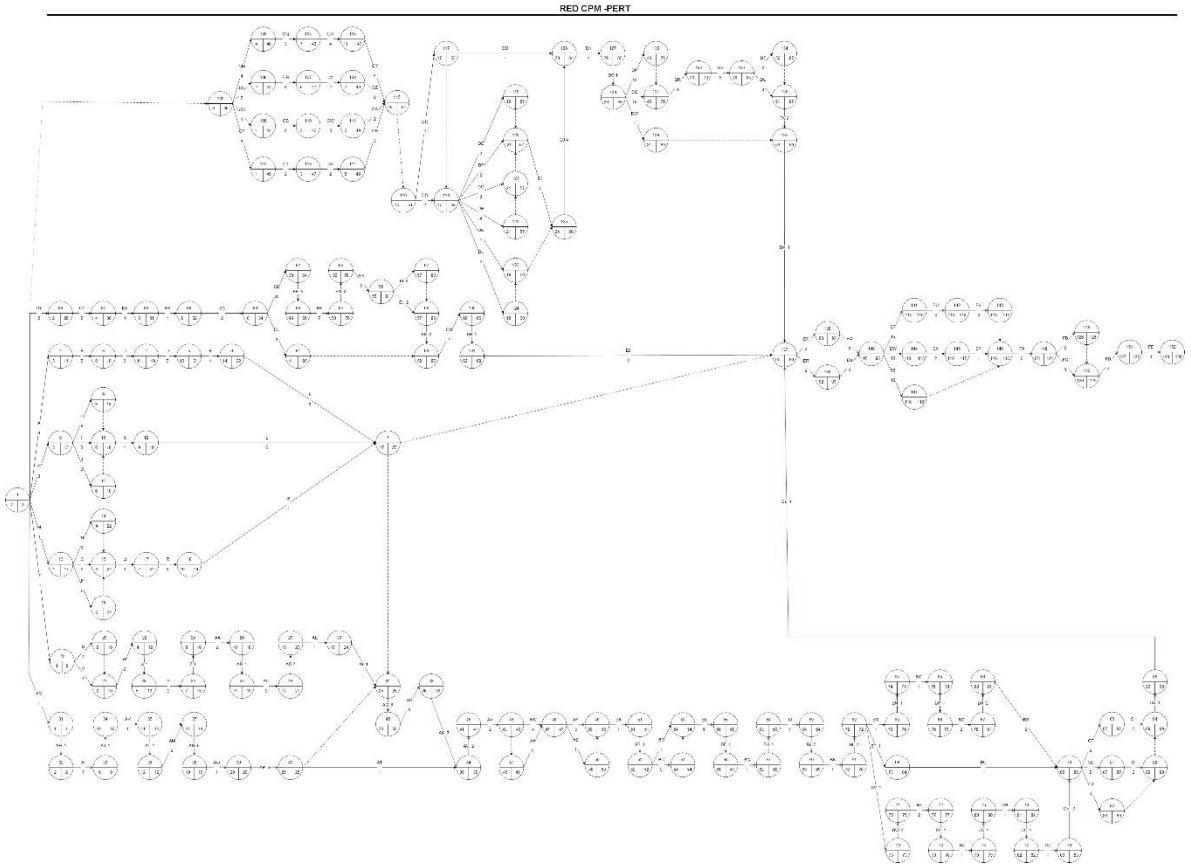
Fuente: Elaboración propia

F. DURACIÓN DEL PROYECTO

1. RED CPM - PERT

A continuación, se muestra la Red CPM-PERT del proyecto:

Diagrama 40 Red CPM - PERT



Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en la red global del proyecto se han identificado las actividades críticas del proyecto mediante el flujo de líneas rojas, de la misma forma estas pueden ser identificadas en la tabla que sé que se presentara posteriormente con la holgura total que es igual a cero de las actividades, estas actividades son de suma importancia considerando que el atraso de una de ellas atrasara el proyecta en una proporción igual al retraso, por lo que a continuación se presentan dichas actividades, la cuales generan la ruta que por nada debe atrasarse en el proyecto:

AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AN, AO, AP, AQ, AR, AS, AU, AV, AW, AY, BA, BB, BC, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL, BV, BW, BX, BY, BZ, CA, CB, CC, CD, CE, CF, CG, CH, CI, CK, CL, EP, EQ, ET, EU, EV, FA, FB, FD, FE.

En total las actividades críticas son 53 de las 161 actividades por las que está compuesto el proyecto, por lo que la criticidad del proyecto es del 32.92% (53/161), de las cuales la mayor parte de las actividades criticas están conformadas por la obra civil, por lo que se debe tener una gestión efectiva y de vital atención en el desarrollo de esta con respecto a los tiempos de ejecución.

De la misma forma en la siguiente tabla se plasma los códigos de las actividades y las respectivas precedencias que se requiere para dar inicio a la misma, además se muestra el costo que se incurrirá para ejecutarla, aclarando que el monto es únicamente el costo directo asociado a la actividad, y de igual forma se coloca el recurso humano necesario para poder llevarla a cabo. Las columnas posteriores se encuentran los tiempos de inicio temprano, tiempos de inicio tardío, tiempo de finalización temprano y tiempos de finalización tardío, respectivamente, estos tiempos representan los intervalos en que las actividades pueden desarrollarse sin atrasar la duración del proyecto, esto respecto a las precedencias, estos datos se extraen de la red global y se encuentran de forma específica en los nodos de inicio y finalización de cada actividad, estos datos sirven de base y son de suma importancia para el cálculo de las últimas tres columnas las cuales la primera representan la holgura total e indica el lapso en que las actividades pueden desarrollarse sin atrasar el proyecto, agregado a esto cabe recalcar que las actividades criticas definidas anteriormente tienen holgura total cero en la tabla ya que como se mencionaba se deben cumplir en el tiempo de su duración, mientras que la holgura libre hace referencia a el tiempo disponible para que las actividades subsecuentes inicien en el tiempo más temprano, mientras que la última columna posee los valores de las holguras de interferencia de cada actividad, la cual representa que si la actividad se ejecuta durante ese intervalo de tiempo no altera como tal la duración del proyecto pero si estaría consumiendo las holguras de las actividades que le preceden, y en caso se consume esta holgura las actividades que le siguen se convertirían en críticas y si se consumiera más tiempo del de la holgura de interferencia atrasaría la duración del proyecto, por tanto, es de suma importancia tener muy en cuenta las holguras presentes en la ejecución del proyecto y evitar el consumo de todas ellas desde el inicio ya que puede suceder algún percance en el futuro y es preferible tener un margen de maniobra ante cualquier posible riesgo que atrase el proyecto y se caiga en un incumplimiento ante PTAR, por lo cual en la siguiente tabla se presentan los datos mencionados de cada una de las actividades:

2. DATOS DE RED

Tabla 384 Datos de red CPM - PERT

Act	Precedencia	Monto	Tiempo	Ti-E	Ti-L	Tj-E	Tj-L	HT	HL	HI
A	-	$15.00	3	0	0	3	11	8	0	8
B	A	$20.00	5	3	11	8	16	8	0	8
C	B	$20.00	3	8	16	11	19	8	0	8
D	C	$15.00	2	11	19	13	21	8	0	8
E	D	$215.00	1	13	21	14	22	8	0	8
F	E	$6.00	3	14	22	17	25	8	0	8
G	-	$40.00	3	0	0	3	13	10	0	10
H	G	$40.00	5	3	13	8	18	10	0	10
I	G	$40.00	3	3	13	8	18	12	2	10
J	G	$40.00	3	3	13	6	18	12	0	12
K	H,I,J	$35.07	1	8	18	9	19	10	0	10
L	K	$55.00	6	9	19	17	25	10	2	8
M	-	$40.00	1	0	0	1	17	16	0	16
N	M	$100.00	3	1	17	4	22	18	0	18
O	M	$75.00	2	1	17	6	22	19	3	16
P	M	$150.00	5	1	17	6	22	16	0	16
Q	N,O,P	$10.00	1	6	22	7	21	14	0	14
R	Q	$10.00	3	7	21	10	24	14	0	14
S	R	$40.00	1	10	24	17	25	14	6	8
T	-	$10.00	1	0	0	1	9	8	0	8
U	T	$10.00	1	1	9	2	10	8	0	8
V	T	$10.00	1	1	9	2	10	8	0	8
W	U,V	$40.00	2	2	10	4	12	8	0	8
X	W	$10.00	1	4	12	5	13	8	0	8
Y	X	$20.00	2	5	13	7	15	8	0	8
Z	Y	$40.00	1	7	15	8	16	8	0	8
AA	Z	$47.95	2	8	16	10	18	8	0	8
AB	AA	$45.00	1	10	18	11	19	8	0	8
AC	AB	$38.00	2	11	19	13	21	8	0	8
AD	AC	$20.00	2	13	21	15	23	8	0	8

AE	AD	$110.00	1	15	23	16	24	8	0	8
AF	AE	$5.00	1	16	24	25	25	8	8	0
AG	-	$20.00	1	0	0	1	1	0	0	0
AH	AG	$10.00	1	1	1	2	2	0	0	0
AI	AH	$140.00	7	2	2	9	9	0	0	0
AJ	AI	$20.00	1	9	9	10	10	0	0	0
AK	AJ	$20.00	1	10	10	11	11	0	0	0
AL	AK	$10.00	1	11	11	12	12	0	0	0
AM	AK, AL	$20.00	2	12	12	14	14	0	0	0
AN	AM	$50.00	5	14	14	19	19	0	0	0
AO	AN	$10.00	1	19	19	20	20	0	0	0
AP	AO	$10.00	5	20	20	25	25	0	0	0
AQ	F, L, S, AF, AP	$19,344.60	8	25	25	33	33	0	0	0
AR	AQ	$250.00	3	33	33	36	36	0	0	0
AS	AR	$10.00	3	36	36	39	39	0	0	0
AT	AP	$30.00	1	25	25	39	39	13	13	0
AU	AT, AS	$78.75	2	39	39	41	41	0	0	0
AV	AU	$30.00	2	41	41	43	43	0	0	0
AW	AV	$40.00	4	43	43	47	47	0	0	0
AX	AV	$30.00	2	43	45	47	47	2	2	0
AY	AW, AX	$30.00	3	47	47	50	50	0	0	0
AZ	AW, AX	$20.00	1	47	47	48	50	2	0	2
BA	AY, AZ	$20.00	1	50	50	51	51	0	0	0
BB	BA	$20.00	1	51	51	52	52	0	0	0
BC	BB	$50.00	2	52	52	54	54	0	0	0
BD	BB	$13.00	1	52	52	54	54	1	1	0
BE	BC, BD	$13.00	6	54	54	60	60	0	0	0
BF	BE	$25.00	1	60	60	61	61	0	0	0
BG	BF	$40.00	1	61	61	62	62	0	0	0
BH	BG	$20.00	1	62	62	63	63	0	0	0
BI	BH	$50.00	1	63	63	64	64	0	0	0
BJ	BI	$250.00	5	64	64	69	69	0	0	0

BK	BJ	$60.00	1	69	69	70	70	0	0	0
BL	BK	$50.00	2	70	70	72	72	0	0	0
BM	BL	$50.00	1	72	72	73	76	3	0	3
BN	BM	$10.00	1	73	76	74	77	3	0	3
BO	BN	$20.00	1	74	77	75	78	3	0	3
BP	BN, BO	$30.00	1	75	78	76	79	3	0	3
BQ	BP	$10.00	2	76	79	78	81	3	0	3
BR	BQ	$40.00	2	78	81	80	83	3	0	3
BS	BQ, BR	$60.00	2	80	83	85	85	3	3	0
BT	BL	$30.00	1	72	72	73	84	11	0	11
BU	BT	$20.00	1	73	84	85	85	11	11	0
BV	BL	$20.00	1	72	72	73	73	0	0	0
BW	BV	$10.00	2	73	73	75	75	0	0	0
BX	BW	$30.00	2	75	75	77	77	0	0	0
BY	BX	$10.00	1	77	77	78	78	0	0	0
BZ	BY	$10.00	1	78	78	79	79	0	0	0
CA	BZ	$10.00	1	79	79	80	80	0	0	0
CB	BZ, CA	$20.00	1	80	80	81	81	0	0	0
CC	CB	$40.00	1	81	81	82	82	0	0	0
CD	CC	$20.00	1	82	82	83	83	0	0	0
CE	CD	$40.00	2	83	83	85	85	0	0	0
CF	BS, BU, CE	$40.00	2	85	85	87	87	0	0	0
CG	BS, BU, CE	$40.00	2	85	85	87	87	0	0	0
CH	CF	$40.00	2	87	87	89	89	0	0	0
CI	CG	$40.00	2	87	87	89	89	0	0	0
CJ	BS, BU, CE	$25.00	1	85	85	86	89	3	0	3
CK	CH, CI, CJ	$25.00	1	89	89	90	90	0	0	0
CL	CK	$20.00	1	90	90	91	91	0	0	0
CM	-	$15.00	4	0	36	4	40	36	0	36
CN	-	$15.00	2	0	36	2	44	42	0	42
CO	-	$15.00	1	0	36	1	44	43	0	43
CP	-	$15.00	1	0	36	1	45	44	0	44
CQ	CM	$40.00	3	4	40	7	43	36	0	36

CR	CN	$40.00	3	2	44	5	47	42	0	42
CS	CO	$40.00	2	1	44	3	46	43	0	43
CT	CP	$40.00	2	1	45	3	47	44	0	44
CU	CQ	$575,284.29	4	7	43	11	47	36	0	36
CV	CR	$4,451.90	2	5	47	7	49	42	0	42
CW	CS	$495.00	3	3	46	6	49	43	0	43
CX	CT	$7,544.00	2	3	47	5	49	44	0	44
CY	CU	$20.00	4	11	47	15	51	36	0	36
CZ	CV	$20.00	2	7	49	15	51	42	6	36
DA	CW	$20.00	2	6	49	15	51	43	7	36
DB	CX	$20.00	2	5	49	15	51	44	8	36
DC	CY, CZ, DA, DB	$50.00	2	15	51	17	53	36	0	36
DD	CY, CZ, DA, DB	$100.00	2	15	51	17	53	36	0	36
DE	DC, DD	$100.00	2	17	53	19	57	38	0	38
DF	DC, DD	$150.00	2	17	53	21	57	38	2	36
DG	DC, DD	$300.00	3	17	53	21	57	37	1	36
DH	DC, DD	$235.00	4	17	53	21	57	36	0	36
DI	DE, DF, DG, DH	$25.00	3	21	57	24	60	36	0	36
DJ	DI, DK, DL	$100.00	4	24	60	28	64	36	0	36
DK	DC, DD	$50.00	1	17	53	19	60	42	1	41
DL	DC, DD	$50.00	2	17	53	19	60	41	0	41
DM	DC	$30.00	1	17	53	28	64	46	10	36
DN	DJ, DM	$40.00	1	28	64	29	65	36	0	36
DO	DN	$20.00	1	29	65	30	66	36	0	36
DP	DO	$100.00	10	30	66	40	76	36	0	36
DQ	DO	$100.00	10	30	66	40	76	36	0	36
DR	DE, DP, DQ	$30.00	3	40	76	43	79	36	0	36
DS	DF, DR	$50.00	5	43	79	48	84	36	0	36
DT	DO	$45.00	2	48	84	50	87	37	0	37
DU	DO	$55.00	3	48	84	50	87	36	-1	37
DV	DT, DU	$40.00	2	51	87	53	89	36	0	36
DW	DK	$25.00	1	30	66	31	89	58	0	58
DX	DV, DW	$25.00	1	53	89	90	90	36	36	0
DY	-	$26.00	2	0	0	2	28	26	0	26

DZ	DY	$26.00	2	2	28	4	30	26	0	26
EA	DZ	$30.00	1	4	30	5	31	26	0	26
EB	EA	$13.00	1	5	31	6	32	26	0	26
EC	EB	$30.00	2	6	32	8	34	26	0	26
ED	EC	$30.00	30	8	34	38	64	26	0	26
EE	ED	$50.00	5	38	64	43	69	26	0	26
EF	EE	$50.00	7	43	69	50	76	26	0	26
EG	EF	$25.00	2	50	76	52	78	26	0	26
EH	EG	$50.00	3	52	78	55	81	26	0	26
EI	EH	$50.00	2	55	81	57	83	26	0	26
EJ	EH	$60.00	2	55	81	57	83	26	0	26
EK	EI, EJ	$40.00	2	57	83	59	85	26	0	26
EL	DY	$10.00	3	8	34	11	85	74	0	74
EM	EK, EL	$13.00	1	59	85	60	86	26	0	26
EN	EM	$50.00	2	60	86	62	88	26	0	26
EO	EN	$70.00	2	62	88	90	90	26	26	0
EP	F, L, S, AF, AP, CL, DX, EO	$50.00	3	90	90	93	93	0	0	0
EQ	EP	$3,979.96	2	93	93	95	95	0	0	0
ER	F, L, S, AF, AP, CL, DX, EO	$20.00	2	90	90	92	93	1	0	1
ES	ER	$30.00	2	92	93	95	95	1	1	0
ET	EQ, ES	$1,217.81	15	95	95	110	110	0	0	0
EU	ET	$50.00	3	110	110	113	113	0	0	0
EV	EU	$50.00	3	113	113	116	116	0	0	0
EW	EQ, ES	$1,217.81	15	95	95	110	113	3	0	3
EX	EW	$50.00	2	110	113	112	115	3	0	3
EY	EX	$50.00	1	112	115	116	116	3	3	0
EZ	EQ, ES	$1,217.81	15	95	95	110	116	6	0	6
FA	EV, EY, EZ	$100.00	5	116	116	121	121	0	0	0
FB	FA	$140.00	5	121	121	126	126	0	0	0
FC	FA	$120.00	3	121	121	126	126	2	2	0
FD	FB, FC	$30.00	1	126	126	127	127	0	0	0
FE	FD	$30.00	1	127	127	128	128	0	0	0

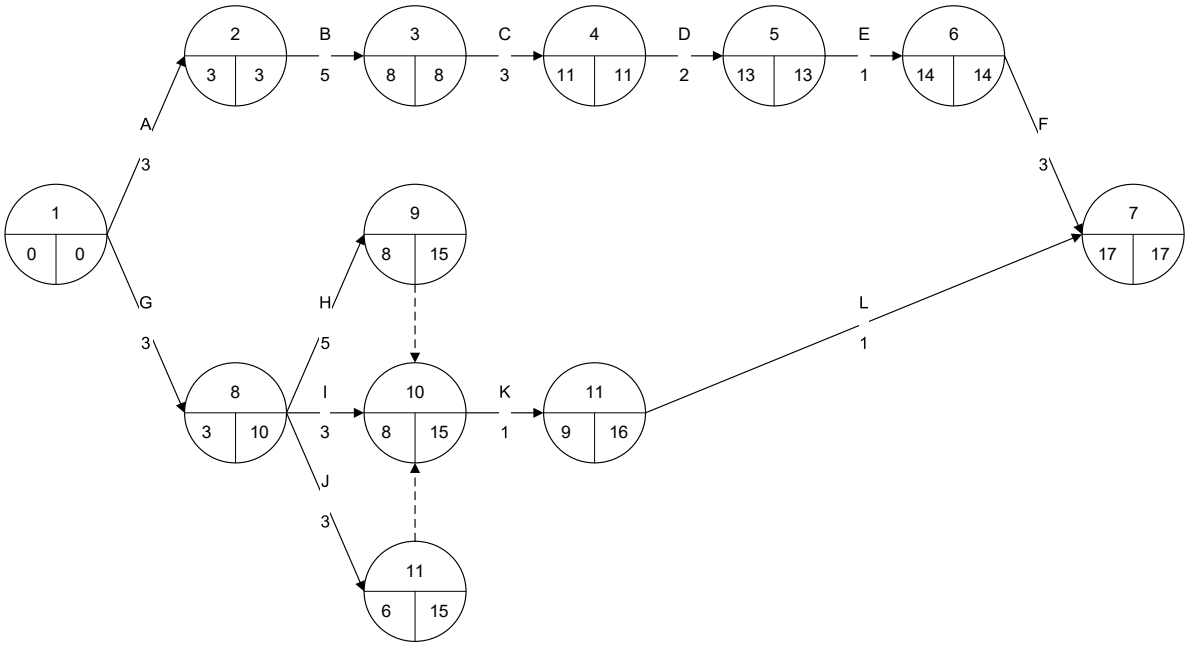
Fuente: Elaboración propia

3. REDES POR PAQUETE DE TRABAJO

A continuación, se muestra el desglose de redes por cada paquete de trabajo, como se mencionó antes, el total de paquetes de trabajo es de 17.

3.1 Permisos de comercialización de abono.

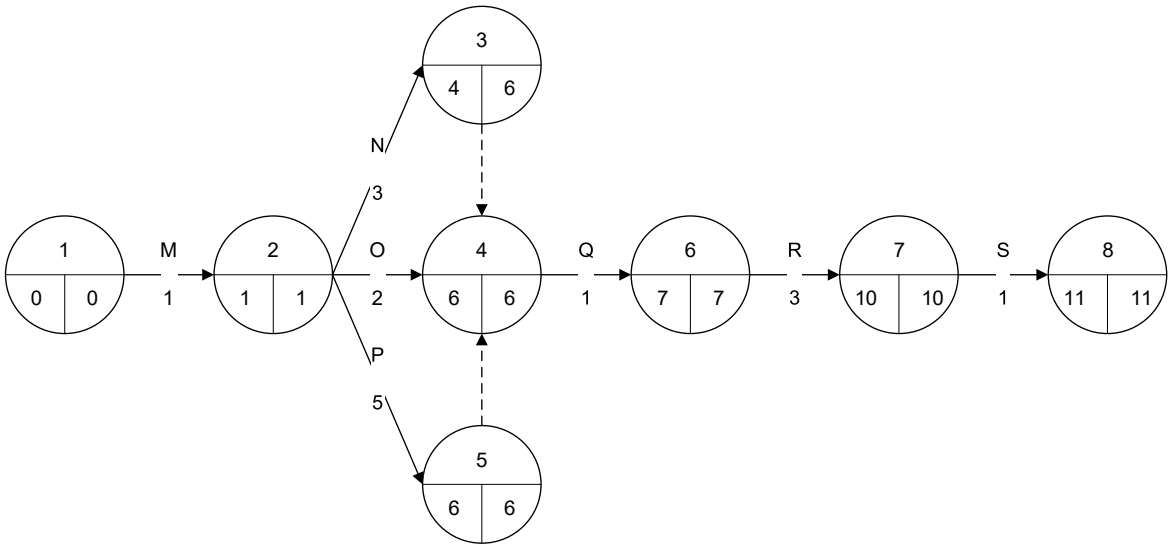
Diagrama 41 Permisos de comercialización de abono



Fuente: elaboración propia

3.2 Permisos de comercialización de energía eléctrica.

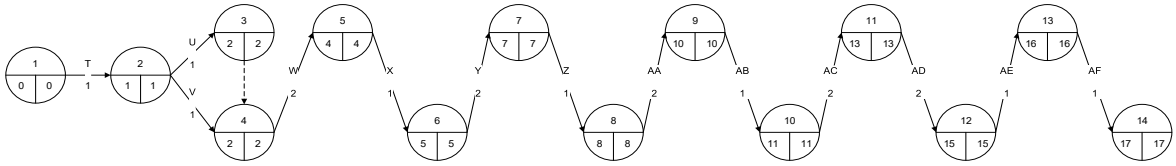
Diagrama 42 Permisos de comercialización de energía eléctrica



Fuente: elaboración propia

3.3 Propiedad intelectual.

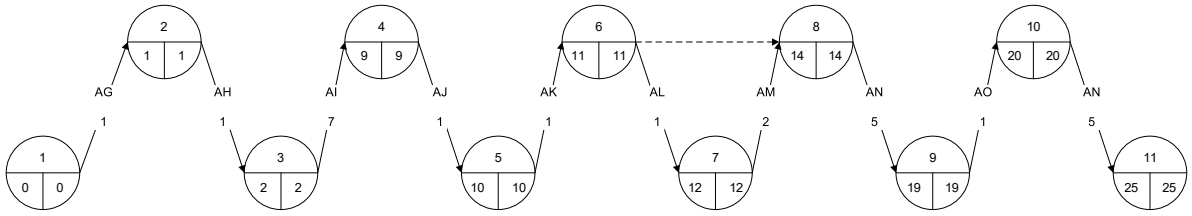
Diagrama 43 Propiedad intelectual



Fuente: elaboración propia

3.4 Subcontratación.

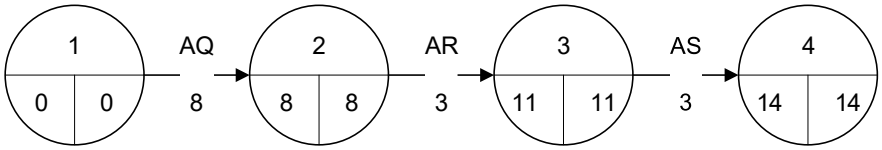
Diagrama 44 Subcontratación



Fuente: elaboración propia

3.5 Compra de materiales.

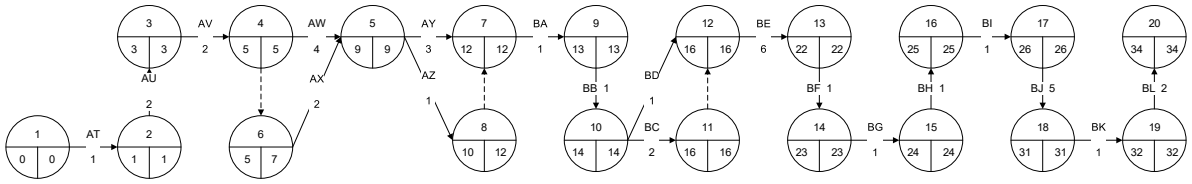
Diagrama 45 Compra de materiales



Fuente: elaboración propia

3.6 Levantamiento de cimientos.

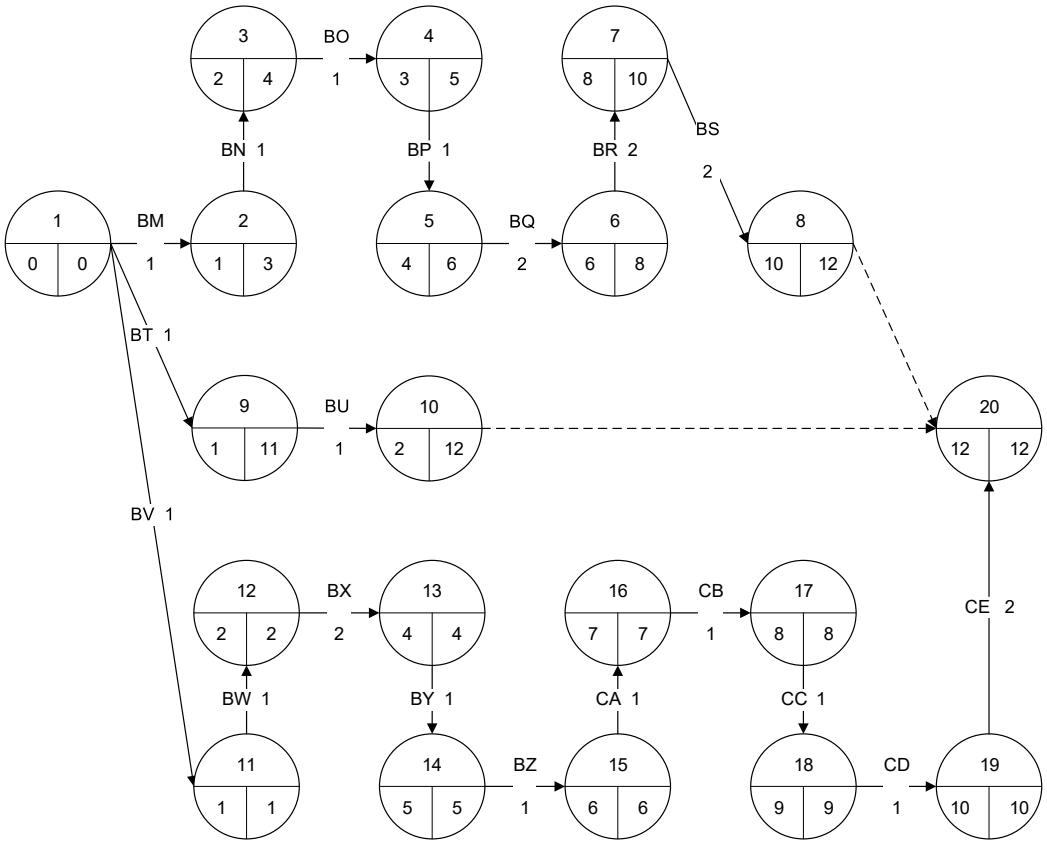
Diagrama 46 Levantamiento de cimientos



Fuente: elaboración propia

3.7 Instalaciones eléctricas / hidráulicas.

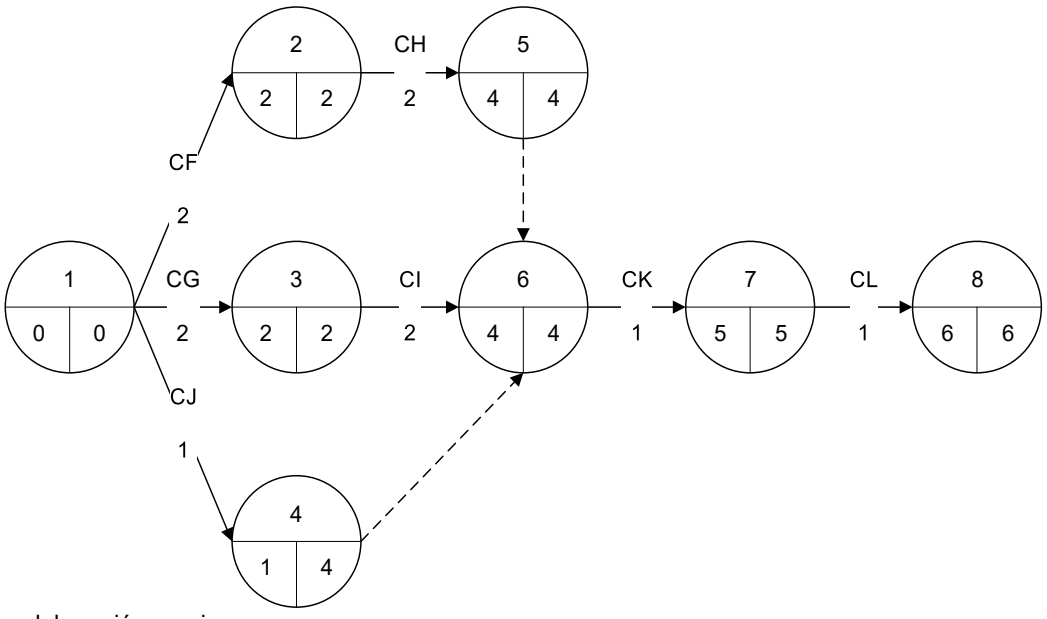
Diagrama 47 Instalaciones eléctricas / hidráulicas



Fuente: elaboración propia

3.8 Acabados superficiales.

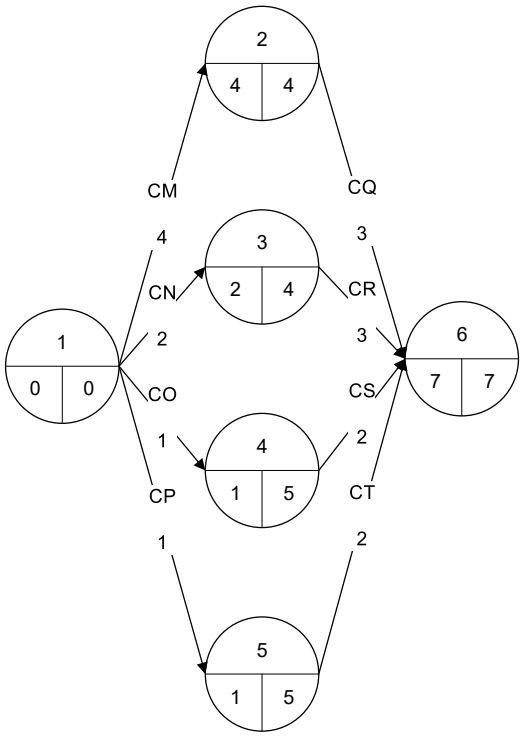
Diagrama 48 Acabados superficiales



Fuente: elaboración propia

3.9 Selección de proveedores.

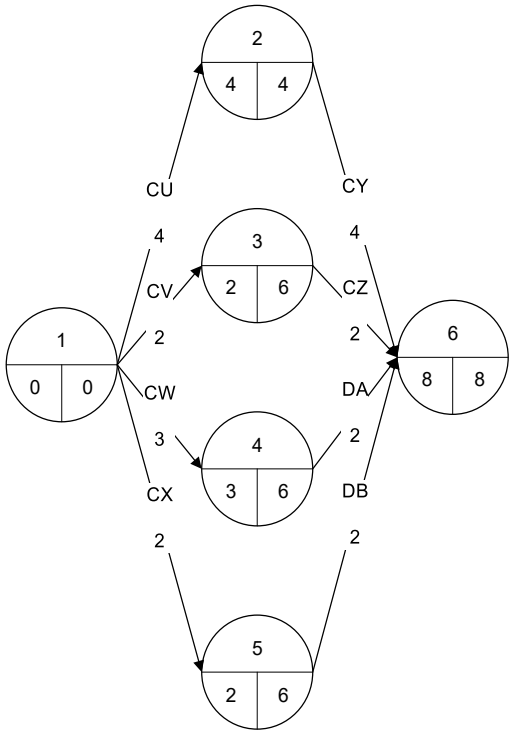
Diagrama 49 Selección de proveedores



Fuente: elaboración propia

3.10 Compra de maquinaria, mobiliario y equipo.

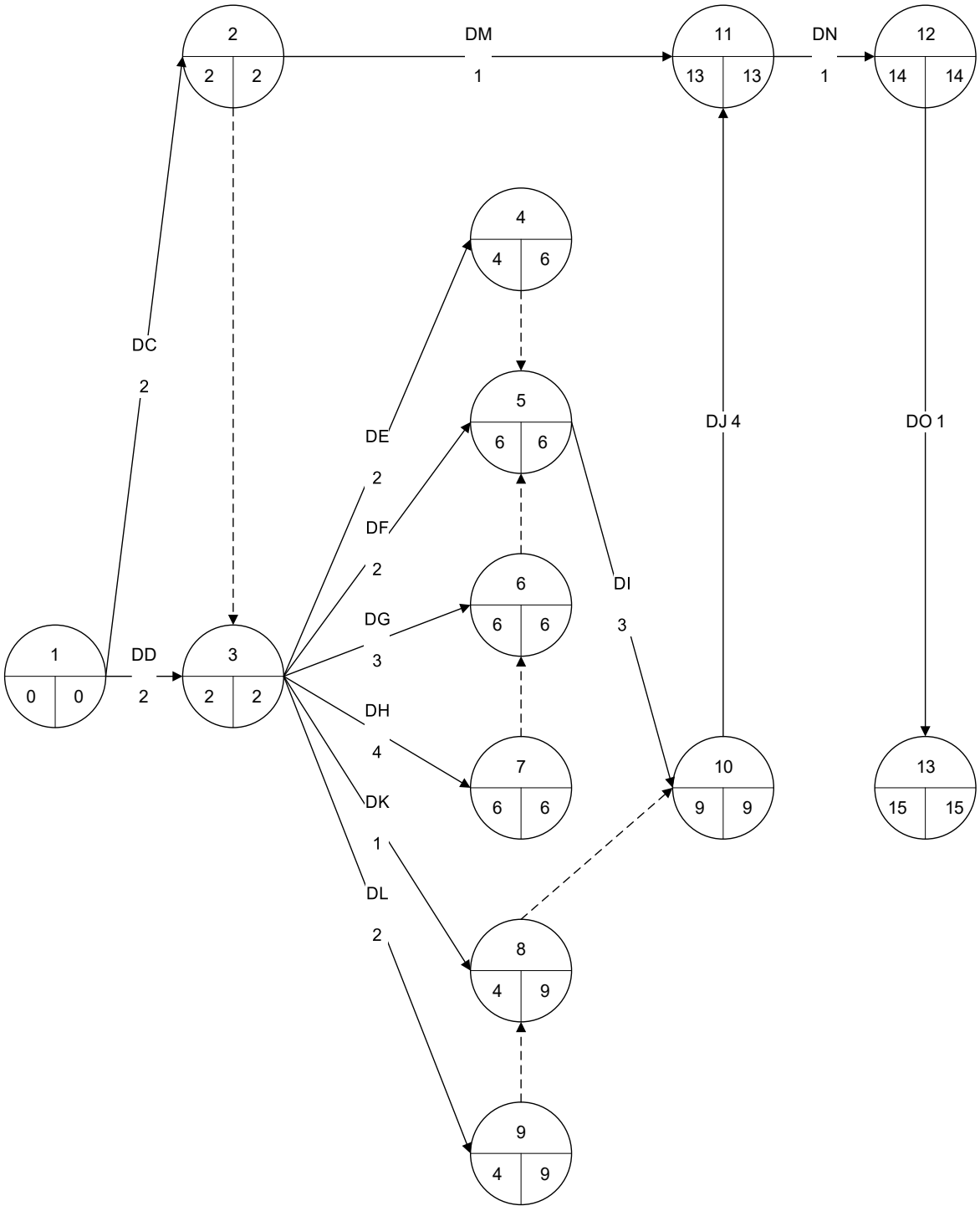
Diagrama 50 Compra de maquinaria, mobiliario y equipo



Fuente: elaboración propia

3.11 Acoplado.

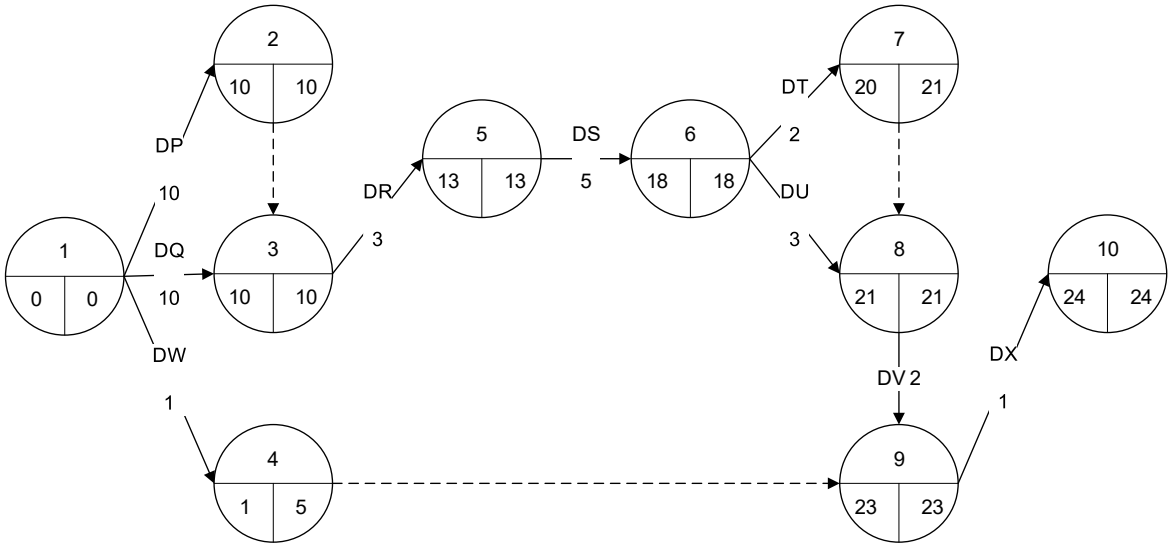
Diagrama 51 Acoplado



Fuente: elaboración propia

3.12 Prueba de maquinaria y equipo.

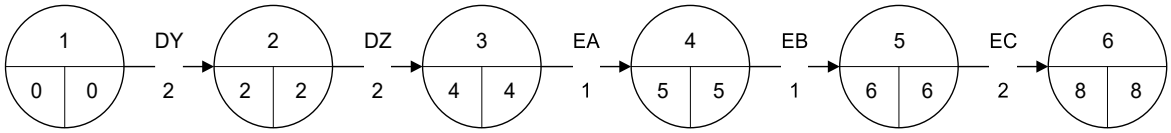
Diagrama 52 Prueba de maquinaria y equipo



Fuente: elaboración propia

3.13 Creación de oferta de trabajo.

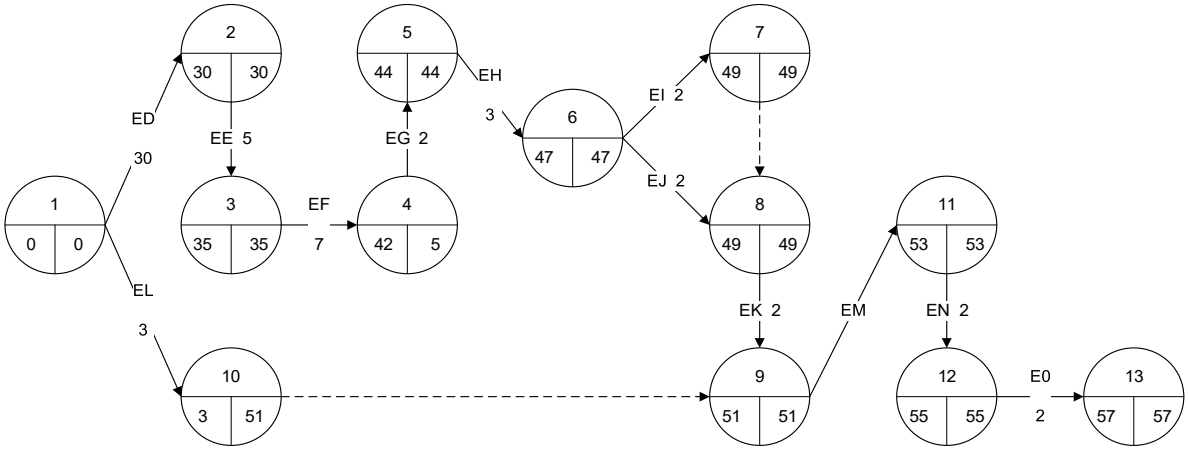
Diagrama 53 Creación de oferta de trabajo



Fuente: elaboración propia

3.14 Selección e inducción del personal.

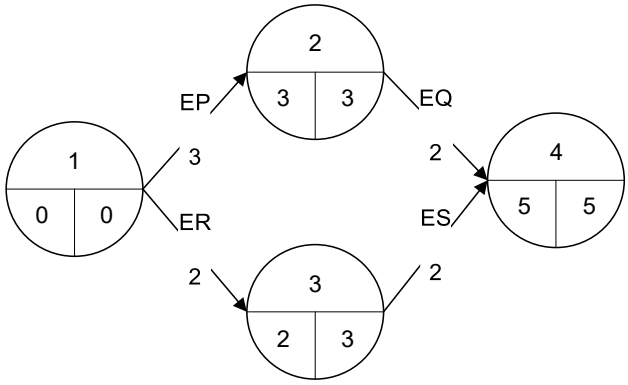
Diagrama 54 Selección e inducción del personal



Fuente: elaboración propia

3.15 Planificación.

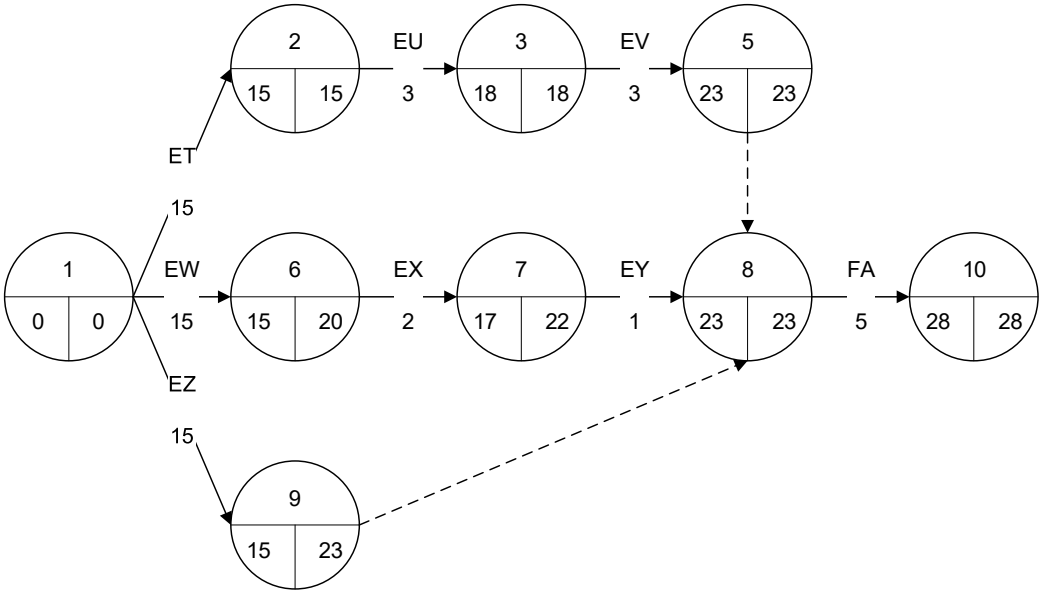
Diagrama 55 Planificación



Fuente: elaboración propia

3.16 Revisión y ajuste.

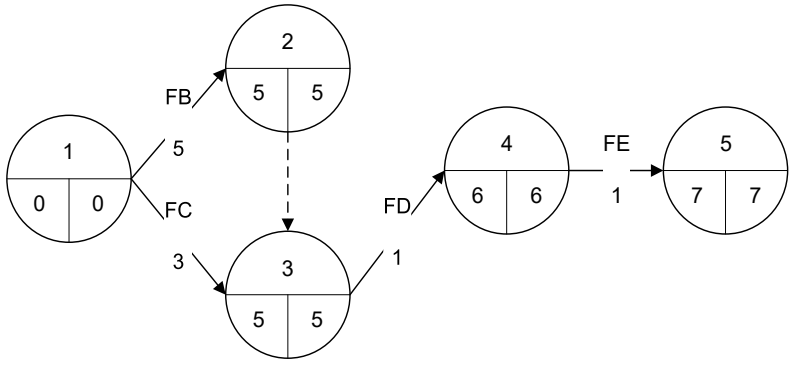
Diagrama 56 Revisión y ajuste.



Fuente: elaboración propia

3.17 Actas e informes.

Diagrama 57 Actas e informes



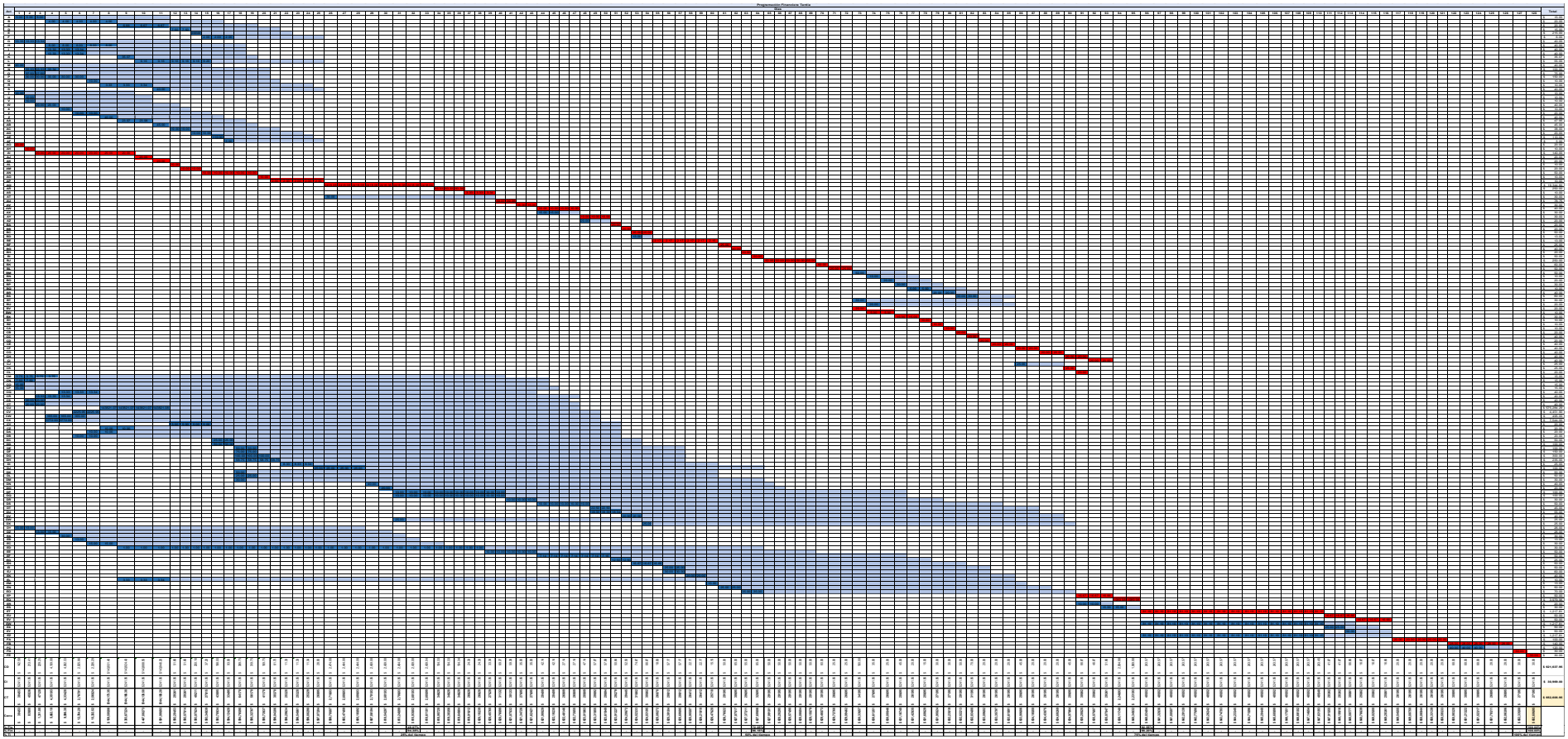
Fuente: elaboración propia

G. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

1. DIAGRAMA GANTT

En este apartado se denota la parte de en la que se efectúa la programación de todas las actividades mediante la herramienta del diagrama de Gantt las cuales a su vez se puede visualizar el calendario del proyecto, donde se tiene a consideración que los días domingos no se trabaja, así como los días festivos, por ende, 128 días, son días efectivos de trabajo que es la duración neta del proyecto que dicho de otra forma es la duración del proyecto, este diagrama está basado en la red global del plano.

Tabla 385 Diagrama de Gantt del proyecto



Fuente: Elaboración propia

2. PROGRAMACIÓN FINANCIERA

Dentro de la programación financiera se toma a consideración tres puntos, el primero consiste en la programación temprana donde se planea la ejecución de estas en el punto más temprano que se pueda y por ende se dará un egreso temprano; el segundo aborda la programación tardía donde se planea la ejecución de las actividades a fin de concluirlas en el punto más tardío y por ende se tendrá un egreso más tardío en el proyecto; el tercer punto plasma la programación balanceado donde se pretende que se dé un flujo de egresos acorde a lo planificado; por tanto, estos puntos se detallan a continuación:

2.1 Desglose de costos indirectos

Tabla 386 Costos indirectos del proyecto

ADMINISTRACION DEL PROYECTO	
Actividad	**Costo total**
Gerente de proyecto	$ 11,400.00
Jefe de operaciones	$ 9,600.00
Jefe administrativo	$ 8,700.00
Agua potable	$ 69.00
Energía eléctrica	$ 720.00
Papelería y otros	$ 480.00
TOTAL	**$ 30,969.00**

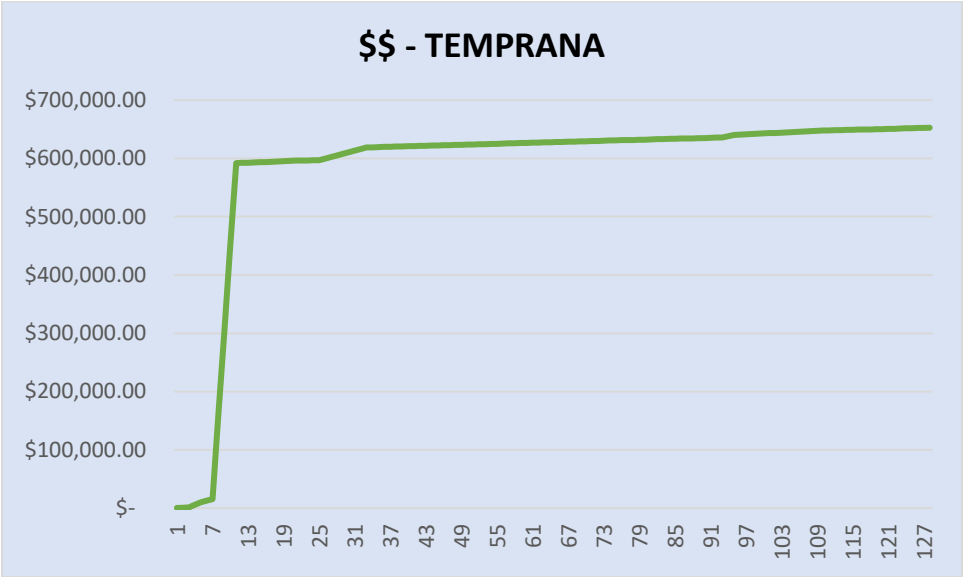
Fuente: Elaboración propia

Por tanto, dado el capital de trabajo que asciende a los $30,969.00 y los días como se hace mención en el párrafo del diagrama de Gantt, los días del proyecto son de 128 días, lo cual hace que el costo indirecto utilizado en el presente diagrama asciende a $241.95 por día, dado que se ha prorrateado la administración del proyecto por la duración del proyecto.

2.2 Programación financiera temprana

La programación temprana de los recursos financieros tiene su base en la columna TiE donde se pretende comenzar todas las actividades en el punto más temprano que se pueda, esto se observar en los planos y con base a los costos acumulados ubicados en la fila “Acu” en la parte inferior de todos los planos referenciados, se elabora el siguiente gráfico:

Diagrama 58 Programación temprana financiera



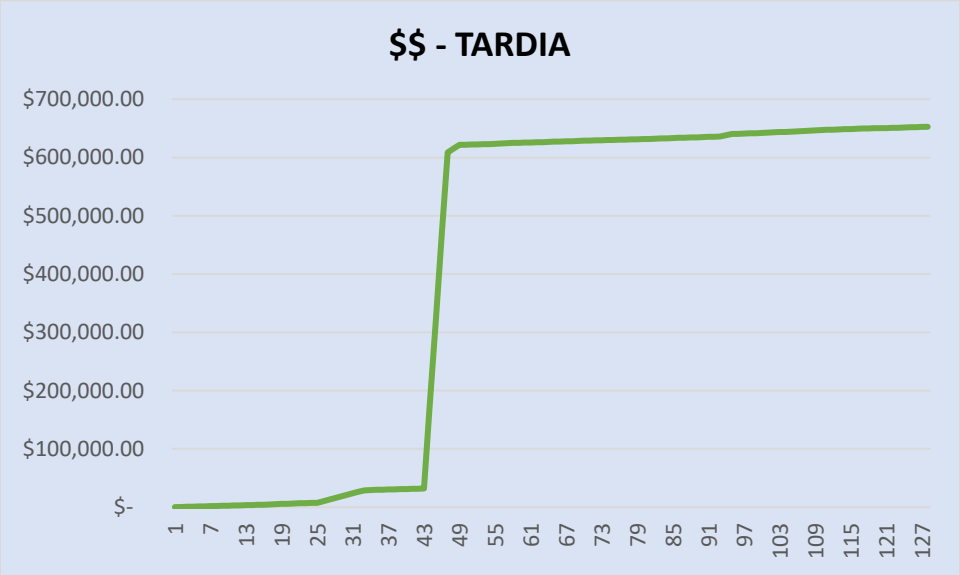
Fuente: Elaboración propia

En el grafico se puede observar la tendencia del cumulo de egresos que se tendrá en caso las actividades se comiencen en el periodo más temprano, además se puede observar que para esta programación para el primer punto de control equivalente al 25% de la duración del proyecto se tendrá un avance físico del 49.07% contra un 94.38% de la utilización del financiamiento total del proyecto, por lo que se da un avance físico aproximado del 50% utilizando la mayor parte del financiamiento en la compra del equipo, por lo que la curva S percibe un gran incremento en este periodo,; mientras que para el segundo punto de control, 50% de la duración del proyecto se tiene un avance físico del 72.05% del avance físico versus una utilización del 96.18% del presupuesto del proyecto, lo cual indica que con aproximadamente el 2% de los recursos se puede avanzar un 20% del avance físico en este periodo tomando en cuenta un inicio temprano; el tercer punto de control es en el 75% de la duración del proyecto equivalente a los 96 días de los 128 días de duración del proyecto, para este periodo se contempla un avance del 92.55% de las actividades contra una utilización del 98.20% del presupuesto de implantación, los porcentajes restantes del avance físico y avance financiero se ejecutan en el último 25% de la duración del proyecto, por lo que al tener como base esta programación no se podrían cumplir el desarrollo de las actividades en los tiempos establecidos dada las limitaciones del financiamiento que están ubicadas en la programación balanceada.

2.3 Programación financiera tardía

La programación tardía de los recursos financieros tiene su base en la columna TjL, donde se pretende terminar todas las actividades en el punto limite, ósea en la terminación más tardía, esto se observar en los Planos y con base a los costos acumulados, en la fila “Acu” en la parte inferior de todos los planos referenciados, se elabora el siguiente grafico:

Diagrama 59 Programación financiera tardía



Fuente: Elaboración propia

En el grafico se puede observar la tendencia del cumulo de egresos que se tendrá en caso las actividades se terminen en el punto más tardío que se pueda sin retrasar el proyecto, además se puede observar que para esta programación para el primer punto de control equivalente al 25% de la duración del proyecto se tendrá un avance físico del 28.57% contra un 4.05% de la utilización del financiamiento total del proyecto, por lo que se ve un disminución en el porcentaje de avance físico en 50% aproximadamente respecto a la tardía reduciendo 90% del avance financiero; mientras que para el segundo punto de control, 50% de la duración del proyecto, equivalente aproximadamente a 64 días de la duración del proyecto, se tiene un avance físico del 58.39% del avance físico versus una utilización del 96.03% del presupuesto del proyecto, que al igual que en el primer punto se ve reducida el avance físico aproximadamente en un 20% manteniendo la misma utilización de recursos financiero, en este periodo se realiza una gran inversión en la compra del equipo, por lo que la curva S percibe un gran incremento en este periodo; el tercer punto de control es en el 75% de la duración del proyecto, para este periodo se contempla un avance del 92.55% de

las actividades contra una utilización del 98.17% del presupuesto de implantación, los porcentajes restantes del avance físico y avance financiero se ejecutan en el último 25% de la duración del proyecto, por lo que al tener como base esta programación si cumple con las limitantes de financiamiento dejando un pequeño margen en cada punto de control, sin embargo, al dejar todas las actividades (no criticas) sin margen de error puede generar riesgos de atrasar la duración del proyecto ante cualquier percance, por lo que se efectuara una nueva programación que busque balancear y cumplir con los límites de financiamiento y dejando cierto margen de error según los tiempos tardíos y tempranos de cada actividad.

2.4 Programación financiera balanceada

La programación balanceada de los recursos financieros tiene su base en las columnas TiE - TjL, dicho de otra manera, la holgura total, donde se pretende balancear comenzar las actividades no críticas en un punto intermedio que permita reducir los riesgos de atrasos en el proyecto global y que pueda cumplir con las limitantes del recuro financiero, los cuales se detallan a continuación:

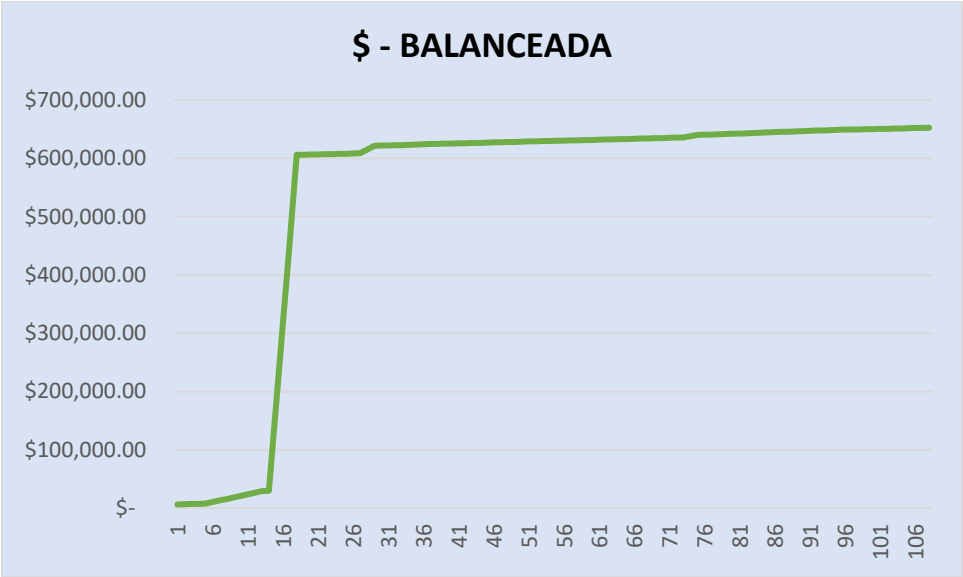
Tabla 387 Desembolsos del proyecto

Limitantes de Financiamiento				
Entidad de Financiamiento	**1er Desembolso**	**2do Desembolso**	**3er Desembolso**	**4to Desembolso**
Entidad de financiamiento	$ 30,000.00	$ 600,000.00	$ 15,000.00	$ 8,000.00
Recurso acumulado	**$ 30,000.00**	**$ 630,000.00**	**$ 645,000.00**	**$ 653,000.00**
Recurso acumulado %	4.59%	96.48%	98.77%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

La limitante para el balanceo de la programación financiera se ubica en los porcentajes de recursos acumulado de la tabla anterior por lo que se deben tomar en cuenta para programar las actividades del proyecto, aclarando que estos porcentajes se sacaron en base a él recursos acumulado (disponible) divididos entre el presupuesto de gestión del proyecto equivalente a $653,000.00, aclarado esto la programación a la que llego con base a los criterios planteados se observan en los Planos y con base a los costos acumulados ubicados en la fila “Acu” en la parte inferior de todos los planos referenciados, se elabora el siguiente grafico:

Diagrama 60 Programación financiera balanceada



Fuente: Elaboración propia

En el grafico se puede observar la tendencia del cumulo de egresos que se tendrá en caso las actividades se desarrollen de forma balanceada cumpliendo los límites de financiamiento y reduciendo los riesgos por retraso, además se puede observar que para esta programación para el primer punto de control equivalente al 25% de la duración del proyecto, 32 días del proyecto, se tendrá un avance físico del 49.07% contra un 4.06% de la utilización del financiamiento total del proyecto, equivalente a $26,474.16 que está por debajo del recurso disponible para ese periodo, $30,000.00; mientras que para el segundo punto de control, 50% de la duración del proyecto, se tiene un avance físico del 72.05% del avance físico versus una utilización del 96.03% del presupuesto del proyecto, que equivale a $626,701.06 y de igual forma se tiene una margen frente al límite de financiamiento, $630,000.00; el tercer punto de control es en el 75% de la duración del proyecto, para este periodo se contempla un avance del 92.55% de las actividades contra una utilización del 98.17% del presupuesto de implantación, y equivale a $640,995.60, que de forma similar a los puntos anteriores se presenta un margen por lo cual si se pueden desarrollar las actividades en este periodo, los porcentajes restantes del avance físico y avance financiero se ejecutan en el último 25% de la duración del proyecto, por tanto, en todas las etapas incluyendo la parte final de la implementación del proyecto se tiene un margen de recursos frente a la utilización en los periodos de punto de control, que están limitados por los abonos de los financistas en los periodos que demarca la tabla anterior, por lo que esta programación cumple con la limitación del financiamiento y reduce el riesgo de atraso por

inconvenientes en las actividades al programarlas de forma que la finalización no se de en el punto más tardío.

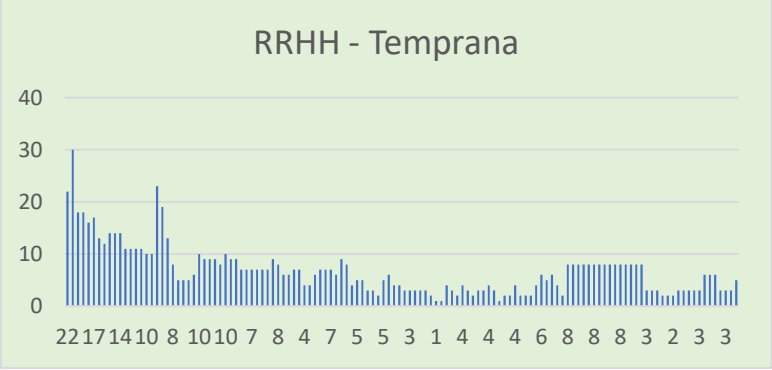
3. PROGRAMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Dentro de la programación de recurso humano se toma a consideración tres puntos, el primero consiste en la programación temprana donde se planea la ejecución de estas en el punto más temprano que se pueda y por ende se dará un egreso temprano; el segundo aborda la programación tardía donde se planea la ejecución de las actividades a fin de concluirlas en el punto más tardío y por ende se tendrá un egreso más tardío en el proyecto; el tercer punto plasma la programación balanceado donde se pretende que se dé una media balanceada de empleados a lo largo de la ejecución del proyecto; por tanto, estos puntos se detallan a continuación:

3.1 Programación de recurso humana temprana

La programación temprana de recurso humano tiene su base en la columna donde se pretende comenzar todas las actividades en el punto más temprano que se pueda, esto se observar en los Planos y con base a la acumulación de personal requerido en cada día de la ejecución del proyecto, que se visualiza en la parte inferior de todos los planos referenciados, se elabora el siguiente grafico:

Diagrama 61 Programación de recurso humano temprana



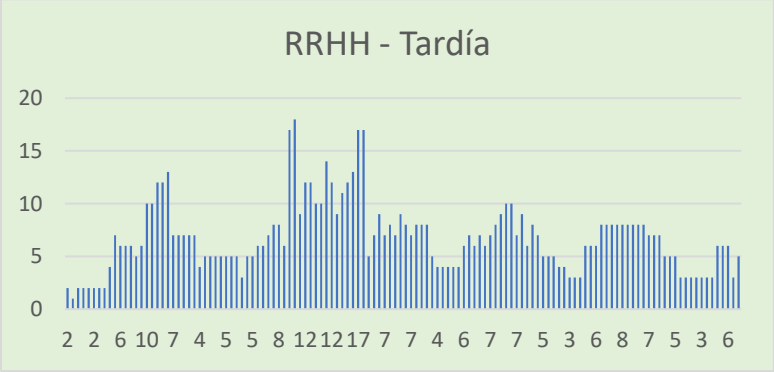
Fuente: Elaboración propia

En el grafico se puede observar que no se da una tendencia uniforme en el requerimiento del recurso humano al programar todas las actividades no críticas en su inicio más temprano por lo que no es recomendable esta programación, ya que puede generar un efecto de un bajo compromiso de los trabajadores con el desarrollo de sus actividades, por tanto, no es viable esta programación de recurso humano.

3.2 Programación de recurso humana tardía

La programación tardía de recurso humano tiene su base en la columna TjL donde se pretende terminar todas las actividades en el punto limite, ósea en la terminación más tardía, esto se observar en los Planos y con base a la acumulación de personal requerido en cada día de la ejecución del proyecto, que se visualiza en la parte inferior de todos los planos referenciados, se elabora el siguiente grafico:

Diagrama 62 Programación de recurso humano tardía



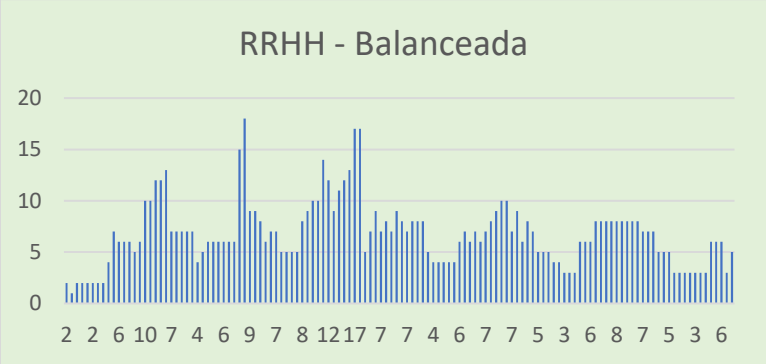
Fuente: Elaboración propia

En el grafico se puede observar, al igual que en la programación temprana, que no se da una tendencia del todo uniforme en el requerimiento del recurso humano al programar todas las actividades no críticas en su finalización más tardía por lo que no es recomendable esta programación, ya que si bien presenta una mayor uniformidad, está aún se pueda balancear, dado que si se toma como base puede generar el mismo efecto que la programación anterior en los trabajadores un efecto de un bajo compromiso con el desarrollo de sus actividades, por tanto, no es viable esta programación de recurso humano.

3.3 Programación de recurso humana balanceada

La programación tardía de recurso humano tiene su base en la columna TiE-TjL donde se pretende balancear todas las actividades de forma que se dé una tendencia uniforme en el gráfico y que a su vez no genere riesgos de atraso, dejando márgenes para la finalización de las actividades, esto se observar en los Planos y con base a la acumulación de personal requerido en cada día de la ejecución del proyecto, que se visualiza en la parte inferior de todos los planos referenciados, se elabora el siguiente grafico:

Diagrama 63 Programación de recurso humano balanceada



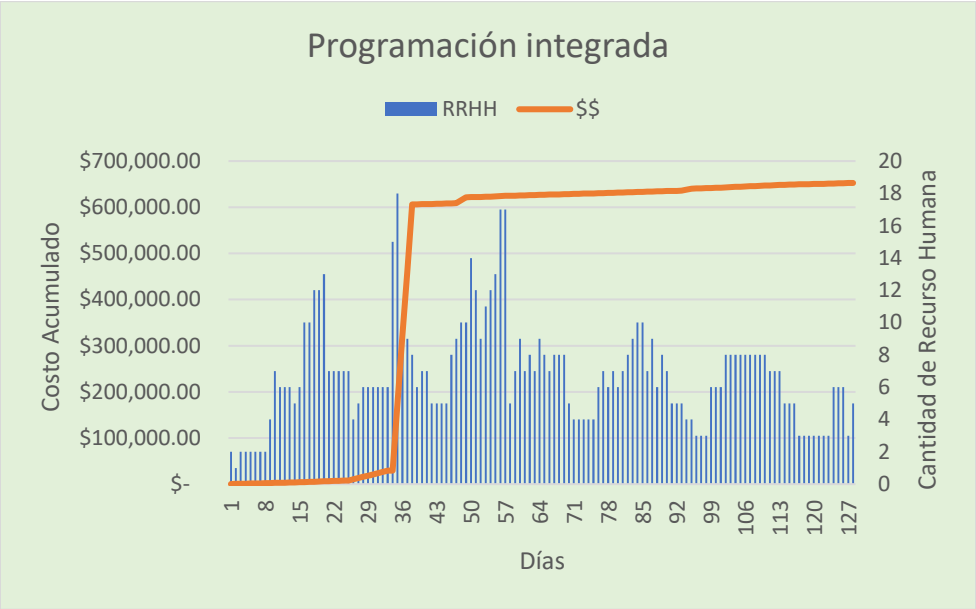
Fuente: Elaboración propia

En el grafico se puede observar que se da una tendencia uniforme en el requerimiento del recurso humano al programar todas las actividades no críticas de forma equilibrada de forma que se dé una tendencia en forma de campana, con el fin de tener una base fija que estén durante todo el periodo de implantación y de esta forma, asegurando el cumplimiento de las actividades dejando un margen de error para cada actividad, generar en los empleados una confianza que les permita sentirse comprometidos con el proyecto y puedan desempeñarse de la mejor manera posible.

4. PROGRAMACIÓN INTEGRADA

La programación integrada de los recursos tiene como fin balancear el recurso financiero con el recurso humano y que en conjunto se dé una integración que permita en primera instancia cumplir con los límites de los montos de financiamiento que se percibirán en los periodos estipulados, y como segundo punto generar una fidelidad del cliente interno, al hacer que se sientan comprometidos con el proyecto y de esta manera impulsar a que laboren con un alto desempeño, ya que se les asegura una continuación en el proyecto en lapsos de tiempo prolongados, esta programación se puede observar en los Planos, acotando que dada la magnitud del plano se optó por solo incluir los datos financieros de cada actividad y colocar la cantidad de personal requerido por cada día, conforme a la ubicación de las actividades en el programa, en la misma línea se coloca únicamente los costos totales y acumulados de cada día; especificado lo anterior, se toma como base la fila de “Cacu” y “RRHH” de los planos referenciados, para desarrollar la gráfica de la programación integrada que se muestra a continuación:

Diagrama 64 Programación integrada



Fuente: Elaboración propia

El grafico anterior está basado en las programaciones balanceadas del recurso financiero y del recursos humano, lo cual permite cumplir con las limitaciones del financiamiento en los diversos puntos de control del proyecto, de la misma forma el grafico presenta de forma general una tendencia de curva normal del recursos humano lo cual permitirá en gran medida conseguir el mejor desempeño de la mano de obra, por tanto, se recomienda utilizar la programación de actividades según lo mostrado en los Planos para desarrollar una implementación optima del proyecto aprovechando los recursos disponibles en los periodos estipulados.

5. COSTOS POR RETRASO EN ACTVIDADES CRÍTICAS

Tabla 388 Costos por retraso en actividades críticas

Cód.	Actividades críticas	Monto	Imprevistos	Costos de imprevisto
2	Obra civil.			
2.1.	Licitación.			
2.1.1.	Subcontratación.			
AG	Realizar formatos de requisitos para la empresa contratista.	$ 20.00	Cambios en normativas, políticas internas o necesidades del proyecto.	$ 60.00
			Demoras en la revisión y validación por parte de los responsables.	$ 40.00
AH	Publicar la Licitación.	$ 10.00	Se detectan errores o se hacen ajustes de último momento en los requisitos, montos, plazos o condiciones del contrato.	$ 30.00
			Retrasos en las revisiones internas o jurídicas.	$ 40.00
AI	Dar seguimiento a las ofertas.	$ 140.00	Los proponentes no responden a tiempo a solicitudes de aclaración o información adicional.	$ 210.00
			Alguna oferta genera dudas legales o éticas que deben ser revisadas a fondo.	$ 280.00
AJ	Contactar con las empresas y solicitar cotización de la obra.	$ 20.00	Correos no respondidos, teléfonos incorrectos, o falta de contactos actualizados.	$ 40.00
			Faltan planos, especificaciones, cantidades o condiciones contractuales.	$ 60.00
AK	Llevar a cabo el proceso de selección de la empresa.	$ 20.00	Diferencias de criterio entre técnicos, legales o administrativos.	$ 40.00
			Propuestas que no cumplen con los requisitos.	$ 80.00

AL	Planificar el día de la firma de contrato e informar a la empresa.	$ 10.00	El contrato aún no está listo o está siendo revisado por el área legal.	$ 20.00
			El aviso de la fecha y lugar de firma se envía tarde o no se confirma.	$ 20.00
AM	Redactar contrato.	$ 20.00	No se cuenta con los términos de referencia, alcance técnico, cronograma, presupuesto detallado u obligaciones específicas.	$ 40.00
			Se modifican plazos, pagos, garantías, penalidades, o cláusulas contractuales durante la redacción.	$ 40.00
AN	Llevar contrato con abogado y subsanar observaciones.	$ 50.00	Observaciones requieren modificaciones de fondo, no solo de forma.	$ 150.00
			Se devuelve varias veces el contrato con nuevas observaciones o ajustes mínimos.	$ 150.00
AO	Pagar al abogado e imprimir contrato.	$ 10.00	El trámite de pago pasa por varios filtros.	$ 50.00
			Aunque se quiera imprimir, el contrato aún está en ajustes legales o sin versión definitiva.	$ 30.00
AP	Realizar contratación formal.	$ 10.00	Se requiere reevaluación o ajustes de cláusulas antes de continuar.	$ 40.00
			Documentos vencidos o con errores.	$ 40.00
2.2.	2.2. Construcción de instalaciones.			
2.2.1.	2.2.1. Compra de materiales.			
AQ	Visitar establecimientos y seleccionar materiales.	#########	Los materiales requeridos no están disponibles o tienen tiempos de entrega prolongados.	$ 1,200.00

			Dificultad para coordinar las visitas.	$ 550.00
AR	Transportar materiales y equipos.	$ 250.00	Vehículo asignado sufre daños mecánicos o no está disponible en la fecha prevista.	$ 375.00
			El proveedor de materiales o equipos no tiene el pedido listo o lo retrasa por razones internas.	$ 312.50
			Lluvias, bloqueos, accidentes o cierre de vías dificultan o impiden el transporte.	$ 500.00
AS	Recibir y revisar los materiales y equipo.	$ 10.00	Material dañado, defectuoso o vencido.	$ 50.00
			Dificultades para comprobar que lo entregado coincide con lo solicitado.	$ 50.00
2.2.2.	2.2.2. Levantamiento de cimientos.			
AU	Nivelación del terreno.	$ 78.75	Condiciones climáticas adversas	$ 150.00
			Suelos con baja capacidad de soporte o con alto contenido de agua.	$ 200.00
AV	Marcar ubicación de los elementos estructurales.	$ 30.00	Falta de limpieza del área de trabajo antes del replanteo.	$ 40.00
			Repetición del trazado por observaciones técnicas.	$ 90.00
AW	Construcción de zanjas y base de cimentación.	$ 40.00	Presencia de rocas, raíces, restos de construcciones anteriores.	$ 180.00
			Equipos mal mantenidos o no disponibles en el momento requerido.	$ 250.00
			Detención de actividades por condiciones inseguras o lodo excesivo.	$ 110.00
AY	Armar columnas con acero.	$ 30.00	Retrasos en el suministro del acero corrugado.	$ 45.00

			Errores en las medidas de corte que obligan a rehacer piezas.	$ 90.00
BA	Armar vigas con acero.	$ 20.00	Mal armado de estribos, traslapos incorrectos o mala colocación del acero.	$ 40.00
			Encofrados mal nivelados o con dimensiones incorrectas que obligan a ajustes.	$ 45.00
BB	Instalar las formaletas.	$ 20.00	Errores de alineación o nivelación que requieren rehacer partes del trabajo.	$ 30.00
			Irregularidades que requieren trabajos de corrección previos al encofrado.	$ 30.00
BC	Preparar y vaciar concreto.	$ 50.00	Falla o mal funcionamiento del equipo.	$ 150.00
			Demora en la llegada del concreto premezclado o de los materiales.	$ 200.00
			Lluvia intensa o inesperada que impide el vaciado o afecta el fraguado.	$ 50.00
BE	Secado de los cimientos.	$ 13.00	Exposición excesiva al sol o viento, que puede causar un curado superficial prematuro (fisuración) y obliga a adoptar medidas correctivas.	$ 26.00
			Errores en la dosificación del concreto que alteran el tiempo de fraguado.	$ 45.00
BF	Retirar las formaletas.	$ 25.00	Retrasos en el curado debido a condiciones climáticas.	$ 50.00
			Formalería mal instalada o deformada, que complica su retiro sin dañar el concreto.	$ 50.00

			Riesgo de colapso o desprendimiento si se retira antes de tiempo o sin las herramientas adecuadas.	$ 100.00
BG	Instalar parales.	$ 40.00	Inestabilidad del terreno o de la superficie de apoyo, que requiere acondicionamiento previo antes de colocar los parales.	$ 30.00
			Mal estado o deterioro de los parales, que requiere su reparación o reemplazo.	$ 30.00
BH	Desarmar camillas.	$ 20.00	Falta de herramientas adecuadas o en mal estado para ejecutar el desarme con seguridad	$ 60.00
			Instalación deficiente de las camillas, que complica su desmontaje sin dañar el concreto o los elementos estructurales.	$ 20.00
BI	Pruebas de resistencia de tracción y compresión de los cimientos.	$ 50.00	El concreto no ha alcanzado la edad requerida.	$ 30.00
			Falta de disponibilidad del laboratorio de ensayo o saturación de su programación.	$ 60.00
BJ	Levantamiento de paredes (muros y divisiones).	$ 250.00	Demora en la entrega de bloques, ladrillos, mortero, cemento o arena.	$ 200.00
			Falta de albañiles calificados o cuadrillas incompletas.	$ 150.00
BK	Colocación de techos.	$ 60.00	Fallas en la alineación o nivelación de los muros.	$ 110.00
			Errores en el diseño de la estructura del techo.	$ 180.00

			Demora en la entrega de materiales como láminas, tejas, perfiles, cerchas, concreto o elementos de fijación.	$ 100.00
BL	Instalación de pisos.	$ 50.00	Piso base mal nivelado o con pendientes incorrectas.	$ 75.00
			Retraso en la entrega de cerámica, porcelanato, madera, laminado u otro tipo de piso.	$ 75.00
			Material defectuoso o con variación de tono o calibre, que requiere devolución.	$ 150.00
2.2.3.	2.2.3. Instalaciones eléctricas / hidráulicas.			
BV	Medir recorrido que tendrá la instalación de la tubería	$ 20.00	Interferencias con otras instalaciones.	$ 120.00
BW	Realizar el replanteo (marcar el recorrido de la tubería)	$ 10.00	Fallas en instrumentos de precisión.	$ 90.00
			Cambio de diseño de último momento.	$ 200.00
BX	Realizar regatas o canales	$ 30.00	Cambio de ubicación de tomas o conexiones.	$ 100.00
			Humedad o filtraciones en muros/pisos.	$ 100.00
BY	Medir y cortar los tubos	$ 10.00	Errores en la medición previa del recorrido.	$ 50.00
			Retraso en la entrega de tubos.	$ 150.00
			Retrabajos por mediciones incorrectas o cortes imprecisos.	$ 60.00
BZ	Tendido de la tubería	$ 10.00	Tuberías incompatibles o mal dimensionadas.	$ 90.00
			Modificación del trazado durante la ejecución.	$ 20.00
CA	Verificar y unir los tubos	$ 10.00	Tiempo de espera por calentamiento o curado.	$ 20.00
			Falta o error en entrega de accesorios (codos, uniones, tees, etc.)	$ 80.00

CB	Colocar y unir llaves, válvulas y grifos al sistema de tuberías	$ 20.00	Incompatibilidad entre válvulas/grifos y tuberías.	$ 60.00
			Daño a los accesorios durante la instalación.	$ 75.00
CC	Conectar sitema a la red de agua potable	$ 40.00	Falta de compatibilidad entre la red interna y la red pública.	$ 150.00
			Fugas en las uniones de conexión.	$ 125.00
CD	Ensayar la tubería	$ 20.00	Sistema no limpio o no purgado.	$ 80.00
			Sistema incompleto o con partes móviles sin proteger.	$ 70.00
CE	Tapar regatas y canales	$ 40.00	Fugas detectadas después del ensayo.	$ 50.00
			Humedad o condiciones ambientales no adecuadas.	$ 50.00
2.2.4.	2.2.4. Acabados superficiales.			
CF	Aplicar primera capa de pinturas interiores	$ 40.00	Presencia de humedad en los muros	$ 60.00
			Demora en la entrega de pintura o productos específicos.	$ 40.00
CG	Aplicar primera capa de pinturas exteriores	$ 40.00	Presencia de humedad en los muros	$ 60.00
			Demora en la entrega de pintura o productos específicos.	$ 40.00
CH	Aplicar segunda capa de pinturas interiores	$ 40.00	Primera capa mal aplicada o sin secado completo.	$ 30.00
			Falta de pintura suficiente o error en el color.	$ 20.00
			Herramientas desgastadas o sucias.	$ 30.00
CI	Aplicar segunda capa de pinturas exteriores	$ 40.00	Primera capa mal aplicada o sin secado completo.	$ 20.00
			Falta de pintura suficiente o error en el color.	$ 30.00
			Herramientas desgastadas o sucias.	$ 20.00

CK	Hacer limpieza general de las instalaciones	$ 25.00	Obras aún en ejecución o sin finalizar completamente.	$ 60.00
			Presencia de escombros o materiales acumulados.	$ 30.00
			Falta de productos o equipos de limpieza adecuados.	$ 40.00
CL	Inspección final de las instalaciones	$ 20.00	Deficiencias o fallas detectadas en la inspección.	$ 100.00
			Instalaciones no 100% terminadas o limpias.	$ 100.00
5	Puesta en marcha			
5.1.	Prueba piloto.			
5.1.1.	Planificación.			
EP	Elaborar programa de prueba piloto.	$ 50.00	Falta de claridad en los objetivos de la prueba piloto.	$ 50.00
			Demoras en obtener datos necesarios (planos, protocolos, manuales).	$ 50.00
EQ	Elaborar informe de requerimientos de recursos para prueba piloto.	$ 3,979.96	Dependencia de cotizaciones o disponibilidad de equipos específicos.	$ 500.00
5.1.2.	Revisión y ajuste.			
ET	Prueba de maquinaria y equipo de generación de energia eléctrica.	$ 1,217.81	Fallas durante la prueba.	$ 2,000.00
			Configuración incorrecta del sistema de control.	$ 900.00
EU	Elaborar informe de funcionamiento de la generación de energía eléctrica.	$ 50.00	Falta de datos completos de la prueba.	$ 50.00
			Resultados de prueba que requieren análisis adicional.	$ 50.00
			Inconsistencias entre los resultados esperados y reales.	$ 50.00

EV	Realizar ajustes de maquinaria y equipo de generación de energia eléctrica.	$ 50.00	Falta de herramientas de calibración o instrumentos de medición especializados.	$ 100.00
			Errores durante el ajuste.	$ 400.00
FA	Redactar informe de desempeño planta generadora de energía eléctrica y producción de abono.	$ 100.00	Sistemas aún en ajustes o pruebas.	$ 400.00
			Retraso en la recolección de anexos y evidencias.	$ 75.00
5.2.	5.2. Cierre de administración del proyecto.			
5.2.1.	5.2.1. Actas e informes.			
FB	Redactar informe consolidado de todos los entregables.	$ 100.00	Falta de información completa o validada de entregables anteriores.	$ 50.00
			Necesidad de incorporar análisis adicionales o comparativos.	$ 40.00
FD	Exponer informes a la administración de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	$ 30.00	Reagendamiento por causas internas.	$ 50.00
			Desacuerdo sobre el contenido o formato del informe.	$ 45.00
FE	Firmar acta de cierre del proyecto.	$ 30.00	Errores o incongruencias en el acta	$ 35.00
			Ausencia o falta de disponibilidad de firmantes clave.	$ 35.00
Total				**$15,038.50**

Fuente: Elaboración propia

H. ORGANIZACIÓN

La gestión de los proyectos, al ser un estado trasciende, debe tener de manera implícita una estructura, la cual da pauta para definir puntos clave al momento en que se esté desarrollando la gestión del proyecto, esto incluye el tipo de organización, el liderazgo, las responsabilidades y los diferentes manuales, que bien al no ser un estado de régimen, estos durarán el tiempo que dure el proyecto, a continuación se muestra el desglose de cada uno de ellas, además una explicación teórica que fundamente las decisiones tomadas.

1. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La estructura organizativa del proyecto, definirá las áreas claves dentro del proyecto, sin embargo, la selección de una u otra, necesita de una evaluación específica, la que se adecue a los propósitos del proyecto y se encamine a la consecución del mismo. Para definir una estructura para este proyecto se tomará en cuenta tres de las principales estructuras organizativas propuestas a nivel teórico:

1.1 Estructura funcional

Este método se basa en distribuir las funciones en la organización según la especialización de cada trabajador. Lo importante de este modelo es que permite que cada empleado trabaje desarrollando sus cualidades, descentralizando la toma de decisiones y proporcionando una comunicación ágil y directa, sin necesidad de intermediarios. (2013, Anónimo)

A continuación, se presentan sus principales características: (2021, Quiroa, M)

- Autoridad funcional o dividida: la autoridad en la organización funcional está basada o fundamentada en el conocimiento. Es decir, que ningún superior tiene autoridad total sobre sus subordinados. Su autoridad es parcial y relativa, porque se basa en la especialización.
- Línea directa de comunicación: es directa y se realiza sin ningún intermediario. Esto, con el fin de que la comunicación fluya lo más rápido posible entre los distintos niveles.
- Decisiones descentralizadas: las decisiones se delegan a los responsables de cada departamento. Aunque esta descentralización puede generar duplicidad de funciones. La toma e implementación de decisiones tiene que realizarse por el responsable de cada área funcional.

- Se da prioridad a la especialización: en todos los cargos, las funciones y los niveles de la organización, produciendo que todas las funciones y responsabilidades estén separadas conforme a la especialidad.

1.2 Estructura por proyectos

En el caso de la estructura orientada a proyectos, la organización cuenta con un equipo dedicado a tiempo completo y un director de proyecto que se sitúa al máximo nivel dentro de la organización. Habitualmente se estructuran también en unidades departamentales. (2013, Anónimo)

Algunas características de este tipo de estructura son: (2020, Anónimo)

- El director de proyecto tiene control elevado o casi total sobre el proyecto, tiene personal asignado y le rinden cuentas.
- El director de proyectos gestiona el presupuesto del proyecto.
- Los miembros del equipo hacen solo trabajo del proyecto.
- Cuando el proyecto se cierra, los miembros del equipo no tienen a dónde ir, el equipo de proyecto necesita ser asignados a otro proyecto o buscarse la vida y encontrar otro trabajo.

1.3 Estructura matricial

La estructura de organización matricial se basa en un sistema de mandos múltiples, en la que se combina la estructura funcional y por división. De hecho, cada empleado forma parte de dos cadenas de mando: (2018, Miranda, AL)

- Distribución vertical pertenece a una división o departamento según la función que realice.
- Disposición horizontal, en la que se forma un equipo de proyecto integrado por trabajadores de diferentes

A continuación se presentan algunas características: (Anónimo, 2016)

- Existen dos tipos de líderes que son complementarios: el director de departamento y el director de proyecto.
- Tiene forma de malla o matriz, por lo que los departamentos interseccionan con los proyectos creando equipos a medida.
- Las funciones y procesos de la organización están descentralizados. Se propicia el diálogo y la cooperación.

- Conlleva una mayor independencia de los equipos y trabajadores en la toma de decisiones y el desarrollo de su trabajo.
- El personal calificado y los recursos pueden ser compartidos entre los departamentos funcionales y los equipos de proyecto.
- La comunicación es más fluida, tanto en sentido vertical como horizontal. La información está al alcance de todos.
- Requiere un liderazgo fuerte por parte de los directores de proyecto para finalizar los proyectos en el tiempo, forma y presupuestos establecidos.

1.4 Diferencias principales

A continuación, se presentan diferencias que puede presentar cada estructura organizativa, con el propósito de que sirva como una orientativa para escoger la estructura más adecuada para el proyecto.

Tabla 389 Principales diferencias entre tipos de estructura organizacional.

Características	Funcional	Por proyectos	Matricial
Autoridad y responsabilidad	Gerente funcional	Director del proyecto	Compartida
Tiempo dedicado al proyecto por parte del administrador de proyectos	No existe el rol	Tiempo completo	Tiempo parcial o tiempo completo
Tiempo dedicado por los equipos de trabajo	Esporádico	Tiempo completo	Tiempo parcial
Nombre típico que se le da al administrador de proyecto	Coordinador de proyecto	Gerente - director del proyecto	Administrador del proyecto
Orientado a	Producción de productos y servicios	Proyectos	Producción y proyectos
Costo de la organización	Menor	Mayor, sobre todo si es dentro de una funcional	Mayor

Fuente: 2018, Miranda, AL

Además, se puede distinguir el siguiente análisis cualitativo, en donde se expone el nivel que tiene cada estructura frente a diferentes criterios, los que pueden determinar la conveniencia de elegir un tipo de estructura.

Tabla 390 Comparación entre diferentes tipos de estructura organizacional

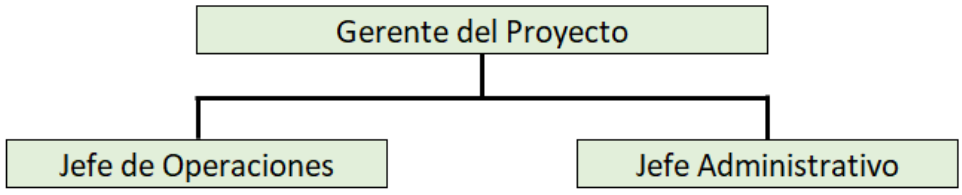
Criterio	Estructura funcional	Estructura matricial	Estructura de proyectos
Incertidumbre	Baja	Alta	Alta
Tecnología	Común	Compleja	Nueva
Complejidad	Baja	Mediana	Alta
Duración	Breve	Mediana	Prolongada
Dimensión	Pequeña	Mediana	Amplia
Importancia	Poca	Mediana	Alta
Cliente	Diverso	Mediana	Baja
Interdependencia	Baja	Mediana	Alta
Carácter crítico en el tiempo	Bajo	Mediano	Alto
Carácter crítico de los recursos	Depende	Depende	Mediano
Diferenciación	Poca	Alta	Mediano
Costo	Depende	Mediano	Alto
Estricticidad de la supervisión	Mediana	Mediana	Alta

Fuente: 2018, Miranda, AL

1.5 Análisis

La Organización del proyecto es aquella estructura temporal que servirá para la implementación del proyecto. El objetivo de la organización será obtener las metas y objetivos propuestos, mediante la buena administración de las actividades que lo componen y establecer cualquier tipo de acción correctiva antes de que sea entregado, en caso que los resultados obtenidos no sean lo que se espera. De los criterios anteriores se concluye que el tipo de organización mejor adaptable para el desarrollo del proyecto será una estructura organizacional funcional.

Diagrama 65 Organigrama del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

1.6 Descripción breve de los puestos claves:

- Gerente del proyecto. Este puesto estará encargado de la gestión del proyecto y tendrá como objetivos el direccionamiento del proyecto, definirá tiempos y será la mayor fuente de toma de decisiones, además de tener la mayor responsabilidad con el ente financiero y con la Cooperativa Las Tablas en la entrega final del proyecto.

- Jefe de operaciones. Este puesto será encargado de toda el área operativa, lo que incluye la obra civil en especial y la gestión de la puesta en marcha del proyecto con todas sus actividades, como la verificación del proceso, asegurar el funcionamiento correcto de las máquinas y la adecuación correcta en planta.
- Jefe administrativo. En este puesto, será encargado del pago de nóminas, tanto para los gerentes del proyecto, como la supervisión en la prueba piloto, además de realizar el proceso de administración y la contabilidad del proyecto, recepción de facturas, créditos fiscales y toda la información importante para llevar a cabo el flujo del dinero en el proyecto.

1.7 Matriz de responsabilidades

Dentro de este apartado, será necesario la utilización de la Matriz RACI extendida o también llamada RASCIV, la cual define diferentes roles para poder ser asignados a cada puesto definido, estas siglas están definidas por la siguiente nomenclatura: Responsable (R), Autoridad (A), Soporte (S), Consultado (C), Informado (I), Verificador (V). Para ello se utiliza la siguiente metodología, en donde se asignará la responsabilidad que se tendrá por cada puesto:

Se utilizarán los siguientes roles que posteriormente serán asignados a cada uno de los gerentes en la Matriz RASCIV.

- Responsable (R): Hace la Tarea Esta persona realiza la tarea o entrega. Ellos se comprometen a hacer el trabajo o tomar las decisiones. A veces puede ser más de una persona, pero trata de minimizar la cantidad de personas involucradas.
- Autoridad (A): Es Propietario de la Tarea Esta persona o rol es responsable de la finalización general de la tarea o de la entrega. No harán el trabajo, pero son responsables de asegurarse de que esté finalizado. Idealmente, esta debería ser una persona en lugar de un grupo para evitar confusiones en cuanto a quién es el propietario de la tarea.
- Soporte (S): Apoya Cumple la función de apoyar al responsable para la consecución de la actividad, se trata de un recurso asignado al encargado de la tarea.
- Consultado (C): Asiste Esta persona, rol o grupo proporcionará información útil para completar la tarea o entrega. Habrá comunicación bidireccional entre los responsables y los consultados.

- Informado (I): Se Mantiene Al Tanto Estas personas o grupos se mantendrán al tanto de la tarea o entrega. Esto podría hacerse en el progreso, o cuando se complete la tarea o entrega. No se les pedirá comentarios o revisiones, pero pueden verse afectados por el resultado. Debe haber comunicación unidireccional en estos roles o grupos.
- Verificador (V): Comprueba Cumple el rol de comprobar si el resultado de lo que se ha elaborado cumple con los criterios de aceptación o calidad definidos en la descripción de la tarea, en función de lo planeado.

La Matriz RASCIV presentada a continuación, se enfoca en la gestión del proyecto para determinar qué persona es responsable de cada paquete de trabajo que es fundamental para que el proyecto sea entregado dentro del marco de tiempo propuesto y con los requisitos de calidad preestablecidos en la descripción de cada uno de los paquetes de trabajo.

Tabla 391 Matriz RASCIV

Paquete de trabajo	Gerente del proyecto	Jefe administrativo	Jefe de operaciones
1.1.1. PERMISOS DE COMERCIALIZACIÓN DE ABONO.	A-V	R	I
1.1.2. PERMISOS DE COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	A-V	R	I
1.2.1. PROPIEDAD INTELECTUAL	A	R	I
2.1.1. SUBCONTRATACIÓN.	A	I	S
2.2.1. COMPRA DE MATERIALES.	A	I	C-S
2.2.2. LEVANTAMIENTO DE CIMIENTOS.	A	I	R
2.2.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS / HIDRÁULICAS.	A	I	R
2.2.4. ACABADOS SUPERFICIALES	A-V	I	R
3.1.1. SELECCIÓN DE PROVEEDORES	A	I	C
3.1.2. COMPRA DE MAQ., MOBILIARIO Y EQUIPO	A	I	C
3.2.1. ACOPLADO	A	I	R
3.2.2. PRUEBA DE MAQUINARIA Y EQUIPO	A-V	I	R
4.1.1. CREACIÓN DE OFERTA DE TRABAJO	A	I	I
4.1.2. SELECCIÓN E INDUCCIÓN DEL PERSONAL	A	I	I
5.1.1. PLANIFICACIÓN	A	R	S
5.1.2. REVISION Y AJUSTES	A-V	R	S
5.2.1. ACTAS E INFORMES	A-V	R	I

Fuente: Elaboración propia

1.8 Justificación de la asignación de responsabilidades

Cabe mencionar, en primer lugar, que para el análisis del tipo de organización previamente se había visualizado el equipo que formaría parte de los gestores del proyecto, los cuales fueron determinados de acuerdo a la función que desempeñarían para la consecución de los objetivos que persigue el mismo, por lo que, es el Gerente del proyecto la máxima autoridad de la gestión de los procesos que implica su implementación, y será quien verifique algunos de los productos que resulte de la ejecución de ciertos paquetes de trabajo por tener mayor importancia. Así mismo, se hace evidente que algunas de las asignaciones de responsabilidad están más que justificadas por tratarse del área para la cual fueron concebidos inicialmente adjudicarles, de este modo, la siguiente tabla se limita a explicar aquellas responsabilidades que no quedan muy claras y para las cuales se presenta la correspondiente aclaración:

Tabla 392 Matriz de responsabilidades

Paquete de trabajo	Razón de responsabilidad
1.1.1. PERMISOS DE COMERCIALIZACIÓN DE ABONO.	Trabajo meramente administrativo el cual debe ser realizada por el equipo del gerente administrativo, y verificada por el gerente general por ser el paquete inicial de trabajo. Los demás jefes deben estar informados.
1.1.2. PERMISOS DE COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Trabajo meramente administrativo el cual debe ser realizada por el equipo del gerente administrativo, y verificada por el gerente general por ser el paquete inicial de trabajo. Los demás jefes deben estar informados.
1.2.1. PROPIEDAD INTELECTUAL	Trabajo de tipo administrativo que debe ser realizada por el equipo del jefe administrativo. Los demás jefes deben estar informados.
2.1.1. SUBCONTRATACIÓN.	Es un trabajo correspondiente al jefe administrativo, que realizará con el apoyo del jefe operativo, ya que se necesitará su intervención durante la evaluación de ofertas. La información que resulte afecta al jefe administrativo.
2.2.1. COMPRA DE MATERIALES.	Es un trabajo que parcialmente le corresponde al jefe de administrativo, y al jefe operativo quien brindará consulta y apoyo. El gerente debe estar informado.
2.2.2. LEVANTAMIENTO DE CIMIENTOS.	Este trabajo le corresponde al jefe operativo, ya que se da inicio a la ejecución de la obra civil. Los demás jefes deben estar informados.

2.2.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS / HIDRÁULICAS.	Estos dos elementos de trabajo le corresponden al jefe operativo, ya que se está en la etapa de la construcción de la obra civil. Los demás jefes deben estar informados, ya que de ser necesario se necesitará su intervención.
2.2.4. ACABADOS SUPERFICIALES	Este trabajo le corresponde al jefe operativo, ya que se está dando por finalizada la obra civil y será el gerente general quien verifique los resultados.
3.1.1. SELECCIÓN DE PROVEEDORES	Ambos paquetes de trabajo implican la responsabilidad del jefe administrativo, y de la consulta del gerente operativo, quien conoce más acerca de todo el equipamiento requerido.
3.1.2. COMPRA DE MAQ., MOBILIARIO Y EQUIPO	
3.2.1. ACOPLADO	El montaje de la maquinaria, mobiliario y equipo debe ser realizado por el equipo del jefe operativo, y verificado por el jefe administrativo, para hacer constar del buen manejo del activo.
3.2.2. PRUEBA DE MAQUINARIA Y EQUIPO	La prueba de los activos comprados debe ser realizado por el jefe operativo, y verificado tanto por el gerente general como por el jefe administrativo, para hacer constar el estado del mismo y hacer valedera la garantía en caso de ser necesario.
4.1.1. CREACIÓN DE OFERTA DE TRABAJO	La ejecución de estos paquetes de trabajo le corresponde al gerente de Recursos Humanos, ya que se trata del personal que trabajará en la planta productora, una vez inicie operaciones.
4.1.2. SELECCIÓN E INDUCCIÓN DEL PERSONAL	
5.1.1. PLANIFICACIÓN	La planificación le corresponde al jefe administrativo mientras que el abastecimiento como tal, lo llevará a cabo el jefe operativo como soporte, siendo verificado por el gerente del proyecto.
5.1.2. REVISION Y AJUSTES	La revisión y los ajustes pertinentes serán llevada a cabo por el jefe administrativo, con ayuda o soporte del jefe operativo y será verificado por el gerente general del proyecto.
5.2.1. ACTAS E INFORMES	Trabajo meramente administrativo el cual debe ser realizada por el equipo del jefe administrativo y será verificado por el gerente general del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

I. SEGUIMIENTO Y CONTROL

A continuación, se muestra el desglose de indicadores para el proyecto, con las estrategias necesarias para poder conseguir cumplir con los objetivos planteados dentro del proyecto.

1. DESGLOSE

Tabla 393 Matriz del marco lógico extendido

Resumen narrativo	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Supuestos	Estrategias
Fin: Implementar una planta generadora de energía eléctrica a partir de biogás, aprovechando residuos para producir abono en el tiempo y con el presupuesto indicado, para contribuir al desarrollo nacional de la Cooperativa Las Tablas.	% de avance del Proyecto Valor ganado Satisfacción de los involucrados	-Análisis del cronograma interno de actividades -Firma de cierre de proyecto con aprobación de los responsables		- Es importante contar con especialistas en diversos aspectos, por ejemplo, en área técnica, económica, sobre recursos humanos y de procesos de adquisiciones y contrataciones
Propósito: Cumplir con los tiempos de gestión del proyecto, así como de sus actividades	Índice de cronograma Índice de costos	- Puntos de control por el cronograma interno de actividades	Se realizarán en total ocho puntos de control, a más tardar una semana después a la que se había indicado en la programación	- Respetar designación de actividades - Buscar en todo momento el ahorro de los recursos
Componentes:				
1.Gestionar los tiempos de documentación	Nivel de observaciones o retrasos por proceso	- Informes por gestión	Los costos por legalización no cambiarán ni las políticas fiscales	-Acompañar todo el proceso con asesoría legal - Informarse de todo los procesos y requerimiento, mediante

				la utilización de las páginas del gobierno
2.Gestionar la sub contratación del servicio de obra civil	Nivel de cumplimiento de costos en compras de equipo	- Supervisión in situ de la obra cada semana	No existirá un factor externo que afecte el desarrollo de la obra, además de los identificados en la matriz de riesgo.	- El sub contratación debe de gestionarse de preferencia con una empresa completamente constituida
3.Identificar las especificaciones de los las compras	-Nivel de cumplimiento de costos en compras de equipo - Porcentaje de cumplimiento de proveedores	- Especificaciones de la compra y venta - Contrato realizado con proveedores	Los proveedores respetan los acuerdos realizados	- Establecen contratos con empresas reconocidas y legalizadas, que puedan brindar siempre un comprobante de pago
4. Proceso de contratación controlado	- Nivel de satisfacción de la inducción - Porcentaje de curva de aprendizaje	Encuestas de satisfacción a los empleados Reporte de productividad por empleado en prueba piloto	Se elegirán a los candidatos más aptos y no existirá contrataciones por interés	- De preferencia parte de los encargados deben de presentar conocimiento en dos áreas, psicología y diseño gráfico.
5.Gestionar de manera adecuada la prueba piloto	- Productividad de planta en prueba piloto	Registro diario de producción en prueba piloto, y eficiencia de la planta	La prueba piloto, no se extenderá por más de un mes	- La supervisión deberá ser constante todo el mes, con mayor frecuencia al inicio de la prueba

Fuente: Elaboración propia

2. INDICADORES DEL PROYECTO

A continuación, se listan unos de los indicadores más relevantes durante la evaluación del desempeño de ciertos procesos críticos que implica el proyecto, para lo cual se ha definido el nombre del indicador, su fórmula y la interpretación que se le puede dar al mismo una vez sea calculado:

Tabla 394 Desglose de indicadores del Proyecto

Nombre	Formula	Descripción
Nivel de satisfacción de los involucrados	Cantidad de involucrados satisfechos/ Cantidad total de involucrados *100	Proporciona una idea del cumplimiento de los resultados esperados por parte de los involucrados.
Porcentaje de cumplimiento de proveedores	Cantidad de producto dentro de las especificaciones/ Cantidad total de producto de los proveedores *100	Muestra el porcentaje de producto dentro de las especificaciones que proviene de los proveedores
Nivel de cumplimiento de costos en compras de equipo	Nivel de cumplimiento de costos en compras de equipo	Proporciona el valor de lo que se ha gastado realmente versus lo presupuestado en las compras de equipo.
Nivel de cumplimiento de la subcontratación de personal	Cantidad de plazas ocupadas/ Cantidad total de plazas *100	Proporciona el nivel de cumplimiento del área de recursos humanos en cuanto a la selección del personal.
Nivel de cumplimiento de las capacitaciones	Cantidad de empleados capacitados/ Cantidad total de empleados *100	Verifica el porcentaje de empleados que reciben la capacitación necesaria.
Nivel de satisfacción de la inducción	Cantidad de empleados satisfechos con la inducción/ Cantidad total de empleados *100	Proporciona una idea de la satisfacción de los empleados al recibir su inducción.
Productividad de planta en prueba piloto	Cantidad de Kg de frijol procesadas/ Unidad de tiempo	Proporciona la capacidad actual de la planta, durante la prueba piloto.

Fuente: Elaboración propia

Servirán como información adicional a los hechos para la toma de decisiones gerenciales, y del mismo modo como un respaldo en la información documentada, que valida las estrategias que serán definidas por el gerente a cargo.

CONCLUSIONES

Para poder llevar a cabo el tratamiento de aguas residuales no solamente se necesita conocer sobre el proceso, sino que también es de suma importancia apegarse a la Normativa Legal Nacional, ya estas brindan los lineamientos y los permisos necesarios para que se pueda llevar a cabo la actividad antes mencionada.

La importancia de determinar el tamaño del proyecto es que a la empresa le ayuda a determinar la cantidad de todos los recursos, sean materias primas, insumos, materiales o mano de obras que participan en el proceso de oferta del servicio, por lo cual es un elemento que influye directamente en los costos y en la competitividad de la empresa. Conocer su tamaño le ayuda también la manera en que debe de prepararse a futuro para afrontar la demanda, o para afrontar los requerimientos productivos y de servicios del futuro.

A través de la localización el gestor de proyecto puede encontrar o proponer el lugar que le pueden generar mayor competitividad y mayores posibilidades de acaparar mayor parte de su mercado objetivo. Para esto es fundamental que se tomen en cuenta criterios o paramento objetivos con los cuales se les pueda evaluar y obtener la mejor ubicación general y la mejor ubicación específica para los objetivos de la empresa.

La apreciación del negocio no estaría completa si no se considera la parte organizacional, pues esto es parte de la cabeza y dirección de la empresa, y dependiendo de su estructura, de su organización y de la cultura organizacional que logren implantar en la empresa se pueden determinar la capacidad que tiene esta para gestionarse, para proyectarse en el mercado a mediano y a largo plazo.

Para el desarrollo del estudio socioeconómico, se consideraron los elementos de los capítulos previos, además de tomar referencia de diversas investigaciones externas, esto a fin de determinar el monto de inversión total requerido para el proyecto de la PTAR, siendo este un total de $667,918.65 para la inversión fija tangible, $43,954.95 para la inversión fija intangible, $13,392.20 para el capital de trabajo y $17,796.84 para los imprevistos, es decir, la inversión total para el proyecto es de $743,062.64.

En cuanto al costeo, el sistema que mejor se adecua a las necesidades de la planta es el sistema de costeo por absorción ya que el costo unitario de este sistema es mucho más representativo, así mismo, se realizó una clasificación de los costos por área funcional en

base a un enfoque tradicional. Todo lo anterior sirvió para determinar el costo unitario de los productos.

De acuerdo con los cálculos realizados, se tiene que el punto de equilibrio para el agua tratada es de $1{,}131{,}896.67\ m^3$, $2{,}388{,}177.7\ kWh$ para la generación de energía eléctrica y 191,643.8 kg de abono.

Conforme a los resultados obtenidos en los estados proforma y a través del análisis de las razones financieras, se determina que el proyecto es viable económicamente dado que como se aprecia en los estados de resultado, se tendrá una utilidad neta de $237,938.72 en el año 1, es decir, al implementar el proyecto se generará un aumento en las utilidades de la planta.

El valor actual neto resultante es de $1,556,264.73, por lo que se considera que la inversión es aceptada y se proyecta recuperar en menos de 5 años con una tasa mínima atractiva de rendimiento de 15.45%.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa actualizar y dar mantenimiento a todos los instrumentos para las mediciones de caudal de aguas negras y el caudal del biogás para que se tenga un dato más exacto y así determinar con mayor exactitud la cantidad de energía eléctrica que se pueda generar.

Estudiar las formas más económicas, más funcionales o incluso la combinación de ambos aspectos sobre el diseño de un producto o servicio, es un primer paso para sentar las bases de un negocio competitivo, por lo que es importante ir sentando bases en el diseño de la ingeniería del producto; ya que de cada paso anterior depende lo que se desarrolla o investiga en fin de seguir estructurando el sistema de servicios alrededor del diseño principal.

Revisar periódicamente los manuales administrativos, ya que ellos son la base del funcionamiento correcto de la empresa y permiten realizar o laborar de manera eficiente, conociendo las funciones de cada puesto, sus obligaciones, las políticas y normas de la empresa, así como la misión y visión de la misma.

Generar una calendarización para las reparaciones preventivas de la maquinaria y equipo entre otras.

Monitorear el uso del capital de trabajo e imprevistos: Hacer un seguimiento mensual del flujo de efectivo para asegurar que el capital de trabajo cubra adecuadamente las necesidades operativas y que los imprevistos se gestionen oportunamente.

Revisar periódicamente los costos unitarios, actualizado los costos de producción al menos semestralmente para adaptarse a cambios en los precios de los insumos o variaciones en el volumen de producción.

Enfocar esfuerzos en alcanzar el punto de equilibrio lo antes posible, priorizando canales que maximicen la comercialización de la energía eléctrica y los abonos para lograr la mayor rentabilidad.

Realizar análisis financieros trimestrales para comparar resultados reales con los proforma, identificando desviaciones y corrigiendo estrategias si es necesario.

Considerar que la producción de energía eléctrica, como la producción de abono puede variar dependiendo de la cantidad de residuos que el agua lleve, este afectando la pureza

en la calidad de metano que se genere, así como también la cantidad de abono que se pueda generar según los sedimentos de residuos que el agua lleve.

Se recomienda que al momento de realizar la comercialización de la energía eléctrica se realice por medio de licitación debido a que esta no exige una generación constante de energía, como lo haría un contrato directo con la empresa distribuidora. Ya que la generación de energía depende de la pureza del metano y este puede variar dependiendo que tantos residuos lleven las aguas negras.

GLOSARIO TÉCNICO

AFLUENTE: caudal de agua residual que ingresa a una unidad de conducción o tratamiento.

AGUA RESIDUAL: agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes, resultantes de cualquier uso, proceso u otra operación de tipo doméstico, industrial, agro industrial, comercial, agropecuario o de servicios, así como la mezcla entre ellas, las cuales de conformidad a la normativa sanitaria y ambiental vigente se clasifican en tres tipos: ordinarias, mixtas y especiales.

AGUAS RESIDUALES CRUDAS: aguas residuales sin tratamiento.

AGUA RESIDUAL TRATADA: toda agua residual que ha sido sometida a un tratamiento, cuya calidad, cumple con los parámetros establecidos por la normativa vigente, y que en consecuencia puede ser vertida a un cuerpo receptor o reutilizada en otros usos, previo el cumplimiento de los parámetros establecidos para la aplicación específica.

AGUA RESIDUAL DE TIPO ORDINARIO: agua residual generada por las actividades domésticas de los seres humanos, tales como uso de servicios sanitarios, lavamanos, fregaderos, lavado de ropa y otras similares.

AGUA RESIDUAL DE TIPO ESPECIAL: agua residual generada por actividades agroindustriales, industriales, hospitalarias y todas aquellas que no se consideran de tipo ordinario.

ALCANTARILLADO SANITARIO o COLECTORES SANITARIOS: red de obras, tuberías o canales, alcantarillas, pozos de visita, y colectores que se utilizan para recolectar y transportar las aguas residuales; hasta su punto de tratamiento y vertido, que, para el caso del Municipio de Nejapa, pertenecen a dicha municipalidad.

APROVECHAMIENTO DE LODOS RESIDUALES: uso de lodos estabilizados en cualquier actividad que presente un beneficio.

CAUDAL: volumen de agua por unidad de tiempo.

EFLUENTE: caudal de agua residual que sale de la última unidad de conducción o tratamiento.

LODO: residuo sólido, semi sólido, proveniente de sistemas de tratamiento de aguas residuales, de alcantarillado sanitario y plantas potabilizadoras; así como los lodos de

procesos industriales, agro industriales o de actividades especiales. Se entenderá como sinónimo “fango”.

MEDIO O CUERPO RECEPTOR: río, quebrada, lago, laguna, manantial, embalse, mar, estero, manglar, pantano y otros previamente autorizados, donde se vierten aguas residuales, excluyendo el sistema de alcantarillados sanitarios y el suelo.

NIVELES PERMISIBLES DE CONCENTRACIÓN HÍDRICA: valores o parámetros que establecen el máximo grado de concentración de contaminantes que pueden contener un afluente o efluente que es dispuesto en un colector o cuerpo receptor hídrico superficial, de conformidad con la normativa establecida.

PLANTA DE TRATAMIENTO: estructura y sistemas de ingeniería en las que se tratan aguas residuales, de manera que puedan usarse para fines específicos.

POBREZA EXTREMA: situación de carencia en la que no se dispone de los recursos que permitan satisfacer, las necesidades básicas de alimentación. Se entenderá que una persona se encuentra en esta situación, cuando su ingreso sea igual o menos de un dólar diario.

REUSO O APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS: aprovechamiento de un efluente de agua residual tratada antes o en lugar de su descarga, que cumplen con los niveles de calidad para cada uno de los usos previos, autorizados por el Decreto 29, Reglamento Especial de Aguas Residuales y Manejo de Lodos Residuales, tomando en cuenta los parámetros establecidos en la RTS 13.05.01:18, la protección de los habitantes de Nejapa, el medio ambiente y los diferentes procesos productivos.

SECTOR RESIDENCIAL: área urbanizada del municipio que cuenta con los sistemas de saneamiento básico, dotación de agua potable, sistema vial y electricidad, de conformidad a la normativa ambiental y urbanística.

SECTOR DE COMUNIDADES: poblaciones o asentamientos humanos, generalmente ubicados en la zona rural o zona urbana no consolidada, las cuales no cuentan con algunos servicios básicos, tales como el saneamiento de sus aguas ordinarias, agua potable, electricidad y sistema vial.

SECTOR EMPRESARIAL Y USUARIOS DE LA ZONA LOGÍSTICA: establecimientos dedicados a diversas actividades económicas, representados por personas jurídicas, establecidas en la zona logística, de acuerdo con el Esquema Director del Plan

Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador.

SISTEMA DE SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO: conjunto de procesos físicos químicos o biológicos que se aplican a las aguas residuales y lodos, con el fin de mejorar su calidad y cumplir con la normativa vigente.

Siglas.

ANDA: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

MARN: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

MINSAL: Ministerio de Salud.

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

UES: Universidad de El Salvador.

BIBLIOGRAFÍA

(CNE), C. N. (2018). *Estudio de caracterización de cargas eléctricas en sector residencial.* Obtenido de https://estadisticas.cne.gob.sv/wp-content/uploads/2019/09/Estudio-de-caracterizaci%C3%B3n-de-cargas-el%C3%A9ctricas-en-sector-residencial_Marzo.pdf

ABB. (2023). *El gasto energético en la industria.* Obtenido de new.abb.com: https://new.abb.com/drives/es/eficiencia-energetica/gasto-energetico-industria#:~:text=La%20industria%20consume%20m%C3%A1s%20del,son%20utilizadas%20por%20motores%20el%C3%A9ctricos.

INEC. (Octubre de 2019). *inec.gob.pa.* Obtenido de Definiciones y explicaciones: https://www.inec.gob.pa/archivos/P5321DEFINICIONES.pdf

LMA Art 18. (s.f.).

Plomero al instante. (21 de Diciembre de 2020). Obtenido de https://www.plomeroalinstante.com/las-instalaciones-electricas-comerciales.html

Plomero al instante. (6 de Enero de 2021). Obtenido de https://www.plomeroalinstante.com/los-elementos-de-una-instalaci%c3%b3n-el%c3%a9ctrica-residencial.html

Repsol. (2023). *Consumo energético.* Obtenido de https://www.repsol.com/es/energia-futuro/transicion-energetica/consumo-energetico/index.cshtml#:~:text=El%20consumo%20energ%C3%A9tico%20es%20la,de%20gasoil%20y%20de%20biomasa.

Reyes, M. (12 de Agosto de 2021). *Empresas consumen 50 % de producción de energía.* Obtenido de www.elsalvador.com: https://www.elsalvador.com/noticias/negocios/energia-aes-asi-industria/867875/2021/

SIGET. (2023). *Gerencia de electricidad.* Obtenido de https://www.siget.gob.sv/: https://www.siget.gob.sv/gerencias/electricidad/gerencia-de-electricidad/

Significados. (2013). *Significados.coom.* Obtenido de Significado de descentralización: https://www.significados.com/como-citar/

Zamorano, R. J. (3 de Marzo de 2023). Producción de biogás a partir de aguas residuales y residuos agrícolas. Zamorano.edu. .

- Colaboradores de Wikipedia. (2024, 24 septiembre). *Nejapa*. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Nejapa
- *Municipalida*｜*Nejapa*. (s. f.). https://alcaldianejapa.gob.sv/

- Colaboradores de Wikipedia. (2024a, septiembre 24). Apopa. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Apopa
- Apopa (municipio). (s. f.). Los Diccionarios y las Enciclopedias Sobre el Académico. https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/97360
- Admin. (2015, 18 marzo). Quezaltepeque - Municipios de El Salvador. Municipios de el Salvador. https://www.municipiosdeelsalvador.com/la-libertad/quezaltepeque
- Apopa (municipio). (s. f.). Los Diccionarios y las Enciclopedias Sobre el Académico. https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/97360
- Pliego tarifario vigente – Distribuidora de Electricidad DELSUR S.A de C.V. (s/f). Com.sv. Recuperado de https://www.delsur.com.sv/pliego-tarifario-vigente/
- (S/f). Aes-elsalvador.com. Recuperado de https://www.aes-elsalvador.com/sites/default/files/2023-04/1.CAESS%20Tarifa%203x6%2C5%2015%20abril%202023-01.jpg
- División Distribución | AES El Salvador. (s. f.). AES el Salvador. https://www.aes-elsalvador.com/es/distribucion#:~:text=En%20El%20Salvador%2C%20a%20trav%C3%A9s,70%25%20del%20mercado%20el%C3%A9ctrico%20nacional.
- (S/f-b). Gob.sv. Recuperado de https://transparencia.oj.gob.sv/descargar/3/19900/HOMICIDIOS%20MARZO%202022/28-04-2022
- Encuentra24.com. (s. f.). Terrenos El Salvador | Venta de terrenos y lotes en El Salvador. © encuentra24.com/. https://m.encuentra24.com/el-salvador-es/bienes-raices-venta-de-propiedades-lotes-y-terrenos/terreno-nejapa-cerca-km-25-troncal-del-norte/22600714?regionslug=san-salvador-nejapa&list=categoryregion&catslug=bienes-raices-venta-de-propiedades-lotes-y-terrenos
- 12 manzanas de terreno carretera hacia Quezaltepeque, Nejapa. (s. f.). https://salvador.buscocasita.com/12-manzanas-de-terreno-carretera-hacia-quezaltepeque-nejapa_242337.html
- El Salvador - Consumo de fertilizantes. (s. f.). https://www.indexmundi.com/es/datos/el-salvador/consumo-de-fertilizantes
- Gsidesarrollo. (2021, 28 mayo). Fertilizantes muestran estabilidad de precios según sondeo de la Defensoría del Consumidor - Defensoría del Consumidor. Defensoría del Consumidor. https://www.defensoria.gob.sv/noticias/fertilizantes-muestran-estabilidad-de-precios-segun-sondeo-de-la-defensoria-del-consumidor/

- No title. (s/f). Youtube. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi80sSB3emBAxV-lGoFHXdnAU44ChC3AnoECAkQAg&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DivLv2dx9eho&usg=AOvVaw1tW-G5hMpbf9WpsxYF620k&opi=89978449
- Leighton, L. (2013). No title. 1–1. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiggoe84emBAxVlk2oFHVckGq4QFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.transparencia.gob.sv%2Finstitutions%2Falc-nejapa%2Fdocuments%2F447040%2Fdownload&usg=AOvVaw274v7o4l_O4rBe2lZveP64&opi=89978449
- No title. (s/f-b). Google.com. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwib5qWE5OmBAxWDmWoFHTrLDz8QFnoECB8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.transparencia.gob.sv%2Finstitutions%2Falc-nejapa%2Fdocuments%2F289921%2Fdownload&usg=AOvVaw1gL6vRTPRzcAEeXKKDcTvu&opi=89978449

ANEXOS

Anexo 1 Entrevista planta generadora

ENTREVISTA

PLANTA FOTOVOLTAICA

1) ¿Cuál es el nombre de la planta?

   R\ Planta Fotovoltaica

2) ¿Cuánto tiempo lleva operando la planta?

   R\ 5 Años aproximadamente, fue iniciada en el año 2017.

3) ¿La planta tuvo apoyo de organizaciones gubernamentales?

   R\ De los BANCOS.

4) ¿Ha tenido incrementos o se va a incrementar la capacidad en la planta en estos años? R\ Incrementos de plantas aún no han hecho, pero si quieren incrementar.

5) ¿cuál es el proceso de generación de energía?

   R\ Por medios de paneles conectados en serie distribuyen una cantidad de volts y están van conectados a unos transformadores que hacen que eleve el volt a una tensión alta y esta se dirige a una subestación.

6) ¿Cuántos paneles hay actualmente en la planta?

   R\ 38,760 paneles

7) ¿Cuánta energía genera cada panel?

   R\ 46 volts

8) ¿Cuál es la capacidad instalada de la planta?

   R\ 10 KV

9) ¿Cuánta energía eléctrica genera la planta?

   R\ 10967 MW

10) ¿Cuál es el costo por KW generado en la planta?

R\ el personal lo desconoce

11) ¿Cuál es la compañía distribuidora?

R\ AES DISTRIBUIDORA

¿Conoce como es el acuerdo?

R\ Que una de Las líneas llega a una subestación de AES

12) ¿La inyección de energía es interrumpida ocasionalmente?

R\ No se interrumpe.

¿O es una distribución continua?

R\ Si es continua.

13) ¿A que lugares se distribuye la energía eléctrica?

R\ se desconoce

14) ¿Cuántas familias son beneficiadas de la planta?

R\se desconoce

15) ¿Que compone la subestación eléctrica? Y cuál es la función de cada una de los elementos? R\ Un estrin es donde mantienen los paneles. Los paneles están se encargan de recibir la luz del sol y convertirlas en energía eléctrica que aproximadamente dan un 45v, protección que es como una celda y los transformadores que se encargan de elevar la carga

Anexo 2 Entrevista a generadora en base a biogás

ENTREVISTA

PLANTA DE RENIG.

1- ¿EN QUE AÑO COMENZARON A OPERAR?
R\ en febrero de 2021

2- ¿TUVIERON ALGUNA AYUDA GUBERNAMENTALES?
R\ Pues fíjese que sí, una empresa que ya estaba con la experiencia que es la AquaLimpia

3- ¿CUAL ES EL OBJETIVO CON LA EMPRESA?
R\ Nuestro objetivo no es el tratamiento del agua, nuestro enfoque no solo va hacer la calidad del agua si no sobre la potencial de biogás.

4- ¿CUANTA ES LA PRODUCCION DEL BIOGAS AL DIA?
R\ 4000 METROS CUBICOS.

5- ¿CUANTO GENERAN DE ENERGIA AL DIA?
R\ 6000 KW

6- ¿LA POTENCIA DEL MOTOR VA A DEPENDER DE LA CANTIDAD DE HORA?
R\Si, bueno, yo les recomiendo que lo calculen por año y se hace por año porque se considera vía de estímulo, etc. entonces se considera una disponibilidad muy reproducción de un 88% a 80% anual y de ahí sacamos las horas y se mandan el dineral de todo el año y el biogás que se va generar de todo el año.

7- ¿Cuánto GENERAN ENERGIA ELECTRICA MENSUAL?
R\ 2267KW\H, 267MW\H AL MES

8- ¿Por qué SE MANTIENEN BIOGAS?
R\ Poque digamos mientras una está en mantenimiento el otro está en funcionamiento o en caso de alguno se arruine queda el otro de respaldo.

Anexo 3 Entrevista con personal de la DHM

ENTREVISTA

DIRECCION DE HIDROCARBUROS Y MINAS DE EL SALVADOR

PRESENTAR LOS INTEGRANTES DEL PROYECTO DE TESIS.

PRESENTAR EL TEMA DE TESIS Y EL OBJETIVO DEL PROYECTO

"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A BASE DE BIOGÁS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL MUNICIPIO DE NEJAPA."

PREGUNTAS A INGENIERO ELECTRICO VICTOR

AREA PROFESIONAL

1. Formación.

R\ Validad proyectos de ingeniería industrial, temas de subsidio y en general integración de cualquier recurso renovable de nuestro material energético o de cualquier uso de la leña, hasta el uso de la geotermia, prácticamente ven todos los aspectos donde se usen la energía no solo eléctrica, sino que también térmica.

2. Puesto que desempeña actualmente.

R\ jefe de la División de Desarrollo Sostenible de Equidad Energética en la Dirección General de Energía Hidrocarburos y minas.

TEMATICA

3. La DHM interviene / regula en algún aspecto en el mercado eléctrico nacional.

R\ Directamente no, pero, la dirección general lo que si hace que genera la política energética y la política energética vamos a contar con los lineamientos de a nivel nacional que se siguen por ejemplo: consumo eficiente abastecimiento sostenible, integración regional y pues cada una llevan sus lineamientos, sus actividades y pues prácticamente damos inca pies a la planificación de esta nueva política 2050, entonces al largo plazo para tener una ruta , entonces hay momentos en la que la dirección se dice, bueno vamos hacer una litación de proyecto máximo 100megas, entonces se hacen todos los preparativos y todas la instituciones del estado se ponen a trabajar en pro que se ejecute ese proyecto,

pero realmente quienes regulan o dan las autorizaciones para ya sean inscripciones de generador, para los que son aprobación de la Ley de incentivo fiscal, para certificar tu proyecto como energía renovable es la SIGET y también con ellos hay que hacer la inscripción si vas a distribuir la energía, comercializar y luego vienen los permisos que dependiendo donde se instale tu proyecto Tenes que pedir permiso a la distribuidora o con ETESAL si es a nivel de 115KV, entonces nosotros vemos más la parte política y pues a nosotros nos buscan las empresas para ver detalles o asesoremos algunos trámites que deben de realizar.

4. **Cuáles son las características** (diferencias) **del mercado mayorista y del mercado minorista** de energía eléctrica de El Salvador y **que participantes componen cada mercado**. (generadores, distribuidores, comercializador y grandes usuarios de energía eléctrica)

R\lo que me acabas de mencionar son las que participan dentro del mercado comenzamos por los generadores pueden ser las CEL, LA GEO sería cualquier planta solar Entonces todos esos son generadores de conectarse a nivel de transmisión como te decía 115 kv o distribución 23000 voltios entonces todo depende dónde te vas a conectar el tamaño y de la accesibilidad al mercado minorista porque estás En distribución y hace la diferencia al mercado mayorista porque estas en transmisión de 115kv, eso le creo que ya va a llegar este deja entender cuando sea la minorista y mayorista. Mencionabas que esos son por ejemplo proyectos enormes te pongo el caso, Qué es el más fácil de mencionar la planta torogoz, la de anda, entonces vengan usuario. Está conectado a nivel de transmisión y por eso se llama gran usuario y luego tenemos ya lo están conectados a nivel de distribución, que esos tú puedes buscar pliego tarifario la clasificación presidencial de verdad generales, Qué son usuarios, que quieran demandas más alta demanda cada una de esas tiene una tarifa diferente. Ahí van a ver ustedes, qué distribuidora Industrial entonces permite variar bastante, pero la tarifa que ellos manejan es menor. Digamos lo que realmente determina el precio de generador que utilizamos para eso también lo que está en la transacción. Buscar una página de transacciones ver si está funcionando porque hoy que nosotros estamos migrando de la dirección. Dónde está mente todo lo que usted necesita para la prefactibilidad permiso que está detallado ahí. Entonces ustedes aquí en esta página pueden ver los costos variables en tiempo real obviamente nosotros nos están cobrando energía por el precio profesora nosotros ya promedio hombre bien el precio de distribuidor eléctrico Este momento. el pronóstico de la demanda tenemos 1020 generación cristal A estudiar más energético que nosotros tenemos no hay bastante tráfico en este momento y

bastante natural importación una pequeña parte que está toda la potencia, que estamos nosotros cuando no importación quiere decir que nosotros damos abasto con nuestra mente tenemos los precios más bajos. Y no necesitamos de generadores de otro país es porque ese se lo mejor nosotros tenemos más de 2000megabait de capacidad instalada y la gente se amontona generadores o no parar el sistema está diseñado para que cuando otro país tenga excelente para nosotros y evitemos meter generadores más caros, eso es algo, que tengo bien, claro. Así que demostrar en si se aprovechan la que están grabando para que le dé. Quiero encontrar el pliego tarifario gerencia de registro Encontrar ustedes todo lo que son las armas los procedimientos si algo, pero igual más tarde pasar la última primaria más importante de ver en el sector eléctrico luego hasta el Ministerio de reenviar muy bien la legislación ambiental. Hay mucho tráfico meten los desarrolladores que primero compré el terreno y después preguntan si ahí se puede hacer un proyecto Ministerio de medio ambiente y tiene un sistema de categorización Entonces aquí para ingresar una las coordenadas del terreno el punto. Ajo y me va a mostrar todo el municipio de nejapa. Entonces yo aquí puedo identificar a la derecha me aparece todas los ejemplos reserva de biosfera, áreas protegidas en verdad y yo compré el terreno ahí ya perdí mi dinero para darle lo que piensa usar un generador un bote de cielo abierto máquinas en otras hacemos una preevaluación o por ejemplo de inundación Estas son las zonas que tienen riesgo inundaciones en azul entonces vemos la clase de suelo, aquí podemos identificar Qué tipo de suelo, es y así se van haciendo Todas Las evaluaciones para la para la precalificación hay un hay un Es un formulario que se desee sacaste con esta información. ¿Quieres estar pueden buscar? El sistema de evaluación ambiental ustedes aquí pueden ver ejemplos, por ejemplo, vamos a ver proyectos con resolución. Cómo poner ver si sale uno de los viejitos que me destrucción, pueden estar alejado, por ejemplo. Entonces, podemos ver aquí toda la información que ellos me enviaron y todo el proceso que realizaron estudio de impacto ya no tienen la resolución ambiental, podemos ver ubicación. No parecer no está completa la información. Además, en este caso le dijeron que no requería estudio de impacto ambiental entonces. ¿Cómo saber Pueden colocar también solar? estudio de impacto ambiental si lo ubicación soluciones ambientales a uno tiene y pues está el estado de Indiana categoría 3 en parte sí o sí tiene que hacer Estoy en vital seguramente porque han colocado mal los datos en el mismo alguien que no conozca el normal horario. Sí aquí también ustedes pueden Mira a la página de mar y pedirle los formularios también se los pueden dar, ¿pero también se creen un usuario puede Ingresar a él? usuario con cualquier correo Dónde que siguiendo una guía de ahí tenía las claves todos los permisos que sean

de sacar no hay donde perderse, ¿verdad? Pasó quizás del proyecto que usted está evaluando, yo iría más la parte legal, cuando te dije esto respondo con este tipo de aprovechamiento de los desechos porque Generalmente las alcaldías ya tienen. Almacenamiento de biogás y la y la quema genera electricidad y asonantes un trámite ambiental podíamos por el cambio del permiso también debería de ver un permiso municipal, verdad que prueben uso de la planta de tratamiento para ir, pero más allá lo que necesitamos es la factibilidad Eso sí ya tiene que ser un ingeniero diseña verdad el sistema que valide la producción que van a tener de m3 de biogás diarias y posterior. La producción digamos que sí, pega, o sea, ni Ellos saben porque los medidores actuales no funcionan, entonces están, así como con el teórico que era de 1000 m3 parece. No tienen, la tienen más fácil porque si ya tienen producción de biogás y estando solo necesitan ir a buscar un generador. Generador que tenga capacidad para recibir esos 1000 m3 diario por poner un ejemplo gorda usted tiene que terminar puntualmente y decir bueno con esto generadores que van costar les voy a poner un ejemplo $500000 puedo aprovechar tantos metros cúbicos al día y generar energía 24/7 la semana o dos semanas al año de mantenimiento Generalmente su diseño ejercen cuando generadora para los mantenimientos no perder todas las generaciones ya con eso ustedes hacen alguna cotización es eso hay muchas empresas que venden esos equipos. página de bandesal para consultar precios no es una página donde tienen listado de empresas y estás con ellos, quieren este tipo de equipos. Entonces cuando tengan ustedes está lujo de caja energía Caldera climatización generador de combustión a gas aquí presentes para eso Entonces usted con ellos van a su presupuesto que deben de realizar Y entonces vas a tener su inversión proyecto nuevo debe establecer y estimar un precio de energía en este caso yo recomiendo que ustedes hagan estimación de $80 por medio watts por hora sí eso vuelve al proyecto entonces Sí o no vale la pena ser inversión, posiblemente los generadores estén muy caros y tiene que proyectarse. Cliente para que le compres energías un contrato con el gobierno un contrato con la distribuidora un contrato con una empresa privada que esté cerca que sean alta en consumo para eso se debe de crear una matadora para que poder hacer esas transacciones o se le vende a una comercializadora específicamente y ese todo lo demás. ¿Cómo está el estado de ese de ese proyecto si están Quemando el biogás está mucho más fácil si hay alegría le digo que es factible porque ya hay una inversión enorme hecho y qué Y dónde deben de ser estratégico? Porque Generalmente también voy a hacer una planta tratamiento de aguas, entonces hacen todos los cálculos para la plata tratamiento, Pero por qué hago yo la plata miento ambiente en obligar a que yo digo. conciertos nivel de

contaminación, pero puedo generar electricidad y como la empresaria muchas veces no le gusta perder, pero siempre no le gusta perder entonces dice yo tengo $180 para poder hacer esta planta de tratamiento de agua y ahí está el error más grande porque tratamiento yo la tengo que hacer porque si no me penalizan directa no puede hacer mis actividades, ya hemos visto noticias, lo estratégico, es que en inversión es Qué me lleva hacer uso de ese lugar? O sea, Digamos si yo no tuviera membrana y compró las membranas los generadores, la lotería la subestación esas la inversión que yo voy a hacer para generar electricidad. Entonces quién cálculo el retorno a la inversión Es sobre esa inversión obviamente dentro del proyecto con ustedes no validan deben de hablar de la inversión, que ya hice la municipalidad no se podrá ser medio millón de dólares. una duda con respecto a lo de las comercializadoras la comercializadora es muy distinto de la distribuidora en macro mercado Perdón que manejamos aparte llegamos a la parte los generadores de usuario, el distribuidor en el dueño de la comercializadora es aquel que se encarga de la venta y las transacciones de energía, por ejemplo, tenemos una distribuidora que se llama cae. frases que se confunden comercializadoras por ejemplo Perdón algún caso que esa no tiene red de distribución de transacciones también. Tenemos se marca para los nombres de las otras comercializadoras. Ahorita, pero existen otra comercializadora que no tiene una red, pero tienen usuarios conectados a la red y hay un mensaje por el transporte de la energía que nos digamos que si tienen diferente

5. **Cuál es la función de ETESAL. Que dice que es la que se encarga de transportar energía de alta tensión. ¿qué entidad/es transportan la energía de media y baja tensión?**

R\ ETESAL es como el distribuidor, pero a nivel de transmisión es el dueño de transmisión a nivel nacional. Entonces es de alta tensión, Entonces ellos es lo que hacen es construir empleo en la red de transmisión me cobran un monto para mantener y operar Entonces eso Se recarga el precio de energía también. en resumen, todos los usuarios pagamos todo. siempre al final en el precio energía están: Los costos del sistema, al costo de transmisión, Los costos de distribución, Los costos de comercialización. Podemos tener la materia energética más renovable, Pero si el crecimiento y administración de estas instituciones. de transmisión y distribución Y de los mismos generadores. Más eficientes no tenemos precios bajos y entonces ahí entra en la función de SIGET. monitoreo, Qué es más

eficiente que se cumplan y que no exista también trampa. Dentro de lo que se está haciendo.

6. **Cuál es la función de la Unidad de Transacción.**

Que investigamos que administra el mercado mayorista y opera el sistema eléctrico de potencia y las interconexiones a nivel regional en coordinación con el EOR. Ente operador regional R\ En la que el válida iríamos generadores que están entrando de cómo estaba. Operando la red. ¿Qué transacciones estás haciendo? Quién va a vender energía mañana, Quién va. Entrar en mantenimiento, eso es a nivel nacional. Luego vienen otras identidades a nivel internacional. Como el EOR hay una entrevista. Se los voy a anotar para compartírselos Qué es algo viejita, pero es dónde está.

Mejor explicado también lo que es. toda la parte del sector les voy a buscar ese documento.

Es como una especie de donde ustedes pueden ir revisando todos los requisitos para poder desarrollar el proyecto, pero se lo voy a buscar porque tengo deshabilitado la página. Hay que cargar toda la creación de la institución.

7. **CNE / concejo nacional de energía, aun funciona el CNE y que funciones cumplía/ cumple?**

R\ Porque lo que pasa es que en el sector tenía. institución Que veía el tema del combustible la calidad. Y tenía otra institución. Que veía el tema energético. Entonces al final las empresas tenían un permiso Con la dirección de hidrocarburos. Y También tenían que hacer un trámite con el CNE Entonces por ser dos figuras. Fiscales diferentes o mejor dicho dos entidades públicas diferentes no estaba que una empresa sea registrada la, por ejemplo, una dirección de hidrocarburos puede hacer una sola operación, ¿verdad? Para efectuar un todo el permiso que quisieron Entonces es cuestión. devolver eficiente el que hace entre el sector público Como paralelizar también. todos los trámites de los usuarios finales

8. **Cuál es la diferencia entre un gran usuario y usuarios finales** (comerciales, residencial e industria)

R\ un gran usuario es un usuario final también, pero están conectados en transmisión en alta demanda En media demanda y baja demanda. Son usuarios, pero están en distribución o sea bajo voltaje Esa es la diferencia. Pero siempre son usuarios.

9. Que diferencia que un operador sea transmisor, comercializador o distribuidor

Se centra a la red que está conectada ya sea transmisión o distribución.

10. Diferencia entre la potencia y la energía brindada

Ah bueno son dos unidades diferentes, por ejemplo, la potencia es la capacidad instalada. y la energía brindada eso se puede traducir en palabras simples como la cantidad de horas que yo pasé conectado. Por ponerle sus casos. Sí yo tengo una planta de 100 Mw. Pero en el día solo pase conectado. 5 horas entonces Yo puedo reportar que quién el día tuvo una producción de 500 mega watts por hora, porque solo me conecté 5 horas y eso sí funcionará a la capacidad máxima, Pero si yo funciono a un 50% La cantidad es menos. Entonces es la misma potencia, pero con la unidad de tiempo. Trabajará en mega watts por hora por eso son líneas diferentes, potencias y energía eso lo van a ver en el pliego tarifario. reproducción kilowatt y kilowatt por hora

11. Con respecto a las concesiones para las plantas generadoras de energía eléctrica, al ser esta un caso de energía renovable: ¿biogás se debe tramitar la concesión? (Art 5)

R\ No, no, la concesión solo se necesitan recursos térmicos o recursos eléctricos. Lo que sí se debe hacer es autorizar. los permisos ambientales.

12. ¿Sabe de alguna ley o reglamento especifico relacionada a la generación de biogás en el País?

R\ No existe una ley específica, es que realmente si vas a generar electricidad. te vas a reelegir las mismas reglas que cualquier generador, la diferencia es Por dónde viene o de dónde se obtiene el recurso, pero Cómo en este caso Viene a partir de desechos. No necesitas concesión porque la posesión es el control del partido. Pero si solita concesión un fuerte haces uso. Qué es propiedad del estado como el de agua o el subsuelo por el vapor geotérmico. o, por ejemplo, si usáramos la energía undimotriz Por ejemplo también necesitarías una Concesión, pero no existe una ley específica para esto.

13. Actualmente como considera que se encuentra el país respecto a la generación de energía renovables.

R\ Pues el país va por una excelente ruta en cuanto la integración de recursos renovables siempre hay retos tecnológicos Como por ejemplo la falta de aplicación de

almacenamientos energía gas en baterías hoy hidrógenos aún dependemos del combustible, pero creo que En cuanto a política si se ha empleado una forma correcta Como, por ejemplo, el uso de gas natural en su uso de un combustible de energía no renovable, pero es más limpio que él diésel. Es un combustible de transición Entonces nos estudios las propuestas si han avanzado. hacer cursos de más energía renovable, Obviamente con los precios muchas veces se hace un desarrollo. de la central es de forma lenta Como por ejemplo Nosotros tenemos muchos recursos geotérmicos. pero la inversión es la incertidumbre que si vas a encontrar el curso después que gastaste 7000000. Para perforar un pozo es bastante alta, es Cómo buscar petróleo. Entonces muchas veces. Estos proyectos no son muy rentables.

Por el precio de la energía para ello podría ser muy baja. Y Cuándo se desarrolló. plantas solares tenis precios bajos, pero Tenes la red de alimentación durante el día Hoy atendemos. una reducción de producción de la energía solar Así es como Llevamos que el punto es creo que la creación de la dirección sirve esto permite que continúe la planificación de integración de recursos que mantengan. estable por un momento en esta crisis, que no depende de nosotros como la guerra o el mismo COVID Tengamos un precio estable entonces. Vamos a tener nuevas plantas solares. plantas de aprovechamiento geotérmicos? Se están haciendo los estudios para el hidrógeno. Hasta para la energía nuclear y el realmente energético nivel internacional lo cual podría ser una alternativa plazas por completo todos los combustibles fósiles Y hay muchas cosas que hay ahí que no se me va a escapar durante el tema de los desechos. Pero hay tratamientos para eso porque Centroamérica no lo vamos a hacer hoy. entonces ahí hay un gran trabajo de en cuanto infraestructura y la educación sobre la energía todo el país. Pero vamos en buen camino hay una buena planificación sobre Qué va hacer el país para que vayamos tener 3 subes tables

ETESAL / empresa transmisora de El Salvador
MER / mercado eléctrico regional
SIEPAC / sistema de interconexión eléctrica para países de América central
CRIE / comisión regional de interconexión eléctrica
CNE / Comisión nacional de energía

Anexo 4 entrevista a especialista en generación de biogás

Entrevista

Universidad de El Salvador

Generalidades biogás

¿qué gases componen el biogás y en que proporciones lo componen en una situación ideal?

R\ El biogás está formada de su mayoría por metal. hay otros componentes que podrían estar presentes pero la mayor composición o mayor componente es el metal y hay que estarlo controlando porque, este gas explosivo ha cierta concentración de la atmósfera entonces cuando no se está captando para su aprovechamiento mejor lo queman porque puede dar problema que se concentre en un espacio determinado y ahí si entramos en un problema por eso mismo por concentraciones cercanas anda ahí por el 65% o 70% ya podría ser explosivo.

¿Cuáles de estos gases se deben eliminar en un escenario de generación de energía eléctricas?

R\Ácido sulfhídrico. (H2S)

¿Qué métodos de purificación del biogás se puede utilizar, cuál es el más eficiente y en base a qué Criterios se puede seleccionar el método? R\ A veces son sistemas de lavadores de gases como por ejemplo hay uno que se conoce como Stripping que es un lavador de gases se hace pasar la corriente de biogás y este trabaja em contra corriente por la parte inferior se hace pasar el gas y la parte superior la sustancia que se va usar como lavador que generalmente es agua pero no es un chorro de agua que uno le pone si no que como si fuera una regadera a modo que las gotas sean finas como que fueran los aspersores o a ese nivel De gotas pues el lavador se hace pasar por la parte de arriba y el gas por parte de abajo y por la contracorriente se hunde y el agua arrastra el H2S ósea lo incorpora a su molécula de agua prácticamente no solo será agua si no una mescla ácido sulfúrico y prácticamente es lo que sale en la salida y el gas libre de H2S sale por un costado sería superior derecho por ahí sale el gas limpio o de los que más se usan son TORRES DE ABSORCION.

¿método o fórmula para calcular la generación de energía eléctrica según el volumen de biogás producido? R\ depende de muchas cosas

¿De qué forma podríamos medir o cuantificar la capacidad real de generación de biogás (caudal)?

R\ **rotámetros**

¿Existe equipo en la UES para esto?

R\ No.

¿Qué sistema de generación de energía eléctrica recomienda para la capacidad de diseño de generación de biogás de la Planta? R\

¿Qué elementos debería tener la estación donde se inyectará la energía a la red?

R\ no aplica

Datos específicos de PTAR

- ✓ Caudal de ingreso de aguas residuales: 3420.7 m3/d
- ✓ Capacidad de diseño de generación de biogás: 1105.23 m3/d
- ✓ Calidad del biogás: 74%
- ✓ Dióxido de carbono: 1%
- ✓ Ácido sulfúrico: 126ppm
- ✓ Monóxido de carbono:36ppm

Anexo 5 pliego tarifario

SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES

PRECIOS MAXIMOS PARA EL SUMINISTRO ELECTRICO VIGENTES A PARTIR DEL 15 DE ENERO 2023

I. PEQUEÑAS DEMANDAS (0 < kW ≤ 10)

Baja Tensión

a) Tarifa Residencial para consumos menores de 99 kWh/mes - BT

Bloque 1: Primeros 99 kWh/mes

		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US$/Usuario-mes	0.837715	0.979692	0.759466	0.891345	0.792871	1.581505	0.867936	0.995852
Cargo de Energía:		0.166824	0.155165	0.163862	0.158064	0.160013	0.143910	0.231193	0.139748
Cargo Variable	US$/kWh								
Cargo de Distribución:		0.032119	0.051952	0.065141	0.069640	0.081671	0.066056	0.040568	0.039656
Cargo Variable	US$/kWh								

Bloque 2: Consumos entre 100 kWh/mes y 199 kWh/mes

		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US$/Usuario-mes	0.837715	0.979692	0.759466	0.891345	0.792871	1.581505	0.867936	0.995852
Cargo de Energía:		0.166810	0.154494	0.163197	0.158429	0.159918	0.142323	0.231114	0.138985
Cargo Variable	US$/kWh								
Cargo de Distribución:		0.036437	0.065378	0.030477	0.037589	0.040471	0.117081	0.035955	0.043405
Cargo Variable	US$/kWh								

Bloque 3: Consumos mayores o iguales a 200 kWh/mes

		CAESS	DELSUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US$/Usuario-mes	0.837715	0.979692	0.759466	0.891345	0.792871	1.581505	0.867936	0.995852
Cargo de Energía:		0.165655	0.153750	0.162349	0.157956	0.159240	0.141761	0.231114	0.138406
Cargo Variable	US$/kWh								
Cargo de Distribución:		0.048087	0.080377	0.090206	0.085280	0.091716	0.137530	0.037964	0.045186
Cargo Variable	US$/kWh								

Uso General

		CAESS	DELSUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US$/Usuario-mes	0.837715	0.979692	0.759466	0.891345	0.792871	1.581505	0.867936	0.995852
Cargo de Energía:		0.164224	0.152717	0.160807	0.155573	0.156416	0.140030	0.223881	0.137523
Cargo Variable	US$/kWh								
Cargo de Distribución:		0.038882	0.047574	0.045137	0.066839	0.070215	0.193495	0.037519	0.035747
Cargo Variable	US$/kWh								

Alumbrado Público

		CAESS	DELSUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US$/Usuario-mes	0.837715	0.979692	0.759466	0.891345	0.792871	1.581505	0.867936	0.995852
Cargo de Energía:		0.143212	0.127765	0.131835	0.125304	0.122543	0.135445	0.230982	0.139870
Cargo Variable	US$/kWh								
Cargo de Distribución:		0.038651	0.055582	0.069218	0.071978	0.075810	0.110995	0.044483	0.035768
Cargo Variable	US$/kWh								

II. MEDIANA DEMANDA (10 < kW ≤ 50)									
BAJA TENSION CON MEDICIÓN DE POTENCIA									
		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US$/Usuario-mes	0.837715	0.979692	0.759466	0.891345	0.792871	1.581505	0.867936	0.995852
Cargo de Energía:									
Cargo Variable	US$/kWh	0.162993	0.149067	0.158561	0.153804	0.152683	0.137790	0.228015	0.137054
Cargo de Distribución:									
Potencia	US$/kW-mes	16.116777	24.566953	24.738299	29.488459	31.683909	38.277813	17.458443	21.144428
MEDIA TENSION CON MEDICIÓN DE POTENCIA									
		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US$/Usuario-mes	0.837715	0.979692	0.759466	0.891345	0.792871	1.581505	0.867936	0.995852
Cargo de Energía:									
Cargo Variable	US$/kWh	0.151545	0.138402	0.144887	0.137400	0.138061	0.128451	0.216730	0.128212
Cargo de Distribución:									
Potencia	US$/kW-mes	8.044023	9.156741	14.151259	19.220377	20.870145	9.942488	10.688800	5.447846
BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO									
		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Atención al Cliente	US$/Usuario-mes	0.837715	0.979692	0.759466	0.891345	0.792871	1.581505	0.867936	0.995852
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US$/kWh	0.179506	0.170316	0.179087	0.172257	0.173915	0.156926	0.243749	0.140004
Energía en Resto	US$/kWh	0.157714	0.144301	0.151861	0.148611	0.149923	0.133341	0.218159	0.128304
Energía en Valle	US$/kWh	0.172748	0.160246	0.172371	0.162848	0.165195	0.140872	0.244079	0.131320
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US$/kW-mes	16.116777	24.566953	24.738299	29.488459	31.683909	38.277813	17.458443	21.144428
MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO									
		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US$/Usuario-mes	0.837715	0.979692	0.759466	0.891345	0.792871	1.581505	0.867936	0.995852
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US$/kWh	0.166294	0.155907	0.163329	0.153601	0.154150	0.146630	0.231685	0.123731
Energía en Resto	US$/kWh	0.146106	0.132093	0.138499	0.132516	0.132884	0.124592	0.207362	0.113392
Energía en Valle	US$/kWh	0.160034	0.146689	0.157204	0.145212	0.146421	0.131629	0.231999	0.116057
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US$/kW-mes	8.044023	9.156741	14.151259	19.220377	20.870145	9.942488	10.688800	5.447846

III. GRANDES DEMANDAS (>50 kW)									
BAJA TENSION CON MEDIDOR HORARIO									
		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Atención al Cliente	US$/Usuario-mes	12.565725	14.695387	11.391983	13.370179	11.893070	16.910889	17.214672	7.651951
Cargo de Energía:									

Energía en Punta	US$/kWh	0.179506	0.170316	0.179087	0.172257	0.173915	0.156926	0.243749	0.140004
Energía en Resto	US$/kWh	0.157714	0.144301	0.151861	0.148611	0.149923	0.133341	0.218159	0.128304
Energía en Valle	US$/kWh	0.172748	0.160246	0.172371	0.162848	0.165195	0.140872	0.244079	0.131320
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US$/kW-mes	16.116777	24.566953	24.738299	29.488459	31.683909	38.277813	17.458443	21.144428
MEDIA TENSION CON MEDIDOR HORARIO									
		CAESS	DEL SUR	CLESA	EEO	DEUSEM	EDESAL	B&D	ABRUZZO
Cargo de Comercialización:									
Cargo Fijo	US$/Usuario-mes	12.565725	14.695387	11.391983	13.370179	11.893070	16.910889	17.214672	7.651951
Cargo de Energía:									
Energía en Punta	US$/kWh	0.166294	0.155907	0.163329	0.153601	0.154150	0.146630	0.231685	0.123731
Energía en Resto	US$/kWh	0.146106	0.132093	0.138499	0.132516	0.132884	0.124592	0.207362	0.113392
Energía en Valle	US$/kWh	0.160034	0.146689	0.157204	0.145212	0.146421	0.131629	0.231999	0.116057
Cargo de Distribución:									
Potencia:	US$/kW-mes	8.044023	9.156741	14.151259	19.220377	20.870145	9.942488	10.688800	5.447846

Fuente:https://www.siget.gob.sv/download/los-pliegos-tarifarios-del-suministro-de-energia-electrica-al-consumidor-final-vigentes-del-15-de-enero-al-14-de-abril-de-2023/

Anexo 6 Técnica de observación y segunda visita a la PTAR



Anexo 7 Parte interna de los RAFA



Anexo 8 Recorrido de planta y entrevista con gerente de PTAR Nejapa





Anexo 9 Áreas de la PTAR Nejapa



Oficinas administrativas



Entrada de caudal



Tratamiento primario



ERAS de secado



Tratamiento secundario



Escaleras de los RAFA



Antorcha de quema de biogás



Generador eléctrico de emergencia



Filtros percoladores



Vista aerea de filtros percoladores



Área de controles de PTAR



Decantador secundario

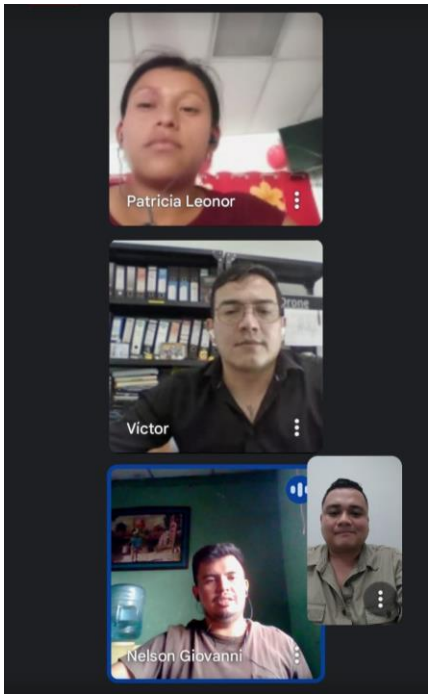


Canal de cloración

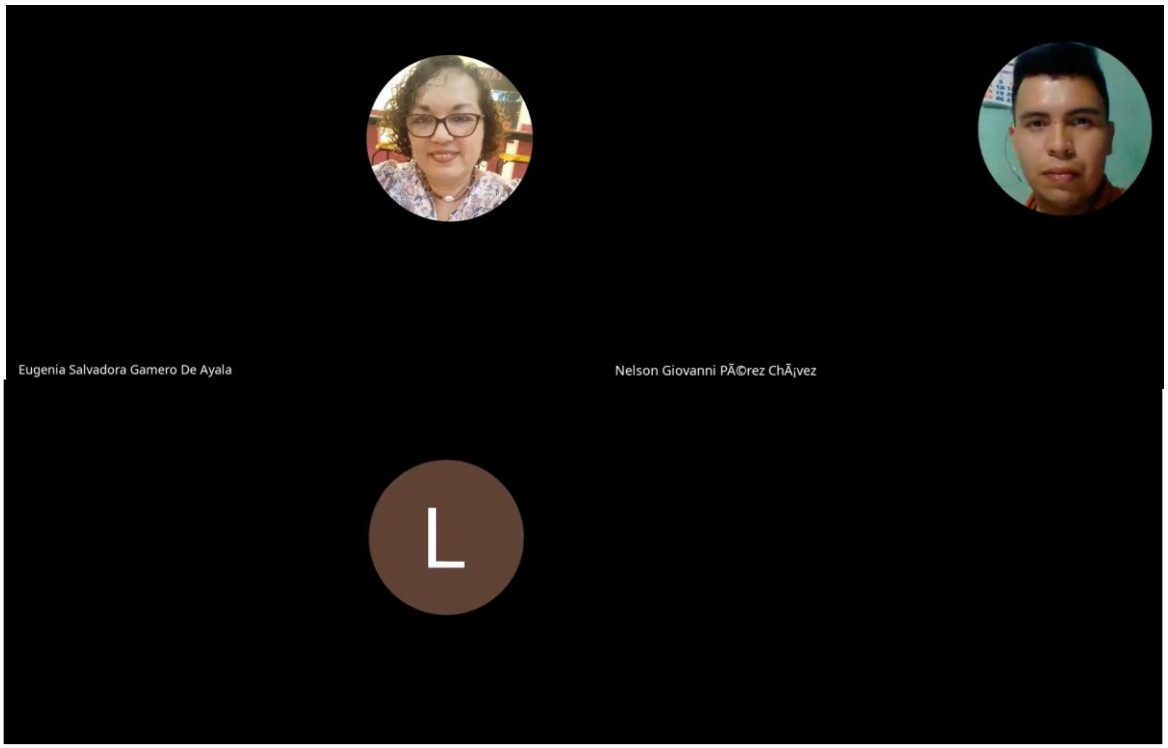


Salida de efluente a rio San Antonio

Anexo 10 Entrevista con ingeniero Víctor Sagastume de DGEHM



Anexo 11 Entrevista con especialista de producción de biogás, ingeniera Eugenia Gamero de UES



Anexo 12 Entrevista a generadora de energía a base de tecnología fotovoltaica Potenza













Anexo 13 Entrevista a generadora de energía a base de tecnología biogás RENIG








Anexo 14 Medición de calidad del biogás de PTAR Nejapa













Anexo 15 PTAR Nejapa



Anexo 16 Entrevista con Gerente de la planta





Anexo 17 Generadora de energía a base de tecnología fotovoltaica Potenza











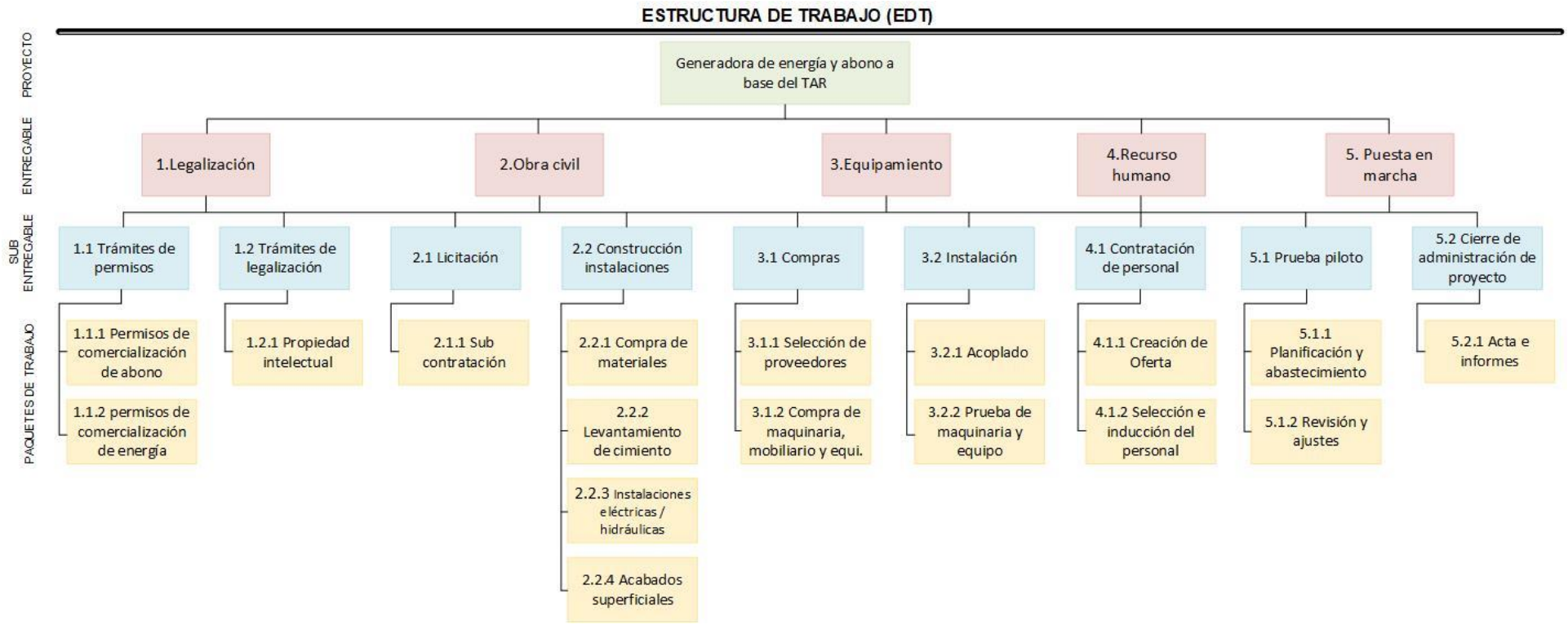




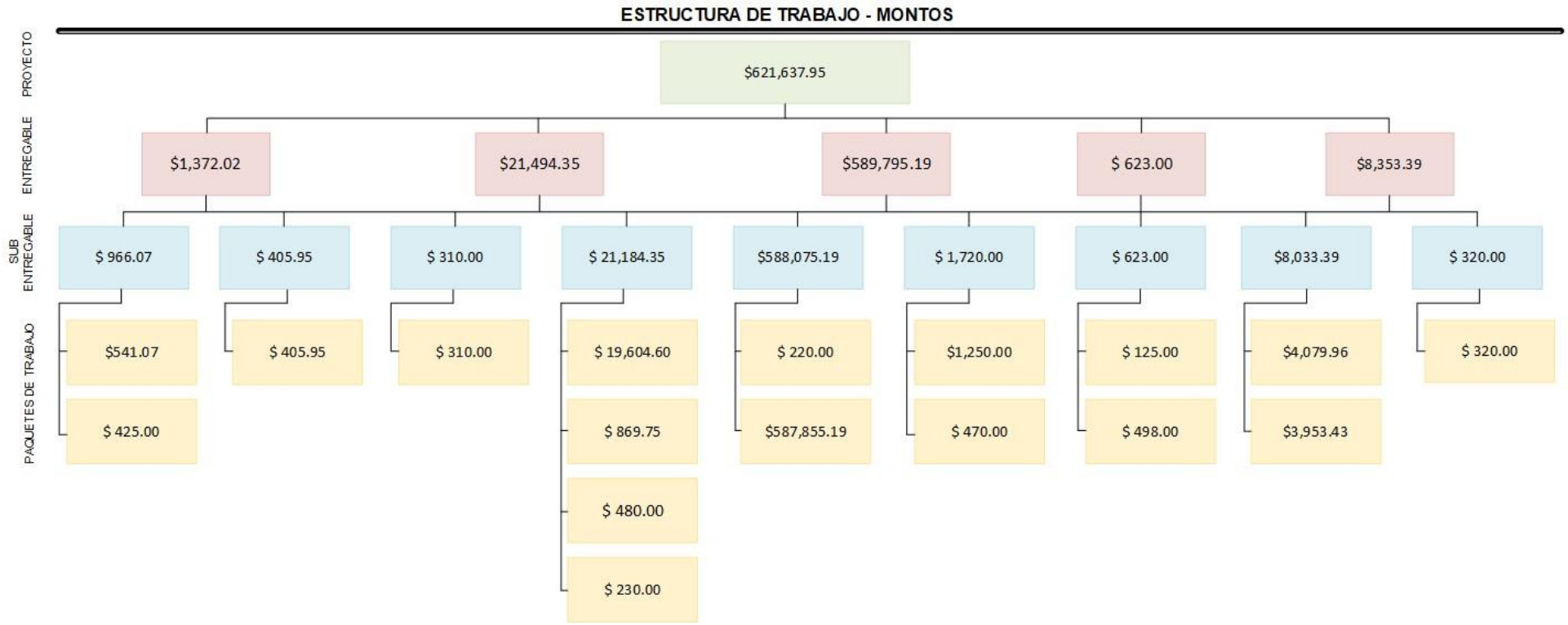
✓

✓

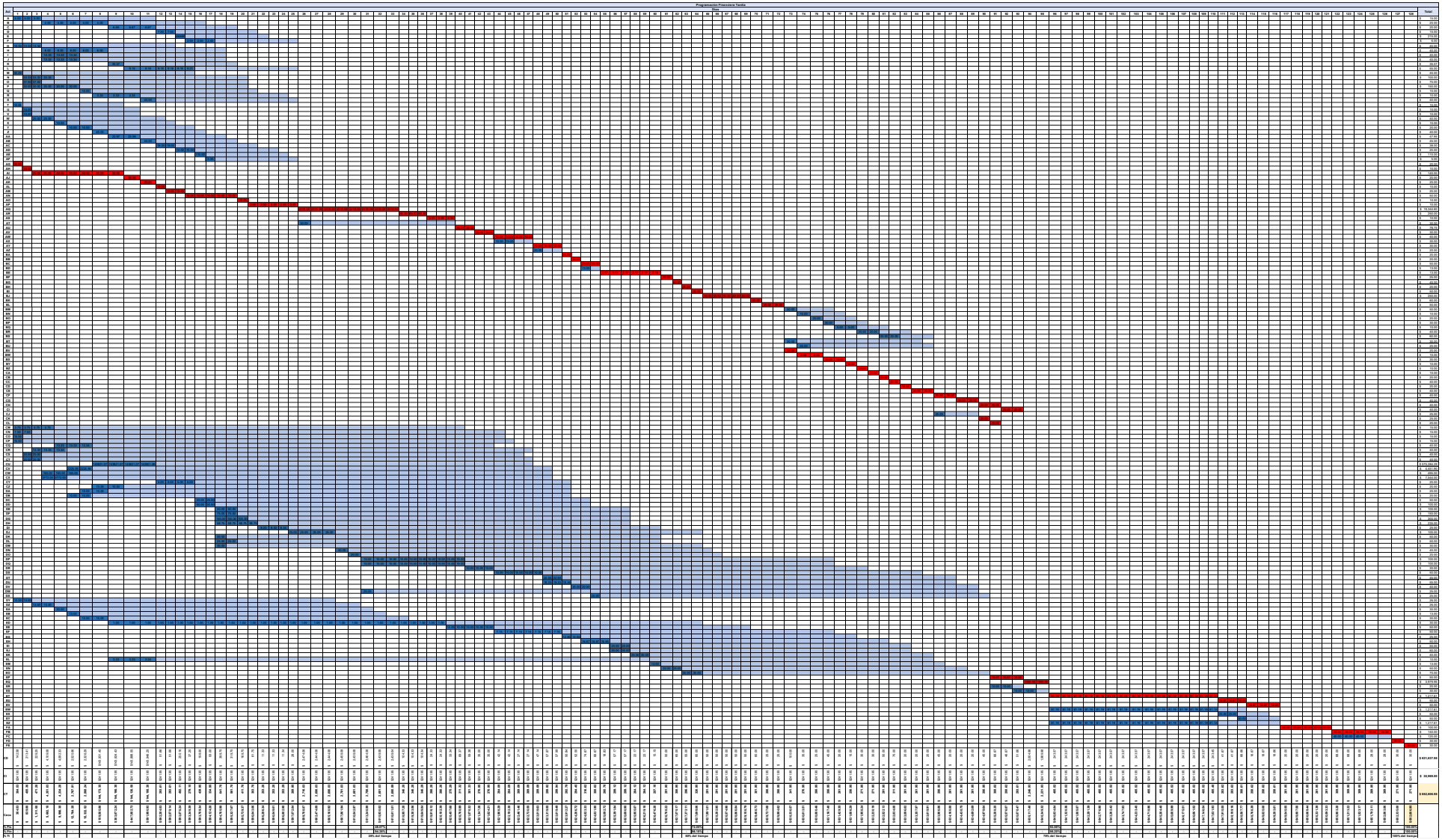
Anexo 18 Estructura de Trabajo del proyecto



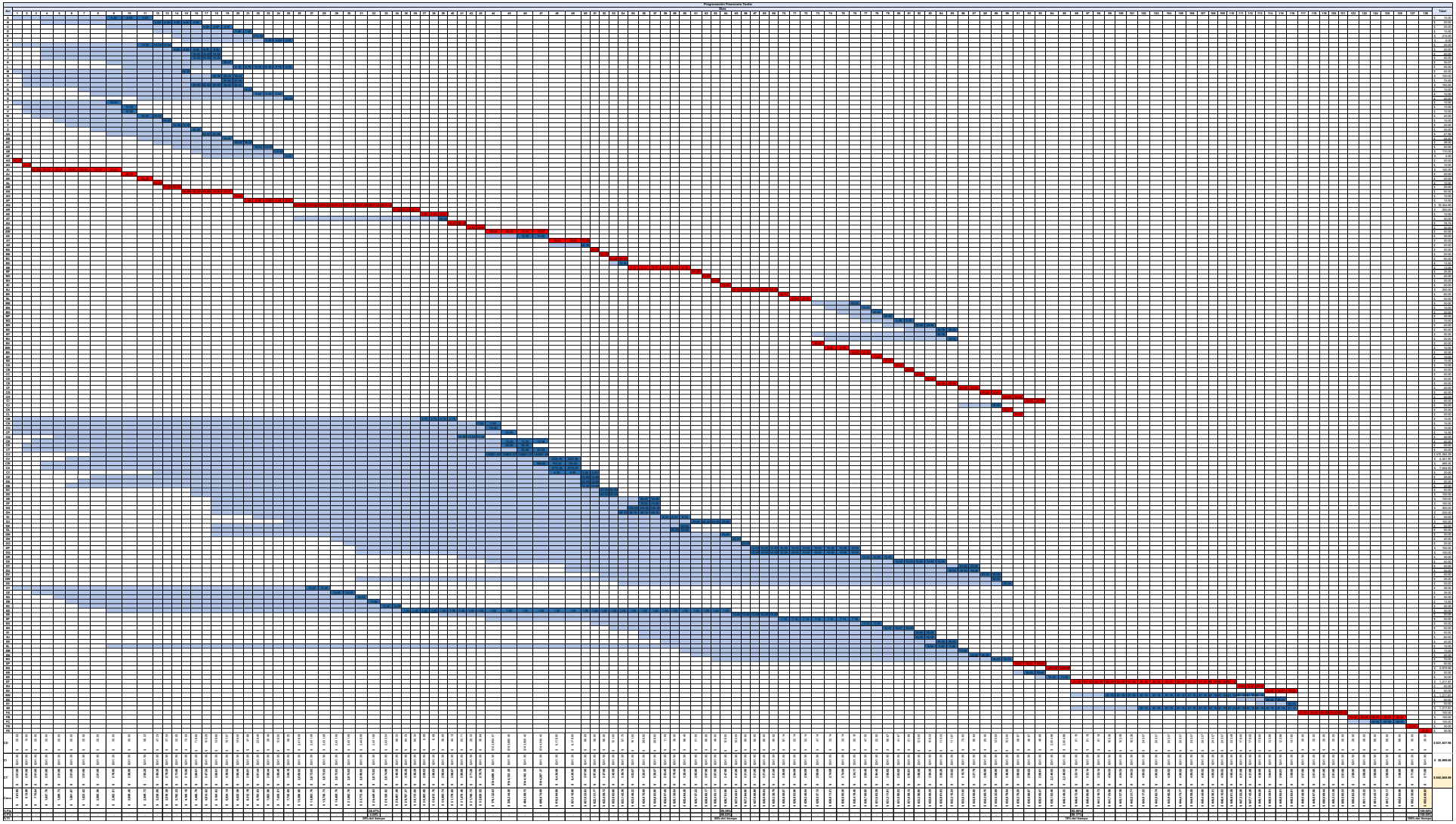
Anexo 19 Estructura de Costos del Proyecto



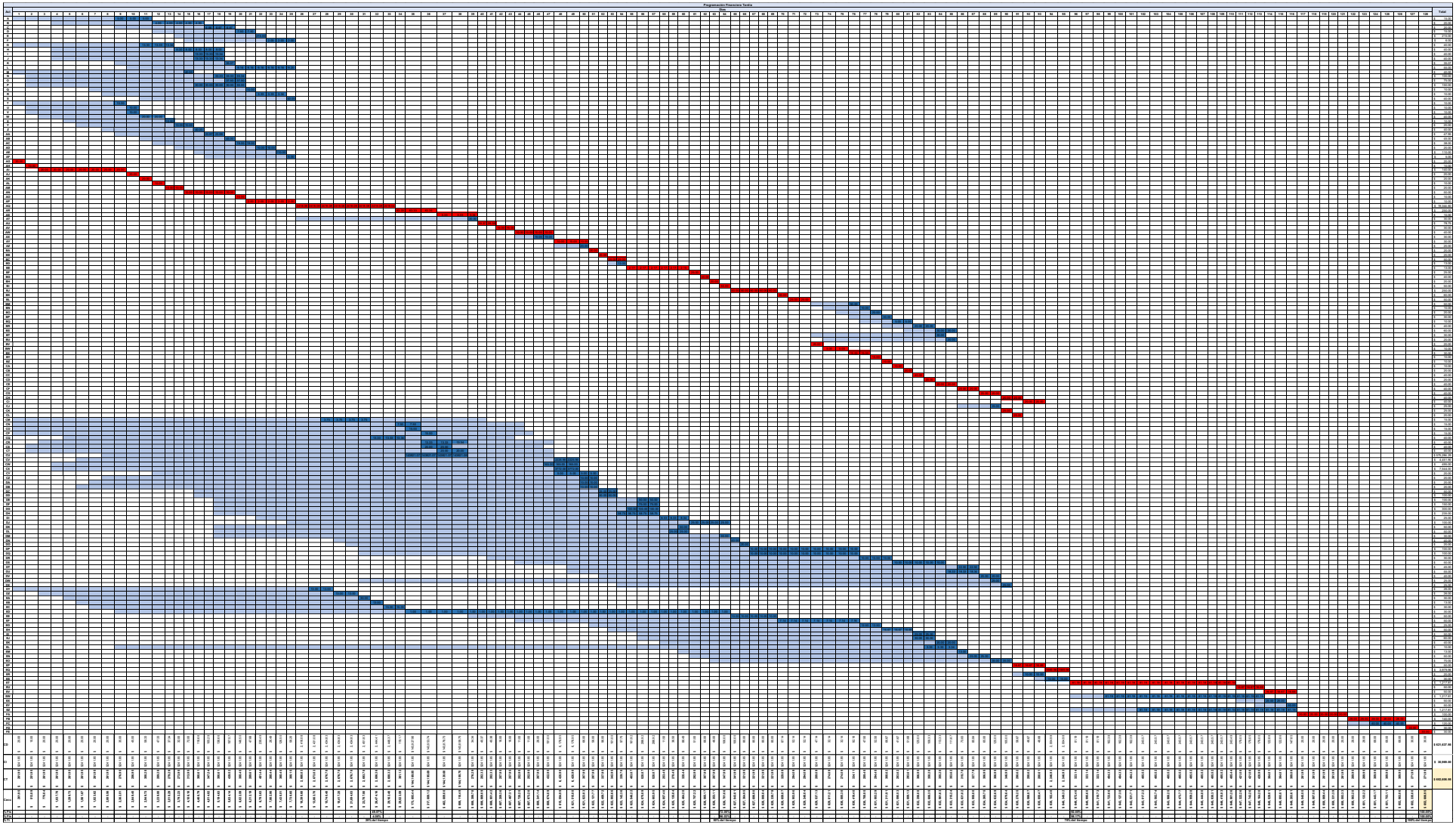
Anexo 20 Programación Financiera Temprana



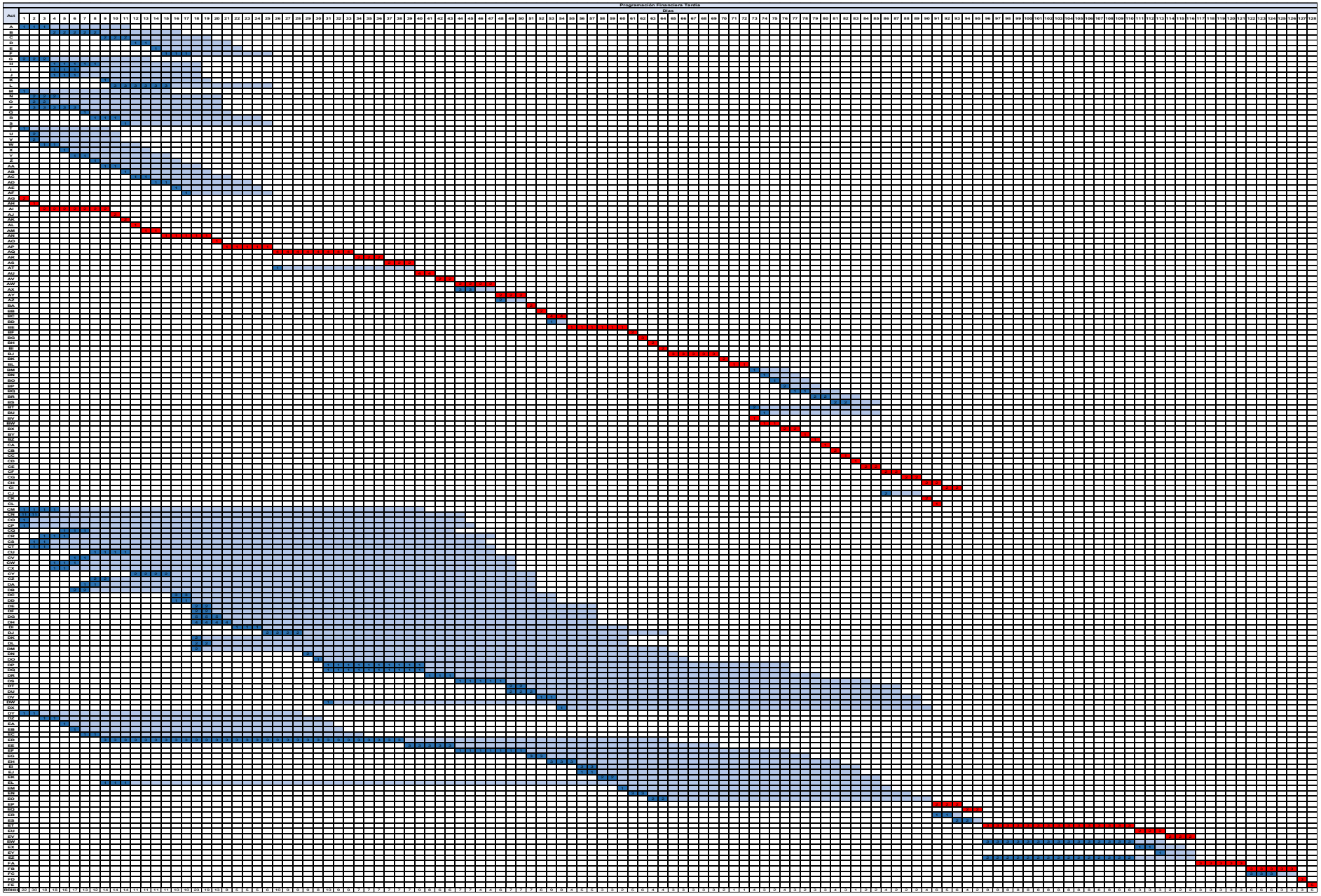
Anexo 21 Programación Financiera Tardía



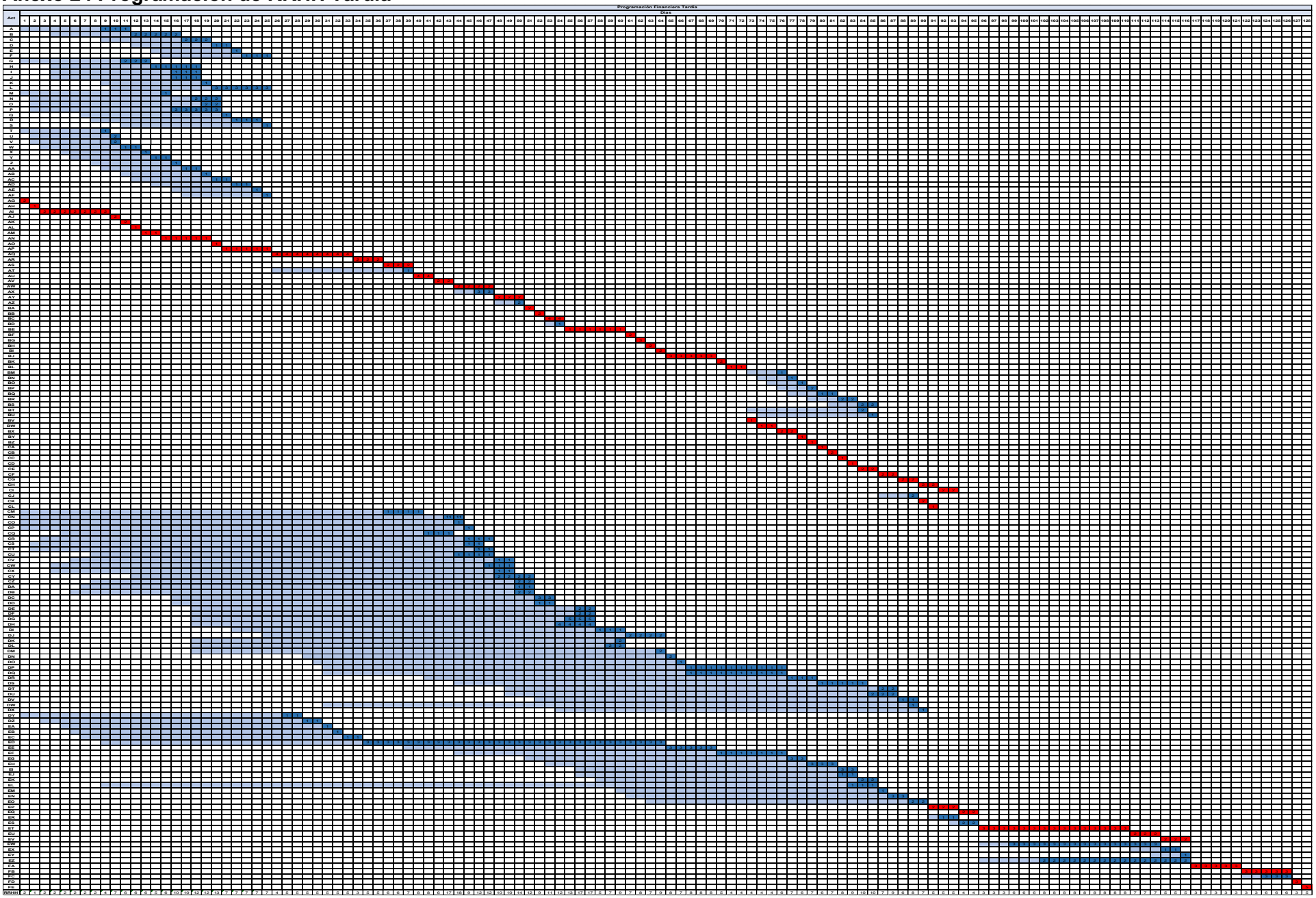
Anexo 22 Programación Financiera Balanceada



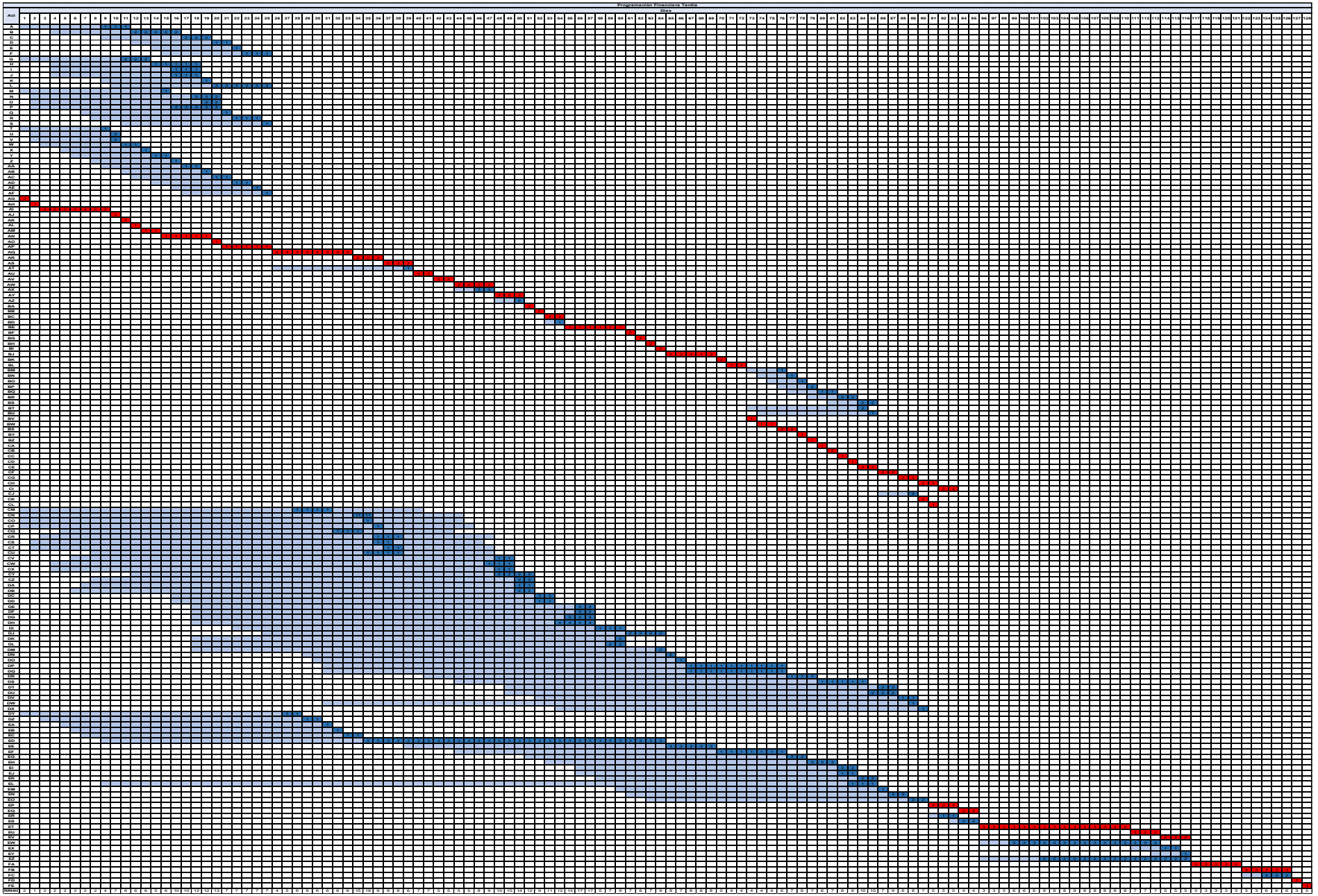
Anexo 23 Programación de RRHH Temprana



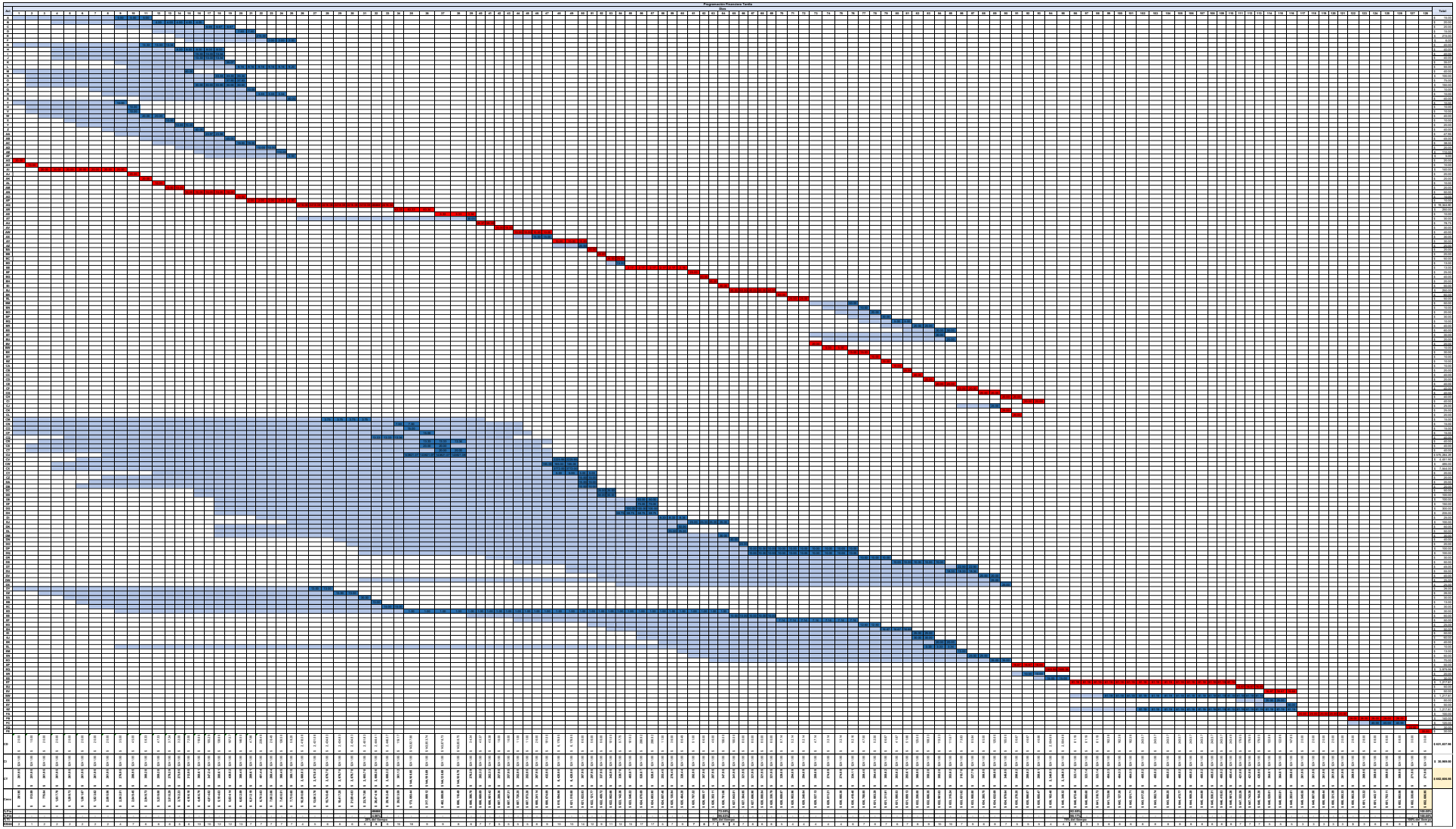
Anexo 24 Programación de RRHH Tardía



Anexo 25 Programación de RRHH Balanceada



Anexo 26 Programación Integrada



ANEXO 27 Red CPM-PERT

RED CPM -PERT

