



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DIRECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE DESARROLLO

*Tesis para la obtención del grado de
Máster en
Gerencia de Proyectos de Desarrollo*

TITULO DE LA TESIS

***Estudio de Prefactibilidad para el cambio de energía
convencional por energía fotovoltaica del sistema de bombeo de
agua potable de la Comunidad Sacaclí, Municipio de San Rafael
del Norte***

Elaborado por:

- ✓ Ing. Erika Lisseth González García
- ✓ Ing. Raquel Jenny Velásquez Castillo

Tutor de tesis:

- ✓ Msc. Ing. Silvano Enrique Cruz Sánchez

Managua Nicaragua Noviembre, 2019

DEDICATORIAS

A Dios.

Quiero dedicar, en primera instancia, a Dios Todopoderoso por haberme permitido llegar a culminar esta Tesis, por haberme prestado los días durante mis estudios de Maestría y elaboración de este documento.

A mi madre y hermana.

Les dedico esta Tesis por el tiempo en que me apoyaron durante mis estudios, no solo su apoyo económico sino también por el entusiasmo, motivación y paciencia para no dejar de luchar por obtener mi título, a pesar del tiempo. Ustedes representan un enorme ejemplo en mi vida.

A mi compañera de maestría: Erika González

Tengo el orgullo de dedicarte esta tesis como una respuesta y representación de que eres una persona altamente capacitada y de agallas para emprender y culminar todo aquello que te plantees.

Por: Raquel Velásquez

A Dios, por su misericordia y por la oportunidad de vivir hasta el día de hoy y por acompañarme en cada proyecto de vida, por fortalecer mi corazón, darme sabiduría y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi apoyo durante todo el período estudio de la maestría y culminación de tesis.

A mi madre Andrea García y, a mi esposo Michele Narváez, quienes siempre me han brindado su apoyo, fortaleza y ánimo para no rendirme y lograr la culminación de esta tesis.

A mis hijos Miguel Ángel y Michelle Isabela, bendiciones de Dios y fuerzas que me impulsan a mejorar para enseñarles el camino a seguir.

Por: Erika González

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Agradezco a Dios Todopoderoso por haberme guiado en la toma de decisión de estudiar una maestría, así como también el no permitirme desfallecer, a pesar de las adversidades y vicisitudes que intervinieron en el transcurso, sin embargo, Él no me dejó caer y me dio las fortalezas que no creí que poseía. A Él, gracias por cada día y por el día en el que esta Tesis es culminada.

A mi madre y hermana.

Agradezco a mis dos chicas, por tanto, pero tanto apoyo incondicional a lo largo, no sólo de mis estudios y la elaboración de esta tesis, sino de toda mi vida, pues han sido mi empuje y motor de mi existencia.

A mi compañera de maestría: Erika González

Te agradezco por el apoyo brindado durante los estudios y principalmente en la elaboración de este documento. Agradezco tu tenacidad y perseverancia de no dejarnos desistir de obtener nuestro título, del cual ambas merecemos poseer. Gracias, Erika por demostrar tu capacidad de alcanzar lo que te propones, guiada de Dios. Gracias, Erika, por no permitir rendirme.

Por: Raquel Velásquez

A Dios, por haberme dado la sabiduría y la fortaleza para que fuera posible estudiar la maestría y la culminación de tesis.

A la Dirección de Fuentes Alternas de Energía, mi centro de trabajo, que me brindó la oportunidad seguir creciendo profesionalmente y otorgarme una beca, para realizar mis estudios de maestría.

A mi tutor por orientarnos para alcanzar la culminación de la tesis.

A mi apreciada compañera de tesis y amiga, Raquel Velázquez, a quien agradezco por echarme una mano cada vez que la necesité, y con quien trabajé hombro a hombro en la elaboración de este documento. Gracias por brindarme tu apoyo incondicional en todo el transcurso de la maestría y elaboración de documento. Siempre tendré presente tu lema **“Eres capaz de alcanzar tus metas”**

Por: Erika González

RESUMEN DE LA TESIS

En este estudio se analiza la alternativa de solución de instalar un sistema solar fotovoltaico para el bombeo de un pozo de agua potable en la Comunidad de Sacaclí, perteneciente al municipio de San Rafael del Norte, del departamento de Jinotega. Los pobladores y los miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) de la comunidad han detectado un incremento en la facturación de la energía eléctrica, lo que afecta la sostenibilidad del sistema de bombeo de agua potable actual, porque los usuarios son de escasos recursos y no pagan sus facturas. Esto ha generado una alta tasa de morosidad por parte de los pobladores, lo que provoca que no puedan cubrir los costos operativos del sistema de bombeo actual.

En este documento se presenta un estudio de prefactibilidad, considerando los siguientes aspectos: estudio de mercado, estudio técnico, estudio financiero y estudio ambiental.

El **estudio de mercado**, en el que se analiza la demanda por consumo de agua potable actual y se realiza una proyección a cinco años, para determinar el tamaño del sistema a instalar.

El **estudio técnico**, en el que se tomó la proyección de la demanda por consumo de agua potable, tomando también aspectos relacionados a las características propias del sistema de bombeo.

El caudal de bombeo, la profundidad de agua y la radiación solar fueron ingresados en el sistema de diseño COMPASS, software exclusivo para Parnets Oficiales Lorentz, generando una simulación detallada del suministro de agua potable con el uso de energía solar, además de determinar la cantidad de paneles solares, potencia y eficiencia de la bomba solar, así como el resto de los equipos para el sistema de bombeo.

El **estudio financiero y económico** determina la rentabilidad del sistema en función de la inversión, de los ingresos y egresos del proyecto, así como de las condiciones del financiamiento.

El **estudio ambiental** determina el impacto de dicho proyecto en el medio ambiente, indicando las medidas de mitigación necesarias.

El sistema suministrará agua para 1,300 habitantes en el año 25, tiene una capacidad de 4160 Wp, y tiene un valor de US\$10,570.90. Con una tasa de descuento del 12.75%, se tiene una tasa Interna de Retorno del 33%, el Valor Presente Neto es de US\$ 21,123.81 y la Relación Beneficio Costo es de 1.94.

De acuerdo con los valores obtenidos de los indicadores financieros, se concluye que este proyecto es viable técnica, económica, financiera y ambientalmente.

Con la instalación del sistema fotovoltaico se favorece a los usuarios del CAPS, ya que reduce la facturación de energía eléctrica.

Tabla de contenido

| | |
|--|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN | 14 |
| II. ANTECEDENTES..... | 16 |
| III. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN..... | 17 |
| IV. DEFINICIÓN DE FIN, PROPÓSITOS, OBJETIVOS DEL PROYECTO | 18 |
| 4.1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO: | 18 |
| 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO:..... | 18 |
| V. JUSTIFICACIÓN..... | 19 |
| VI. MARCO TEÓRICO | 20 |
| 6.1. DEFINICIÓN DE PROYECTO | 20 |
| 6.2. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD | 20 |
| 6.3. ESTUDIO DE MERCADO..... | 21 |
| 6.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA | 22 |
| 6.5. ANÁLISIS DE LA DEMANDA | 23 |
| 6.5.1. DEMANDA POTENCIAL INSATISFECHA..... | 23 |
| 6.5.2. ANÁLISIS DE LOS PRECIOS | 24 |
| 6.5.3. ANÁLISIS DE LA COMERCIALIZACIÓN | 24 |
| 6.6. ESTUDIO TÉCNICO | 25 |
| 6.6.1. LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL PROYECTO | 26 |
| 6.6.2. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE LA PLANTA | 27 |
| 6.6.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO, DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: INGENIERÍA DEL PROYECTO..... | 28 |
| 6.6.4. ORGANIZACIÓN HUMANA Y LEGAL DEL PROYECTO | 28 |
| 6.7. ESTUDIO FINANCIERO..... | 29 |
| 6.7.1. COSTOS DE PRODUCCIÓN | 30 |
| 6.7.2. COSTOS DE ADMINISTRACIÓN | 30 |
| 6.7.3. COSTOS DE VENTA | 30 |
| 6.7.4. COSTOS FINANCIEROS | 31 |
| 6.7.5. INVERSIÓN TOTAL INICIAL | 31 |
| 6.7.6. GASTOS DE DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES | 31 |
| 6.7.7. CAPITAL DE TRABAJO | 32 |
| 6.7.8. PUNTO DE EQUILIBRIO..... | 32 |
| 6.7.9. ESTADO DE RESULTADOS..... | 32 |
| 6.8. EVALUACIÓN ECONÓMICA | 33 |
| 6.8.1. VALOR PRESENTE NETO (VPN) | 33 |
| 6.8.2. TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)..... | 34 |
| 6.8.3. RELACIÓN BENEFICIO – COSTO..... | 35 |
| 6.9. ESTUDIO AMBIENTAL | 35 |
| VII. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS POR EL SISTEMA DE MARCO LÓGICO | 43 |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----------|
| 7.1. | <i>Análisis de los involucrados</i> | 43 |
| 7.2. | <i>Definición de la situación</i> | 44 |
| 7.3. | <i>Análisis de la situación</i> | 45 |
| 7.4. | <i>Árbol del problema</i> | 47 |
| 7.5. | <i>Árbol de objetivos</i> | 48 |
| 7.6. | <i>Propuesta de solución</i> | 49 |
| 7.7. | <i>Matriz de marco lógico</i> | 50 |
| VIII. ESTUDIO DE MERCADO | | 52 |
| 8.1. | <i>Caracterización del mercado donde se desarrollará el proyecto</i> | 52 |
| 8.2. | <i>Realización de Trabajo de Campo</i> | 53 |
| 8.2.1. | <i>Cálculo del Tamaño Óptimo de la Muestra</i> | 53 |
| 8.2.2. | <i>Resultados de Recopilación de Datos</i> | 54 |
| 8.2.2.1. | <i>Encuestas</i> | 54 |
| 8.2.2.2. | <i>Entrevistas</i> | 58 |
| 8.3. | <i>Definición del servicio</i> | 62 |
| 8.4. | <i>Análisis de la demanda sin proyecto</i> | 63 |
| 8.5. | <i>Proyección de la demanda sin proyecto</i> | 64 |
| 8.6. | <i>Análisis de la oferta</i> | 67 |
| 8.7. | <i>Análisis de precios</i> | 67 |
| 8.8. | <i>Estudio de comercialización</i> | 68 |
| IX. ESTUDIO TÉCNICO | | 68 |
| 9.1. | DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA DEL PROYECTO..... | 68 |
| 9.1.1. | CONSUMO Y COSTO DE ENERGÍA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE SIN PROYECTO..... | 69 |
| 9.1.2. | CONSUMO Y COSTO DE ENERGÍA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE SIN PROYECTO..... | 69 |
| 9.2. | LOCALIZACIÓN OPTIMA DEL PROYECTO | 71 |
| 9.2.1. | MACRO LOCALIZACIÓN | 71 |
| 9.2.2. | MICRO LOCALIZACIÓN | 72 |
| 9.2.3. | ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR | 73 |
| 9.3. | DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE DISEÑO | 74 |
| 9.3.1. | TECNOLOGÍA PROPUESTA..... | 75 |
| 9.4. | DISTRIBUCIÓN DE PLANTA | 79 |
| 9.4.1. | EMPLAZAMIENTO PARA MÓDULOS SOLARES..... | 81 |
| 9.4.2. | PLAN DE MANTENIMIENTO | 81 |
| 9.5. | ORGANIGRAMA DEL PROYECTO | 82 |
| 9.6. | ASPECTOS LEGALES DE LA EMPRESA..... | 84 |
| X. ESTUDIO FINANCIERO | | 85 |
| 10.1. | INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVO FIJO Y DIFERIDO | 86 |
| 10.1.1. | INVERSIÓN EN ACTIVO FIJO | 86 |
| 10.1.2. | INVERSIÓN DE REEMPLAZO DE ACTIVOS | 86 |
| 10.1.3. | MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO | 87 |
| 10.1.4. | INVERSIÓN EN TERRENO | 87 |
| 10.1.5. | INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVOS DIFERIDOS | 87 |
| 10.2. | DEPRECIACIÓN | 88 |
| 10.3. | AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS DIFERIDOS..... | 88 |
| 10.4. | COSTOS DE OPERACIÓN DEL PROYECTO..... | 89 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 10.4.1. | COSTOS POR PERSONAL DE OPERACIÓN..... | 89 |
| 10.4.2. | COSTOS DE MANTENIMIENTO | 89 |
| 10.4.3. | OTROS COSTOS DE MANTENIMIENTO..... | 90 |
| 10.4.4. | RESUMEN COSTOS TOTALES DE OPERACIÓN DEL PROYECTO..... | 90 |
| 10.5. | INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO..... | 90 |
| 10.6. | INGRESOS DEL PROYECTO..... | 91 |
| 10.7. | FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO..... | 92 |
| 10.8. | AHORRO POR ENERGÍA ELÉCTRICA..... | 92 |
| 10.9. | DETERMINACIÓN DEL FLUJO FINANCIERO | 94 |
| 10.10. | CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS..... | 97 |
| XI. | ESTUDIO ECONÓMICO | 97 |
| 11.1. | CÁLCULO DE LAS TRANSFORMACIONES A PRECIOS SOCIALES | 98 |
| 11.2. | PRECIOS SOCIALES DE ACTIVOS FIJOS..... | 99 |
| 11.3. | INVERSIÓN DE ACTIVOS FIJOS A PRECIO SOCIAL E INVERSIÓN DIFERIDA..... | 100 |
| 11.4. | INVERSIÓN DE REEMPLAZO A PRECIO SOCIAL | 100 |
| 11.5. | FLUJO DE FONDOS ECONÓMICOS NETOS SIN FINANCIAMIENTO..... | 101 |
| 11.6. | DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS..... | 102 |
| XII. | ESTUDIO AMBIENTAL..... | 102 |
| 12.1. | TÉCNICAS UTILIZADAS PARA EL ANÁLISIS..... | 103 |
| 12.2. | LÍNEA BASE DEL PROYECTO | 104 |
| 12.2.1. | SITUACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA..... | 104 |
| 12.2.2. | RESUMEN DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL | 106 |
| 12.3. | EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES | 106 |
| XIII. | CONCLUSIONES GENERALES..... | 127 |
| XIV. | RECOMENDACIONES | 128 |
| XV. | BIBLIOGRAFÍA | 129 |
| XVI. | ANEXOS..... | 131 |

Índice de Ilustraciones

| | |
|--|----|
| ILUSTRACIÓN 1. METODOLOGÍA DE FORMULACIÓN DE UN PROYECTO. FUENTE: ADAPTADO DE (BACA URBINA, 2013)..... | 21 |
| ILUSTRACIÓN 2. ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE MERCADO. FUENTE: (BACA URBINA, 2013)..... | 22 |
| ILUSTRACIÓN 3. PARTES BÁSICAS DE UN ESTUDIO TÉCNICO. FUENTE: (BACA URBINA, 2013) | 26 |
| ILUSTRACIÓN 4. ESTRUCTURA DE UN ESTUDIO FINANCIERO. FUENTE: (BACA URBINA, 2013) | 29 |
| ILUSTRACIÓN 5. GASTOS REFLEJADOS EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN. FUENTE: (BACA URBINA, 2013) | 30 |
| ILUSTRACIÓN 6. CAUSAS DEL INCREMENTO EN LA FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR BOMBEO DE AGUA POTABLE..... | 45 |
| ILUSTRACIÓN 7. EFECTOS DEL INCREMENTO EN LA FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR BOMBEO DE AGUA POTABLE..... | 46 |
| ILUSTRACIÓN 8. ÁRBOL DE PROBLEMAS DE LA COMUNIDAD DE SACACLÍ..... | 47 |
| ILUSTRACIÓN 9. ÁRBOL DE OBJETIVOS DE LA COMUNIDAD SACACLÍ..... | 48 |
| ILUSTRACIÓN 10. POBLACIÓN COMUNIDAD DE SACACLÍ..... | 54 |
| ILUSTRACIÓN 11. ESTUDIANTES ACTIVOS Y PERSONAS QUE LABORAN FUERA DE LA COMUNIDAD DE SACACLÍ | 55 |
| ILUSTRACIÓN 12. ACTIVIDAD ECONÓMICA DE LA POBLACIÓN | 56 |
| ILUSTRACIÓN 13. CONSUMO MENSUAL DE AGUA POTABLE EN M ³ | 57 |
| ILUSTRACIÓN 14. PAGO MENSUAL DE AGUA POTABLE (C\$) | 57 |
| ILUSTRACIÓN 15. PORCENTAJE DE MOROSIDAD | 59 |
| ILUSTRACIÓN 16. CONSUMO PER CÁPITA. FUENTE: (CAPS, 2016) | 61 |
| ILUSTRACIÓN 17. CONSUMO DE AGUA EN LA COMUNIDAD SACACLÍ..... | 64 |
| ILUSTRACIÓN 18. CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2016 | 69 |
| ILUSTRACIÓN 19. MACRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO | 72 |
| ILUSTRACIÓN 20. MICRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO..... | 72 |
| ILUSTRACIÓN 21. VALORES MEDIOS DE RADIACIÓN POR MES..... | 74 |
| ILUSTRACIÓN 22. MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURA..... | 73 |
| ILUSTRACIÓN 23. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES | 75 |
| ILUSTRACIÓN 24. DIAGRAMA DE CABLEADO | 77 |
| ILUSTRACIÓN 25. ESQUEMA DE CONTROLADOR PS2-1800..... | 78 |
| ILUSTRACIÓN 26. DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS..... | 80 |
| ILUSTRACIÓN 27. RENDIMIENTO DIARIO EN MES PROMEDIO..... | 81 |
| ILUSTRACIÓN 28. ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA SOLAR..... | 82 |
| ILUSTRACIÓN 29. INVERSIÓN VS. AHORRO POR ENERGÍA ELÉCTRICA..... | 93 |

Índice de Tablas

| | |
|---|-----|
| TABLA 1. ESTADO DE RESULTADOS | 33 |
| TABLA 2. PRINCIPALES ATRIBUTOS DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 36 |
| TABLA 3. MÉTODOS MÁS COMUNES PARA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL..... | 40 |
| TABLA 4. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS DEL PROYECTO..... | 43 |
| TABLA 5. MATRIZ DE MARCO LÓGICO | 50 |
| TABLA 6. JUNTA DIRECTIVA CAPS | 58 |
| TABLA 7. DESGLOSE TARIFA POR SERVICIO DE AGUA POTABLE | 60 |
| TABLA 8. CONSUMO DE AGUA POR HAB. Y DOTACIÓN X HAB. FUENTE: (CAPS, 2016)..... | 61 |
| TABLA 9. CÁLCULO TASA DE CRECIMIENTO..... | 66 |
| TABLA 10. COSTO POR CONSUMO DE AGUA POTABLE..... | 68 |
| TABLA 11. EQUIPOS DEL SISTEMA PROPUESTO | 79 |
| TABLA 12. PRINCIPALES FUNCIONES DE LA JUNTA DIRECTIVA CAPS..... | 83 |
| TABLA 13. INVERSIÓN EN MAQUINARIA Y EQUIPOS..... | 86 |
| TABLA 14. INVERSIÓN DE REEMPLAZO DE ACTIVOS | 86 |
| TABLA 15. MATERIALES PARA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES | 87 |
| TABLA 16. INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVOS DIFERIDOS | 87 |
| TABLA 17. DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS (HORIZONTE DE PROYECTO = 25 AÑOS) | 88 |
| TABLA 18. AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS DIFERIDOS..... | 89 |
| TABLA 19. COSTOS POR PERSONAL DE OPERACIÓN | 89 |
| TABLA 20. COSTOS DE MANTENIMIENTO | 89 |
| TABLA 21. OTROS COSTOS DE MANTENIMIENTO..... | 90 |
| TABLA 22. RESUMEN COSTO TOTAL DE OPERACIÓN DEL PROYECTO | 90 |
| TABLA 23. CAPITAL DE TRABAJO | 90 |
| TABLA 24. INGRESOS POR FACTURACIÓN DE AGUA POTABLE | 91 |
| TABLA 25. AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA..... | 92 |
| TABLA 26. FLUJO DE FONDOS NETOS SIN FINANCIAMIENTO | 94 |
| TABLA 27. INDICADORES FINANCIEROS..... | 97 |
| TABLA 28. FACTORES DE CONVERSIÓN..... | 98 |
| TABLA 29. PRECIOS SOCIALES DE ACTIVOS FIJOS | 99 |
| TABLA 30. INVERSIÓN DIFERIDA Y DE ACTIVOS FIJOS A PRECIO SOCIAL | 100 |
| TABLA 31. INVERSIÓN DE REEMPLAZO A PRECIO SOCIAL | 100 |
| TABLA 32. FLUJO DE FONDOS NETOS ECONÓMICO | 101 |
| TABLA 33. INDICADORES ECONÓMICOS | 102 |

| | |
|--|--------------------------------------|
| TABLA 34. RESUMEN DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL | 106 |
| TABLA 35. MATRIZ CAUSA EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS | 107 |
| TABLA 36. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| TABLA 37. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS NEGATIVOS..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| TABLA 38. MEDIDAS AMBIENTALES PARA IMPACTOS NEGATIVOS FASE CONSTRUCCIÓN..... | 110 |
| TABLA 39. MATRIZ DE CAUSA EFECTO IMPACTOS POSITIVOS | 113 |
| TABLA 40. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| TABLA 41. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS POSITIVOS | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| TABLA 42. RESUMEN DE LOS EFECTOS DIRECTOS DE LOS IMPACTOS POSITIVOS FASE DE OPERACIÓN..... | 116 |
| TABLA 43. MATRIZ DE EFECTOS DE IMPACTOS NEGATIVOS..... | 118 |
| TABLA 44. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| TABLA 45. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS NEGATIVOS..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| TABLA 46. MEDIDAS AMBIENTALES PARA LOS IMPACTOS NEGATIVOS DE LA FASE DE OPERACIÓN..... | 121 |
| TABLA 47. MATRIZ DE CAUSA EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS | 122 |
| TABLA 48. MATRIZ DE CAUSA EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| TABLA 49. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| TABLA 50. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS POSITIVOS..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| TABLA 51. RESUMEN DE LOS EFECTOS DIRECTOS DE LOS IMPACTOS POSITIVOS FASE DE FUNCIONAMIENTO | 126 |

ASPECTOS GENERALES

I. INTRODUCCIÓN

La comunidad de Sacaclí pertenece al municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega.

Hace unos años, El Nuevo Fise y la alcaldía municipal financiaron el sistema de agua potable actual mediante el bombeo eléctrico de un pozo ubicado en la comunidad, cuya gestión integral es administrado por el Comité de Agua Potable y Saneamiento, CAPS, formado por pobladores de la Comunidad de Sacaclí.

En los últimos años, los miembros del CAPS han observado un incremento sustancial en la factura de energía eléctrica comercial, lo cual pone en riesgo la sostenibilidad del sistema de agua potable, en lo que se refiere al mantenimiento de este. Esto debido que la comunidad existe un alto grado de pobreza y un incremento en la factura de agua potable, será difícil de costear a una gran parte de los pobladores.

En aras de reducir el consumo de energía eléctrica comercial, el Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS de la Comunidad Sacaclí ha manifestado la iniciativa y búsqueda de estrategias de ahorro para dicho consumo a las autoridades municipales, para lo cual es requerido una documentación técnica y económica que establezca los diferentes análisis requeridos para implementar una alternativa de solución que se ajuste a las necesidades y economía de la comunidad. No obstante, dicho comité sugiere que el enfoque principal de dicha documentación sea orientado a una propuesta que incluya otra alternativa de suministro de energía; tomando en cuenta las evaluaciones necesarias para solicitar financiamiento, si éste resultara rentable. A nivel nacional como internacional, se ha demostrado el uso de módulos fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en el bombeo de agua tanto para riego como para consumo humano. Para ello se deben considerar aspectos técnicos, tales como: radiación solar de la zona, potencia de la bomba, horas de uso de la bomba, caudal requerido por día, etc.

En el presente documento se estará presentando un estudio de prefactibilidad en donde se analizará una alternativa de solución para reducir el consumo de energía eléctrica comercial que utiliza la bomba del sistema de agua potable ubicado en la comunidad de Sacaclí. Dicho estudio se realizará analizando los resultados obtenidos en los estudios que contemplan su estructura, tales como: estudio de mercado, estudio técnico, estudio financiero, estudio económico y estudio ambiental.

La elaboración de este estudio de prefactibilidad tiene por objeto determinar la factibilidad y viabilidad de una propuesta de solución para reducir el consumo de energía eléctrica comercial a través del análisis y cálculo de parámetros financieros y económicos de los flujos de fondos.

Cabe mencionar que, los proyectos gestionados por los Comités de Agua y Saneamiento CAPS son de carácter social, cuyos miembros se organizan para solicitar un proyecto de agua potable y saneamiento a las autoridades municipales y a otras instancias como el gobierno central u ONGs con presencia en el territorio, tal es el caso de *Water For People*. Siendo el CAPS una organización sin fines de lucro, se analizará un flujo de fondos cuya inversión sea desembolsada a través de una donación, así como también se realizará un análisis de flujo de fondos de carácter privado.

II. ANTECEDENTES

En el año 2005, la Alcaldía Municipal de San Rafael del Norte instaló un sistema de agua para riego llamado Fran Damián Moratory para 30 productores de la comunidad de Sacaclí, quienes se dedican a la siembra de granos básicos y hortalizas y, en los años siguientes, se suministró el servicio de agua potable a 72 viviendas de la comunidad.

En el 2014, se ejecutó el Mejoramiento del Proyecto Agua y Saneamiento que consistió en el suministro del servicio a 158 viviendas de la comunidad de Sacaclí. Dicho proyecto fue necesario para compensar algunos problemas de diseño (red de distribución) de proyecto original, el cual no cubrió a todas las viviendas de la comunidad.

Dicho mejoramiento abarcó el cambio de la bomba, mejora y ampliación de la red de distribución, construcción de una caseta para proteger el sistema y conexión al tendido eléctrico comercial. Paralelamente, se formó el Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) de Sacaclí, el cual está inscrito en el Registro Municipal y en el Registro nacional de Prestadores de Servicios de Agua Potable y Saneamiento del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario (INAA). El cual se encuentra formado por 5 personas de la comunidad, esto de acuerdo con la ley 620 “Ley de aguas nacionales”.

En la comunidad, desde su creación el CAPS ha mantenido la tarifa, no obstante, en los últimos años se han incrementado los costos operativos, principalmente, por el gasto de energía comercial, lo cual se ha plateado realizar un incremento por el servicio de agua potable y otros pagos (conexión por nuevo usuario, reconexión por falta de pago, etc.).

El CAPS ha solicitado apoyo a la Alcaldía municipal y organismos no gubernamentales que trabajan en la zona para lograr reducir o mantener el gasto de energía comercial, siendo algunas alternativas el uso de energía solar para operar la bomba del sistema de agua potable.

III. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN

La Comunidad de Sacaclí se encuentra ubicada a unos 17 kilómetros del Municipio de San Rafael del Norte, Departamento de Jinotega.

La Comunidad de Sacaclí cuenta con 192 viviendas y 960 habitantes, quienes tienen un alto nivel de pobreza, de acuerdo con registros levantados y suministrados por los líderes comunitarios.

Actualmente, el sistema de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE nombrado Fray Damian Moratory es afectado por frecuentes cortes de energía eléctrica comercial, cuyo servicio es la empresa distribuidora DISNORTE-DISSUR. Esto ha generado la suspensión del servicio de agua potable a 158 viviendas que cuentan con el mismo, sin embargo, la facturación de energía eléctrica ha incrementado, lo que, por consiguiente, los costos operativos del sistema de bombeo actual también han incrementado.

El Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS de la Comunidad han detectado dicho incremento tanto en las facturas de energía eléctrica, como en las facturas por consumo de agua potable; poniendo en riesgo la sostenibilidad del sistema de bombeo actual, ya que no alcanzan a cubrir los costos operativos para el mismo.

La población beneficiada con el servicio de agua potable ha manifestado no solo inconformidad por la suspensión frecuente del servicio sino también han incurrido en alta morosidad en sus pagos para dicho servicio.

Ante dicha situación, los miembros del CAPS han solicitado ayuda a la Alcaldía Municipal, así como también a organismos no gubernamentales que se encuentran en la zona para encontrar una solución a largo plazo y que no represente un costo para la población.

Sin embargo, no se cuenta con estudios previos de sistemas de agua potable comunales que hayan presentado dicha situación y qué medidas se aplicaron para solventarlas.

IV. DEFINICIÓN DE FIN, PROPÓSITOS, OBJETIVOS DEL PROYECTO

El presente trabajo pretende cumplir los siguientes ítems:

Fin del proyecto

Reducida la facturación de energía eléctrica para el bombeo de agua potable.

Propósito del proyecto

Instalado un sistema fotovoltaico solar para operar la bomba del sistema de agua potable.

4.1. Objetivo general del estudio:

Realizar un estudio de prefactibilidad para el cambio de energía convencional por energía solar fotovoltaica del sistema de bombeo de agua potable de la comunidad Sacaclí, Municipio San Rafael del Norte.

4.2. Objetivos específicos del estudio:

- a. Conceptualizar la situación de la comunidad Sacaclí del Municipio San Rafael del Norte aplicando la metodología de Marco Lógico.
- b. Realizar un estudio de mercado sobre la demanda de agua potable en la comunidad.
- c. Elaborar un estudio técnico sobre el sistema solar fotovoltaico propuesto para el bombeo de agua potable.
- d. Efectuar una evaluación financiera y económica sobre la operatividad del sistema de bombeo.
- e. Identificar los impactos ambientales en las fases de construcción y operatividad del proyecto.

V. JUSTIFICACIÓN

El sistema de agua potable en la comunidad opera con energía eléctrica comercial, la cual hace funcionar una bomba sumergible. Debido a la ubicación geográfica de la comunidad, son frecuentes los cortes del fluido eléctrico y, por ende, el sistema de agua potable deja de funcionar, esto ocasiona problemas tanto de abastecimiento como la proliferación de enfermedades diarreicas entre otras. Sumado a ello, cada año ha ido incrementado la facturación de energía eléctrica comercial.

En la comunidad Sacaclí se han valorado las condiciones climáticas para implementar un sistema de solar fotovoltaico con inyección directa que permita suministrar energía eléctrica a las bombas del sistema de agua potable, con el fin de reducir la facturación energética comercial.

El sistema solar fotovoltaico operaría durante las horas solares, permitiendo reducir los costos operativos del sistema de agua potable. Entre algunos beneficios que se obtendrían, se tienen:

- Reducción del costo de la facturación de energía eléctrica comercial, garantizando la sostenibilidad económica del CAPS.
- En horas solares, el sistema de agua potable se independiza de la energía eléctrica comercial, eliminando los problemas de falta de agua debido a cortes del fluido eléctrico.
- La comunidad contará con energía renovable, sin contaminación ni ruido.
- El sistema solar es fácil de operar y con un mantenimiento básico.
- Aumentará las horas de operación de la bomba.

Dichos beneficios contribuirán a reducir los costos operativos del sistema de bombeo de agua potable. No obstante, se hace necesario realizar una comparación técnica económica sobre las condiciones actuales (sin proyecto) versus la condición futura (con proyecto) para cuantificar los beneficios y costos del sistema solar.

El presente estudio permitirá tener una base técnica económica sobre el uso específico de energía solar para los sistemas de bombeo que son administrados por los CAPS del país, con el fin de reducir sus costos de operación, la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida de las comunidades.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Definición de proyecto

Existen diversas definiciones de proyectos, siendo una de ellas “Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana (Baca Urbina, 2013).

La guía del PMBOK (Project Management Institute, 2017) presenta la siguiente definición “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”.

6.2. Estudio de prefactibilidad

Aunque existen varias maneras de tipificar a los proyectos, la mayoría (sino todos) nacen de una idea la cual se debe de validar su implementación. Un filtro para identificar la viabilidad de un proyecto es lo que se conoce como estudio de prefactibilidad: “Se construye con información proveniente de fuente secundarias de información, que aún no es demostrativa, pero es útil para presentar un panorama de la inversión” (Morales Castro & Morales Castro, 2009)”.

De acuerdo con Baca (2013) y Miranda (s.f.), proponen la siguiente estructura de la metodología de formulación de un proyecto:

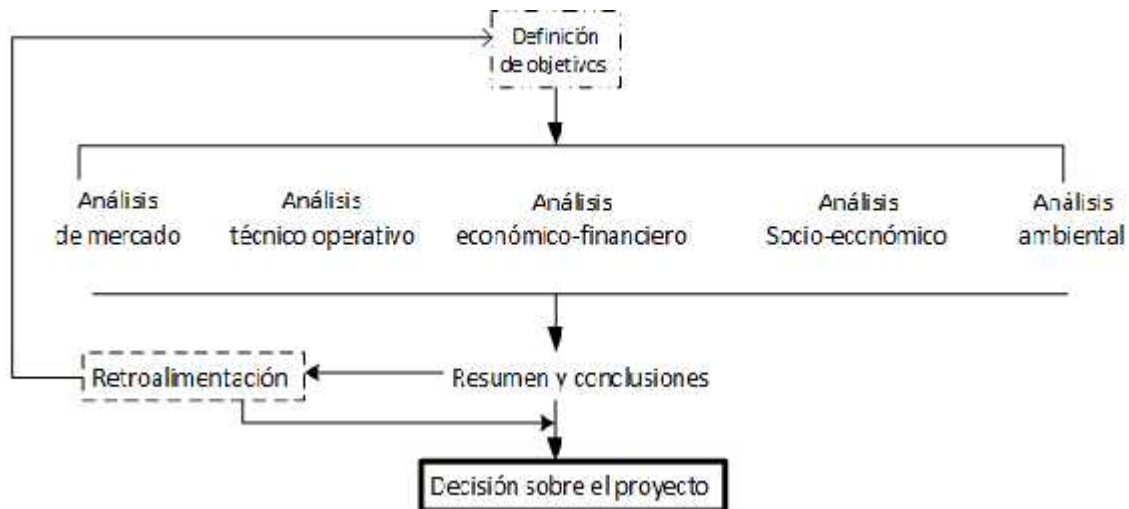


ILUSTRACIÓN 1. METODOLOGÍA DE FORMULACIÓN DE UN PROYECTO. FUENTE: ADAPTADO DE (BACA URBINA, 2013)

A continuación, se presentan los elementos básicos que presenta cada tipo de estudio:

6.3. Estudio de mercado

El objetivo del estudio de mercado es de estimar la cantidad de productos y/o servicios que podría adquirir el mercado al cual se desea proveer de acuerdo con el proyecto (Miranda Miranda, s.f.).

De manera general, el estudio de mercado persigue los siguientes objetivos (Baca Urbina, 2013):

- Identificar la demanda insatisfecha en el mercado de un bien o servicio.
- Determinar la cantidad de bienes o servicios de una nueva unidad de producción que el mercado estaría dispuesto a adquirir a determinados precios.
- Brindar una idea al inversionista del riesgo del producto que corre de ser o no aceptado en el mercado.

Una estructura para realizar un análisis de mercado se presenta a continuación (Baca Urbina, 2013):

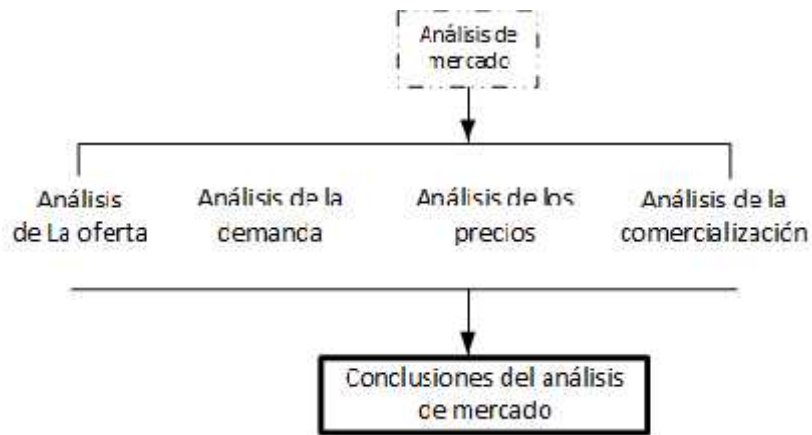


ILUSTRACIÓN 2. ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE MERCADO. FUENTE: (BACA URBINA, 2013)

Cada análisis presente los siguientes enfoques:

6.4. Análisis de la oferta

(Baca Urbina, 2013) define la oferta como:

“La cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado.”

(Baca Urbina, 2013) establece que:

“el análisis de la oferta tiene como propósito principal en determinar (cuantificar) las cantidades y las condiciones en que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un determinado producto.”

“Para realizar un análisis efectivo de la oferta, será necesario realizar investigaciones sobre datos históricos (fuentes secundarias) como de investigación de campo (fuentes primarias). Algunos indispensables a determinar, se tienen (Baca Urbina, 2013):

- Número de productores.
- Localización.
- Capacidad instalada y utilizada.
- Calidad y precio de los productos.
- Planes de expansión.
- Inversión fija y número de trabajadores.”

6.5. Análisis de la demanda

La demanda se puede definir como (Baca Urbina, 2013): “Cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado.”

El análisis de la demanda (Baca Urbina, 2013) “persigue en determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado y establecer la posibilidad de participación del producto en la satisfacción de dicha demanda.”

La demanda es igual al consumo nacional aparente (CNA), que es la cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere:

$$\text{CNA} = \text{Producción nacional} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones} \quad \text{Ec. 01}$$

Cada variable de la ecuación se puede determinar mediante datos estadísticos históricos (fuentes secundarias) y/o obtenida mediante investigación de campo (fuentes primarias).

6.5.1. Demanda potencial insatisfecha

De acuerdo con Baca (2013), la demanda potencial insatisfecha (DPI): *“Es la cantidad de bienes o servicios que es probable que el mercado consuma en los años futuros, sobre la cual se ha determinado que ningún productor actual podrá satisfacer si prevalecen las condiciones en las cuales se hizo el cálculo”*. La ecuación de la DPI es la siguiente:

$$\text{DPI} = \text{Proyección de la Oferta} - \text{Proyección de la Demanda} \quad \text{Ec. 02}$$

6.5.2. Análisis de los precios

“El precio es la cantidad monetaria a la cual los productores están dispuestos a vender y los consumidores a comprar de un producto, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio” (Baca Urbina, 2013).

A continuación, se mencionan algunos puntos para tener en cuenta para determinar el precio de venta de cualquier producto (Baca Urbina, 2013):

- La base de todo precio de venta es el costo de producción, administración y ventas, más una ganancia.
- La demanda potencial del producto y las condiciones económicas del país.
- La reacción de la competencia.
- El comportamiento del revendedor.
- La estrategia de mercadeo es una de las consideraciones más importantes en la fijación del precio.

6.5.3. Análisis de la comercialización

La comercialización *“es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar”* (Baca Urbina, 2013).

Con ello, la comercialización no solo trata de una simple transferencia de productos hasta el consumidor, sino que una buena comercialización es la que coloca al producto en un sitio y momento adecuado al consumidor. Para que el consumidor compre el producto, es necesario que contar con adecuados canales de distribución. Dichos canales pueden ser:

- Canales para productos de consumo popular
- Canales para productos industriales

6.6. Estudio técnico

Persigue los siguientes objetivos (Baca Urbina, 2013):

- Verificar la posibilidad técnica de la fabricación del producto que se pretende.
- Analizar y determinar el tamaño, la localización, los equipos, las instalaciones y la organización óptimos requeridos para realizar la producción.

A nivel general, un estudio técnico lo forman:

Estudio técnico

Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto

Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto

Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos

Identificación y descripción del proceso

Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto

ILUSTRACIÓN 3. PARTES BÁSICAS DE UN ESTUDIO TÉCNICO. FUENTE: (BACA URBINA, 2013)

Los aspectos que forman cada parte básica de un estudio técnico se comentan a continuación:

6.6.1. Localización óptima del proyecto

Según Baca (2013), *un proyecto es lo que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) o a obtener el costo unitario mínimo (criterio social)*. Existen los siguientes métodos para determinar la localización óptima del proyecto:

- Método cualitativo por puntos: Asigna factores cuantitativos a una serie de factores que se consideran relevantes (cualitativos) para la localización.

Se aplica el siguiente procedimiento para jerarquizar los factores cualitativos:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes.

2. Asignar un peso a cada factor para indicar su importancia relativa, donde el peso asignado dependerá exclusivamente del criterio del investigador.
 3. Asignar una escala común a cada factor y elegir cualquier mínimo.
 4. Calificar a cada sitio potencial de acuerdo con la escala designada y multiplicar la calificación por el peso.
 5. Sumar la puntuación de cada sitio y elegir el de máxima puntuación.
- Método cuantitativo de Vogel: Análisis de los costos de transporte, tanto de materias primas como de productos terminados. Consiste en reducir al mínimo posible los costos de transporte destinado a satisfacer los requerimientos totales de demanda y abastecimiento de materiales (Baca Urbina, 2013).

En el método se consideran los siguientes supuestos:

1. Los costos de transporte son una función lineal del número de unidades embarcadas.
2. Tanto la oferta como la demanda se expresan en unidades homogéneas.
3. Los costos unitarios de transporte no varían de acuerdo con la cantidad transportada.
4. La oferta y la demanda deben ser iguales.
5. Las cantidades de oferta y demanda no varían con el tiempo.
6. No considera más efectos para la localización que los costos del transporte.

6.6.2. Determinación del tamaño óptimo de la planta

El tamaño óptimo de la planta es su capacidad instalada, que puede ser expresa en unidades de producción por año maximizando la rentabilidad económica de la empresa (Baca Urbina, 2013).

Para determinar y optimizar la capacidad de una planta, se hace necesario conocer la tecnología que utilizará el proceso de producción, con ello, se tienen los siguientes factores (Baca Urbina, 2013):

- La cantidad que se desea producir.
- La intensidad en el uso de la mano de obra que se quiera adoptar: procesos automatizados, semiautomatizados o mano de obra en las operaciones.
- La cantidad de turnos de trabajo.
- La optimización física de la distribución del equipo de producción.
- La capacidad individual de cada máquina que interviene en el proceso productivo y del equipo clave.
- La optimización de la mano de obra.

6.6.3. Descripción del proceso, distribución de planta: Ingeniería del proyecto

La ingeniería del proyecto resuelve todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta (Baca Urbina, 2013).

Se realiza la descripción detallada del proceso de producción, selección y adquisición de los equipos y maquinaria, así como la distribución óptima de la planta de proceso.

6.6.4. Organización humana y legal del proyecto

Un análisis de la organización persigue en definir un organigrama donde se cuantifiquen el total de personal que trabajará (internos y externos) para la empresa, con el fin de ser considerado en el análisis económico (Baca Urbina, 2013).

Desde el punto de vista legal, se deben de definir los siguientes criterios:

- Tipo de sociedad que operará la empresa y la forma de su administración.
- La forma de participación extranjera, según sea el caso.

Así como, cumplir las leyes y normativas vigentes en el país donde se instalará la empresa.

6.7. Estudio financiero

De acuerdo con Baca (2013), el estudio financiero determina cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta, así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

La estructura de un estudio financiero se muestra en la siguiente ilustración:

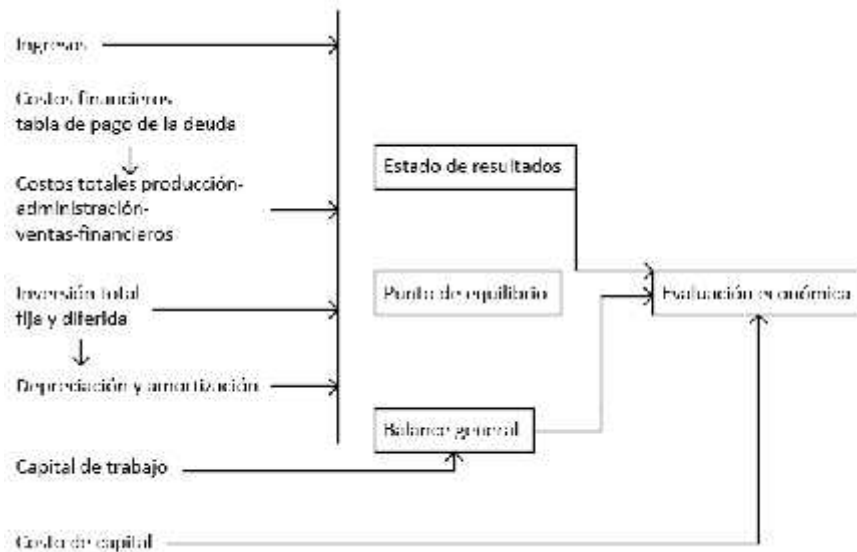


ILUSTRACIÓN 4. ESTRUCTURA DE UN ESTUDIO FINANCIERO. FUENTE: (BACA URBINA, 2013)

A continuación, se describen las generalidades de cada aspecto de un estudio financiero:

6.7.1. Costos de producción

Los costos de producción son el conjunto de los gastos que son necesarios para producir un servicio o un bien. Dichos costos lo forman (Baca Urbina, 2013):

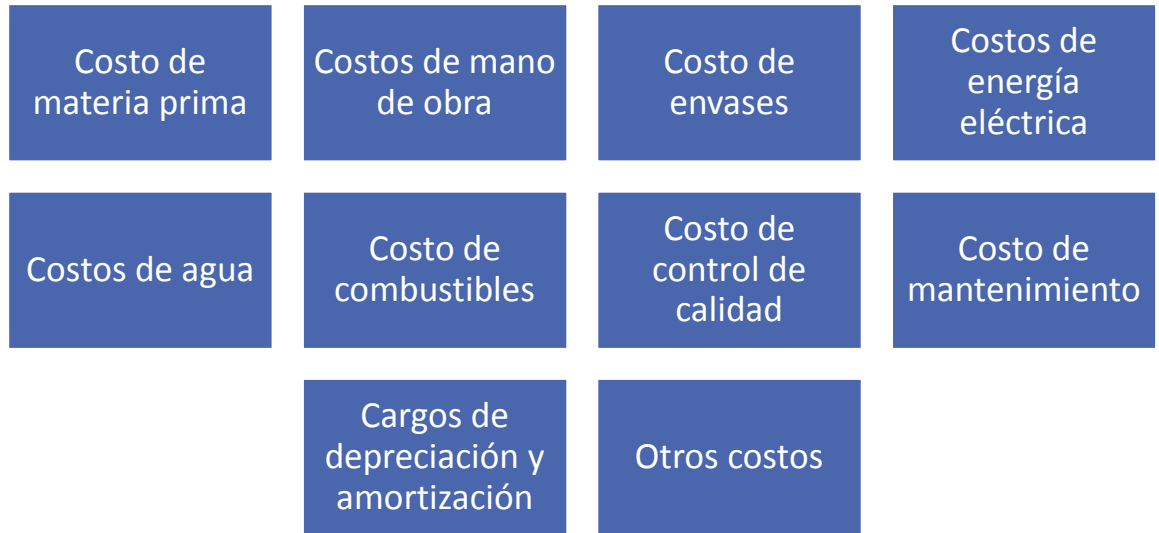


ILUSTRACIÓN 5. GASTOS REFLEJADOS EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN. FUENTE: (BACA URBINA, 2013)

6.7.2. Costos de administración

Son aquellos costos que provienen de realizar la función de administración en la empresa. En dependencia de la estructura organizativa de la empresa, los costos de administración lo pueden formar los sueldos: Gerentes, contadores, secretarias, jefes de oficina, etc. Y gastos generales de oficina.

6.7.3. Costos de venta

Son los costos generados por la mercadotecnia para vender el producto o servicio al consumidor. En dependencia del tamaño de la empresa, los costos

de ventas lo forman los sueldos: Gerente de ventas, secretarias, promotores de venta, choferes, etc. Y gastos generales de oficina de ventas.

6.7.4. Costos financieros

Son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo.

6.7.5. Inversión total inicial

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo (Baca Urbina, 2013).

Un activo tangible o fijo de una empresa son tales como: terrenos, edificios, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículos de transporte, herramientas y otros.

Un activo intangible o diferido de una empresa son aquellos como: patentes de invención, marcas, diseños comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos preoperativos, de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios, estudios administrativos o de ingeniería, estudios de evaluación, capacitación de personal dentro y fuera de la empresa, entre otros.

6.7.6. Gastos de depreciaciones y amortizaciones

De acuerdo con Baca (2013), la depreciación se aplica al activo fijo, ya que con el uso estos bienes valen menos; mientras que la amortización es el cargo anual que se hace para recuperar la inversión. Cual sea el caso, estos deben de estar en correspondencia a la ley tributaria del país donde se ubicará la empresa.

6.7.7. Capital de trabajo

Es la diferencia aritmética entre el activo y el pasivo circulantes (Baca Urbina, 2013). El activo circulante lo forman: valores e inversiones, inventarios y cuentas por cobrar. El pasivo circulante financiamiento parcial y a corto plazo de la operación.

6.7.8. Punto de equilibrio

Representa el nivel de producción en el que los ingresos por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los variables (Baca Urbina, 2013). Es una técnica útil para estudiar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los ingresos.

6.7.9. Estado de resultados

Un estado de resultado o de pérdidas calcula la utilidad neta y los flujos netos de efectivo de un proyecto, que es el beneficio real de la operación de la empresa. En la siguiente tabla se presenta una manera de reflejar el estado de resultados:

TABLA 1. ESTADO DE RESULTADOS

| Flujo | Concepto |
|-------|-----------------------------|
| + | Ingresos |
| - | Costo de producción |
| = | Utilidad marginal |
| - | Costos de administración |
| - | Costos de venta |
| - | Costos financieros |
| = | Utilidad bruta |
| - | Impuestos |
| = | Utilidad neta |
| + | Depreciación y amortización |
| - | Pago a principal |
| = | Flujo neto de efectivo |

Fuente: Adaptado de Baca (2013).

6.8. Evaluación económica

Es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto. Se utilizan los siguientes métodos que consideran el valor del dinero a través del tiempo:

6.8.1. Valor presente neto (VPN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial (Baca Urbina, 2013). La ecuación para calcular el valor presente neto (VPN) para una vida de proyecto de cinco años, es:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Ec. 01

Siendo:

P: Inversión inicial.

FNE: Flujo neto de efectivo para el año 1 al año 5.

VS: Valor de salvamento.

i: Tasa de interés.

Criterios de aceptabilidad del proyecto

- Si el $VPN \geq 0$, se acepta la inversión.
- Si el $VPN \leq 0$, se rechaza la inversión.

6.8.2. Tasa interna de rendimiento (TIR)

Es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial (Baca Urbina, 2013). Según el concepto de TIR, la ecuación de su cálculo es la siguiente:

$$P = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Ec. 02

Criterios de aceptabilidad del proyecto

- Si el $TIR > TMAR$, se acepta la inversión.
- Si el $TIR < TMAR$, se rechaza la inversión.

6.8.3. Relación beneficio – costo

Es una técnica de evaluación que se utiliza para determinar la conveniencia y oportunidad de un proyecto, comparando el valor actualizado de unos y otros. Los pasos o etapas para el cálculo de la relación beneficio – costo, son:

- Identificación y cuantificación de los costos que afectan al proyecto, tanto directos como indirectos.
- Determinación plena de los beneficios directos e indirectos que se pueden asignar al proyecto.
- Diseño de las metodologías conducentes a cuantificar correctamente tanto los costos como los beneficios.
- Comparar los costos y beneficios y se establece la diferencia.

Criterios de aceptabilidad del proyecto

- Si los ingresos > costos, se acepta el proyecto
- Si los ingresos < costos, se rechaza el proyecto

6.9. Estudio ambiental

Un estudio ambiental para identificar y proponer acciones de mitigación para los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad productiva o de servicios. Para la identificación y evaluación de los aspectos ambientales de productos, se tiene (Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco, 2004):

- Identificar los aspectos ambientales de todas las etapas del ciclo de vida del producto.

- Priorizar los aspectos ambientales en todo el ciclo de vida y evitar el traslado de impactos de unas etapas a otras.
- Conocidos los aspectos ambientales prioritarios o significativos de un producto, incluir su mejora dentro de los principales factores motivantes que tiene la empresa a la hora de modificar el diseño de un producto: legislación, requisitos de los clientes, presiones sectoriales, necesidades de innovación, etc.

En un estudio de los impactos ambientales generados por un proyecto, se deben de tomar en cuenta lo siguientes atributos:

TABLA 2. PRINCIPALES ATRIBUTOS DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

| CARÁCTER | TIPOS DE IMPACTO |
|--|--------------------------------------|
| Por la variación de calidad ambiental | Positivo |
| | Negativo |
| Por el grado de destrucción (intensidad) | Notable |
| | Muy alto |
| | Medio o alto |
| | Muy bajo |
| Por la extensión | Puntual |
| | Parcial |
| | Extremo |
| | Total |
| | De ubicación crítica |
| Por el momento en que se manifiesta | Latente (corto, medio y largo plazo) |
| | Inmediato |

| CARÁCTER | TIPOS DE IMPACTO |
|----------------------------------|-------------------------|
| | De momento crítico |
| Por su persistencia | Fugaz < de 1 año |
| | Temporal de 1 a 3 años |
| | Pertinaz de 4 a 10 años |
| | Permanente > 10 años |
| Por su capacidad de recuperación | Irrecuperable |
| | Irreversible |
| | Reversible |
| | Mitigable |
| | Recuperable |
| Por la relación causa - efecto | Directo |
| | Indirecto o secundario |
| | Simple |
| | Acumulativo |
| | Sinérgico |
| Por su periodicidad | Continuo |
| | Discontinuo |
| | Periódico |
| | De aparición irregular |
| Por la probabilidad de aparición | Probable o dudoso |
| | Cierto |
| | Mínima |

| CARÁCTER | TIPOS DE IMPACTO |
|-----------------------------------|------------------|
| Por la percepción en la población | Media |
| | Alta |
| | Máxima |
| | Total |

Fuente: (Rosales Rivera, s.f.)

La manifestación de los impactos ambientales se puede dar por:

A. Variación de la Calidad Ambiental:

- Impacto positivo (o beneficio): mejora la calidad de un factor o elemento del medio ambiente

B. Características de Intensidad:

- Para los impactos positivos se refiere al grado de beneficio.

C. Extensión:

- Que se refiere a la superficie territorial que ocupa el impacto con respecto a la superficie que ocupa el proyecto.

D. Momento:

- Expresa el tiempo que transcurre desde el inicio de la acción y el inicio de la respuesta o efecto sobre el medio ambiente.

E. Persistencia:

- Expresa en términos de tiempo la permanencia de la alteración desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retorna a las condiciones originales como consecuencia del impacto o acción.

F. Reversibilidad:

- Expresa el grado de recuperación del Medio Ambiente ante una acción determinada.

G. Relación Causa – Efecto

- Las propiedades acumulativas y sinérgicas de las sustancias químicas llevan algunos autores a incluirlas entre las características de los impactos.

H. Periodicidad:

- Se refiere a las características dinámicas de los impactos; el impacto temporal.

I. Percepción Social

- La distribución de los impactos es otra característica que se refiere a la identificación de las especies, ecosistemas o grupos sociales afectados tanto por los impactos negativos como por los positivos.

En Nicaragua, la evaluación de impacto ambiental es regida por el Decreto 76-2006: Sistema de Evaluación Ambiental, el cual es administrado por el Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales (MARENA). En dicho decreto se contemplan los siguientes instrumentos:

- La Evaluación Ambiental Estratégica que se aplica a los programas, planes, y estrategias.
- Los Estudios de Impacto Ambiental que se aplican a obras, proyectos, actividades e industrias, según el impacto ambiental potencial.
- La Valoración ambiental.

Las categorías ambientales que contempla el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua son:

- i. Categoría ambiental I: Proyectos Especiales. Todos los proyectos especiales son Alto Impacto Ambiental Potencial.
- ii. Categoría ambiental II: Proyectos, obras, actividades e industrias, que, en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Alto Impacto Ambiental Potencial.
- iii. Categoría ambiental III: Proyectos, obras, actividades e industrias, que, en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Moderado Impacto Ambiental Potencial.

Existen diversos métodos para realizar una evaluación de impacto ambiental, no obstante, los más comunes son:

TABLA 3. MÉTODOS MÁS COMUNES PARA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

| Tipología de los Métodos | Ejemplos |
|-----------------------------------|--|
| Sistemas de red y gráficos | <ul style="list-style-type: none"> • Matrices causa-efecto (Leopold), y Listas de chequeo. • CNYRPAB • Bereano • Sonrensen • Guías metodológicas del M.O.P.U. • Banco Mundial. |
| Sistemas cartográficos | <ul style="list-style-type: none"> • Superposición de transparentes. • Mc Harg. • Tricart. |

| Tipología de los Métodos | Ejemplos |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Falque. |
| Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación. | <ul style="list-style-type: none"> • Holmes. • Universidad de Georgia. • Hill-Schechter. • Fisher-Davies |
| Métodos cuantitativos | <ul style="list-style-type: none"> • Batelle-Columbus |

Fuente: (Rosales Rivera, s.f.)

De manera general, un estudio de impacto ambiental debe de reflejar:

- 1) Conocimiento del proyecto.
- 2) Definición de límites de su área de influencia.
- 3) Diagnostico ambiental: estudio de la línea base y determinación del estudio.
- 4) Análisis de los impactos.
- 5) Diseño de las medidas de mitigación y programa de gestión.
- 6) Clases de técnicas de predicción.
- 7) Pronóstico de la calidad ambiental.
- 8) Comunicación de resultados.

A continuación, se comenta cada contenido de un estudio de impacto ambiental:

Conocimiento del proyecto: Es la especificación de todas las acciones que serán ejecutadas a lo largo de sus fases: planificación, construcción,

operación y, en ciertos casos, término, cierre o desactivación de sus instalaciones.

Límites del área de influencia del proyecto: Es el conjunto de las áreas de incidencia de todos los impactos.

Estudios de línea de base: Son las descripciones y análisis de algunos aspectos del medio ambiente físico, biológico y social que podría ser afectado por un proyecto.

Análisis de los impactos: Comprende la identificación, caracterización y selección de los impactos a ser detallados o investigados en profundidad la predicción de su magnitud y la atribución de la importancia de dichos impactos.

Pronóstico de la calidad ambiental: Son las diferentes situaciones resultantes de la adopción de cada una de las alternativas consideradas, inclusive la alternativa de no realizar el proyecto.

Medidas de mitigación: Es una parte importante de las recomendaciones que un estudio de impacto ambiental efectúa a fin de actuar sobre los impactos ambientales principales de un proyecto; y contribuir por lo tanto a su construcción y operación en un enfoque ambientalmente sustentable.

Programa de monitoreo: De los impactos ambientales, se refiere al grupo de actividades que proporcionan información ambiental, química, física, biológica y otras requeridas para conocer la efectividad de las medidas preventivas y de mitigación o los efectos que determinado proyecto producirá sobre el medio ambiente.

Comunicación de los resultados: Es un documento formal, siendo el medio oficial de divulgar el proyecto a ser ejecutado, las alteraciones más significativas que podrán provocar en el ambiente, sus ventajas y desventajas.

VII. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS POR EL SISTEMA DE MARCO LÓGICO

7.1. Análisis de los involucrados

Realizando entrevistas en la comunidad y técnicos de la alcaldía municipal, se presenta el siguiente análisis:

TABLA 4. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS DEL PROYECTO

| Grupos | Intereses | Problemas Percibidos | Recursos y Mandatos |
|---------------------------|--|--|---|
| Pobladores | <p>Evitar un incremento de los servicios básicos que merme sus bajos ingresos.</p> <p>Buscar opciones de trabajo para mejorar su nivel de vida.</p> <p>Mejorar las condiciones higiénicas para prevenir enfermedades.</p> | <p>Incremento constante en el costo de la energía eléctrica comercial.</p> <p>Limitada cobertura del sistema de bombeo de agua potable a la comunidad.</p> <p>Cortes de energía eléctrica durante el día.</p> <p>Migración de pobladores a la cabecera departamental</p> | <p>Cuentan con líderes comunales.</p> <p>Tienen apoyo de la alcaldía municipal.</p> |
| Miembros del CAPS comunal | <p>Sensibilizar a la comunidad para racionalizar su consumo de agua potable.</p> <p>Mantener los costos operativos del sistema de agua potable menos del 40% de los ingresos.</p> <p>Que toda la comunidad cuente con el servicio de agua potable.</p> | <p>Elevados costos operativos debido al incremento del gasto de facturación de energía eléctrica comercial.</p> <p>Poca inversión al mantenimiento del sistema de agua potable.</p> <p>Existe una elevada tasa de morosidad del servicio de agua potable.</p> | <p>Cuentan con una normativa sobre su funcionamiento.</p> |
| Alcaldía municipal | <p>Tanto el gobierno municipal como el central brindan oportunidades a la población para mejorar su nivel de vida.</p> | <p>Migración a otras ciudades del país.</p> <p>Incremento constante en la energía eléctrica comercial genera aumento en la</p> | <p>Leyes y normativas sobre su operatividad y legalidad.</p> |

| Grupos | Intereses | Problemas Percibidos | Recursos y Mandatos |
|-------------------------------|---|---|------------------------------------|
| | | facturación de consumo de agua potable. | |
| Organismos no gubernamentales | Apoyar a las poblaciones rurales para mejorar su calidad de vida. | La población cuenta con una extrema pobreza y pocas oportunidades de trabajo. | Normativas sobre su funcionalidad. |

7.2. Definición de la situación

En la comunidad de Sacaclí, los pobladores presentan una elevada pobreza, en parte debido a las pocas oportunidades de empleo y la poca preparación académica de la población. En los últimos años, la comunidad fue beneficiada por un sistema de agua potable que abastece al 82% (158) de las viviendas; para la administración y mantenimiento de dicho sistema se creó el Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), el cual lo forman los pobladores de la comunidad.

De acuerdo con la ley 722, los CAPS pueden establecer una tarifa del servicio de agua potable, según las normativas vigentes en el país. Con dicho ingreso se realizan los pagos relacionados al mantenimiento y un fondo para inversiones básicas del sistema. No obstante, desde hace unos años se ha observado un incremento sustancial en el costo de energía eléctrica comercial (suministrado por la distribuidora UNIÓN FENOSA), lo cual ha planteado una necesidad de incrementar la tarifa del servicio de agua potable, lo cual podría ocasionar inconformidad entre los pobladores y elevar la tasa de morosidad por dicho servicio e incluso que algunos pobladores retiren dicho servicio por su extrema pobreza.

Los miembros del CAPS han aplicado medidas de ahorro de energía eléctrica con el fin de reducir la facturación, sin embargo, no han obtenido éxitos. Se ha expuesto dicha problemática a la alcaldía municipal y entes no gubernamentales, no obstante, no se cuenta con un documento técnico y económico para soportar las diferentes alternativas de solución.

7.3. Análisis de la situación

7.3.1. Causas

En la siguiente ilustración se presentan las causas del problema identificado:

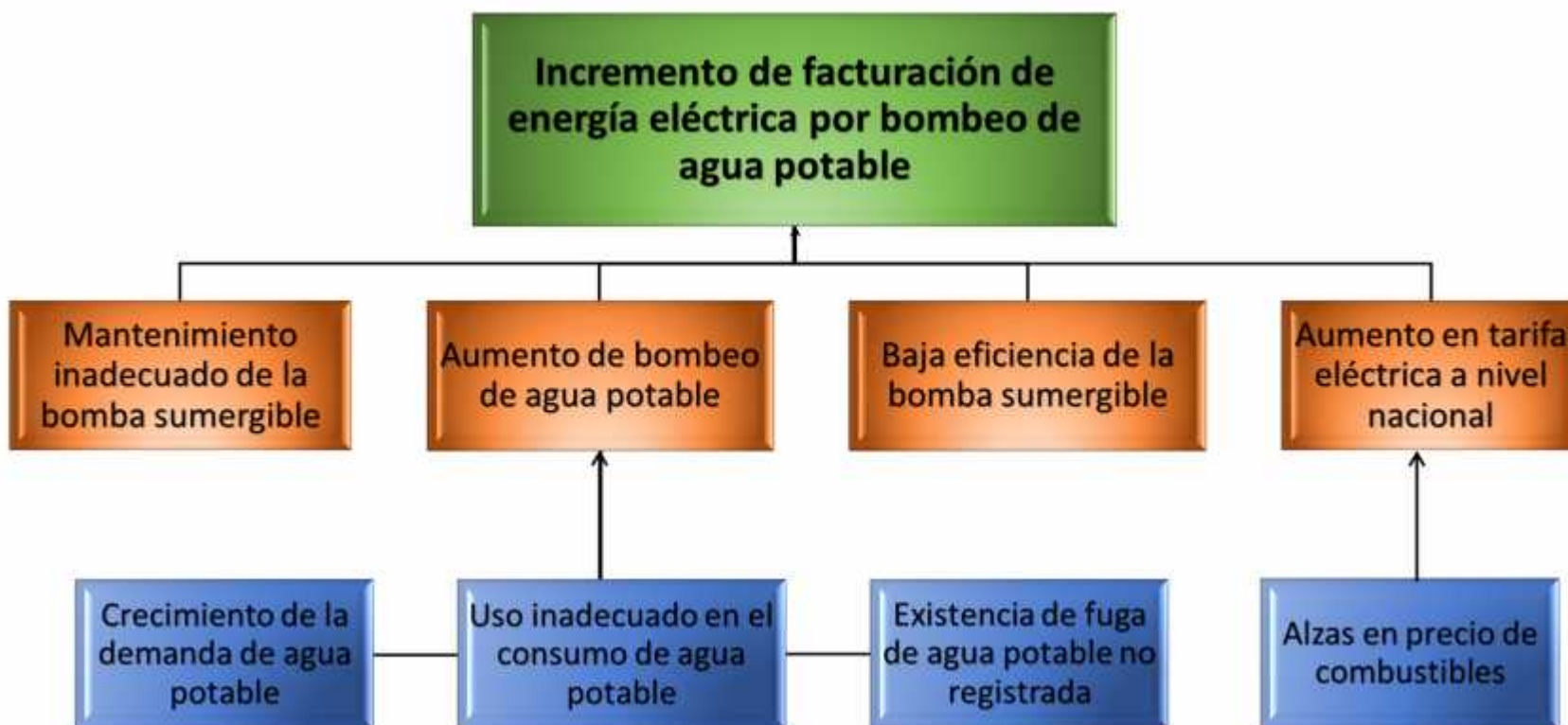


ILUSTRACIÓN 6. CAUSAS DEL INCREMENTO EN LA FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR BOMBEO DE AGUA POTABLE

7.3.2. Efectos

A continuación se presentan los efectos que genera el incremento en la facturación de energía eléctrica para el bombeo de agua potable en la Comunidad de Sacaclí:

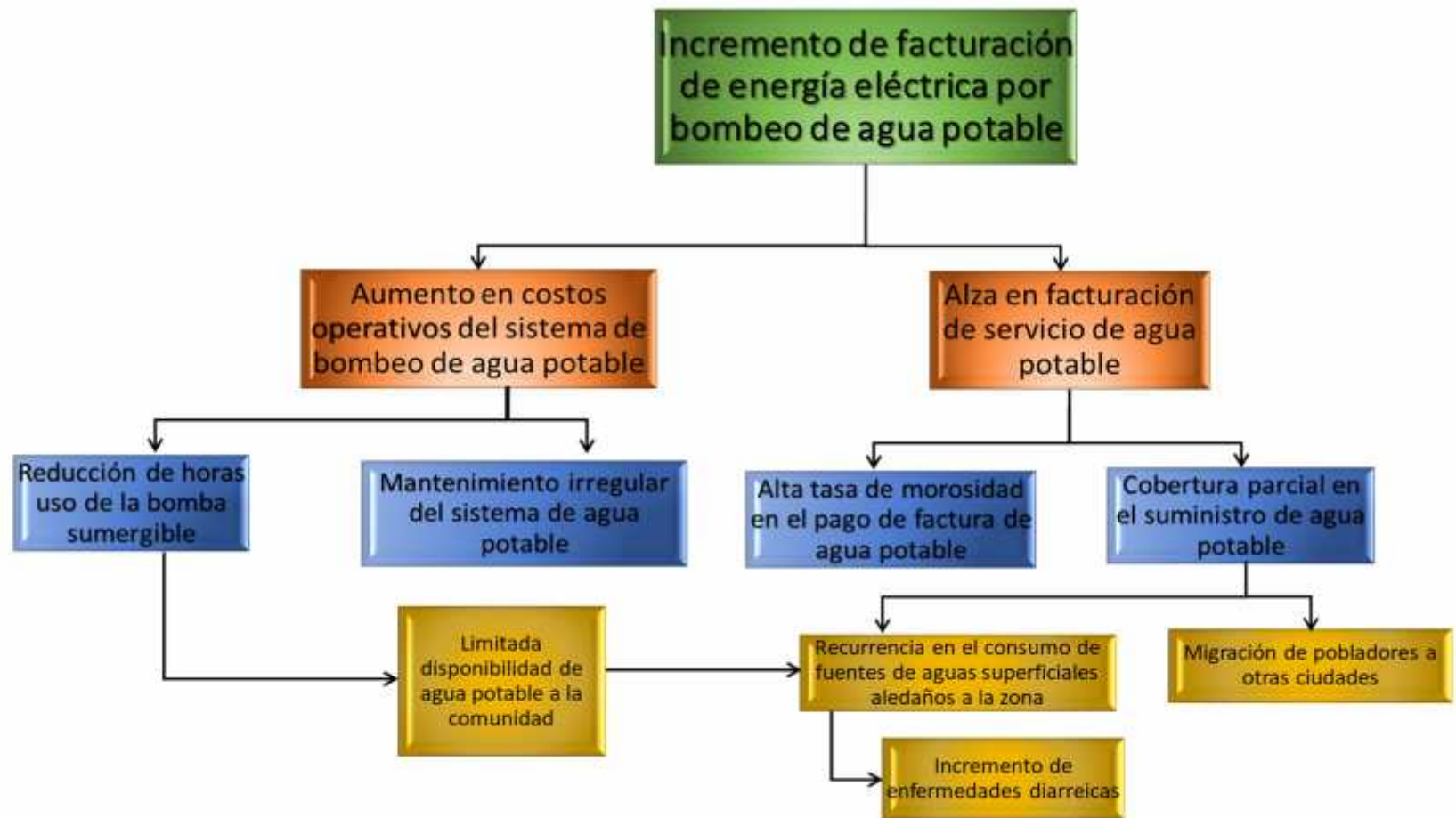


ILUSTRACIÓN 7. EFECTOS DEL INCREMENTO EN LA FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR BOMBEO DE AGUA POTABLE

7.4. Árbol del problema

A continuación, se presenta el árbol de problemas en la comunidad de Sacaclí:

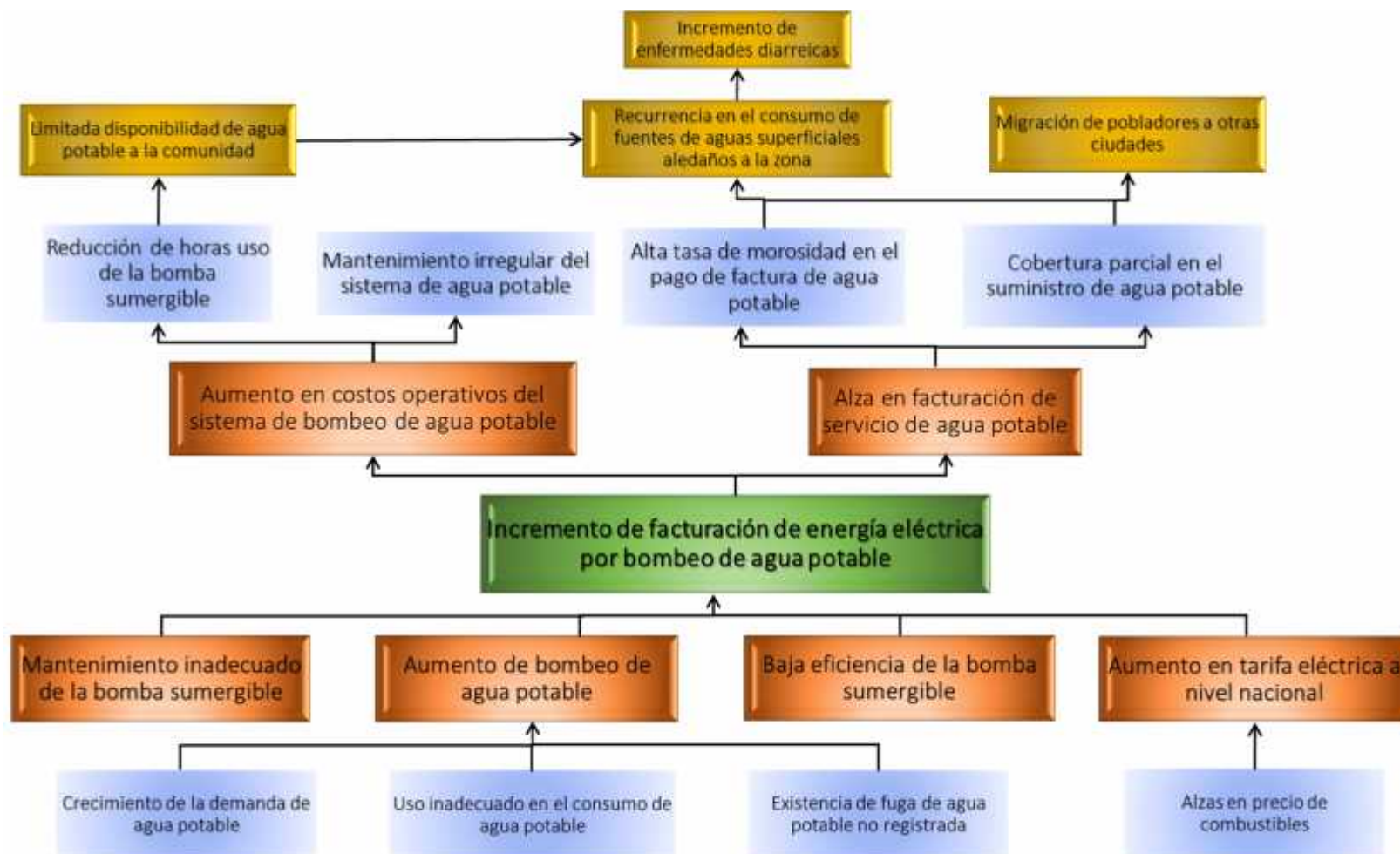


ILUSTRACIÓN 8. ÁRBOL DE PROBLEMAS DE LA COMUNIDAD DE SACACLÍ

7.5. Árbol de objetivos

El árbol de objetivos de la comunidad se presenta en la siguiente ilustración:

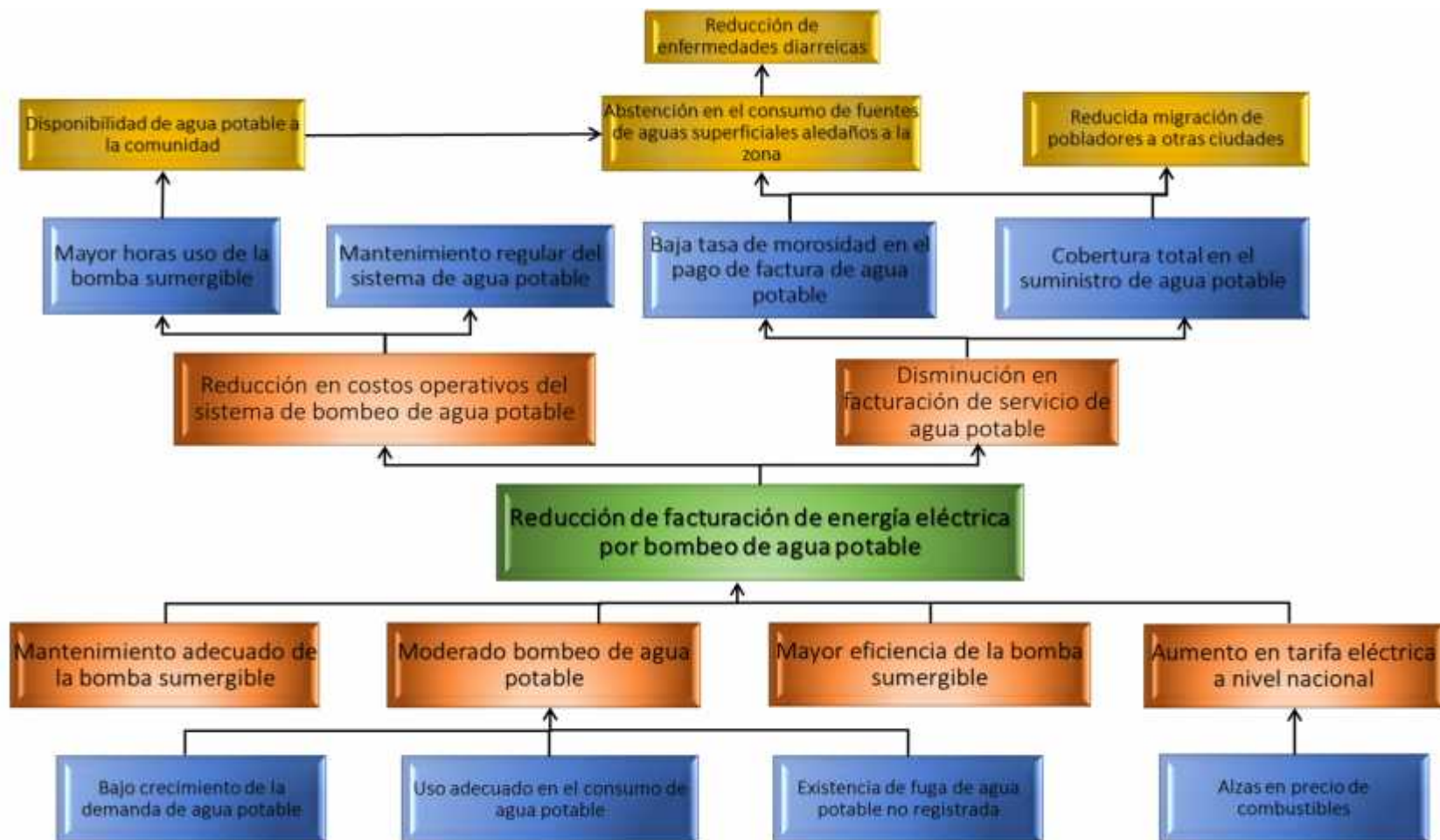


ILUSTRACIÓN 9. ÁRBOL DE OBJETIVOS DE LA COMUNIDAD SACACLÍ

7.6. Propuesta de solución

En base al Árbol de Objetivos mostrado en la ilustración 9 y a la solicitud por parte de los miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS de la Comunidad, como parte de su iniciativa de proyecto, se propone la siguiente alternativa como solución al problema central:

- a) Instalar un sistema fotovoltaico de inyección directa para la operación de la bomba del sistema de agua potable.

7.7. Matriz de marco lógico

TABLA 5. MATRIZ DE MARCO LÓGICO

| Nivel | Resumen narrativo | Indicador | Medios de verificación | Supuestos |
|-------------|---|--|--|--|
| Fin | Mejorada la calidad de vida de los pobladores de la comunidad Sacaclí | Las enfermedades diarreicas relacionadas con el desabastecimiento de agua se han reducido, al menos, un 30% con respecto a la línea base. | Estadísticas del centro de salud de la comunidad | Los pobladores realizan prácticas higiénicas para el consumo de agua potable |
| Propósito | Instalado un sistema fotovoltaico solar para operar la bomba del sistema de agua potable | Los costos de consumo energía eléctrica convencional del sistema de bombeo se han reducido, por lo menos, un 100 % con respecto a la línea base. | Registros contables del CAPS de la comunidad | Los miembros del CAPS de la comunidad brindan un adecuado mantenimiento al sistema fotovoltaico. |
| Componentes | C.1 Operativo el sistema fotovoltaico de inyección directa de energía a la bomba del sistema de agua potable | El sistema fotovoltaico genera el 100% de la demanda de energía eléctrica de la bomba | Registros contables del CAPS de la comunidad | Los miembros del CAPS de la comunidad brindan un adecuado mantenimiento al sistema fotovoltaico. |
| | C.2 Los miembros del CAPS de la comunidad han sido capacitados sobre el uso y mantenimiento básico del sistema fotovoltaico | El 85% de los miembros del CAPS de la comunidad han sido capacitados | Lista de asistencia de las capacitaciones | Los miembros del CAPS participan activamente en las capacitaciones |
| Actividades | A.1.1 Realizar un estudio de prefactibilidad para la instalación de un sistema fotovoltaico para suministrar energía al sistema de agua potable | Validada las condiciones para instalar un sistema fotovoltaico para el sistema de agua potable | Documento del estudio de prefactibilidad | El estudio se realiza según lo planificado. |

| Nivel | Resumen narrativo | Indicador | Medios de verificación | Supuestos |
|-------|--|--|---|---|
| | A.1.2 Construir las obras e infraestructura del sistema fotovoltaico | Obras y estructuras del sistema fotovoltaico instaladas | Informes financieros del proyecto | Las obras e instalación del sistema fotovoltaico se realizan según lo presupuestado y planificado |
| | A.1.3 Ejecutar la puesta en marcha del sistema fotovoltaico | Al menos, se han realizado dos pruebas de funcionamiento del sistema fotovoltaico | Informes financieros del proyecto | El sistema fotovoltaico se diseñó e instaló adecuadamente |
| | A.2.1 Diseñar los temas de la capacitación del sistema fotovoltaico | El 100% de los materiales didácticos de los temas de capacitación, se han diseñado e impreso | Informes financieros del proyecto | La programación presupuestaria se ejecuta según lo planificado |
| | A.2.2 Realizar las capacitaciones del sistema fotovoltaico | Se han capacitado, al menos, el 85% de los miembros del CAPS comunal | Lista de asistencia de las capacitaciones | Los miembros del CAPS participan activamente en las capacitaciones |

VIII. ESTUDIO DE MERCADO

Objetivos del Estudio de Mercado:

Realizar un análisis de demanda con el fin de conocer el comportamiento de la demanda insatisfecha con la implementación de un sistema fotovoltaico para el bombeo de agua potable en la Comunidad Sacaclí.

Ratificar la posibilidad de brindar mejor servicio de energía eléctrica con la instalación de un sistema fotovoltaico para el bombeo de agua potable en la Comunidad de Sacaclí; realizando un análisis de mercado en el que se incluya información primaria con respecto al tema.

8.1. Caracterización del mercado donde se desarrollará el proyecto

La comunidad de Sacaclí pertenece al municipio de San Rafael del Norte departamento de Jinotega y se localiza a 17 km al sur del casco urbano del municipio mencionado y a 26 km al noroeste de la ciudad de Jinotega, entre las coordenadas Este 13.106172300231675 y Norte -86.12454606498248.

La comunidad está compuesta por aproximadamente 192 casas y una población de 768 personas, en las que habitan un promedio de 4 personas.

Las actividades económicas de la población se desatacan la ganadería, agricultura y otros tienen venta de productos que se reconocen a sí mismos como pulperías. La zona es de alta pobreza, estimándose un con un rango de ingreso medio mensual de C\$ 3,000 a C\$ 8,000 por vivienda. La mayoría de la población tiene una educación primaria, ya que en la comunidad existe una escuela primaria.

En la comunidad existe un centro educativo donde asisten alrededor de 233 estudiantes incluyendo adultos y niños. Esto indica que más del 33% de la población se encuentra cursando estudios académicos.

8.2. Realización de Trabajo de Campo

Para proceder a recopilar datos informativos provenientes de la población objetivo: Comunidad de Sacaclí, se hizo a través del método por fuentes primarias, es decir, a través de encuestas y entrevistas a población y miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS, respectivamente.

Para el caso de determinar el muestreo poblacional se determina el tamaño muestral conociendo el tamaño de la población, como se procede a continuación.

8.2.1. Cálculo del Tamaño Óptimo de la Muestra

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra, conociendo el tamaño de la población es:

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

Donde:

N : Tamaño de la población

$N = 192$ viviendas

Z : Nivel de Confianza

$Z = 1.96$ (seguridad del 95%)

p : probabilidad de éxito, o proporción esperada

$p = 0.5$ (criterio conservador, $p = q = 0.5$)

q : probabilidad de fracaso

$q = 0.5$

d^2 : precisión (Error máximo en términos de proporción)

$d^2 = 0.05$

Dando como resultado:

$$n_o = \frac{192 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2 \times (192 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n_o = 1$$

Se requiere que, a no menos de 128 familias sean encuestadas para tener una seguridad del 95% en los datos que suministren.

8.2.2. Resultados de Recopilación de Datos

8.2.2.1. Encuestas

Para la recopilación de datos concerniente a temas enfatizados a la comunidad, se formuló un formato de encuesta (Ver Anexo 2.a) en el que se enunciaron datos generales de la comunidad, actividad económica de la población y datos correspondientes al sistema de bombeo de agua potable existente en la comunidad.

De las 128 personas encuestadas por vivienda, de los cuales corresponden a jefes de familia, se presenta de forma desagregada la cantidad de habitantes:

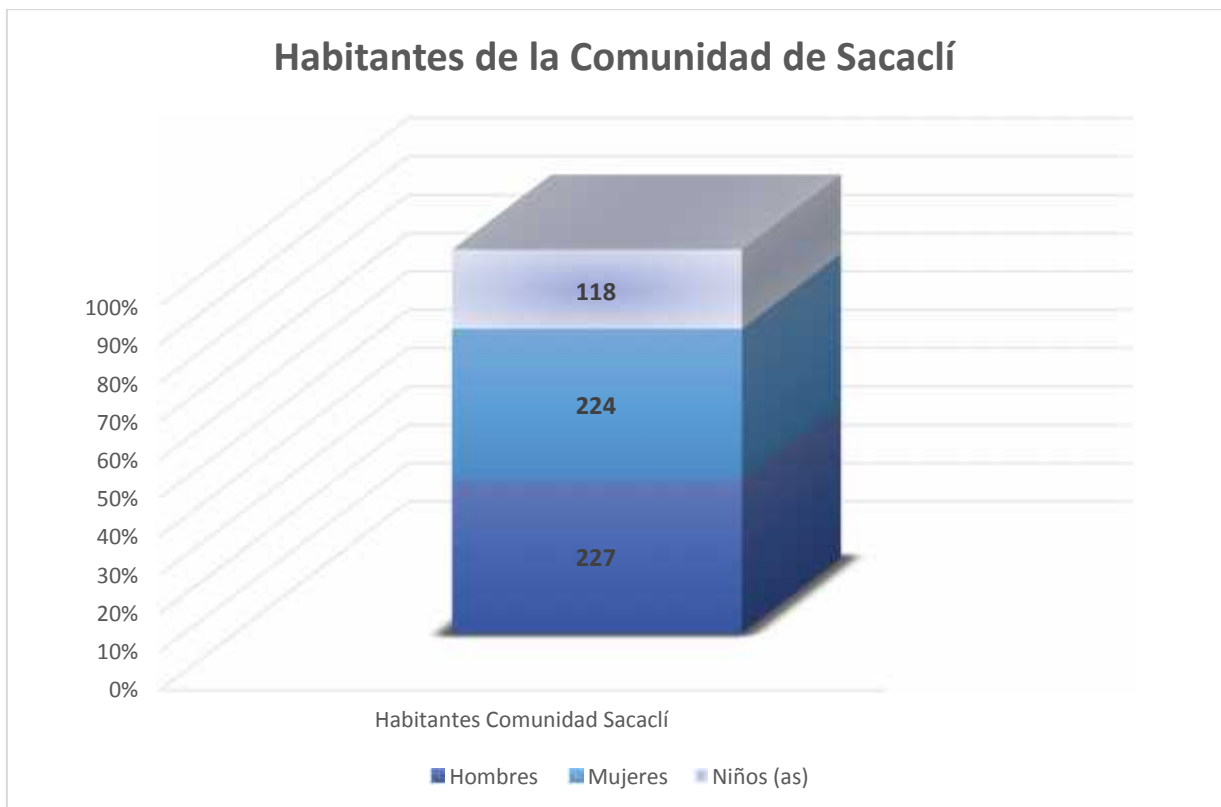


ILUSTRACIÓN 10. POBLACIÓN COMUNIDAD DE SACACLÍ

En la Ilustración 10. muestra que, de las 128 viviendas encuestadas, hay un total de 569 habitantes, desagregados por 227 hombres, 224 mujeres y 118 niños (as).

A continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la cantidad de estudiantes activos, los cuales corresponden a una cantidad de 136

estudiantes, y a su vez se presentan 59 personas de las 128 encuestadas que, laboran fuera de la Comunidad de Sacaclí:

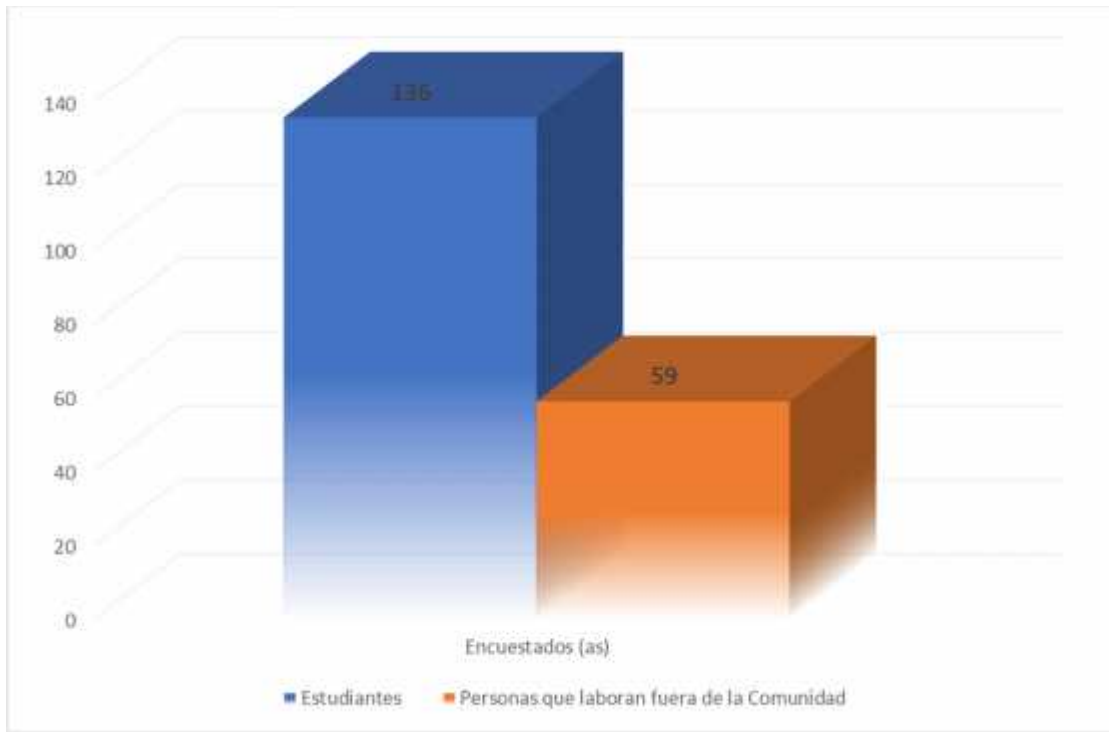


ILUSTRACIÓN 11. ESTUDIANTES ACTIVOS Y PERSONAS QUE LABORAN FUERA DE LA COMUNIDAD DE SACACLÍ

Parte de los datos generales recopilados a través de encuesta a la población, determinó como resultado que, la mayoría se dedica a la agricultura, posteriormente, otra de las actividades que realizan es la venta de misceláneas a través de pulperías, y, por último, viven de venta de comida en puestos instalados en sus hogares. Los datos numéricos recopilados se muestran a continuación en la Ilustración 12.



En la Ilustración 13, se muestra el consumo estimado mensual de agua potable de la población, en donde se determinó que, en promedio, la población consume 9.04m³ por vivienda al mes y un consumo máximo mensual de 22m³ por vivienda, de acuerdo a los resultados arrojados de la encuesta realizada.

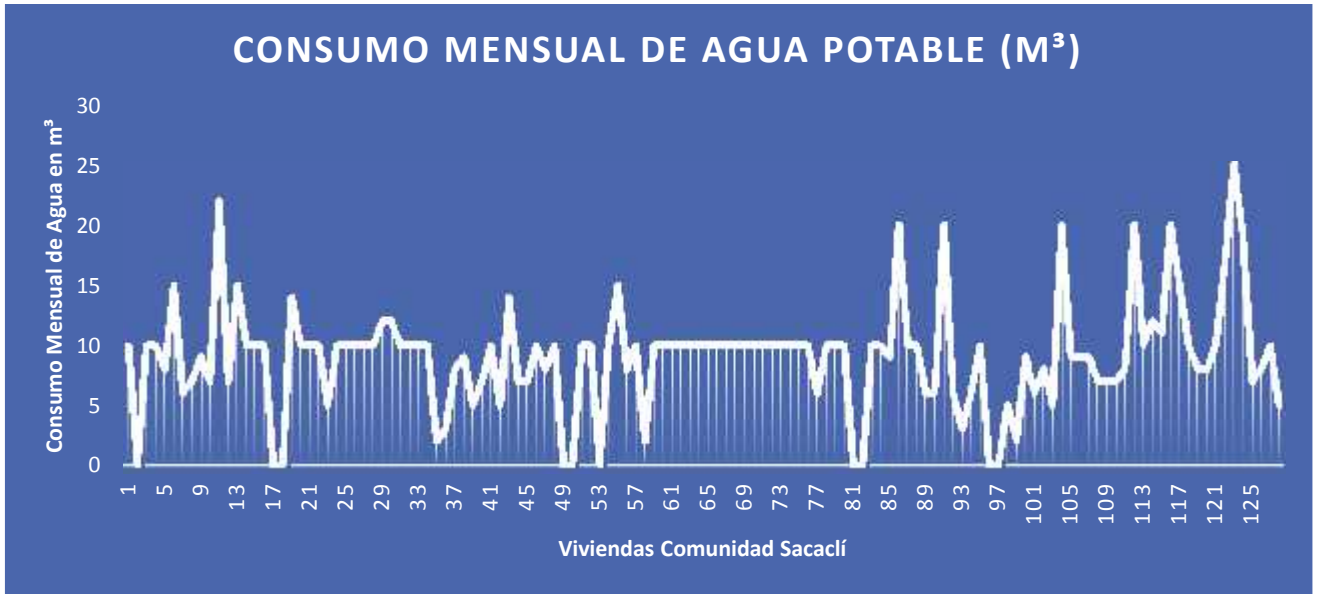


ILUSTRACIÓN 13. CONSUMO MENSUAL DE AGUA POTABLE EN M³

También se estimó el pago por consumo de agua potable en moneda Córdoba por vivienda; determinando que, el pago promedio por consumo equivale a C\$ 100.32, y el máximo equivale a C\$ 360 al mes por vivienda. A continuación, se muestran los resultados recopilados de la encuesta realizada.

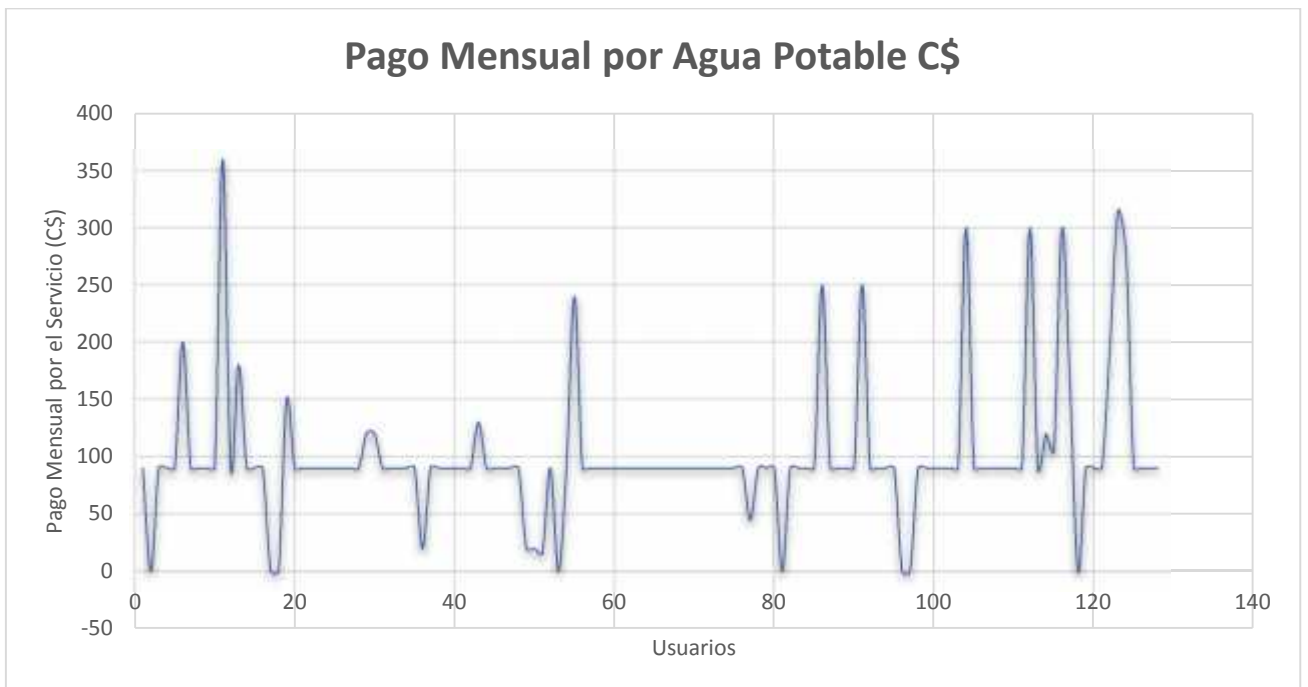


ILUSTRACIÓN 14. PAGO MENSUAL DE AGUA POTABLE (C\$)

8.2.2.2. Entrevistas

Se realizaron entrevistas a miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento; enfocadas en recopilar los datos necesarios de la Comunidad en general; datos técnicos, administrativos y operativos concernientes al sistema de agua potable existente, así como también el aspecto legal en cuanto a la conformación del Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS de la Comunidad. Ver Anexo 2.b

- *Personería Jurídica*

Para constituir la personería jurídica del Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS en la Comunidad de Sacaclí, éste cuenta con una Certificación del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA, cuya emisión fue inscrita desde el año 2011, y con el Registro inscrito en la Alcaldía Municipal de San Rafael del Norte con fecha de mayo del 2011.

El CAPS de Sacaclí está inscrito bajo el Registro Municipal No 0012, código 1104-11 e inscrito bajo el Registro nacional de Prestadores de Servicios de Agua Potable y Saneamiento del INAA. Además, dispone de una certificación otorgada por la Alcaldía. La junta directiva está constituida de la siguiente manera:

TABLA 6. JUNTA DIRECTIVA CAPS

| <i>Cargo</i> | <i>Nombre</i> |
|-------------------|-----------------------------|
| <i>Presidente</i> | Álvaro Ramón Gutiérrez |
| <i>Secretaría</i> | Rafaela Cruz Duarte |
| <i>Tesorero</i> | Orlando Cruz Tijerino |
| <i>Fiscal</i> | Mario José Torrez Gutiérrez |
| <i>Vocal</i> | Pedro Joaquín Blandón R |

- *Catastro de Usuarios*

Los usuarios que cuentan con el servicio de agua potable a través del sistema de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE poseen medidores. Estos usuarios corresponden a una cantidad de 158 viviendas, lo que equivale a un 82.29% del total

de la población que cuenta con el servicio. Lo que determina que, 34 viviendas (17.71% no poseen el servicio de agua potable por dicho sistema.

- *Datos de medición por usuario (registro de un año)*

En este aspecto, miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS suministraron información correspondiente a lecturas de medidores de los usuarios del sistema MABE existente, cuyos datos consisten a los recopilados al año 2016, el cual tienen información completa y verificada.

- *Porcentaje de mora*

El Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS no aplica tarifa monetaria para los usuarios que están en mora. Si un usuario tiene dos meses pendientes, se le suspende el servicio, para reconectarlo tiene que pagar \$ 5 y cancelar los recibos pendientes. Se realizó un análisis del porcentaje de morosidad de los usuarios en el pago de su tarifa observándose que el mes que tiene el mayor índice de morosidad es mayo con un 29% y el menor es enero con un 11%. El porcentaje de mora anual es de un promedio de 26%. Ver Ilustración 15

Como parte del reglamento interno se aplica la suspensión del servicio de agua a aquellos usuarios que no pagan el agua en tres meses consecutivos previa notificación con quince días de anticipación.

% de Morosidad del mes 2016

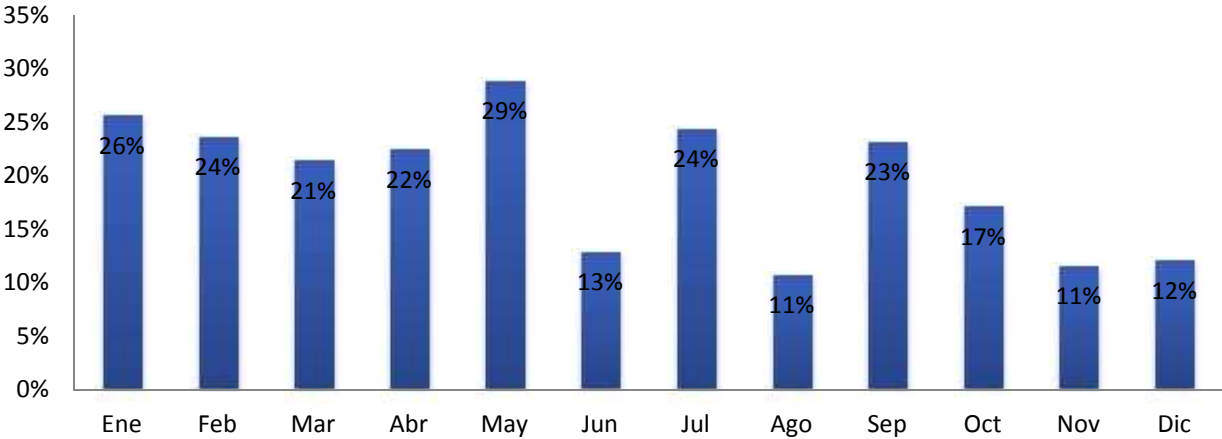


ILUSTRACIÓN 15. PORCENTAJE DE MOROSIDAD

- *Tipo de Tarifa*

La tarifa definida por el Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS fue analizada, consensuada y aprobada en asamblea general. Es importante mencionar que la tarifa se calcula en base a la sostenibilidad económica del sistema según sus particularidades y puede variar en el tiempo previa revisión.

El tipo de tarifa utilizada es diferenciada según rangos de consumo. En dicha tarifa se toma en cuenta la capacidad de pago de las familias usuarias. Para la Comunidad de Sacaclí se desglosa la tarifa de la siguiente manera:

TABLA 7. DESGLOSE TARIFA POR SERVICIO DE AGUA POTABLE

| Consumo m ³ | Tarifa C\$ |
|-------------------------|-----------------------|
| 0 – 10 m ³ | C\$ 90 |
| 11 m ³ - más | C\$ 15/m ³ |

La facturación, entregas de facturas, las lecturas y los cobros las realiza el contador. Cuando se tiene un reclamo por el servicio de hace directo al presidente del CAPS de manera verbal.

- *Tratamiento especial con tarifa solidaria (subsidios)*

1. Usuarios con tarifas diferenciadas:

Pagos del 50% de la tarifa mínima (Iglesia Católica y 1 usuario, a quien no le llega suficiente agua potable dado que la ubicación de su vivienda se encuentra en zona alta.)

Pagos de C\$ 20 por m³ consumido (Centro de salud y 1-6 usuarios dado que viven alejados y el sistema no bombea con suficiente empuje para que llegue a este punto.

2. Usuarios exonerados:

Hay dos usuarios quienes realizaron donación del espacio de la bomba y la pila de almacenamiento. A éstos se les exonera de pago de tarifa de agua potable.

- *Año de constitución o funcionamiento del sistema*

El sistema de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE opera desde hace más de 3 años.

Entre los aspectos técnicos y operativos del Sistema MABE existente, el Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS suministró la siguiente información:

- *Almacenamiento de la pila: 17,000 glns*
- *Bomba: 5HP*
- *Tiempo de llenado de la pila: 8 horas en invierno; 19 horas en verano*
- *Profundidad del pozo: 230 pies*
- *Bombeo: 30glx min en invierno*
18 gal x min en verano
- *Tiempo de bombeo: Todos los días (3 horas)*
- *Horario: 6am a 8am y de 4pm a 5pm*
- *Consumo de agua potable por habitante y dotación*

TABLA 8. CONSUMO DE AGUA POR HAB. Y DOTACIÓN X HAB. FUENTE: (CAPS, 2016)

| Concepto | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SEP | OCT | NOV | DIC | PROMEDIO |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| Consumo promedio por habitante | 2.52 | 1.78 | 1.51 | 1.54 | 1.37 | 1.99 | 2.11 | 2.36 | 2.47 | 2.43 | 2.56 | 2.49 | 2.09 |
| Dotación por hab/mes | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.80 |

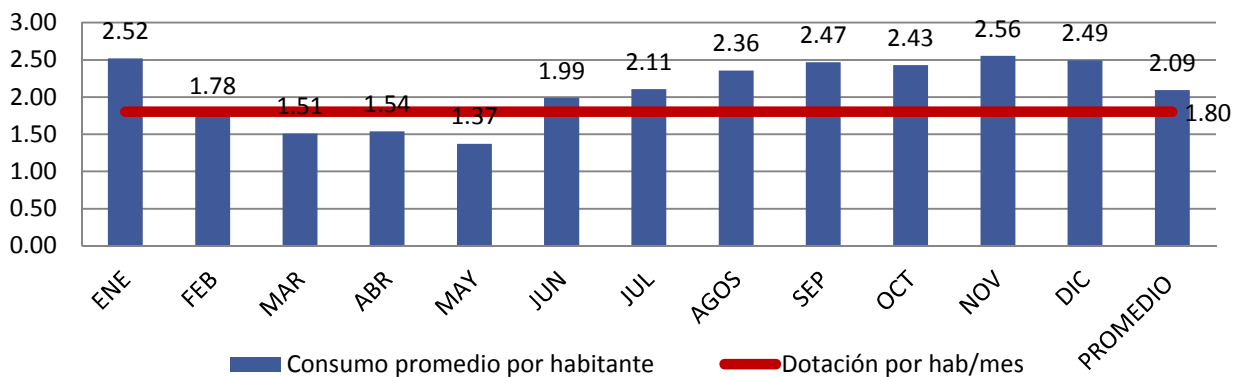


ILUSTRACIÓN 16. CONSUMO PER CÁPITA. FUENTE: (CAPS, 2016)

8.3. Definición del servicio

El proyecto consiste en el aprovechamiento de recursos renovables, tal es el caso de la energía solar a través de la instalación de un sistema fotovoltaico, con el que se pretende satisfaga la demanda total de la Comunidad Sacaclí. El sistema fotovoltaico tiene como ubicación en un área de 120 metros cuadrados, a 15 metros del pozo de agua potable; proponiendo la instalación de una malla perimetral que encierre los módulos solares con sus soportes.

Este sistema se basa en suministrar energía solar en horas del día u horas solares durante el año que, alimente a la bomba sumergible para activar el llenado del tanque de almacenamiento y posteriormente distribuir agua potable a los usuarios.

La instalación de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua potable implica en generar energía durante el día sin prescindir de la energía eléctrica convencional; tomando en cuenta que, en época de invierno ésta se active, dado que el sistema fotovoltaico no contará con reserva de energía solar.

La operación de un sistema de bombeo solar es completamente automática, con apagado automático al llenar el tanque de almacenamiento al 100% y al secarse la fuente de agua.

El sistema fotovoltaico estará compuesto principalmente de los siguientes elementos:

Módulos fotovoltaicos o paneles solares; los cuales se componen de células solares interconectadas en serie y/o en paralelo con el fin de adaptar el panel solar a los niveles de tensión y corriente requeridos.

Regulador o Controlador de Carga, el cual consiste en un dispositivo que evita que se produzcan sobrecargas y a la vez limita la tensión de alimentación a la bomba a unos valores adecuados para su funcionamiento.

Bomba Solar Sumergible: para este implementar este sistema, es requerido realizar cambio de bomba sumergible existente por una bomba sumergible que se ajuste al sistema fotovoltaico. Éstas trabajan por lo general sin baterías, y van conectadas directamente a los paneles fotovoltaicos a través del regulador o controlador de carga.

Cableado Eléctrico: consiste en el cable que conecta los paneles solares, pasando la caja de regulador de carga y llegando al motor eléctrico de la bomba, cuyo material de cable debe ser resistente a las duras inclemencias meteorológicas (temperaturas ambientales extremas, radiación solar ultravioleta, humedad, resistencia a los impactos, etc.)

Protecciones: son los dispositivos necesarios para detectar y eliminar cualquier incidente en la instalación, garantizando así la protección de los equipos conectados y de las personas. Entre dichos dispositivos de protección se encuentran: Protección contra sobrecargas, contra cortocircuitos, y contra sobretensiones; siendo este último el requerido para el sistema fotovoltaico propuesto.

8.4. Análisis de la demanda sin proyecto

Para estimar la demanda de agua potable en la comunidad, se realizó un análisis de las facturas históricas del consumo de agua por vivienda durante el año 2016, según registros del CAPS. En base a esto se obtendrá la demanda de energía fotovoltaica que sustituirá a la eléctrica comercial.

Al no existir un indicador de consumo de agua per cápita en la comunidad, se considera igual al establecido en el documento normas rurales Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, s.f.), siendo este de 60 lppd = 1.8 m³ al mes. Dicho indicador se convierte en el parámetro comparativo para estimar la tendencia de consumo en la comunidad Sacaclí.

A continuación, se presenta el consumo de agua potable en la comunidad durante el año 2016:

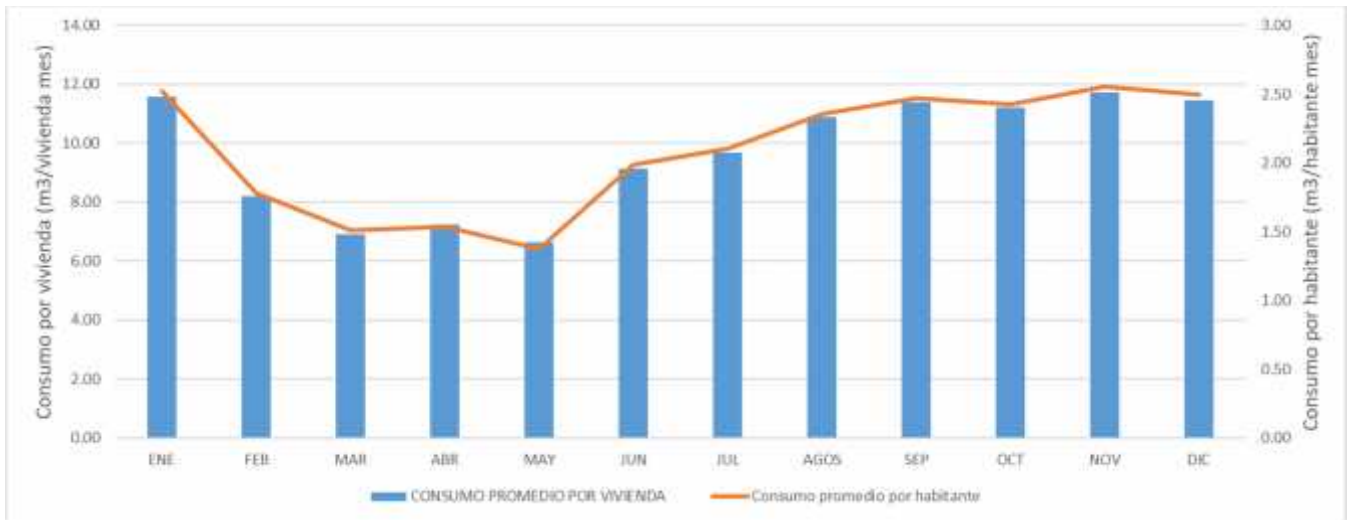


ILUSTRACIÓN 17. CONSUMO DE AGUA EN LA COMUNIDAD SACACLÍ

De la Ilustración 17, el consumo promedio por vivienda es de 9.67 m³/mes, mientras el consumo promedio por habitante (que cuenta con servicio de agua potable) es de 2.09 m³/mes. Dicho consumo por habitante es superior al 1.8 m³/mes establecido en el documento de normas rurales. En el caso de los meses de menor consumo (febrero a mayo), se debe al racionamiento de agua aplicado en la época de verano.

8.5. Proyección de la demanda sin proyecto

Para estimar la demanda futura de agua potable sin proyecto, se aplica el método geométrico estipulado en el Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural, establecido por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA. Es uno de los métodos más utilizados en Nicaragua y es aplicable a las ciudades que no han alcanzado su desarrollo, y se mantiene creciendo a una tasa fija, como es la Comunidad de Sacaclí. Para la aplicación de este método se inicia por calcular la tasa de crecimiento útil (r), tomando en cuenta los censos poblacionales obtenidos:

- Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{(t_2 - t_1)}} - 1$$

Donde:

P_1 : población año de p c

P_2 : población año de s c

t_1 : año de p c

t_2 : año de s c

Por lo que:

| Año Censo | Población | Fuente |
|-----------|-----------|--------|
| 2008 | 410 | INIDE |
| 2015 | 768 | CAPS |

$$P_1 = 410 \text{ ha}$$

$$P_2 = 768 \text{ ha}$$

$$t_1 = 2008$$

$$t_2 = 2015$$

Resultando:

$$r = \left(\frac{768}{410} \right)^{\frac{1}{2015-2008}} - 1$$

$$r = 0.0938 \sim 9.34\%$$

De acuerdo con las normativas establecidas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA, la tasa de crecimiento útil “ r ”, no deberá de ser menor del 2.5% ni mayor del 4%, y en el caso de que ésta se encuentre en algún valor entre 2.5% - 4%, se tomará el valor que resulte de los cálculos en este intervalo. En el caso particular de este estudio, se considera que, dado que en un periodo no menos de 3 años, el crecimiento poblacional no supera el 4%; por lo que se establece que la tasa de crecimiento útil es de 2.5%,

TABLA 9. CÁLCULO TASA DE CRECIMIENTO

| Periodo | 2008 - 2015 |
|-------------------------------------|-------------|
| Tasa de crecimiento calculada (r) % | 9.34% |
| Tasa de crecimiento útil (r) % | 2.9% |

Fuente: Elaboración Propia, 2016

- Proyección de población futura

La vida útil estimada para la cual se diseñará el sistema fotovoltaico para bombeo de agua potable en la Comunidad de Sacaclí será de 25 años, parámetro establecido en las normas de *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural* del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA. Por lo tanto, la cantidad de población que se estimará estará en dependencia de ésta. Se proyectará teniendo como punto de partida el año de cuyos datos fueron suministrados como base para conocer la demanda del proyecto.

A continuación, se presenta fórmula por el método geométrico para proyectar la población:

$$P_n = P_c(1 + r)^n$$

Donde:

$$P_n = P \quad \text{ón d año } n$$

$$P_c = P \quad \text{ón a in d p ío d d ño}$$

$$r = T \quad d c \quad e e p ío d d ño e$$

$$n = \text{Núm d año q cc e p ío d d ño}$$

Por lo que:

$$P_c = 768 \text{ ha}$$

$$r = 0.029 \text{ (tasa de crecimiento útil, INAA)}$$

$$n = 25 \text{ año}$$

Resultando:

$$P_n = 768(1 + 0.029)^{25}$$

$$P_n = 1,569 \text{ ha}$$

- Determinación del Caudal de Diseño

Para determinar el caudal de diseño, se toma en cuenta que para un sistema de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd, de acuerdo con lo que establece el “*Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*” y “*Saneamiento Básico Rural*” del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA. Por tanto, se determina que la dotación es de 60Lppd.

$$Q_D = \frac{(1,569H \times 60 L/ha /día)}{86400 se /día}$$

$$Q_D = 1.09 L/s \rightarrow 94.71 \sim 9 m^3/día$$

8.6. Análisis de la oferta

La oferta del servicio energético actual para la Comunidad de Sacaclí corresponde al que distribuye la empresa DISNORTE DISSUR. Dicho servicio energético es el que alimenta la bomba sumergible del sistema de agua potable. Actualmente, la producción energética promedio para operar la bomba sumergible es de 1,503.08 Kwh/mes (kilowatts horas al mes)

8.7. Análisis de precios

Las tarifas del servicio de agua potable de la comunidad son aprobadas en la Asamblea General de Pobladores en donde participan los líderes del Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS. En dicha tarifa se toma en cuenta la capacidad de pago de las familias usuarias.

En el caso de la Comunidad Sacaclí, en donde existe un sistema por Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE, es decir, cuyo funcionamiento depende de la energía eléctrica convencional; el Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS establecen las tarifas para poder cubrir los costos por energía eléctrica. Dichas tarifas se muestran a continuación:

TABLA 10. COSTO POR CONSUMO DE AGUA POTABLE

| No | Rango m ³ | Costo mensual (USD/ m ³ mes) |
|----|-----------------------|---|
| 1 | 0 a 10 m ³ | 2.78 |
| 2 | 11 a más | 0.46 |

Fuente: Normativa CAPS de la comunidad

El costo por consumo de agua potable no ha sido incrementado desde que entró en operación dicho sistema, mientras que los costos operativos sufren un incremento anual.

8.8. Estudio de comercialización

Éste es un proyecto de carácter social, cuyos beneficiarios son los pobladores de la Comunidad de Sacaclí.

El sistema fotovoltaico para el bombeo de agua potable no tiene como objeto su comercialización, ya que su iniciativa radica en resolver una de las problemáticas principales que enfrenta la Comunidad, en donde dicho sistema entrará en funcionamiento en sustitución del suministro eléctrico comercial actual en horas solares. Es por esto por lo que, no se presenta un estudio de comercialización. Sin embargo, se muestra en este documento como parte de la estructura que conlleva un Estudio de Prefactibilidad.

IX. ESTUDIO TÉCNICO

Objetivo del Estudio Técnico:

Dimensionar el sistema fotovoltaico en función de la energía requerida para bombear el agua y del recurso solar de la zona.

9.1. Determinación de la capacidad instalada del proyecto.

El sistema Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE utiliza una bomba (5 hp) que es operada mediante energía eléctrica comercial durante el día (no opera en horas de la noche).

9.1.1. Consumo y costo de energía del sistema de agua potable sin proyecto

El sistema de bombeo de agua utiliza una bomba de 5 hp para llenar una pila de almacenamiento de agua con capacidad de 17,000 galones.

El consumo y costo de energía eléctrica durante el año 2016 del sistema de agua¹ se presenta en la siguiente tabla:

TABLA 11. CONSUMO Y COSTO MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2016

| Mes | Energía(kWh) | COSTO (C\$) | T/C | COSTO TOTAL(\$) |
|-----------------|----------------|-----------------|---------|-----------------|
| Enero | 1740 | 9940.86 | 27.9879 | 355 |
| Febrero | 1620 | 8496.58 | 28.1038 | 302 |
| Marzo | 1355 | 7104.58 | 28.2127 | 252 |
| Abril | 1331 | 6911.84 | 28.3295 | 244 |
| Mayo | 1391 | 7289.4 | 28.443 | 256 |
| Junio | 1130 | 7289.4 | 28.5608 | 255 |
| Julio | 1785 | 9414.14 | 28.6752 | 328 |
| Agosto | 1591 | 8346.88 | 28.7940 | 290 |
| Septiembre | 1487 | 7824.75 | 28.9094 | 271 |
| Octubre | 1470 | 7767.24 | 29.0291 | 268 |
| Noviembre | 1315 | 7175.77 | 29.1493 | 246 |
| Diciembre | 1822 | 9705.7 | 29.2661 | 332 |
| Total | 18037 | 97267.14 | | 3399.05 |
| Máximo | 1822 | | | |
| Promedio | 1503.08 | | | |

De acuerdo con la tabla anterior, el consumo de energía eléctrica durante el año 2016 fue de 18,019 kWh/año, siendo el consumo promedio mensual y máximo de 1,503.08 kWh/mes y 1,822 kWh/mes, respectivamente. Y el costo anual que se paga por energía es de \$ 3,399.05.

9.1.2. Consumo y costo de energía del sistema de agua potable sin proyecto

El proyecto pretende reducir el consumo de dicha energía mediante el uso de paneles fotovoltaicos con conexión directa a la bomba sin utilizar baterías (para el almacenamiento de la energía eléctrica generada por los paneles solares). El sistema fotovoltaico para generación de energía eléctrica para el bombeo de agua potable en

¹ Estos valores son tomados de la facturación de energía eléctrica del sistema, información proporcionada por el CAPS.

la comunidad de Sacaclí, se dimensionó tomando en cuenta los parámetros más importantes como es la demanda de agua y la radiación solar de la zona. El sistema tendrá una potencia de 4,160Wp que suplirá de demanda de agua necesaria para la población de la comunidad.

La capacidad instalada del sistema fotovoltaico se definió por la tecnología disponible en el mercado, en este proyecto se trabajará con la marca Lorenz ya que es de las mejores en el país, siendo un sistema modular se tiene la ventaja de ampliar la capacidad de generación en el momento que se requiera y cambiar de lugar se así lo requiere.

El consumo y costo de energía eléctrica mensual generado por el sistema fotovoltaico se presenta en la siguiente tabla:

TABLA 12. CONSUMO Y COSTO MENSUAL DE ENERGÍA GENERADO POR EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

| Mes | Energía(kWh) | COSTO (\$) | COSTO TOTAL(\$) |
|-------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| Enero | 647 | 0.226 | 146 |
| Febrero | 624 | 0.226 | 141 |
| Marzo | 745 | 0.226 | 168 |
| Abril | 668 | 0.226 | 151 |
| Mayo | 592 | 0.226 | 134 |
| Junio | 552 | 0.226 | 125 |
| Julio | 570 | 0.226 | 129 |
| Agosto | 592 | 0.226 | 134 |
| Septiembre | 562 | 0.226 | 127 |
| Octubre | 592 | 0.226 | 134 |
| Noviembre | 583 | 0.226 | 132 |
| Diciembre | 625 | 0.226 | 141 |
| Total | | | 1661.56 |
| Total | 7352.05 | | 1712.48 |

De acuerdo con la tabla anterior, el consumo de energía eléctrica generado por el sistema será de 7352.05 kWh/año, siendo el consumo promedio mensual y máximo de 609.57 kWh/mes y 745.38kWh/mes, respectivamente. Y el costo anual que se paga por energía es de \$ 1,712.48.

TABLA 13. PORCENTAJE DE AHORRO POR PAGO DE ENERGÍA

| Costo anual de la energía actual | 3399.05 | Ahorros por pago de energía (%) |
|---|----------------|--|
| Costo de energía generado por el sistema | 1712.48 | 50% |
| Pago a la empresa distribuidora de energía | 1686.57 | 50% |

De acuerdo con la tabla anterior, el costo anual de la energía eléctrica es de \$ 3399.05 al año, costo de energía generada por el sistema es de \$1712.48 al año. El pago que se realizará a la distribuidora de energía será de \$1686.57 al año. Donde se puede observar que el proyecto generará un ahorro del 50% por pago de facturación.

9.2. Localización óptima del proyecto

9.2.1. Macro localización

El proyecto de instalar un sistema fotovoltaico, estará ubicado en San Rafael del Norte, municipio de Jinotega, limita al norte con los municipios de San Sebastián de Yalí y Santa María de Pantasma, al sur con los municipios de Estelí y Jinotega, al este con el municipio de Jinotega, y al oeste con el municipio de La Concordia.

El municipio de San Rafael del Norte cuenta con un clima frío y lluvioso durante casi todo el año, la temperatura media anual es de unos 18 °C. Las temperaturas máximas llegan a los 25 °C y las temperaturas más bajas se registran en los meses de diciembre y enero, pudiendo alcanzar mínimos de hasta 15 °C. La precipitación anual es de 1.400 a 2.000 mm, pertenece al tipo de clima de sabana tropical de altura. Las actividades productivas agropecuarias, granos básicos, ganadería, café y hortalizas.

El municipio de San Rafael del Norte tiene una población de 22.147 habitantes en el año 2017 y una superficie de 232.84 km². Las coordenadas geográficas en latitud 13°21' N y longitud -86°11' O.



ILUSTRACIÓN 18. MACRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

9.2.2. Micro localización

El proyecto estará ubicado en la comunidad de Sacaclí, del municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega. Se localiza a 17 km al sur del casco urbano del municipio San Rafael del Norte y a 26 km al noroeste de la ciudad de Jinotega. Las coordenadas de la comunidad son: 13.106387 N, -86.124602 O.



ILUSTRACIÓN 19. MICRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

9.2.3. Estimación de la radiación solar

La radiación solar es el parámetro fundamental para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico. Esta radiación varía geográficamente debido a condiciones climatológicas de cada zona de intervención. Para efecto de cálculos se estimó la radiación promedio del mes.

La radiación solar promedio anual recibida en la comunidad de Sacaclí es 5.7 kW/m día. Los meses con menor radiación solar es junio y julio, con una radiación solar promedio de 5.20 kW/m² día, El clima donde se ubica el proyecto, cuenta con un clima seco (sabana tropical), con temperatura promedio entre los 23°C y 26 °C, la zona posee velocidades de viento moderada con valores máximos de 8 m/s. Lo que hace que la instalación de paneles solares sea favorable.

Media Mensual de Radiación

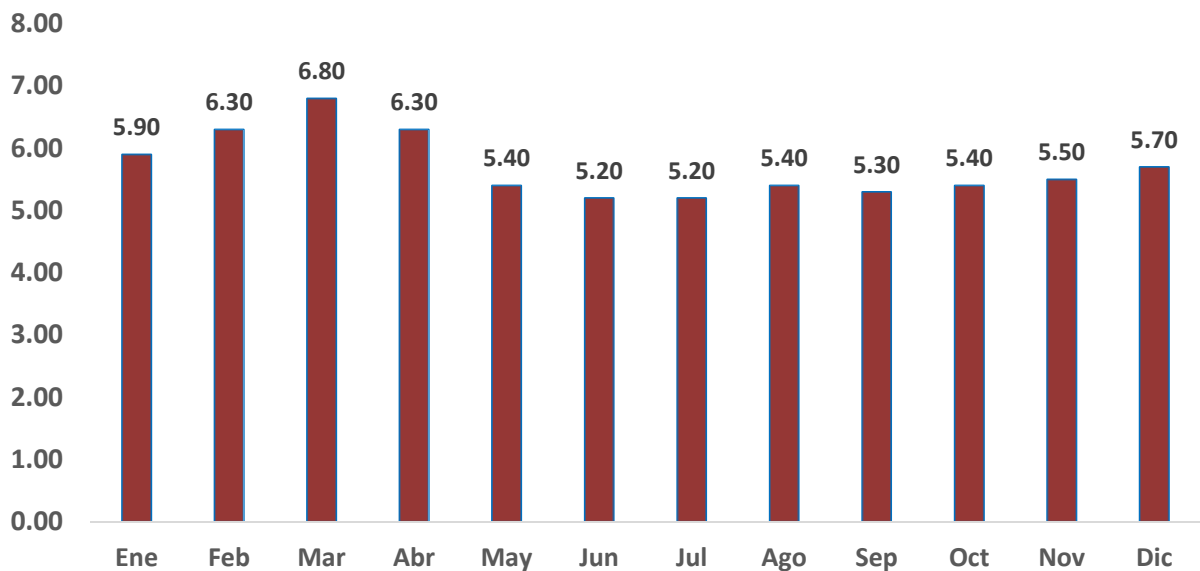


ILUSTRACIÓN 20. MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURA

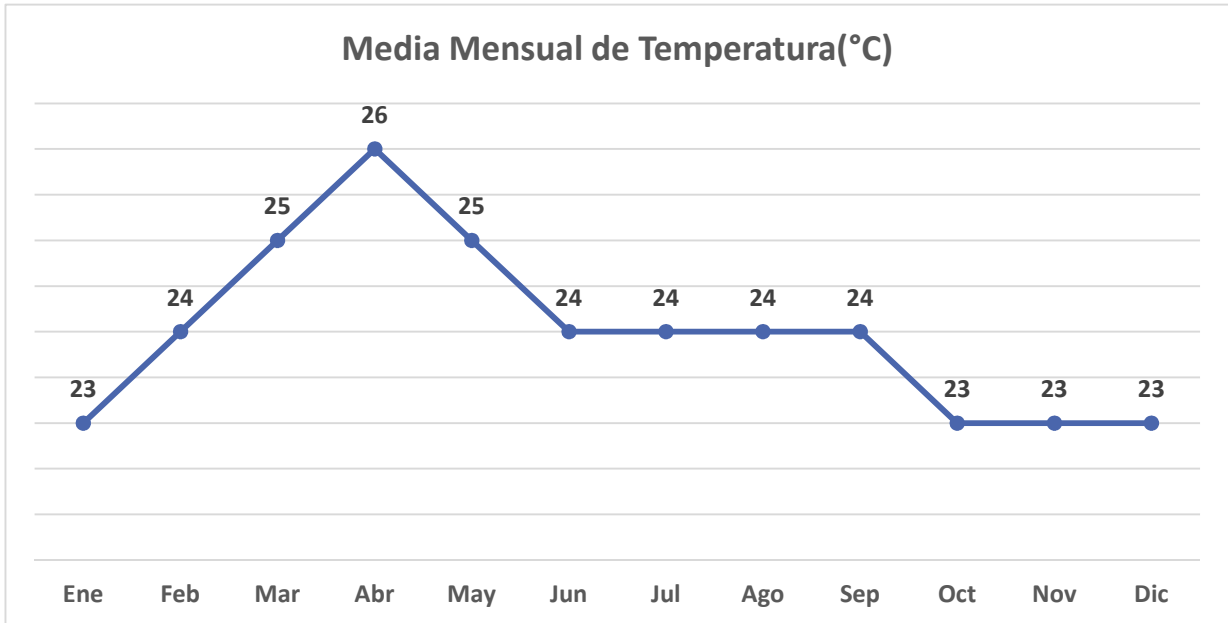


ILUSTRACIÓN 21. VALORES MEDIOS DE RADIACIÓN POR MES

Descripción de la propuesta de diseño

Se diseña el sistema fotovoltaico mediante el programa COMPASS de la empresa LORENTZ (www.lorentz.de) Con esta herramienta, se establecen parámetros específicos de la ubicación y recurso solar, especificaciones técnicas de los equipos, costos de energía y tecnología.

De acuerdo con el consumo de energía eléctrica del sistema de agua potable sin proyecto, se tienen los siguientes datos para el diseño:

Los datos de radiación solar en la comunidad (Weather Spark, 2017):

- Radiación anual (Wh/m²): 5.7
- Factor de sobredimensionamiento (controlador): 25%

Requerimiento de bombeo por día (mayor consumo): 95 m³/d.

El proyecto solamente sustituirá el consumo de energía comercial por energía solar, sin la necesidad de realizar infraestructura nueva (tanques de almacenamiento de agua, mejoras al pozo, etc.).

Las características del sistema de bombeo con paneles solares, será la siguiente:

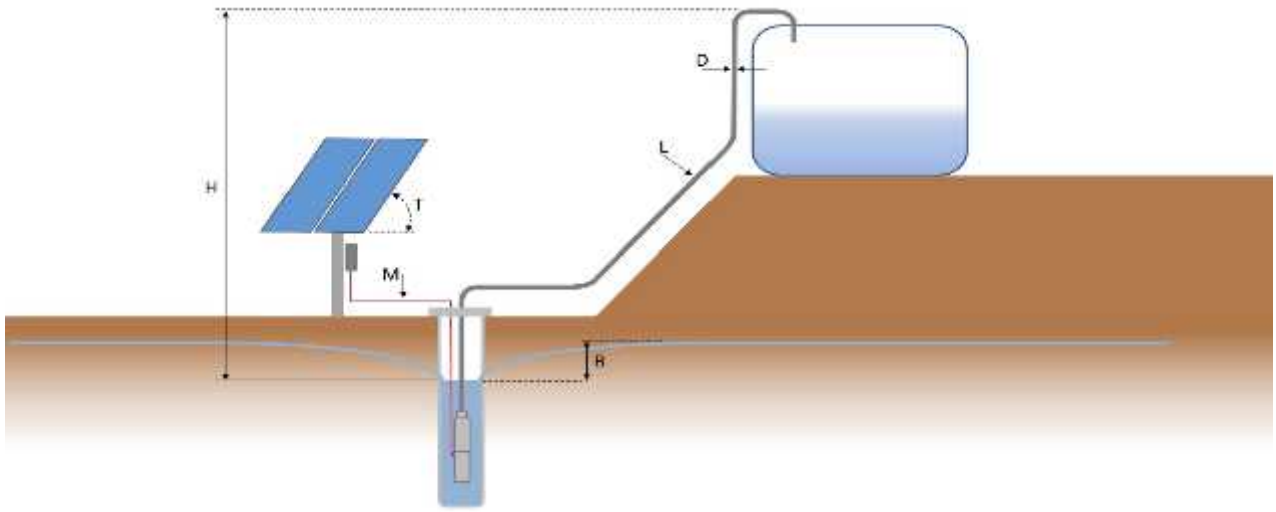


ILUSTRACIÓN 22. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES

Donde:

- H (Altura estática): Altura vertical desde el nivel dinámico de agua en el pozo hasta el punto de entrega más elevado.
- B (Descenso de nivel): Diferencia de nivel dependiente del caudal y tasa de recuperación del pozo.
- D (Diámetro interior de la tubería)
- L (Longitud de tubería): Tubería entera desde salida-bomba hasta el punto de consumo.
- M (Cable motor): Cable entre regulador y unidad de bomba.
- T (Ángulo de inclinación): Ángulo entre el generador PV y superficie horizontal.

9.2.4. Tecnología Propuesta

Los sistemas fotovoltaicos de autoconsumo están equipados con módulos solares, controlador, bomba sumergible y accesorios de protección. Para este estudio se evaluaron tecnologías que están disponibles en el mercado.

Es importante mencionar, que el sistema de paneles fotovoltaicos no contará con baterías para la acumulación de energía eléctrica, ya que se aprovecharán las horas solares para la generación y suministro directo a la bomba sumergible. Así

mismo, el uso de la bomba se realiza durante las horas solares (06:00 am a 06:00 pm).

El diseño del sistema de paneles fotovoltaicos incluye la sustitución de la bomba sumergible de 5 hp por una bomba de 3 hp, esto debido a la baja eficiencia de la bomba actual y, principalmente, para brindar un suministro directo de energía eléctrica desde los paneles fotovoltaicos a la nueva bomba sumergible, sin la necesidad de un inversor (para convertir la energía continua de los paneles fotovoltaicos a corriente alterna) que requerirá la bomba actual. Es importante mencionar que, la vida útil de los paneles fotovoltaicos es de 25 años con un mantenimiento básico (principalmente, la limpieza de los paneles).

A continuación, se detallan los componentes del sistema:

Panales fotovoltaicos

En los sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua, la energía necesaria para accionar la bomba proviene del sol. La energía solar es captada y transformada a energía eléctrica promedio de los dispositivos llamados celdas solares, las cuales son la base de la construcción de los módulos fotovoltaicos.

Se van a adquirir 16 unidades de paneles solares (potencia máxima por panel 260 Wp) para una capacidad instalada de 4,160 Wp.

La distribución de estos módulos se efectuará a 15 metros del pozo, con 15° de inclinación sur de la siguiente manera como se propone en el siguiente diagrama

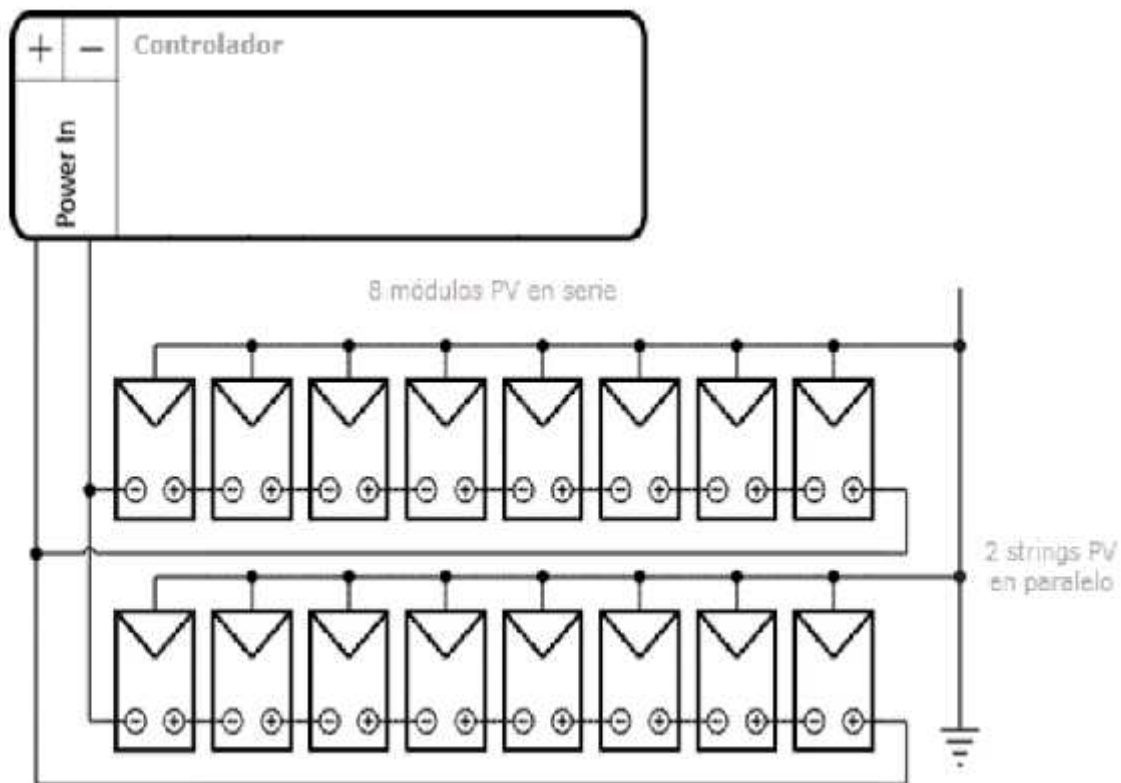


ILUSTRACIÓN 23. DIAGRAMA DE CABLEADO

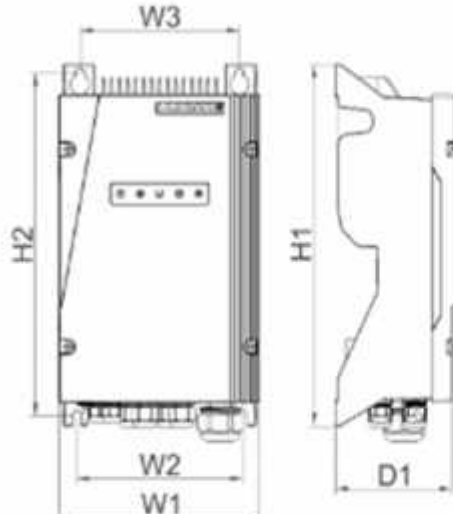
Controlador

EL controlador de bomba PS2-4000 de Lorentz de 4.0 kW, convierte la corriente continua (CC) de los paneles solares en una señal de corriente alterna (CA) creada digitalmente para hacer funcionar el motor de bomba. Asimismo, se encarga de analizar constantemente la entrada de energía solar optimizando el sistema para que la bomba sea capaz de extraer la máxima cantidad de agua posible.

El controlador se conectará mediante cables trifásicos (4 mm²) (y cable monofásico para la conexión a tierra) al motor de la bomba. El controlador contará con un control automático para desconectar la bomba.

Controlador

H1 = 352 mm
H2 = 333 mm
W1 = 207 mm
W2 = 170 mm
W3 = 164 mm
D1 = 124 mm



| | |
|--------------------|-------------|
| Potencia | max. 1.8 kW |
| Voltaje de entrada | max. 200 V |
| Óptimo Vmp** | > 102 V |
| Corriente motor | max. 14 A |
| Eficiencia | max. 98 % |
| Temp. del ambiente | -40...50 °C |
| Modo de protección | IP68 |

ILUSTRACIÓN 24. ESQUEMA DE CONTROLADOR PS2-1800

Bomba

Dentro del pozo (70.11 metros de profundidad) se sumergirá una bomba PS2-600 C-SJ8-5 de 4.0 kW para impulsar el agua a un tanque de almacenamiento de 77.29 metros cúbico de capacidad.

Tanque de almacenamiento

Al encender la bomba, el agua se impulsa hacia el tanque de almacenamiento de agua (77.29 m³). Posteriormente, el agua es clorada utilizando pastillas a una dosis previamente definida.

A continuación, se detallan las características de los equipos a adquirir:

TABLA 14. EQUIPOS DEL SISTEMA PROPUESTO

| No | Equipo | Cantidad | Características |
|----|--|----------|--|
| 01 | Bomba PS2-600 C-SJ8-5 | 1 | Bomba sumergible de 4.0 kW potencia nominal. Eficiencia Max del 98%. |
| 02 | PS2-4000 Controller-4.0kVA | 1 | Potencia: 4 KW Eficiencia: máx. 98% |
| 03 | Paneles fotovoltaicos LC260-P60, PV-Module | 16 | Módulos (16 serie y 2 paralelo) de 4,160 Wp. 15 ^o inclinación. Características de cada módulo: <ul style="list-style-type: none"> • Corriente de potencia máx.: 8.35 Imp • Voltaje de potencia máx.: 31.2 Vmp • Eficiencia del módulo: 16.36% |
| 04 | Cable motor | 25 m | 4 mm ² diámetro interior. Cable trifásico para la corriente y cable monofásico para la conexión a tierra. |
| 05 | Interruptor de presión | 1 | Rango de presión: 1 a 5 bar |
| 06 | Protector contra sobretensiones | 1 | Voltaje máx.: 14 VDC Corriente máx.: 500 A |
| 07 | Desconexión fotovoltaica | 1 | Voltaje máx.: 440 VDC Corriente máx.: 40 A |
| 08 | Interruptor solar | 1 | Potencia máx. 60W/62.5 VA Voltaje máx. 2 A |

De la ilustración anterior, se aprecia que el sistema de bombeo solar propuesto cumple con las particularidades del consumo de agua potable en la comunidad.

9.3. Distribución de planta

La distribución de los equipos del sistema propuesto es la siguiente:

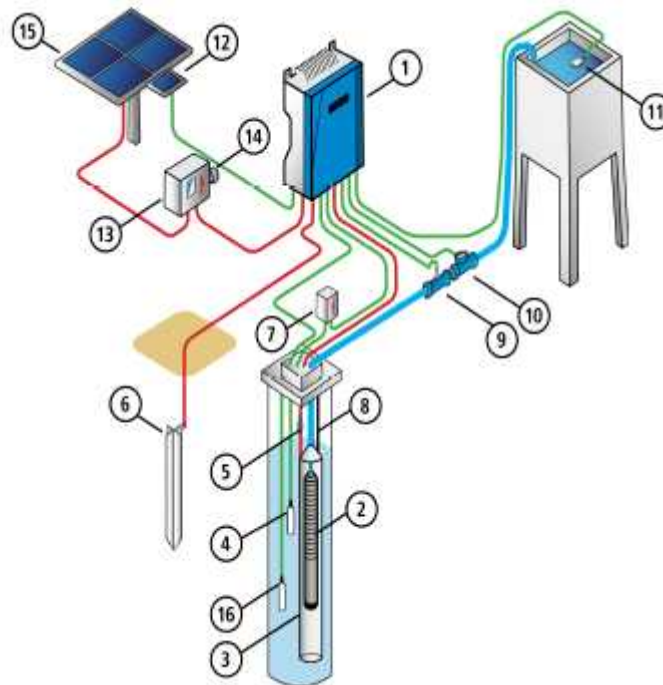


ILUSTRACIÓN 25. DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS

1: Controlador PS2

2: Bomba sumergible

3: Flow Sleeve

4: Well Probe

5: Kit de empalme de cable

6: Varilla de puesta a tierra

7: Protector contra sobretensiones

8: Medidor

9: Water Meter

10: Sensor de presión

11: Float Switch

12: Sun Switch

13: Desconector PV

14: Protector contra sobretensiones de rayos.

15: Módulos PV

9.3.1. Emplazamiento para módulos solares

Los paneles fotovoltaicos se instalarán en las cercanías del pozo, para ello, la comunidad donará un terreno de 120 metros cuadrados (10x12 metros). El perímetro del terreno será instalado una malla metálica para proteger a los paneles fotovoltaicos.

La generación de energía (kWh/día) y el bombeo mensual (m³/día) del proyecto, es la siguiente:

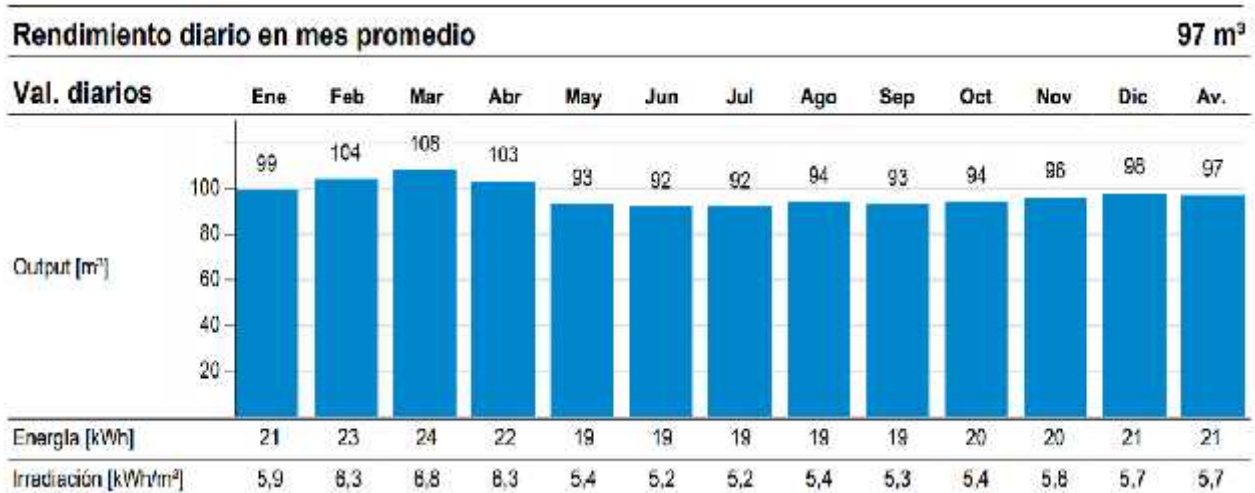


ILUSTRACIÓN 26. RENDIMIENTO DIARIO EN MES PROMEDIO

En la Ilustración 27 se puede observar que la producción de energía por los sistemas fotovoltaicos bombea la cantidad de agua requerida para la población de Sacaclí.

9.3.2. Plan de mantenimiento

Se brindará capacitación sobre el mantenimiento preventivo y correctivo de la planta fotovoltaica.

El plan de mantenimiento estará comprendido por:

Plan de Mantenimiento Preventivo

1. Paneles solares fotovoltaicos.
2. Estructura soporte de los paneles.
3. Controlador
4. Protecciones de la instalación solar fotovoltaica.
5. Puesta a tierra.

Plan de Mantenimiento Correctivo

Este plan de mantenimiento se aplicará únicamente cuando por circunstancias sobrevenidas, debidas a averías en la instalación, sea necesario subsanar el defecto de esta. Las labores de mantenimiento correctivo serán delegadas de preferencia por la empresa proveedora, encargada de realizar todas las reparaciones pertinentes, así como suministrar los repuestos necesarios.

9.4. Organigrama del proyecto

El sistema de bombeo de agua potable siempre será administrado por el CAPS de la comunidad, para ello se brindará una capacitación sobre el uso y mantenimiento básico de equipos a instalar (paneles fotovoltaicos, bomba y controlador).

La administración, operación y mantenimiento del sistema de bombeo solar, será la siguiente:

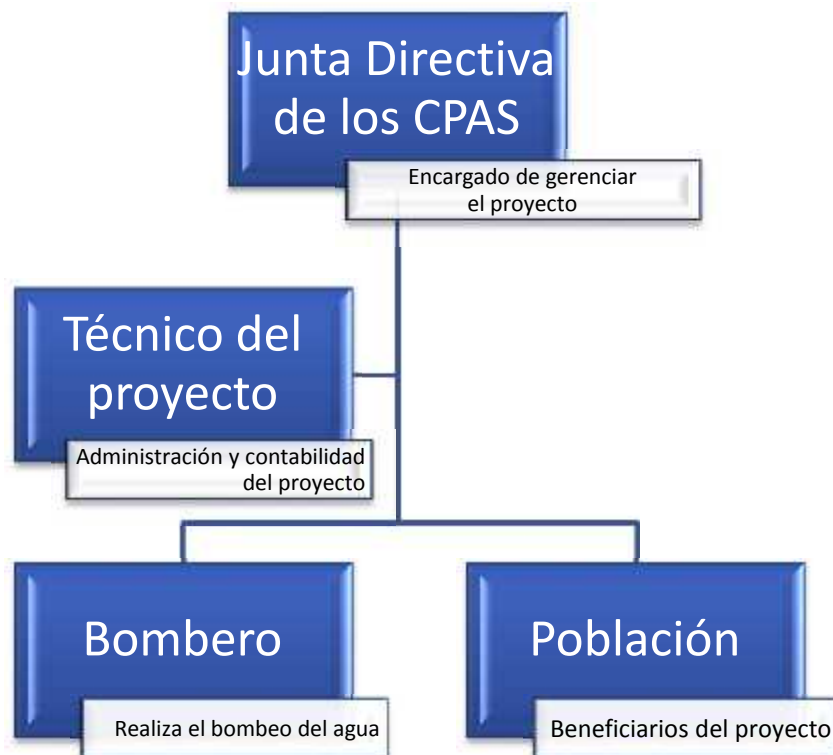


ILUSTRACIÓN 27. ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA SOLAR

Junta directiva de los CAPS: Son los encargados de administrar, monitorear, supervisar y brindar mantenimiento del sistema de bombeo. Serán dos personas encargadas para dicha actividad, así como realizar el pago simbólico a los pobladores para el mantenimiento básico de la central.

Técnicos del proyecto: Registra los datos del medidor de consumo de agua, administración y contabilidad del sistema y ayuda con la elaboración y distribución de facturas.

Bombero del sistema: Se encargará de realizar el bombeo de agua en los horarios establecidos y realizará la limpieza y revisión de los componentes semanalmente. Y se le capacitará en el uso y mantenimiento del sistema.

Pobladores de la comunidad: Son los usuarios del servicio de agua potable. Se consideran importantes para el proyecto para su sostenibilidad. Es importante mencionar, que de acuerdo con la Ley 722 “Ley Especial de Comités de Agua Potable y Saneamiento”, los pobladores nombran a los miembros del CAPS.

En el caso del CAPS, su organización de junta directiva es la siguiente, de acuerdo con la ley 722:

TABLA 15. PRINCIPALES FUNCIONES DE LA JUNTA DIRECTIVA CAPS

| Cargo | Función |
|-------------------|---|
| Presidente | Coordinar las diferentes actividades del CAPS |
| Secretaría | Levantar acta de las reuniones |
| Tesorero | Llevar el seguimiento y control del pago por consumo de agua potable del sistema que administra el CAPS |
| Fiscal | Son fiscalizar los problemas que se presentan en la comunidad |
| Vocal | Comunicar en tiempo y forma las decisiones del CAPS |

9.5. Aspectos Legales de la empresa

El marco legal del proyecto se basará a la energía renovable, específicamente paneles fotovoltaicos para la generación eléctrica.

Los siguientes actores involucrados en el tema de generación eléctrica:

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA): se encarga de la conservación, protección y el uso sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente.

Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL): Entidad del Estado de Nicaragua, adscrita al Ministerio de Energía y Minas (MEM), propietaria de plantas generadoras geotérmicas, hidroeléctrica, y térmicas de diferentes tipos y capacidad.

Ministerio de Energía y Minas (MEM): Es una institución que formula, propone, coordina y ejecuta las Políticas Públicas del Sector Energía.

Instituto Nicaragüense de Energía (INE): Es la Intendencia de Energía que tiene las funciones de regulación, supervisión y fiscalización del sector energía y la aplicación de las políticas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA): Es el Ente Regulador de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en el país.

Las leyes referentes al proyecto se mencionan, a continuación:

- LEY 722 LEY ESPECIAL DE COMITÉS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Objeto de la ley: Establecer las disposiciones para la organización, constitución, legalización y funcionamiento de los comités de agua potable y saneamiento existentes en el país y en los que se organizasen conforme a la presente ley.

- LEY 272 LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA Y SU REFORMA (LEY 465).

Objeto de la ley: Establecer el régimen legal sobre las actividades de la industria eléctrica, las cuáles comprenden la generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de la energía eléctrica.

- LEY No. 532, LEY PARA LA PROMOCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES Y SU REFORMA (LEY 901)

Objeto de la ley: Promover el desarrollo de nuevos proyectos de generación eléctrica con fuentes renovables y de proyectos que realicen ampliaciones a la capacidad instalada de generación con fuentes renovables y que se encuentren actualmente en operación, así como de los proyectos de generación de energía eléctrica que ocupen como fuente la biomasa y/o biogás producidos en forma sostenible, estableciendo incentivos fiscales, económicos y financieros que contribuyan a dicho desarrollo, dentro de un marco de aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos renovables.

- LEY No. 453, LEY DE EQUIDAD FISCAL

Objeto de la Ley: tiene como objeto adecuar el régimen fiscal nacional a los principios de generalidad, neutralidad y equidad de los tributos; disminuir los sesgos anti exportadores, facilitar las inversiones y fortalecer las instituciones encargadas de recaudar todos los tributos.

X. ESTUDIO FINANCIERO

Objetivos del Estudio Financiero:

El estudio financiero tiene como objetivo determinar el monto de los recursos necesarios para realizar el presente proyecto, cuyos datos se han recopilado en los resultados del Estudio de Mercado y el Estudio Técnico.

Determinar la rentabilidad del proyecto a través del cálculo de indicadores financieros; tomando en cuenta la inversión total del proyecto, costos operativos, ingresos por facturación de agua potable, ahorro energético, etc.

Es importante mencionar, que se asume que las inversiones del proyecto es una donación de un Organismo No Gubernamental ONG con enfoque social o por parte del gobierno central.

10.1. Inversión inicial en activo fijo y diferido

Antes de poner en marcha el sistema de paneles fotovoltaico para la generación de electricidad hacia la bomba, es necesario la adquisición de activos fijos y de los diferidos necesarios para dicho fin, sin incluir el capital de trabajo.

10.1.1. Inversión en activo fijo

La inversión en activo fijo se refiere a los activos tangibles o intangibles que el sistema utilizará en el proceso de producción. Ver Inversión en Maquinaria y Equipos Tabla :

TABLA 16. INVERSIÓN EN MAQUINARIA Y EQUIPOS

| Concepto | Cantidad | Unidad de Medida | Costo (U\$D) | Sub total (U\$D) |
|--|-----------|------------------|--------------|------------------|
| Módulos PV LC260-P60, PV-Module | 16 | c/u | 194.35 | 3,109.60 |
| Bomba sumergible PU4000 C-SJ8-15, Rp 2", UL | 1 | c/u | 2,739.30 | 2,739.30 |
| PS2-4000 Controller-4.0kVA | 1 | c/u | 1,537.20 | 1,537.20 |
| Sensor de nivel | 1 | c/u | 92.00 | 92.00 |
| Interruptor de flotación | 1 | c/u | 28.75 | 28.75 |
| Arrestor de voltaje | 1 | c/u | 171.35 | 171.35 |
| Protector de picos | 1 | c/u | 31.05 | 31.05 |
| Desconexión fotovoltaica | 1 | c/u | 213.90 | 213.90 |
| Total | 23 | | | 7,923.15 |

Fuente: Elaboración Propia

10.1.2. Inversión de Reemplazo de Activos

A partir del año 11 se realizará inversión de reemplazo para los siguientes activos. Ver Tabla :

TABLA 17. INVERSIÓN DE REEMPLAZO DE ACTIVOS

| Componente | Cantidad | Costo US\$D | Total (US\$D) |
|--|----------|-------------|-----------------|
| Bomba sumergible PU4000 C-SJ8-15, Rp 2", UL | 1 | 1,537.20 | 1,537.20 |
| PS2-4000 Controller-4.0kVA | 1 | 92.00 | 92.00 |
| Sensor de nivel | 1 | 28.75 | 28.75 |
| Interruptor de flotación | 1 | 171.35 | 171.35 |
| Arrestor de voltaje | 1 | 31.05 | 31.05 |
| Protector de picos | 1 | 213.90 | 213.90 |
| Total | | | 2,074.25 |

Fuente: Elaboración Propia

10.1.3. Materiales para la instalación del sistema fotovoltaico

Para la instalación del sistema fotovoltaico, se requerirá una inversión de \$2,647.75. Ver Tabla en el que se detalla el desglose de costos de materiales:

TABLA 18. MATERIALES PARA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES

| Concepto | Cantidad | Unidad de Medida | Costo unitario (U\$D) | Costo total (U\$D) |
|--|----------|------------------|-----------------------|--------------------|
| Tubo de protección para bomba sumergible | 1 | c/u | 92.00 | 92.00 |
| Material de instalación bomba | 1 | c/u | 816.50 | 816.50 |
| Malla metálica calibre #12 2.5"x2.5" x 6'. Rollo de 150 pies | 1.5 | c/u | 250.00 | 375.00 |
| Materiales varios (clavos, postes de madera, etc. | 1 | Glb. | 573.05 | 573.05 |
| Instalación | 1 | Glb. | 791.20 | 791.20 |
| Total | | | | 2,647.75 |

Fuente: Elaboración Propia

10.1.4. Inversión en Terreno

Los paneles fotovoltaicos serán instalados en un terreno aledaño al pozo donde se encuentra la bomba sumergida. El terreno consta de 10 metros de ancho por 12 metros de largo y será donado por la alcaldía de la comunidad.

10.1.5. Inversión inicial en activos diferidos

El activo diferido está compuesto por la planeación e integración del proyecto, ingeniería del proyecto, supervisión de la construcción, capacitación para los operarios y usuarios, y permiso de construcción y de, los que serán aplicados conforme a la Ley 532, (Ley para la promoción de generación electrificación fuentes renovables, en su arto. 4). La inversión de activos diferidos es de US\$786.88 (Setecientos ochenta y seis dólares con 88/100). Ver Tabla

TABLA 19. INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVOS DIFERIDOS

| Planeación e integración del proyecto | U/M | Precio unitario (U\$) | Costo (USD) |
|--|--------|-----------------------|---------------|
| Planeación e integración del proyecto | Global | 300 | 300 |
| Ingeniería de proyecto (Diseños y Planos) | Global | 80 | 80 |
| Supervisión de la construcción (5% de las obras civiles) | Global | 47.4 | 47.4 |
| Permiso de Construcción (1% de las obras civiles) | Global | 9.48 | 9.48 |
| Capacitación | Global | 350 | 350 |
| Total | | | 786.88 |

Fuente: Elaboración Propia

10.2. Depreciación

De acuerdo con la Ley N° 453, *Ley de Equidad Fiscal y Adiciones Incorporadas*, el método de depreciación a aplicar es el de línea recta. Los porcentajes de depreciación se tomarán del artículo 19 de la Ley de Equidad Fiscal de Nicaragua, en el que cita que “Para determinar las cuotas de amortización o depreciación a que se refiere la ley, se seguirá el método de línea recta aplicado en el número de años que de conformidad con la vida útil de dichos activos se determinen en el reglamento de la presente ley. Y en el reglamento de la misma Ley de equidad fiscal se define el porcentaje a aplicar para maquinaria y equipos. En el capítulo III, en el artículo 57, inciso 3 “maquinaria y equipo.”

TABLA 20. DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS (HORIZONTE DE PROYECTO = 25 AÑOS)

| Equipos | Inversión total (U\$D) | Depreciación anual | Vida útil | Depreciación Anual |
|---|------------------------|--------------------|-----------|--------------------|
| Módulos PV LC260-P60, PV-Module | 3109.6 | 4% | 25 | 124.38 |
| Bomba sumergible PU4000 C-SJ8-15, Rp 2", UL | 2739.3 | 20% | 10 | 547.86 |
| PS2-4000 Controller-4.0kVA | 1537.2 | 20% | 10 | 307.44 |
| Sensor de nivel | 92 | 20% | 10 | 18.40 |
| Interruptor de flotación | 28.75 | 20% | 10 | 5.75 |
| Arrestor de voltaje | 171.35 | 20% | 10 | 34.27 |
| Protector de picos | 31.05 | 20% | 10 | 6.21 |
| Desconexión fotovoltaica | 213.9 | 20% | 10 | 42.78 |

Fuente: Elaboración Propia

10.3. Amortización de Activos Diferidos

A continuación, se presenta tabla de amortización de activos diferidos para los primeros 5 años del proyecto. Para la determinación de cuotas de amortización se toma en cuenta el Arto. 19 contemplado en la Ley 453; “Para determinar las cuotas de amortización o depreciación a que se refiere la presente Ley, se seguirá el método de línea recta aplicado en el número de años que de conformidad con la vida útil de dichos activos se determinen en el Reglamento de la presente Ley”:

TABLA 21. AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS DIFERIDOS

| Concepto inicial | Depreciación anual | Años | Inversión | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Valor de recuperación |
|--|--------------------|------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| Planeación e integración del proyecto | 20% | 5 | 300.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 0.00 |
| Ingeniería de proyecto (Diseños y Planos) | 20% | 5 | 80.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 0.00 |
| Supervisión de la construcción (5% de las obras civiles) | 20% | 5 | 47.40 | 9.48 | 9.48 | 9.48 | 9.48 | 9.48 | 0.00 |
| Permiso de Construcción (1% de las obras civiles) | 20% | 5 | 9.48 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 0.00 |
| Capacitación | 20% | 5 | 786.88 | 157.38 | 157.38 | 157.38 | 157.38 | 157.38 | 0.00 |
| TOTAL | | | | 244.75 | 244.75 | 244.75 | 244.75 | 244.75 | 0.00 |

10.4. Costos de Operación del Proyecto

10.4.1. Costos por personal de operación

En este acápite se desglosan los costos que incurren en la puesta en funcionamiento del sistema fotovoltaico; tomando en cuenta los recursos requeridos para ello.

TABLA 22. COSTOS POR PERSONAL DE OPERACIÓN

| Descripción | Cantidad del personal | Salario mensual (\$) | Total al año(\$) |
|------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| Bombero | 1 | 59.52 | \$927.38 |
| Técnico de proyecto | 1 | 119.05 | \$1,854.76 |
| Guarda de seguridad | 1 | 148.81 | \$0.00 |
| Total costo de mano de obra | | | \$2,782.14 |

Fuente: Elaboración en base a Estudio Técnico

10.4.2. Costos de Mantenimiento

A continuación, se presenta desglose de los costos de mantenimiento, los cuales consisten en la limpieza de paneles solares, los cuales, de acuerdo con sus especificaciones, requieren un mantenimiento (limpieza) de 3 a 4 veces al año, así como el controlador y bomba sumergible.

TABLA 23. COSTOS DE MANTENIMIENTO

| Descripción | Costo Unitario U\$ | Cantidad al año | Costo Total Anual U\$ |
|---|--------------------|-----------------|-----------------------|
| Mantenimiento de los paneles solares | 10.00 | 3 | 30.00 |
| Mantenimiento del controlador | 10.00 | 3 | 30.00 |
| Mantenimiento de la bomba | 20.00 | 3 | 60.00 |
| Total de mantenimiento | | | \$ 120.00 |

10.4.3. Otros costos de mantenimiento

Entre otros costos a considerar para el mantenimiento del sistema, se incluye la pastilla de cloración, la cual se aplica en el tanque de almacenamiento dos veces al día.

TABLA 24. OTROS COSTOS DE MANTENIMIENTO

| Consumo | Cantidad/mes | Costo unitario (USD) |
|--------------------|--------------|----------------------|
| Pastillas de cloro | 77 | 0.25 |
| Total (USD) | | 19.30 |

10.4.4. Resumen Costos Totales de Operación del Proyecto

El costo total de operación del proyecto asciende a los \$ 2,902.14 (Dos mil novecientos dos dólares con 12/100).

TABLA 25. RESUMEN COSTO TOTAL DE OPERACIÓN DEL PROYECTO

| Descripción | Costo Anual Total US\$ |
|----------------------------------|------------------------|
| Costos por personal de operación | 2,782.14 |
| Costos de mantenimiento | 120.00 |
| Total | 2,902.14 |

10.5. Inversión en Capital de Trabajo

A continuación, se desglosan los rubros cuya inversión es requerida para la operatividad del sistema fotovoltaico en la Comunidad de Sacaclí para los primeros 30 días; tomando en cuenta los diferentes recursos necesarios para dicho funcionamiento.

TABLA 26. CAPITAL DE TRABAJO

| Descripción | Meses | Costo mensual | Total |
|---------------------|-------|---------------|-----------------|
| Bombero | 1 | \$77.28 | \$77.28 |
| Técnico de proyecto | 1 | \$154.56 | \$154.56 |
| Material de oficina | 1 | \$100.00 | \$100.00 |
| Total | | | \$331.85 |

10.6. Ingresos del Proyecto

De acuerdo con los datos proporcionados por el Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS de la comunidad, obtenidos a través de entrevista a éstos; los ingresos registrados corresponden a lo percibido monetariamente de la facturación por el servicio de agua potable de aquellos usuarios beneficiados por el sistema de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE existente en la Comunidad Sacaclí.

A continuación, se presenta dicho registro correspondiente al año 2016, cuya recopilación es precisa y completa, según lo suministrado por el Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS. Dicho registro presenta un comportamiento incremental del 3% anual, el cual se considera misma tasa para la planeación u horizonte del proyecto, dado el incremento energético.

TABLA 27. INGRESOS POR FACTURACIÓN DE AGUA POTABLE

| Años | Ingresos por Facturación de Agua Potable |
|------|--|
| 1 | \$ 7,159.15 |
| 2 | \$ 7,373.93 |
| 3 | \$ 7,595.14 |
| 4 | \$ 7,823.00 |
| 5 | \$ 8,057.69 |
| 6 | \$ 8,299.42 |
| 7 | \$ 8,548.40 |
| 8 | \$ 8,804.85 |
| 9 | \$ 9,069.00 |
| 10 | \$ 9,341.07 |
| 11 | \$ 9,621.30 |
| 12 | \$ 9,909.94 |
| 13 | \$ 10,207.24 |
| 14 | \$ 10,513.46 |
| 15 | \$ 10,828.86 |
| 16 | \$ 11,153.73 |
| 17 | \$ 11,488.34 |
| 18 | \$ 11,832.99 |
| 19 | \$ 12,187.98 |
| 20 | \$ 12,553.62 |
| 21 | \$ 12,930.23 |

| Años | Ingresos por Facturación de Agua Potable |
|------|--|
| 22 | \$ 13,318.13 |
| 23 | \$ 13,717.68 |
| 24 | \$ 14,129.21 |
| 25 | \$ 14,553.08 |

10.7. Financiamiento de la Inversión Total del Proyecto

Sirviendo este estudio de prefactibilidad como soporte de una iniciativa por parte de líderes comunitarios y miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento CAPS de la Comunidad de Sacaclí, se considera sea financiada por donación, cuya gestión será solicitada por autores comunitarios, dado que el concepto del proyecto es de carácter social y no lucrativo.

10.8. Ahorro por Energía Eléctrica

Para determinar el ahorro monetario en energía eléctrica convencional; se tomó en cuenta la generación total de energía en Kwh/mes del sistema MABE existente, incrementado al 3% anual, y multiplicado por la tarifa energética establecida por la empresa DISNORTE-DISSUR equivalente a US\$ 0.2260, tarifa regulada y aprobada por el Instituto Nicaragüense de Energía INE e incluye impuesto del valor agregado IVA. A continuación, se presenta tabla de ahorro energético:

TABLA 28. AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

| Año | Acumulado | Costo de la Energía (+3%) US\$/año |
|-----|-------------|------------------------------------|
| 1 | -\$8,858.42 | \$1,712.48 |
| 2 | -\$7,094.56 | \$1,763.85 |
| 3 | -\$5,277.79 | \$1,816.77 |
| 4 | -\$3,406.52 | \$1,871.27 |
| 5 | -\$1,479.11 | \$1,927.41 |
| 6 | \$506.13 | \$1,985.23 |
| 7 | \$2,550.92 | \$2,044.79 |
| 8 | \$4,657.05 | \$2,106.14 |
| 9 | \$6,826.37 | \$2,169.32 |
| 10 | \$9,060.77 | \$2,234.40 |
| 11 | \$11,362.20 | \$2,301.43 |

| Año | Acumulado | Costo de la Energía (+3%) US\$/año |
|-----|-------------|------------------------------------|
| 12 | \$13,732.67 | \$2,370.47 |
| 13 | \$16,174.26 | \$2,441.59 |
| 14 | \$18,689.10 | \$2,514.84 |
| 15 | \$21,279.38 | \$2,590.28 |
| 16 | \$23,947.37 | \$2,667.99 |
| 17 | \$26,695.40 | \$2,748.03 |
| 18 | \$29,525.86 | \$2,830.47 |
| 19 | \$32,441.25 | \$2,915.38 |
| 20 | \$35,444.09 | \$3,002.84 |
| 21 | \$38,537.02 | \$3,092.93 |
| 22 | \$41,722.74 | \$3,185.72 |
| 23 | \$45,004.03 | \$3,281.29 |
| 24 | \$48,383.76 | \$3,379.73 |
| 25 | \$51,864.88 | \$3,481.12 |

A continuación, se ilustra comportamiento de inversión vs. ahorros por energía eléctrica:

Inversión vs Ahorros

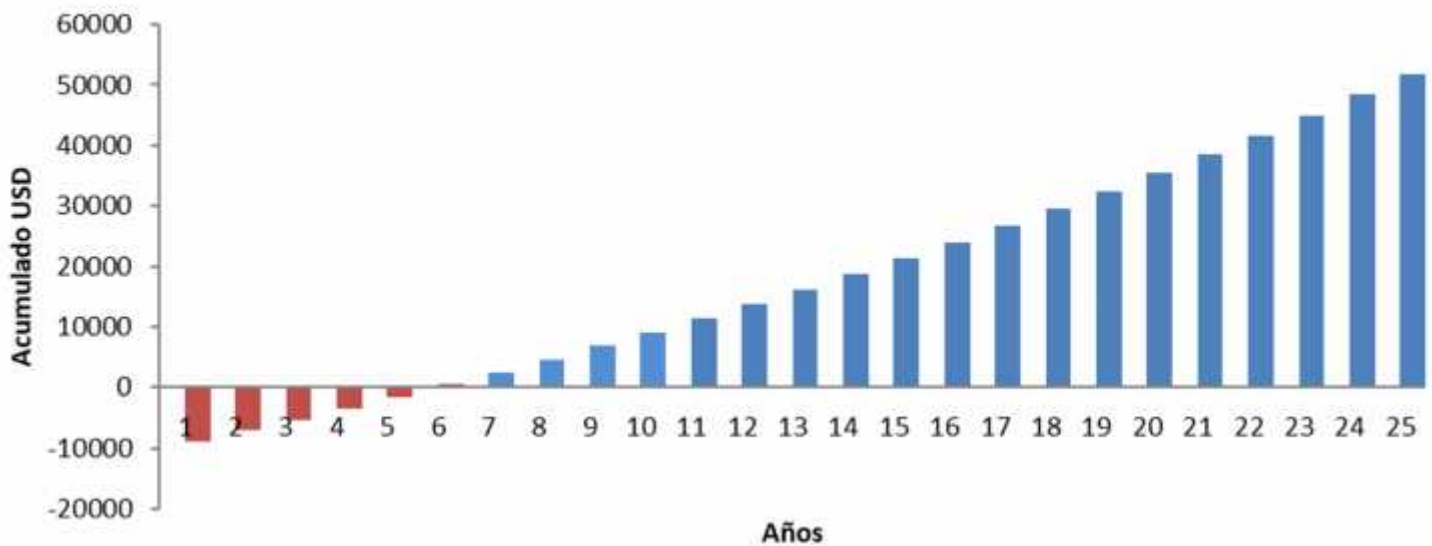


ILUSTRACIÓN 28. INVERSIÓN VS. AHORRO POR ENERGÍA ELÉCTRICA

10.9. Determinación del Flujo Financiero

A continuación, se muestra estructura de Flujo Financiero del proyecto en donde se desglosan los rubros de entradas y salidas de efectivo durante cada año de evaluación del proyecto:

TABLA 29. FLUJO DE FONDOS NETOS SIN FINANCIAMIENTO

| Concepto | Años | | | | | | | | |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Ingresos | | 8,871.63 | 9,137.78 | 9,411.92 | 9,694.27 | 9,935.10 | 10,284.65 | 10,593.19 | 10,910.99 |
| Ingresos por facturación de agua potable | | 7,159.15 | 7,373.93 | 7,595.14 | 7,823.00 | 8,057.69 | 8,299.42 | 8,548.40 | 8,804.85 |
| Ahorro por energía eléctrica | | 1,712.48 | 1,763.85 | 1,815.77 | 1,871.27 | 1,927.41 | 1,985.23 | 2,044.79 | 2,105.14 |
| Egresos | | 4,608.00 | 4,658.60 | 4,710.72 | 4,764.39 | 4,819.68 | 4,876.63 | 4,935.29 | 4,995.70 |
| Gastos por energía eléctrica | | 1,686.57 | 1,737.16 | 1,789.28 | 1,842.96 | 1,898.24 | 1,955.19 | 2,013.65 | 2,074.26 |
| Costos de operación | | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 |
| Utilidad Bruta | | 4,263.63 | 4,479.18 | 4,701.20 | 4,929.88 | 5,165.42 | 5,408.02 | 5,657.91 | 5,915.29 |
| Gastos de administración y ventas | | | | | | | | | |
| Depreciación de activos | | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 |
| Amortización de activos intangibles | | 244.75 | 244.75 | 244.75 | 244.75 | 244.75 | - | - | - |
| Utilidad Operativa | | 2,974.55 | 3,190.11 | 3,412.13 | 3,640.81 | 3,876.35 | 4,363.71 | 4,613.59 | 4,870.97 |
| Utilidad antes de impuesto | | 2,974.55 | 3,190.11 | 3,412.13 | 3,640.81 | 3,876.35 | 4,363.71 | 4,613.59 | 4,870.97 |
| Impuesto (30%) | | 892.37 | 957.03 | 1,023.54 | 1,092.24 | 1,162.91 | 1,309.11 | 1,384.06 | 1,451.29 |
| Utilidad después de impuesto | | 2,082.19 | 2,233.08 | 2,388.49 | 2,548.57 | 2,713.45 | 3,054.60 | 3,229.52 | 3,409.68 |
| Depreciación de activos | | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 |
| Amortización de activos intangibles | | 244.75 | 244.75 | 244.75 | 244.75 | 244.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Valor de rescate | | | | | | | | | |
| Capital de trabajo | 331.85 | | | | | | | | |
| Inversión Total | 10,570.90 | | | | | | | | |
| Inversión de reemplazo | | | | | | | | | |
| Flujo Neto de Efectivo (US\$) | (10,902.75) | 3,126.51 | 3,277.39 | 3,432.31 | 3,592.88 | 3,757.76 | 4,098.91 | 4,273.83 | 4,454.00 |

| Concepto | Años | | | | | | | | | | |
|--|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Ingresos | | 11,238.32 | 11,575.47 | 11,922.73 | 12,280.41 | 12,648.83 | 13,028.29 | 13,419.14 | 13,821.71 | 14,236.37 | 14,663.46 |
| Ingresos por facturación de agua potable | | 9,059.00 | 9,341.07 | 9,621.30 | 9,903.94 | 10,207.14 | 10,513.45 | 10,828.85 | 11,153.73 | 11,488.34 | 11,832.99 |
| Ahorro por energía eléctrica | | 2,159.32 | 2,234.40 | 2,301.43 | 2,370.47 | 2,441.59 | 2,514.84 | 2,590.28 | 2,667.99 | 2,748.03 | 2,830.47 |
| Egresos | | 5,057.93 | 5,122.02 | 5,188.04 | 5,256.04 | 5,326.08 | 5,398.22 | 5,472.52 | 5,549.05 | 5,627.88 | 5,709.08 |
| Gastos por energía eléctrica | | 2,136.49 | 2,200.59 | 2,256.50 | 2,314.50 | 2,404.54 | 2,475.78 | 2,551.08 | 2,627.61 | 2,706.44 | 2,787.54 |
| Costos de operación | | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 |
| Utilidad Bruta | | 6,180.39 | 6,453.44 | 6,734.69 | 7,024.37 | 7,312.75 | 7,630.07 | 7,946.62 | 8,272.66 | 8,608.48 | 8,954.38 |
| Gastos de administración y ventas | | | | | | | | | | | |
| Depreciación de activos | | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 |
| Amortización de activos intangibles | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Utilidad Operativa | | 5,136.08 | 5,409.13 | 5,690.38 | 5,980.06 | 6,278.43 | 6,585.76 | 6,902.31 | 7,228.35 | 7,564.17 | 7,910.07 |
| Utilidad antes de impuesto | | 5,136.08 | 5,409.13 | 5,690.38 | 5,980.06 | 6,278.43 | 6,585.76 | 6,902.31 | 7,228.35 | 7,564.17 | 7,910.07 |
| Impuesto (30%) | | 1,540.82 | 1,622.74 | 1,707.11 | 1,794.02 | 1,883.53 | 1,975.73 | 2,070.59 | 2,168.50 | 2,269.25 | 2,373.02 |
| Utilidad después de impuesto | | 3,595.25 | 3,786.39 | 3,983.26 | 4,186.04 | 4,394.90 | 4,610.03 | 4,831.61 | 5,059.84 | 5,294.92 | 5,537.05 |
| Depreciación de activos | | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 |
| Amortización de activos intangibles | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Valor de rescate | | | | | | | | | | | |
| Capital de trabajo | | 331.85 | | | | | | | | | |
| Inversión Total | | 10,570.90 | | | | | | | | | |
| Inversión de reemplazo | | | | 2,074.25 | | | | | | | |
| Flujo Neto de Efectivo (US\$) | | 10,901.75 | 4,539.57 | 4,880.71 | 2,953.33 | 5,230.35 | 5,439.12 | 5,654.35 | 5,875.33 | 6,104.16 | 6,339.23 |

| Concepto | Años | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Ingresos | | 15,103.36 | 15,556.46 | 16,023.16 | 16,503.85 | 16,998.97 | 17,508.93 | 18,034.20 |
| Ingresos por facturación de agua potable | | 12,187.98 | 12,553.62 | 12,930.23 | 13,318.13 | 13,717.68 | 14,129.21 | 14,553.08 |
| Ahorro por energía eléctrica | | 2,915.38 | 3,002.84 | 3,092.93 | 3,185.72 | 3,281.29 | 3,379.73 | 3,481.12 |
| Egresos | | 5,792.70 | 5,878.84 | 5,967.56 | 6,058.95 | 6,153.07 | 6,250.02 | 6,349.88 |
| Gastos por energía eléctrica | | 2,871.27 | 2,957.40 | 3,046.13 | 3,137.51 | 3,231.63 | 3,328.58 | 3,428.44 |
| Costos de operación | | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 |
| Utilidad Bruta | | 9,310.66 | 9,677.62 | 10,055.59 | 10,444.90 | 10,845.89 | 11,258.91 | 11,684.32 |
| Gastos de administración y ventas | | | | | | | | |
| Depreciación de activos | | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 |
| Amortización de activos intangibles | | - | - | - | - | - | - | - |
| Utilidad Operativa | | 8,266.34 | 8,633.31 | 9,011.28 | 9,400.59 | 9,801.58 | 10,214.60 | 10,640.01 |
| Utilidad antes de impuesto | | 8,266.34 | 8,633.31 | 9,011.28 | 9,400.59 | 9,801.58 | 10,214.60 | 10,640.01 |
| Impuesto (30%) | | 2,479.90 | 2,589.99 | 2,703.38 | 2,820.18 | 2,940.47 | 3,064.38 | 3,192.00 |
| Utilidad después de impuesto | | 5,786.44 | 6,043.31 | 6,307.89 | 6,580.41 | 6,861.11 | 7,150.22 | 7,448.01 |
| Depreciación de activos | | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 | 1,044.31 |
| Amortización de activos intangibles | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Valor de rescate | | | | | | | | 1,037.13 |
| Capital de trabajo | 331.85 | | | | | | | |
| Inversión Total | 10,570.90 | | | | | | | |
| Inversión de reemplazo | | | | 2,074.25 | | | | 0.00 |
| Flujo Neto de Efectivo (US\$) | (10,902.75) | 5,830.75 | 7,087.63 | 5,277.95 | 7,624.73 | 7,905.42 | 8,194.53 | 9,529.45 |

10.10.Cálculo de Indicadores Financieros

Para determinar los indicadores financieros, se estará trabajando con una tasa de descuento del 12.75% que corresponde a la tasa de préstamo entre particulares emitido por el banco central de Nicaragua para febrero 2019.

Una vez obtenido el flujo y conociendo la tasa de descuento, se procede a calcular los indicadores financieros; resultando:

TABLA 30. INDICADORES FINANCIEROS

| | |
|----------------|--------------------|
| TMAR = | 12.75% |
| TIR = | 33% |
| VAN = | \$21,123.81 |
| R B/C = | 1.94 |

Como se puede observar en la Tabla , considerando la facturación de agua potable como ingreso y el ahorro por energía eléctrica, el proyecto es rentable financieramente, ya que la Tasa Interna de Retorno es mayor que la Tasa Mínima Atractiva de Retorno y el Valor Presente Neto es positivo; lo que nos indica que el realizar un cambio de energía convencional por energía solar, y distribuir éste en horas solares, genera un significativo ahorro de energía comercial; manteniendo la tarifa de agua actual y cubriendo los costos operativos del sistema propuesto a instalar (fotovoltaico).

XI. ESTUDIO ECONÓMICO

Objetivo del Estudio Económico:

Medir el aporte neto del proyecto al bienestar social nacional.

Mide los beneficios y costos generados por el proyecto desde el punto de vista social, considerando los factores de conversión del país.

En nuestro caso se tomaron de referencia los propuestos por la Dirección General de Inversiones Públicas (DGIP). Dichos factores son calculados para los bienes

transables y no transables, eliminando las distorsiones económicas que poseen los precios de mercado.

11.1. Cálculo de las transformaciones a precios sociales

Los factores de conversión y las razones de precio utilizadas para los cálculos de las transformaciones a precios sociales se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 31. FACTORES DE CONVERSIÓN

| RPSD | 1.015 | RAZÓN PRECIO SOCIAL DE LA DIVISA |
|---------|-------|--|
| TSD | 8% | TASA SOCIAL DE DESCUENTO |
| RPSMONC | 0.54 | RAZÓN PRECIO SOCIAL MANO DE OBRA NO CALIFICADA |
| RPSMOSC | 0.82 | RAZÓN PRECIO SOCIAL MANO DE OBRA CALIFICADA |
| FCS | 0.9 | FACTOR DE CONVERSIÓN ESTÁNDAR |

Fuente: (Sistema Nacional de Inversiones Públicas, 2019)

En el caso de los gastos de depreciación y amortización, no se incluyen en la evaluación económica, ya que representan una transferencia entre sectores de la economía nacional y el estado. Sin embargo, se considera el valor de salvamento de los activos fijos.

11.2. Precios Sociales de Activos Fijos

En la siguiente tabla se presenta las inversiones fijas del proyecto a precio social desglosados por rubro:

TABLA 32. PRECIOS SOCIALES DE ACTIVOS FIJOS

| Maquinaria y Equipo | | | | Material | | Mano de Obra | | Total US\$ |
|--|----------|-----------------------|--------------------|----------|-----------|--------------|---------------|--------------------|
| Concepto | Cantidad | Costo (U\$D) | Total | Nacional | Importado | Calificada | No Calificada | |
| Módulos PV LC260-P60, PV-Module | 16 | 194.35 | 3,109.60 | 2,798.64 | | | | \$ 2,798.64 |
| Bomba sumergible PU4000 C-SJ8-15, Rp 2", UL | 1 | 2,739.30 | 2,739.30 | 2,465.37 | | | | \$ 2,465.37 |
| PS2-4000 Controller-4.0kVA | 1 | 1,537.20 | 1,537.20 | 1,383.48 | | | | \$ 1,383.48 |
| Sensor de nivel | 1 | 92.00 | 92.00 | 82.80 | | | | \$ 82.80 |
| Interruptor de flotación | 1 | 28.75 | 28.75 | 25.88 | | | | \$ 25.88 |
| Arrestor de voltaje | 1 | 171.35 | 171.35 | 154.22 | | | | \$ 154.22 |
| Protector de picos | 1 | 31.05 | 31.05 | 27.95 | | | | \$ 27.95 |
| Desconexión fotovoltaica | 1 | 213.90 | 213.90 | 192.51 | | | | \$ 192.51 |
| Instalación de Paneles Solares | | | | Material | | Mano de Obra | | Total US\$ |
| Concepto | Cantidad | Costo unitario (U\$D) | Costo total (U\$D) | Nacional | Importado | Calificada | No Calificada | |
| Tubo de protección para bomba sumergible | 1 | 92.00 | 92.00 | 82.80 | | | | \$ 82.80 |
| Material de instalación bomba | 1 | 816.50 | 816.50 | 734.85 | | | | \$ 734.85 |
| Malla metálica calibre #12 2.5"x2.5" x 6'. Rollo de 150 pies | 1.5 | 250.00 | 375.00 | 337.50 | | | | \$ 337.50 |
| Materiales varios (clavos, postes de madera, etc. | 1 | 573.05 | 573.05 | 515.75 | | | | \$ 515.75 |
| Instalación | 1 | 791.20 | 791.20 | | | 648.78 | | \$ 648.78 |
| TOTAL | | | | | | | | \$ 9,450.51 |

11.3. Inversión de Activos Fijos a Precio Social e Inversión Diferida

Determinados los precios sociales de los activos fijos, se recalcula la inversión total del proyecto; tomando en cuenta la transformación de los precios de activos fijos e incluyendo la inversión diferida para determinar la inversión total del proyecto para su evaluación económica; observando en la tabla a continuación que dicha inversión desciende a US\$ 10,237.39:

TABLA 33. INVERSIÓN DIFERIDA Y DE ACTIVOS FIJOS A PRECIO SOCIAL

| Planeación e integración del proyecto | Precio Social (USD) |
|--|----------------------------|
| Planeación e integración del proyecto | \$ 300.00 |
| Ingeniería de proyecto (Diseños y Planos) | \$ 80.00 |
| Supervisión de la construcción (5% de las obras civiles) | \$ 47.40 |
| Permiso de Construcción (1% de las obras civiles) | \$ 9.48 |
| Capacitación | \$ 350.00 |
| Activos Fijos | |
| Maquinaria y Equipos | \$ 7,130.84 |
| Instalación de Paneles Solares | \$ 2,319.68 |
| INVERSIÓN TOTAL | \$ 10,237.39 |

11.4. Inversión de Reemplazo a Precio Social

A continuación, se presentan en desglose los costos de equipos a reemplazar transformado a precio social, dado su vida útil correspondiente a 10 años, en el que se realizarán dos inversiones a lo largo de la planeación del proyecto. Es decir que, luego de cada 10 años, se realizará una inversión en reposición de equipos de US\$ 1,866.83 en el año 11 y 21:

TABLA 34. INVERSIÓN DE REEMPLAZO A PRECIO SOCIAL

| Componente | Cantidad | Precio Unitario US\$ | Material | | Mano de Obra | | Total US\$ |
|---|----------|----------------------|----------|-----------|--------------|---------------|--------------------|
| | | | Nacional | Importado | Calificada | No Calificada | |
| Bomba sumergible PU4000 C-SJ8-15, Rp 2", UL | 1 | 1,537.20 | 1,383.48 | | | | \$ 1,383.48 |
| PS2-4000 Controller-4.0kVA | 1 | 92.00 | 82.80 | | | | \$ 82.80 |
| Sensor de nivel | 1 | 28.75 | 25.88 | | | | \$ 25.88 |
| Interruptor de flotación | 1 | 171.35 | 154.22 | | | | \$ 154.22 |
| Arrestor de voltaje | 1 | 31.05 | 27.95 | | | | \$ 27.95 |
| Protector de picos | 1 | 213.90 | 192.51 | | | | \$ 192.51 |
| Inversión de reemplazo | | | | | | | \$ 1,866.83 |

11.5. Flujo de fondos económicos netos sin financiamiento

TABLA 35. FLUJO DE FONDOS NETOS ECONÓMICO

| Concepto | Años | | | | | | |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Ingresos | | 8,871.63 | 9,985.10 | 11,575.47 | 13,419.14 | 15,556.46 | 18,034.20 |
| Ingresos por facturación de agua potable | | 7,159.15 | 8,057.69 | 9,341.07 | 10,828.86 | 12,553.62 | 14,553.08 |
| Ahorro por energía eléctrica | | 1,712.48 | 1,927.41 | 2,234.40 | 2,590.28 | 3,002.84 | 3,481.12 |
| Egresos | | 4,608.00 | 4,819.68 | 5,122.02 | 5,472.52 | 5,878.84 | 6,349.88 |
| Gastos por energía eléctrica | | 1,686.57 | 1,898.24 | 2,200.59 | 2,551.08 | 2,957.40 | 3,428.44 |
| Costos de operación | | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 | 2,921.44 |
| Utilidad Bruta | | 4,263.63 | 5,165.42 | 6,453.44 | 7,946.62 | 9,677.62 | 11,684.32 |
| Gastos de administración y ventas | | | | | | | |
| Depreciación de activos | | | | | | | |
| Amortización de activos intangibles | | | | | | | |
| Utilidad Operativa | | 4,263.63 | 5,165.42 | 6,453.44 | 7,946.62 | 9,677.62 | 11,684.32 |
| Utilidad antes de impuesto | | 4,263.63 | 5,165.42 | 6,453.44 | 7,946.62 | 9,677.62 | 11,684.32 |
| Impuesto (30%) | | | | | | | |
| Utilidad después de impuesto | | 4,263.63 | 5,165.42 | 6,453.44 | 7,946.62 | 9,677.62 | 11,684.32 |
| Depreciación de activos | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Amortización de activos intangibles | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Valor de rescate | | | | | | | 933.41 |
| Capital de trabajo | 331.85 | | | | | | |
| Inversión Total | 10,237.39 | | | | | | |
| Inversión de reemplazo | | | | | | | 0.00 |
| Flujo Neto de Efectivo (US\$) | (10,569.24) | 4,263.63 | 5,165.42 | 6,453.44 | 7,946.62 | 9,677.62 | 12,617.74 |

11.6. Determinación de Indicadores Económicos

La determinación de la rentabilidad del proyecto desde el punto de vista social se presenta en la siguiente tabla:

TABLA 36. INDICADORES ECONÓMICOS

| | |
|--------------------------|---------------------|
| TASA DE DESCUENTO | 8.00% |
| TIR = | 45% |
| VAN = | \$ 56,977.51 |
| R B/C = | 5.39 |

Considerando los valores obtenidos en los indicadores económicos, se considera rentable realizar el proyecto desde el punto vista social.

XII. ESTUDIO AMBIENTAL

Objetivo del Estudio Ambiental:

El objetivo es conocer los impactos ambientales significativos que puedan producirse en la zona y como consecuencia de ello determinar las medidas correctoras que los anulen o mitiguen.

El proyecto consiste la instalación de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica para la operación de la bomba sumergible que activa al sistema de agua potable en la comunidad de Sacaclí.

Los paneles fotovoltaicos se instalarán a unos 15 metros del pozo donde se encuentra la bomba sumergida. El terreno donde se ubicarán dichos paneles será donado por la alcaldía municipal. La potencia nominal del sistema de paneles fotovoltaicos será de 21 kWh/día, suministrada de manera directa a la bomba sumergible.

La evaluación del proyecto inicia desde el diseño, financiación, adquisición, instalación, operación y mantenimiento del proyecto. La vida útil se estima en 10 años, no obstante, los paneles fotovoltaicos pueden operar durante 25 años o más.

En el Capítulo V, de la Evaluación Ambiental de Proyectos, Arto. 16 y Arto. 17, Categoría Ambiental III y Categoría Ambiental IV, respectivamente, del Diario Oficial La Gaceta, establecen que los proyectos de energía eléctrica mediante el recurso solar que ocupen un área superior a 10Ha con impactos ambientales moderados o bajos; están sujetos a una Valoración Ambiental a través de la elaboración de un programa de gestión ambiental, como condición para el otorgamiento de la Autorización Ambiental correspondiente, la cual es suministrada por Delegaciones Territoriales del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales MARENA.

Para este proyecto no aplica a dicha evaluación debido a que el área de influencia del sistema fotovoltaico no supera las 10Ha; incluyendo que dicho sistema consta de no más de 4 módulos fotovoltaicos y cambio de bomba sumergible; obras que no generan alto impacto ambiental.

Sin embargo, a continuación, se presentan varios factores ambientales con bajo impacto; tomando en cuenta sus medidas ambientales. Esto se realiza bajo el requerimiento de la estructura de un Estudio de Prefactibilidad.

12.1. Técnicas utilizadas para el análisis

Para realizar el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, se aplicó una metodología investigativa y participativa. Se realizaron visitas a comunidad y aplicando entrevistas para la recopilación de información. Entre las actividades realizadas, se tienen:

- Recopilación y análisis de información: Se entrevistaron de manera verbal a los miembros del CAPS de la comunidad para conocer, analizar e identificar acciones de mejora.
- Visitas in situ: Se realizaron 6 visitas al sistema de agua potable de la comunidad, con el fin de conocer las condiciones físicas de dicho sistema, así como, el terreno donde se instalarán los paneles fotovoltaicos.

Con ello, se logró generar información sobre la línea base para el Estudio de Impacto Ambiental. Se identificaron aspectos para la descripción del medio biofísico, posteriormente, se identificaron y caracterizaron los impactos ambientales positivos y negativos tanto para la etapa de construcción como de operación del proyecto, aplicando la matriz de valoración de impactos ambientales para cada etapa.

12.2. Línea base del proyecto

El proyecto se ubica en la comunidad de Sacaclí, municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega. La comunidad limita:

- Norte: San Marcos
- Sur: Loma del Nance
- Este: Santa Bárbara
- Oeste: Namanji

El clima es muy caliente, las temperaturas altas se registran en los meses de marzo y abril alcanzando promedio 28 grados centígrados. La radiación solar media anual es de 5.3 Wh/m², siendo la radiación promedio diaria de 7.4 y 5.1 Wh/m² en los meses de marzo y octubre, respectivamente.

En el territorio se encuentran valles, pequeñas llanuras y grandes depresiones utilizadas por los campesinos para diferentes labores agrícolas (café, hortalizas, granos básicos y ganadería lechera).

12.2.1. Situación ambiental del área de influencia

Los paneles fotovoltaicos serán instalados cerca del pozo donde se encuentra la bomba sumergida, siendo el terreno donado por la alcaldía municipal. El proyecto contará de dos fases: construcción y operación.

Fase de construcción:

Constará de instalar los paneles fotovoltaicos y demás equipos auxiliares para ser conectados a la bomba sumergible que se encuentra en el pozo. Las principales actividades para realizar en la fase de construcción son:

- Preliminares: Limpieza o descapote del terreno.

- Instalación de malla: En el perímetro del terreno se instalará una malla metálica para proteger los paneles fotovoltaicos.
- Cimiento de concreto para el soporte de los paneles fotovoltaicos.
- Instalación de los paneles fotovoltaicos y equipos auxiliares.

Fase de operación (funcionamiento):

Será la operación del sistema de agua potable utilizando la bomba sumergible, la cual utilizará energía eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos. Las actividades que ocurren en el proyecto en marcha se encuentran:

- Generación de electricidad mediante los paneles fotovoltaicos.
- Funcionamiento de la bomba sumergible utilizando energía eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos.
- Llenado del tanque de almacenamiento de agua potable.
- Distribución del agua potable a las viviendas de la comunidad.
- Mantenimiento del sistema fotovoltaico y agua potable.

Los principales factores ambientales ocasionados por el proyecto son:

Clima: La generación eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos no genera emisiones de dióxido de carbono (CO₂), un gas de efecto invernadero.

Suelo: La vida útil de los paneles fotovoltaicos es de 25 años, en los cuales no generan ningún tipo de contaminantes para la tierra donde están ubicados, ni erosión.

Cuerpos de agua: Los paneles fotovoltaicos no generan efluentes ni requieren agua para su funcionamiento.

Flora y fauna: La instalación de los paneles fotovoltaicos será en un terreno cercado al pozo. Dicho terreno no cuenta con vegetación ni presencia de animales.

Paisaje: Como el terreno donde se instalarán los paneles fotovoltaicos no existe ningún tipo de vegetación ni es hábitat de especies, se considera que dichos paneles mejorarán el aspecto visual de la zona donde se encuentra el pozo.

Ruido: La generación eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos no genera ningún tipo de contaminación acústica.

Desechos peligrosos: Durante la operación de los paneles fotovoltaicos no generan desechos peligrosos, no obstante, terminada la vida útil y el estado (quebrados, desarmados, etc.) de los mismos pueden desprender desechos peligrosos.

12.2.2. Resumen de la línea base ambiental

Basado en lo anterior, se presenta el resumen de la línea base ambiental del proyecto:

TABLA 37. RESUMEN DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL

| Fase | Componente ambiental | Problema | Causa | Efecto |
|--------------------------|----------------------|--|---|--|
| Construcción | Ruido | Emisión de ruido por las labores de construcción | Uso de equipos de construcción: taladros, soldadores, etc. | A los pobladores les causaría molestia por el exceso de ruido. |
| Construcción y operación | Desechos peligrosos | Una mala disposición final de los paneles fotovoltaicos dañados. | Por una mala manipulación y por la vida útil de los paneles fotovoltaicos podrían generar desechos peligrosos | Contaminación en el suelo, cuerpos de agua, flora y fauna. |
| | Suelo | Ninguno | | |
| | Cuerpos de agua | Ninguno | | |
| | Flora y fauna | Ninguno | | |
| | Paisaje | Ninguno | | |
| | Geología | Ninguno | | |

12.3. Evaluación cuantitativa de impactos ambientales

Considerando los impactos ambientales positivos y negativos en las etapas de construcción y operación del proyecto, se realizó la siguiente matriz de causa-efecto de los impactos ambientales:

Fase de construcción

TABLA 38. MATRIZ CAUSA EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS

| FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO | | ETAPA: CONSTRUCCIÓN | | | | | | | |
|--|-----|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|--|--------------------------|----------------|
| | | ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO | | | | | | | |
| | | Preliminares | Movimiento de tierra | Instalación de malla metálica | Cimientos de concreto | Soportes metálicos | Instalación de los paneles fotovoltaicos | Instalaciones eléctricas | Limpieza final |
| FACTOR | COD | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
| CLIMA | M1 | | | | | | | | |
| CALIDAD DEL AIRE | M2 | | C2M2 | | | | | | C8M2 |
| RUIDOS Y VIBRACIONES | M3 | | C2M3 | C3M3 | C4M3 | C5M3 | C6M3 | | |
| GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA | M4 | | | | | | | | |
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA | M5 | | | | | | | | |
| SUELO | M6 | | C2M6 | | C4M6 | | | C7M6 | |
| VEGETACIÓN | M7 | | | | | | | | |
| FAUNA | M8 | | | | | | | | |
| PAISAJE | M9 | | | | | | C6M9 | | |
| RELACIONES ECOLÓGICAS | M10 | | | | | | | | |
| SISTEMA DE ASENTAMIENTO | M11 | | | | | | | | |
| TRANSPORTE Y VIALIDAD | M12 | | | | | | | | |
| ACUEDUCTO | M13 | | | | | | | | |
| ALCANTARILLADO | M14 | | | | | | | | |
| TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | M15 | | | | C4M15 | | | | |
| HÁBITAT HUMANO | M16 | | | | | | | | |
| ESPACIOS PÚBLICOS | M17 | | | | | | | | |
| PAISAJE URBANO | M18 | | | | | | | | |
| EQUIPAMIENTO DE SERVICIO | M19 | | | | | | | | |
| REGULACIONES URB. Y ARQ. | M20 | | | | | | | | |
| SALUD | M21 | C1M21 | C2M21 | | | | | | C8M21 |
| CALIDAD DE VIDA | M22 | | | | | | | | |
| FACTORES SOCIOCULTURALES | M23 | | | | | | | | |
| VULNERABILIDAD | M24 | | | | | | | | |
| ECONOMÍA | M25 | | | | | | | | |
| RELACIONES DEPENDENCIA | M26 | | | | | | | | |
| FUENTES ENERGÉTICAS | M27 | | | | | | | | |

La valoración de los impactos ambientales negativos identificados en la fase de construcción se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 39. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS

| I M P A C T O S | VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Importancia $I = - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)$ | Valor Máximo de Importancia | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------|-------|------|----------|--------------------------------|---------|---------|---------|-------|----------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------------|-------|----------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------|---|-----------------------|--------------------------------|-------------|---|--------|---|-----------------------------|--|-----------|---------|-------------------------|-----------|----------|--------|-------|------|--------|-------|-----|
| | (-) | (+) | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | | | 4 | 8 | 12 | | | | | | | | | |
| | Impacto perjudicial | Impacto beneficioso | Baja | Media | Alta | Muy alta | Total | Puntual | Parcial | Extenso | Total | Crítica | Largo plazo | Medio plazo | Inmediato | Fugaz | Temporal | Permanente | Recuperable a c. Plazo | Recuperable a m. plazo | Irrecuperable | Simple (sin sinergia) | Sinérgico | Acumulativo | Improbable | Dudoso | | | Cierto | Indirecto | Directo | Irregular y discontinuo | Periódico | Continuo | Mínima | Media | Alta | Máxima | Total | |
| | Naturaleza | Intensidad (grado de destrucción) | | | | | Extensión (Área de influencia) | | | | | Momento (plazo de manifestación) | | | Persistencia (permanencia del efecto) | | Reversibilidad (recuperabilidad) | | Acumulación (incremento progresivo) | | Probabilidad (certidumbre de aparición) | | Efecto (relación causa efecto) | | Periodicidad (regularidad de manifestación) | | | | Percepción social (grado de percepción del impacto por la población) | | | | | | | | | | | |
| | Signo | I | | | | | Ex | | | | | Mo | | | Pr | | Rv | | Ac | | Pb | | Ef | | Pr | | | | PS | | | | | S | S | | | | | |
| C 1M 21 | (-) | | 2 | | | | | 2 | | | | | 4 | | | | 1 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 1 | | | | | | | | | 28 | 100 | |
| C 2M 2 | (-) | | 2 | | | | | 2 | | | | | 4 | | | | 1 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 2 | | | | | | | | | 29 | 100 | |
| C 2M 3 | (-) | | 2 | | | | | 1 | | | | | 4 | | | | 1 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 3 | | | | | | | | | 28 | 100 | |
| C 2M 6 | (-) | | 4 | | | | | 1 | | | | | 4 | | | | 4 | | 4 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 4 | | 1 | | | | | | | | 40 | 100 |
| C 2M 21 | (-) | | 4 | | | | | 2 | | | | | 2 | | | | 2 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 5 | | | | | | | | | 37 | 100 | |
| C 3M 3 | (-) | | 2 | | | | | 1 | | | | | 4 | | | | 1 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 6 | | | | | | | | | 31 | 100 | |
| C 4M 3 | (-) | | 2 | | | | | 1 | | | | | 4 | | | | 1 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 7 | | | | | | | | | 32 | 100 | |
| C 4M 6 | (-) | | 4 | | | | | 1 | | | | | 4 | | | | 4 | | 4 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 8 | | | | | | | | | 44 | 100 | |
| C 4M 15 | (-) | | 4 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | | 2 | | 4 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 9 | | | | | | | | | 49 | 100 | |
| C 5M 3 | (-) | | 2 | | | | | 1 | | | | | 4 | | | | 1 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 10 | | | | | | | | | 35 | 100 | |
| C 6M 3 | (+) | | 2 | | | | | 1 | | | | | 4 | | | | 1 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 11 | | | | | | | | | 36 | 100 | |
| C 6M 9 | (+) | | 4 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 | | 4 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 12 | | | | | | | | | 45 | 100 | |
| C 7M 6 | (-) | | 2 | | | | | 1 | | | | | 4 | | | | 1 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 1 | | 13 | | | | | | | | | 35 | 100 | |
| C 8M 2 | (-) | | 2 | | | | | 2 | | | | | 4 | | | | 1 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 14 | | | | | | | | | 41 | 100 | |
| C 8M 21 | (-) | | 4 | | | | | 2 | | | | | 2 | | | | 2 | | 2 | | | 1 | | | 4 | | 4 | | 15 | | | | | | | | | | 47 | 100 |

La importancia de cada impacto ambiental negativo identificado en la fase de construcción, se presenta a continuación:

TABLA 40. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS NEGATIVOS

| FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO | | M000 | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|--|--------------------------|----------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|--|
| | | ETAPA: CONSTRUCCION | | | | | | | | | | | |
| | | ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | |
| | | Preliminares | Movimiento de tierra | Instalación de malla metálica | Cimientos de concreto | Soportes metálicos | Instalación de los paneles fotovoltaicos | Instalaciones eléctricas | Limpieza final | Valor de la Alteración | Máximo valor de la alteración | Grado de Alteración | |
| FACTOR | COD | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | | | | |
| CLIMA | M1 | | | | | | | | | | | | |
| CALIDAD DEL AIRE | M2 | | 29 | | | | | | 41 | 70 | 200 | 35 | |
| RUIDOS Y VIBRACIONES | M3 | | 28 | 31 | 32 | 35 | 36 | | | 162 | 500 | 32 | |
| GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA | M4 | | | | | | | | | | | | |
| HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA | M5 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO | M6 | | 40 | | 44 | | | 35 | | 119 | 300 | 40 | |
| VEGETACION | M7 | | | | | | | | | | | | |
| FAUNA | M8 | | | | | | | | | | | | |
| PAISAJE | M9 | | | | | | 45 | | | 45 | 100 | 45 | |
| RELACIONES ECOLOGICAS | M10 | | | | | | | | | | | | |
| SISTEMA DE ASENTAMIENTO | M11 | | | | | | | | | | | | |
| TRANSPORTE | M12 | | | | | | | | | | | | |
| ACUEDUCTO | M13 | | | | | | | | | | | | |
| ALCANTARILLADO | M14 | | | | | | | | | | | | |
| TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | M15 | | | | 49 | | | | | 49 | 100 | 49 | |
| HABITAT | M16 | | | | | | | | | | | | |
| ESPACIOS PUBLICOS | M17 | | | | | | | | | | | | |
| PAISAJE URBANO | M18 | | | | | | | | | | | | |
| EQUIPAMIENTO DE SERVICIO | M19 | | | | | | | | | | | | |
| REGULACIONES URB. Y ARQ. | M20 | | | | | | | | | | | | |
| SALUD | M21 | 47 | 37 | | | | | | 47 | 131 | 300 | 44 | |
| CALIDAD DE VIDA | M22 | | | | | | | | | | | | |
| FACTORES SOCIOCULTURALES | M23 | | | | | | | | | | | | |
| VULNERABILIDAD | M24 | | | | | | | | | | | | |
| ECONOMIA | M25 | | | | | | | | | | | | |
| RELACIONES DEPENDENCIA | M26 | | | | | | | | | | | | |
| FUENTES ENERGETICAS | M27 | | | | | | | | | | | | |
| Valor Medio de Importancia | | 38 | | | | | | | | | | | |
| Dispersión Típica | | 7 | | | | | | | | | | | |
| Rango de Discriminación | | 31 | | | | | | | 45 | | | | |
| Valor de la Alteración | | 47 | 134 | 31 | 125 | 35 | 81 | 35 | 88 | 576 | | | |
| Máximo Valor de Alteración | | 100 | 400 | 100 | 300 | 100 | 200 | 100 | 200 | | 1500 | | |
| Grado de Alteración | | 47 | 34 | 31 | 42 | 35 | 41 | | 44 | | | 38 | |

| | | |
|----------------------------|---|-----------------------|
| Valor por encima del rango |  | IMPACTOS CRÍTICOS |
| Valor dentro del rango |  | IMPACTOS MODERADOS |
| Valor por debajo del rango |  | IMPACTOS IRRELEVANTES |

Las medidas ambientales propuestas para la reducción y mitigación de los impactos ambientales negativos identificados en la fase de la construcción del proyecto se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 41. MEDIDAS AMBIENTALES PARA IMPACTOS NEGATIVOS FASE CONSTRUCCIÓN

| Código | Actividades del proyecto | Factor ambiental impactado | Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental | Categoría del impacto ambiental | Medida ambiental propuesta | Descripción de la propuesta |
|--------|--------------------------|----------------------------|---|---------------------------------|--|---|
| C1M21 | Preliminares | CALIDAD DEL AIRE | Partículas de polvo suspendidas en el aire | Crítico | Equipos de seguridad adecuados | La instalación se realizará cerca del pozo, por lo que solamente los trabajadores se ven afectados por este impacto, lo cual se minimiza si se les brinda una protección adecuada |
| C2M2 | Movimiento de tierra | CALIDAD DEL AIRE | Partículas de polvo suspendidas en el aire | Irrelevante | Equipos de seguridad adecuados | Gestionar el uso de los equipos eléctricos que entrarán en operación, para reducir el ruido de las obras de construcción. |
| C2M3 | | RUIDOS Y VIBRACIONES | Traslado de los camiones y materiales de construcción | Irrelevante | Realizar un plan de uso de los equipos eléctricos y brindar equipos de protección a los trabajadores | Tratar de modificar la extensión del movimiento de tierra. |
| C2M6 | | SUELO | Afectaciones a la topografía | Moderado | No dañar más de lo necesario | Establecer indicadores de consumo de agua, para ir minimizando en lo posible su consumo. Tratar el agua antes de descargarla al río. |
| C2M21 | | SALUD | Problemas respiratorios por la calidad del aire | Moderado | Equipos de seguridad adecuados | |

| Código | Actividades del proyecto | Factor ambiental impactado | Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental | Categoría del impacto ambiental | Medida ambiental propuesta | Descripción de la propuesta | |
|--------|--|----------------------------|---|---------------------------------|--|---|---|
| C3M3 | Instalación de malla metálica | RUIDOS Y VIBRACIONES | Ruido provocado por los equipos eléctricos | Moderado | Realizar un plan de uso de los equipos eléctricos y brindar equipos de protección a los trabajadores | Gestionar el uso de los equipos eléctricos que entrarán en operación, para reducir el ruido de las obras de construcción. | |
| C4M3 | Cimientos de concreto | RUIDOS Y VIBRACIONES | Ruido provocado por los equipos eléctricos | Moderado | Realizar un plan de uso de los equipos eléctricos y brindar equipos de protección a los trabajadores | | |
| C4M6 | | SUELO | Modificación del suelo | Moderado | No dañar más de lo necesario | | Realizar solamente las obras pertinentes |
| C4M15 | | TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | Generación de desechos de construcción | Crítico | Depositarios en el basurero municipal | | Los desechos de construcción serán trasladados al basurero municipal. |
| C5M3 | Soportes metálicos | RUIDOS Y VIBRACIONES | Ruido provocado por los equipos eléctricos | Moderado | Realizar un plan de uso de los equipos eléctricos y brindar equipos de protección a los trabajadores | Gestionar el uso de los equipos eléctricos que entrarán en operación, para reducir el ruido de las obras de construcción. | |
| C6M3 | Instalación de los paneles fotovoltaicos | RUIDOS Y VIBRACIONES | Ruido provocado por los equipos eléctricos | Moderado | Realizar un plan de uso de los equipos eléctricos y brindar equipos de protección a los trabajadores | | |
| C6M9 | | PAISAJE | Modificación del paisaje | Moderado | Modificación mínima | | Realizar solamente las obras pertinentes |
| C7M6 | Instalaciones eléctricas | SUELO | Ruido provocado por los equipos eléctricos | Moderado | Realizar un plan de uso de los equipos eléctricos y brindar equipos de protección a los trabajadores | Gestionar el uso de los equipos eléctricos que entrarán en operación, para reducir el ruido de las obras de construcción. | |

| Código | Actividades del proyecto | Factor ambiental impactado | Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental | Categoría del impacto ambiental | Medida ambiental propuesta | Descripción de la propuesta |
|--------|--------------------------|----------------------------|---|---------------------------------|--------------------------------|---|
| C8M2 | Limpieza final | CALIDAD DEL AIRE | Partículas de polvo suspendidas en el aire | Moderado | Equipos de seguridad adecuados | La instalación se realizará cerca del pozo, por lo que solamente los trabajadores se ven afectados por este impacto, lo cual se minimiza si se les brinda una protección adecuada |
| C8M21 | | SALUD | Problemas respiratorios por la calidad del aire | Critico | Equipos de seguridad adecuados | |

En el caso de los impactos ambientales positivos del proyecto durante la fase de construcción, se tiene la siguiente tabla:

TABLA 42. MATRIZ DE CAUSA EFECTO IMPACTOS POSITIVOS

| FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO | | ETAPA: CONSTRUCCIÓN | | | | | | | |
|--|-----|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|--|--------------------------|----------------|
| | | ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO | | | | | | | |
| | | Preliminares | Movimiento de tierra | Instalación de malla metálica | Cimientos de concreto | Soportes metálicos | Instalación de los paneles fotovoltaicos | Instalaciones eléctricas | Limpieza final |
| FACTOR | COD | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
| CLIMA | M1 | | | | | | | | |
| CALIDAD DEL AIRE | M2 | | | | | | | | |
| RUIDOS Y VIBRACIONES | M3 | | | | | | | | |
| GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA | M4 | | | | | | | | |
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA | M5 | | | | | | | | |
| SUELO | M6 | | | | | | | | |
| VEGETACIÓN | M7 | | | | | | | | |
| FAUNA | M8 | | | | | | | | |
| PAISAJE | M9 | | | | | | C6M9 | | |
| RELACIONES ECOLÓGICAS | M10 | | | | | | | | |
| SISTEMA DE ASENTAMIENTO | M11 | | | | | | | | |
| TRANSPORTE Y VIALIDAD | M12 | | | | | | | | |
| ACUEDUCTO | M13 | | | | | | | | |
| ALCANTARILLADO | M14 | | | | | | | | |
| TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | M15 | | | | | | | | |
| HÁBITAT HUMANO | M16 | | | | | | C6M16 | | |
| ESPACIOS PÚBLICOS | M17 | | | | | | | | |
| PAISAJE URBANO | M18 | | | | | | C6M18 | | |
| EQUIPAMIENTO DE SERVICIO | M19 | | | | | | | | |
| REGULACIONES URB. Y ARQ. | M20 | | | | | | | | |
| SALUD | M21 | | | | | | C6M21 | | |
| CALIDAD DE VIDA | M22 | C1M22 | C2M22 | C3M22 | C4M22 | C5M22 | C6M22 | C7M22 | C8M22 |
| FACTORES SOCIOCULTURALES | M23 | | | | | | | | |
| VULNERABILIDAD | M24 | | | | | | C6M24 | | |
| ECONOMÍA | M25 | C1M25 | C2M25 | C3M25 | C4M25 | C5M25 | C6M25 | C7M25 | C8M25 |
| RELACIONES DEPENDENCIA | M26 | | | | | | | | |
| FUENTES ENERGÉTICAS | M27 | | | | | | C6M27 | | |

La valoración de los impactos ambientales positivos identificados en la fase de construcción se muestra en la siguiente tabla:


TABLA 43. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS

| I M P A C T O S | VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)] | Valor Máximo de Importancia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|------|-------|------|----------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|-------------|-------------|-----------|-------|----------|------------|------------------------|------------------------|---------------|-----------------------|-----------|-------------|------------|--------|--------|-----------|---|-----------------------------|---------|-------------------------|-----------|----------|--------|-------|------|--------|-------|------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------|---|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | impacto perjudicial | impacto beneficioso | Baja | Media | Alta | Muy alta | Total | Puntual | Parcial | Extenso | Total | Crítica | Largo plazo | Medio plazo | Inmediato | Fugaz | Temporal | Permanente | Recuperable a c. Plazo | Recuperable a m. plazo | Irrecuperable | Simple (sin sinergia) | Sinérgico | Acumulativo | improbable | Dudoso | Cierto | Indirecto | | | Directo | Irregular y discontinuo | Periódico | Continuo | Mínima | Media | Alta | Máxima | Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (-) | (+) | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | naturaleza | Intensidad (grado de destrucción) | Extensión (Area de influencia) | Momento (plazo de manifestación) | Persistencia (permanencia del efecto) | Reversibilidad (recuperabilidad) | Acumulación (incremento progresivo) | Probabilidad (certidumbre de aparición) | Efecto (relación causa efecto) | Periodicidad (regularidad de manifestación) | Percepción social (grado de percepción del impacto por la población) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C1M 22 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 35 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C1M 25 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C2M 22 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 35 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C2M 25 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3M 22 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 35 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3M 25 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4M 22 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 35 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4M 25 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5M 22 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 35 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C5M 25 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C6M 9 | (+) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 46 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C6M 16 | (+) | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 44 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C6M 18 | (+) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 46 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C6M 21 | (+) | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 41 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C6M 22 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 35 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C6M 24 | (+) | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 41 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C6M 25 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C6M 27 | (+) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 8 | 50 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C7M 22 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 35 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C7M 25 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C8M 22 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 35 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C8M 25 | (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

La importancia de cada impacto ambiental positivo identificado en la fase de construcción se presenta a continuación:

TABLA 44. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS POSITIVOS

| FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO | | M000 | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------|--|------------------|----------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|--|
| | | ETAPA: CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | | | |
| | | ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | |
| | | Preliminares | Movimiento de tierra | Fundaciones, obras de acero | Estructuras de concreto | Acabados | Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias | Obras exteriores | Limpieza final | Valor de la Alteración | Máximo valor de la alteración | Grado de Alteración | |
| FACTOR | COD | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | | | | |
| CLIMA | M1 | | | | | | | | | | | | |
| CALIDAD DEL AIRE | M2 | | | | | | | | | | | | |
| RUIDOS Y VIBRACIONES | M3 | | | | | | | | | | | | |
| GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA | M4 | | | | | | | | | | | | |
| HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA | M5 | | | | | | | | | | | | |
| SUELO | M6 | | | | | | | | | | | | |
| VEGETACION | M7 | | | | | | | | | | | | |
| FAUNA | M8 | | | | | | | | | | | | |
| PAISAJE | M9 | | | | | | 46 | | | 46 | 100 | 46 | |
| RELACIONES ECOLOGICAS | M10 | | | | | | | | | | | | |
| SISTEMA DE ASENTAMIENTO | M11 | | | | | | | | | | | | |
| TRANSPORTE | M12 | | | | | | | | | | | | |
| ACUEDUCTO | M13 | | | | | | | | | | | | |
| ALCANTARILLADO | M14 | | | | | | | | | | | | |
| TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | M15 | | | | | | | | | | | | |
| HABITAT | M16 | | | | | | 44 | | | 44 | 100 | 44 | |
| ESPACIOS PUBLICOS | M17 | | | | | | | | | | | | |
| PAISAJE URBANO | M18 | | | | | | 46 | | | 46 | 100 | 46 | |
| EQUIPAMIENTO DE SERVICIO | M19 | | | | | | | | | | | | |
| REGULACIONES URB. Y ARQ. | M20 | | | | | | | | | | | | |
| SALUD | M21 | | | | | | 41 | | | | | | |
| CALIDAD DE VIDA | M22 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 280 | 800 | 35 | |
| FACTORES SOCIOCULTURALES | M23 | | | | | | | | | | | | |
| VULNERABILIDAD | M24 | | | | | | 41 | | | | | | |
| ECONOMIA | M25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 256 | 800 | 32 | |
| RELACIONES DEPENDENCIA | M26 | | | | | | | | | | | | |
| FUENTES ENERGETICAS | M27 | | | | | | 50 | | | 50 | 100 | 50 | |
| Valor Medio de Importancia | | 37 | | | | | | | | | | | |
| Dispersión Típica | | 6 | | | | | | | | | | | |
| Rango de Discriminación | | 31 | | | | | | 42 | | | | | |
| Valor de la Alteración | | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 335 | 67 | 67 | 722 | | | |
| Máximo Valor de Alteración | | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 800 | 200 | 200 | | 2000 | | |
| Grado de Alteración | | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 42 | 34 | 34 | | | 36 | |

| | | |
|----------------------------|---|-----------------------|
| Valor por encima del rango |  | IMPACTOS RELEVANTES |
| Valor dentro del rango |  | IMPACTOS MODERADOS |
| Valor por debajo del rango |  | IMPACTOS IRRELEVANTES |

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los efectos directos de los impactos ambientales positivos identificados en la fase de la construcción del proyecto:

TABLA 45. RESUMEN DE LOS EFECTOS DIRECTOS DE LOS IMPACTOS POSITIVOS FASE DE OPERACIÓN

| Código | Actividades del proyecto | Factor ambiental impactado | Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental | Categoría del impacto ambiental |
|--------|--|----------------------------|--|---------------------------------|
| C1M22 | Preliminares | CALIDAD DE VIDA | El proyecto garantiza el suministro continuo de agua potable y sostenibilidad del CAPS | Moderados |
| C1M25 | | ECONOMÍA | Se generan empleos directos e indirectos en la zona | Moderados |
| C2M22 | Movimiento de tierra | CALIDAD DE VIDA | El proyecto garantiza el suministro continuo de agua potable y sostenibilidad del CAPS | Moderados |
| C2M25 | | ECONOMÍA | Se generan empleos directos e indirectos en la zona | Moderados |
| C3M22 | Instalación de malla metálica | CALIDAD DE VIDA | El proyecto garantiza el suministro continuo de agua potable y sostenibilidad del CAPS | Moderados |
| C3M25 | | ECONOMÍA | Se generan empleos directos e indirectos en la zona | Moderados |
| C4M22 | Cimientos de concreto | CALIDAD DE VIDA | El proyecto garantiza el suministro continuo de agua potable y sostenibilidad del CAPS | Moderados |
| C4M25 | | ECONOMÍA | Se generan empleos directos e indirectos en la zona | Moderados |
| C5M22 | Soportes metálicos | CALIDAD DE VIDA | El proyecto garantiza el suministro continuo de agua potable y sostenibilidad del CAPS | Moderados |
| C5M25 | | ECONOMÍA | Se generan empleos directos e indirectos en la zona | Moderados |
| C6M9 | Instalación de los paneles fotovoltaicos | PAISAJE | El proyecto armoniza con el paisaje de la zona | Relevante |

| <i>Código</i> | <i>Actividades del proyecto</i> | <i>Factor ambiental impactado</i> | <i>Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental</i> | <i>Categoría del impacto ambiental</i> |
|---------------|---------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| C6M16 | | HÁBITAT HUMANO | El proyecto garantiza el suministro continuo de agua potable y sostenibilidad del CAPS | Relevante |
| C6M18 | | PAISAJE URBANO | El proyecto armoniza con el paisaje de la zona | Relevante |
| C6M21 | | SALUD | El proyecto garantiza el suministro continuo de agua potable y sostenibilidad del CAPS | Moderados |
| C6M22 | | ECONOMÍA | Se generan empleos directos e indirectos en la zona | Moderados |
| C6M24 | | VULNERABILIDAD | El proyecto reduce la vulnerabilidad de la comunidad al no depender de energía comercial para el bombeo | Moderados |
| C6M25 | | ECONOMÍA | Se generan empleos directos e indirectos en la zona | Moderados |
| C6M27 | | FUENTES ENERGÉTICAS | El proyecto garantiza energía eléctrica limpia y continua para operar la bomba sumergible | Relevante |
| C7M22 | Instalaciones eléctricas | CALIDAD DE VIDA | El proyecto garantiza el suministro continuo de agua potable y sostenibilidad del CAPS | Moderados |
| C7M25 | | ECONOMÍA | Se generan empleos directos e indirectos en la zona | Moderados |
| C8M22 | Limpieza final | CALIDAD DE VIDA | El proyecto garantiza el suministro continuo de agua potable y sostenibilidad del CAPS | Moderados |
| C8M25 | | ECONOMÍA | Se generan empleos directos e indirectos en la zona | Moderados |

Fase de funcionamiento (operación)

TABLA 46. MATRIZ DE EFECTOS DE IMPACTOS NEGATIVOS

| FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO | | ETAPA: FUNCIONAMIENTO | | | |
|--|-----|-----------------------------------|---|------------------------------|---------------|
| | | ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO | | | |
| | | Generación de electricidad | Sistema de almacenamiento de agua potable | Distribución de agua potable | Mantenimiento |
| FACTOR | COD | C1 | C2 | C3 | C4 |
| CALIDAD DEL AIRE | M2 | | | | |
| RUIDOS Y VIBRACIONES | M3 | | C2M3 | | |
| GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA | M4 | | | | |
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA | M5 | | C2M5 | C3M5 | C4M5 |
| SUELO | M6 | | | | C4M6 |
| VEGETACIÓN | M7 | | | | |
| FAUNA | M8 | | | | |
| PAISAJE | M9 | C1M9 | | | |
| RELACIONES ECOLÓGICAS | M10 | | | | |
| SISTEMA DE ASENTAMIENTO | M11 | | | | |
| TRANSPORTE Y VIALIDAD | M12 | | | | |
| ACUEDUCTO | M13 | | | | |
| ALCANTARILLADO | M14 | | | | |
| TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | M15 | | | | |
| HÁBITAT HUMANO | M16 | | | | |
| ESPACIOS PÚBLICOS | M17 | | | | |
| PAISAJE URBANO | M18 | | | | |
| EQUIPAMIENTO DE SERVICIO | M19 | | | | |
| REGULACIONES URB. Y ARQ. | M20 | | | | |
| SALUD | M21 | | | | C4M21 |
| CALIDAD DE VIDA | M22 | | | | |
| FACTORES SOCIOCULTURALES | M23 | | | | |
| VULNERABILIDAD | M24 | | | C3M24 | |
| ECONOMÍA | M25 | | | | C4M25 |
| RELACIONES DEPENDENCIA | M26 | | | | |
| FUENTES ENERGÉTICAS | M27 | | | | |

La valoración de cada impacto ambiental negativo identificado en la fase de operación, se presenta en la siguiente tabla:

TABLA 47. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS

| I M P A C T O S | VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS | | | | | | | | | | | | | | Importancia $I = - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)$ | Valor Máximo de Importancia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------|------|----------|-------|--------------------------------|---------|---------|-------|---------|-------------------------------------|--|---|-----------------------------|-------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|---|---------------|-----------------------|-----------|-------------|------------|--------|--------|-----------|---------|-------------------------|-----------|----------|--------|-------|------|--------|-------|
| | (-) | (+) | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 1 | 2 | | | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| | impacto perjudicial | impacto beneficioso | Baja | Media | Alta | Muy alta | Total | Puntual | Parcial | Extenso | Total | Crítica | Largo plazo | Medio plazo | | | Inmediato | Fugaz | Temporal | Permanente | Recuperable a c. Plazo | Recuperable a m. plazo | Irrecuperable | Simple (sin sinergia) | Sinérgico | Acumulativo | improbable | Dudoso | Cierto | Indirecto | Directo | Irregular y discontinuo | Periódico | Continuo | Mínima | Media | Alta | Máxima | Total |
| | Natural eza | | Intensidad (grado de destrucción) | | | | | Extensión (Area de influencia) | | | | | Momento (plazo de manifestación) | Persistencia (permanencia del efecto) | | | Reversibilidad (recuperabilidad) | Acumulación (incremento progresivo) | Probabilidad (certidumbre de aparición) | Efecto (relación causa efecto) | Periodicidad (regularidad de manifestación) | Percepción social (grado de percepción del impacto por la población) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Signo | | I | | | | | Ex | | | | | Mo | Pr | Rv | Ac | Pb | Ef | Pr | PS | | | | | S | S | | | | | | | | | | | | | | |
| C1M9 | (-) | | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | | 4 | 1 | 4 | | | | | | | | | | 19 | 100 | |
| C2M3 | (-) | | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | | | | 4 | 2 | 4 | | | | | | | | | 22 | 100 | | |
| C2M5 | (-) | | 4 | | | | | 4 | | | | | 1 | | | 2 | | | 2 | | | | | 1 | 2 | 1 | 4 | | | | | | | | | 34 | 100 | | |
| C3M5 | (-) | | 4 | | | | | 4 | | | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | | 1 | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | | 35 | 100 | | |
| C3M24 | (-) | | 4 | | | | | 4 | | | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | 33 | 100 | | |
| C4M5 | (-) | | 8 | | | | | 4 | | | | | 1 | | | 2 | | | 2 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | 42 | 100 | | |
| C4M6 | (-) | | 8 | | | | | 4 | | | | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | 41 | 100 | | |
| C4M21 | (-) | | 8 | | | | | 4 | | | | | 1 | | | 2 | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | 41 | 100 | | |
| C4M25 | (-) | | 2 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | 1 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | | 19 | 100 | | |

La importancia de cada impacto ambiental negativo identificado en la fase de operación, se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 48. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS NEGATIVOS

| FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO | | M000 | | | | | | |
|--|-----|-----------------------------------|---|------------------------------|---------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|
| | | ETAPA: CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
| | | ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO | | | | | | |
| | | Generación de electricidad | Sistema de almacenamiento de agua potable | Distribución de agua potable | Mantenimiento | Valor de la Alteración | Máximo valor de la alteración | Grado de Alteración |
| FACTOR | COD | c1 | c2 | c3 | c4 | | | |
| CLIMA | M1 | | | | | | | |
| CALIDAD DEL AIRE | M2 | | | | | | | |
| RUIDOS Y VIBRACIONES | M3 | | 22 | | | 22 | 100 | 22 |
| GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA | M4 | | | | | | | |
| HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA | M5 | | 34 | 35 | 42 | 111 | 300 | 37 |
| SUELO | M6 | | | | 41 | 41 | 100 | 41 |
| VEGETACION | M7 | | | | | | | |
| FAUNA | M8 | | | | | | | |
| PAISAJE | M9 | 19 | | | | 19 | 100 | 19 |
| RELACIONES ECOLOGICAS | M10 | | | | | | | |
| SISTEMA DE ASENTAMIENTO | M11 | | | | | | | |
| TRANSPORTE | M12 | | | | | | | |
| ACUEDUCTO | M13 | | | | | | | |
| ALCANTARILLADO | M14 | | | | | | | |
| TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | M15 | | | | | | | |
| HABITAT | M16 | | | | | | | |
| ESPACIOS PUBLICOS | M17 | | | | | | | |
| PAISAJE URBANO | M18 | | | | | | | |
| EQUIPAMIENTO DE SERVICIO | M19 | | | | | | | |
| REGULACIONES URB. Y ARQ. | M20 | | | | | | | |
| SALUD | M21 | | | | 41 | 41 | 100 | 41 |
| CALIDAD DE VIDA | M22 | | | | | | | |
| FACTORES SOCIOCULTURALES | M23 | | | | | | | |
| VULNERABILIDAD | M24 | | | 33 | | | | |
| ECONOMIA | M25 | | | | 19 | 19 | 100 | 19 |
| RELACIONES DEPENDENCIA | M26 | | | | | | | |
| FUENTES ENERGETICAS | M27 | | | | | | | |
| Valor Medio de Importancia | | | 32 | | | | | |
| Dispersión Típica | | | 9 | | | | | |
| Rango de Discriminación | | 22 | | | 41 | | | |
| Valor de la Alteración | | 19 | 56 | 68 | 143 | 253 | | |
| Máximo Valor de Alteración | | 100 | 200 | 200 | 400 | | 800 | |
| Grado de Alteración | | 19 | 28 | 34 | 36 | | | 32 |

Valor por encima del rango  IMPACTOS CRÍTICOS
 Valor dentro del rango  IMPACTOS MODERADOS
 Valor por debajo del rango  IMPACTOS IRRELEVANTES

Las medidas ambientales propuestas para la reducción y mitigación de los impactos ambientales negativos identificados en la fase de la construcción del proyecto se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 49. MEDIDAS AMBIENTALES PARA LOS IMPACTOS NEGATIVOS DE LA FASE DE OPERACIÓN

| Código | Actividades del proyecto | Factor ambiental impactado | Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental | Categoría del impacto ambiental | Medida ambiental propuesta | Descripción de la propuesta |
|--------|------------------------------|--|--|---------------------------------|---|--|
| C1M9 | Generación de electricidad | PAISAJE | El paisaje ha sido modificado por los paneles fotovoltaicos | Irrelevante | Modificación mínima | Los paneles fotovoltaicos armonizan con el paisaje |
| C2M3 | Sistema de agua potable | RUIDOS Y VIBRACIONES | Operación de la bomba sumergible | Moderado | Reforestar las zonas cercanas al pozo | La vegetación reducirá el ruido del sistema de agua potable |
| C2M5 | | HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA | Bombeo del agua subterránea | Moderado | Establecer indicadores de consumo de agua | Los indicadores ayudaran a conocer si existe un consumo excesivo de agua |
| C3M5 | Distribución de agua potable | HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA | Consumo de agua potable en las viviendas de la comunidad | Moderado | | |
| C3M24 | | VULNERABILIDAD | Reducción del manto acuífero por un exceso de consumo de agua | Moderado | Crear cambios de sensibilización del uso del agua | Se fomenta un uso racional al recurso hídrico |
| C4M5 | | HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA | Derrame de productos químicos utilizados para el mantenimiento de la bomba | Moderado | Capacitación de la manipulación de los productos químicos | Se crea conciencia sobre el peligro potencial que representan los productos químicos |
| C4M6 | SUELO | Derrame de productos químicos utilizados para el mantenimiento de la bomba | Moderado | | | |
| C4M21 | Mantenimiento | SALUD | Daño al manto acuífero por los productos químicos utilizados para el mantenimiento de la bomba | Moderado | | |
| C4M25 | | ECONOMÍA | Incremento en los costos de mantenimiento del sistema de bombeo | Irrelevante | | |

En la fase de funcionamiento del proyecto, se identificaron los siguientes los impactos ambientales positivos:

TABLA 50. MATRIZ DE CAUSA EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS

| FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO | | ETAPA: FUNCIONAMIENTO | | | |
|--|-----|-----------------------------------|---|------------------------------|---------------|
| | | ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO | | | |
| | | Generación de electricidad | Sistema de almacenamiento de agua potable | Distribución de agua potable | Mantenimiento |
| FACTOR | COD | C1 | C2 | C3 | C4 |
| CLIMA | M1 | | | | |
| CALIDAD DEL AIRE | M2 | | | | |
| RUIDOS Y VIBRACIONES | M3 | | | | |
| GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA | M4 | | | | |
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA | M5 | | | | |
| SUELO | M6 | | | | |
| VEGETACIÓN | M7 | | | | |
| FAUNA | M8 | | | | |
| PAISAJE | M9 | C1M9 | | | |
| RELACIONES ECOLÓGICAS | M10 | | | | |
| SISTEMA DE ASENTAMIENTO | M11 | | | | |
| TRANSPORTE Y VIALIDAD | M12 | | | | |
| ACUEDUCTO | M13 | | | | |
| ALCANTARILLADO | M14 | | | | |
| TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | M15 | | | | |
| HÁBITAT HUMANO | M16 | C1M16 | | C3M16 | |
| ESPACIOS PÚBLICOS | M17 | | | | |
| PAISAJE URBANO | M18 | | | | |
| EQUIPAMIENTO DE SERVICIO | M19 | | | | |
| REGULACIONES URB. Y ARQ. | M20 | | | | |
| SALUD | M21 | | | C3M21 | |
| CALIDAD DE VIDA | M22 | C1M22 | C2M22 | C3M22 | |
| FACTORES SOCIOCULTURALES | M23 | | | | |
| VULNERABILIDAD | M24 | C1M24 | C2M24 | C3M24 | |
| ECONOMÍA | M25 | C1M25 | | C3M25 | C4M25 |
| RELACIONES DEPENDENCIA | M26 | | | | |
| FUENTES ENERGÉTICAS | M27 | C1M27 | | | |

La causa efectos de los impactos ambientales positivos identificados en la fase de funcionamiento es presentada en la siguiente tabla:

TABLA 51. MATRIZ DE CAUSA EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS

| FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO | | ETAPA: FUNCIONAMIENTO | | | |
|--|-----|-----------------------------------|---|------------------------------|---------------|
| | | ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO | | | |
| | | Generación de electricidad | Sistema de almacenamiento de agua potable | Distribución de agua potable | Mantenimiento |
| FACTOR | COD | C1 | C2 | C3 | C4 |
| CLIMA | M1 | | | | |
| CALIDAD DEL AIRE | M2 | | | | |
| RUIDOS Y VIBRACIONES | M3 | | | | |
| GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA | M4 | | | | |
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA | M5 | | | | |
| SUELO | M6 | | | | |
| VEGETACIÓN | M7 | | | | |
| FAUNA | M8 | | | | |
| PAISAJE | M9 | C1M9 | | | |
| RELACIONES ECOLÓGICAS | M10 | | | | |
| SISTEMA DE ASENTAMIENTO | M11 | | | | |
| TRANSPORTE Y VIALIDAD | M12 | | | | |
| ACUEDUCTO | M13 | | | | |
| ALCANTARILLADO | M14 | | | | |
| TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | M15 | | | | |
| HÁBITAT HUMANO | M16 | C1M16 | | C3M16 | |
| ESPACIOS PÚBLICOS | M17 | | | | |
| PAISAJE URBANO | M18 | | | | |
| EQUIPAMIENTO DE SERVICIO | M19 | | | | |
| REGULACIONES URB. Y ARQ. | M20 | | | | |
| SALUD | M21 | | | C3M21 | |
| CALIDAD DE VIDA | M22 | C1M22 | C2M22 | C3M22 | |
| FACTORES SOCIOCULTURALES | M23 | | | | |
| VULNERABILIDAD | M24 | C1M24 | C2M24 | C3M24 | |
| ECONOMÍA | M25 | C1M25 | | C3M25 | C4M25 |
| RELACIONES DEPENDENCIA | M26 | | | | |
| FUENTES ENERGÉTICAS | M27 | C1M27 | | | |

La valoración de los impactos ambientales positivos identificados en la fase de operación del proyecto se muestra en la siguiente tabla:




TABLA 52. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS

| I M P A C T O S | VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)] | Valor Máximo de Importancia | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|------|-------|------|----------|--------------------------------|---------|---------|---------|-------|----------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------------|-------|----------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------|---|-----------------------|--------------------------------|-------------|---|--------|--|-----------|---------|-------------------------|-----------|----------|--|-----------------------------|--------|-------|------|--------|
| | (-) | (+) | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 8 | 12 | | | | | | |
| | impacto perjudicial | impacto beneficioso | Baja | Media | Alta | Muy alta | Total | Puntual | Parcial | Extenso | Total | Crítica | Largo plazo | Medio plazo | Inmediato | Fugaz | Temporal | Permanente | Recuperable a c. Plazo | Recuperable a m. plazo | Irrecuperable | Simple (sin sinergia) | Sinérgico | Acumulativo | improbable | Dudoso | Cierto | Indirecto | Directo | Irregular y discontinuo | Periódico | Continuo | | | Mínima | Media | Alta | Máxima |
| Naturaleza | Intensidad (grado de destrucción) | | | | | | Extensión (Area de influencia) | | | | | Momento (plazo de manifestación) | | | Persistencia (permanencia del efecto) | | Reversibilidad (recuperabilidad) | | Acumulación (incremento progresivo) | | Probabilidad (certidumbre de aparición) | | Efecto (relación causa efecto) | | Periodicidad (regularidad de manifestación) | | Percepción social (grado de percepción del impacto por la población) | | | | | | | | | | | |
| C 1M 9 | (+) | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 34 | 100 |
| C 1M 16 | (+) | | 1 | | | | | 2 | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 32 | 100 |
| C 1M 22 | (+) | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 2 | | 4 | | 4 | | 4 | | 32 | 100 |
| C 1M 24 | (+) | | 1 | | | | | 2 | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 8 | | 4 | | 4 | | 43 | 100 |
| C 1M 25 | (+) | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 | | | 2 | | | 1 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 25 | 100 |
| C 1M 27 | (+) | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 8 | | 4 | | 4 | | 41 | 100 |
| C 2M 22 | (+) | | 1 | | | | | 2 | | | | 4 | | | 4 | | | 1 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 29 | 100 |
| C 2M 24 | (+) | | 1 | | | | | 2 | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 39 | 100 |
| C 3M 16 | (+) | | 1 | | | | | 2 | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 2 | | 4 | | 4 | | 4 | | 34 | 100 |
| C 3M 21 | (+) | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 | | | 4 | | | 1 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 27 | 100 |
| C 3M 22 | (+) | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 | | | 2 | | | 4 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 28 | 100 |
| C 3M 24 | (+) | | 1 | | | | | 2 | | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 8 | | 4 | | 4 | | 43 | 100 |
| C 3M 25 | (+) | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 | | | 2 | | | 1 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 2 | | 8 | | 4 | | 4 | | 31 | 100 |
| C 4M 25 | (+) | | 1 | | | | | 1 | | | | 4 | | | 2 | | | 1 | | | 1 | | 4 | | 4 | | 4 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 25 | 100 |

La importancia de cada impacto ambiental positivo de la fase de operación se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 53. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS POSITIVOS

| FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO | | M000 | | | | | | |
|--|-----|-----------------------------------|---|------------------------------|---------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|
| | | ETAPA: FUNCIONAMIENTO | | | | | | |
| | | ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO | | | | | | |
| | | Generación de electricidad | Sistema de almacenamiento de agua potable | Distribución de agua potable | Mantenimiento | Valor de la Alteración | Máximo valor de la alteración | Grado de Alteración |
| FACTOR | COD | C 1 | C 2 | C 3 | C 4 | | | |
| CLIMA | M1 | | | | | | | |
| CALIDAD DEL AIRE | M2 | | | | | | | |
| RUIDOS Y VIBRACIONES | M3 | | | | | | | |
| GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA | M4 | | | | | | | |
| HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA | M5 | | | | | | | |
| SUELO | M6 | | | | | | | |
| VEGETACION | M7 | | | | | | | |
| FAUNA | M8 | | | | | | | |
| PAISAJE | M9 | 34 | | | | 34 | 100 | 34 |
| RELACIONES ECOLOGICAS | M10 | | | | | | | |
| SISTEMA DE ASENTAMIENTO | M11 | | | | | | | |
| TRANSPORTE | M12 | | | | | | | |
| ACUEDUCTO | M13 | | | | | | | |
| ALCANTARILLADO | M14 | | | | | | | |
| TRATAMIENTO DES. SOLIDOS | M15 | | | | | | | |
| HABITAT | M16 | 32 | | 34 | | 66 | 200 | 33 |
| ESPACIOS PUBLICOS | M17 | | | | | | | |
| PAISAJE URBANO | M18 | | | | | | | |
| EQUIPAMIENTO DE SERVICIO | M19 | | | | | | | |
| REGULACIONES URB. Y ARQ. | M20 | | | | | | | |
| SALUD | M21 | | | 27 | | 27 | 100 | 27 |
| CALIDAD DE VIDA | M22 | 32 | 29 | 28 | | 89 | 300 | 30 |
| FACTORES SOCIOCULTURALES | M23 | | | | | | | |
| VULNERABILIDAD | M24 | 43 | 39 | 43 | | 125 | 300 | 42 |
| ECONOMIA | M25 | 29 | | 31 | 29 | 81 | 300 | 27 |
| RELACIONES DEPENDENCIA | M26 | | | | | | | |
| FUENTES ENERGETICAS | M27 | 41 | | | | | | |
| Valor Medio de Importancia | | | 33 | | | | | |
| Dispersión Típica | | | 6 | | | | | |
| Rango de Discriminación | | 27 | | | 39 | | | |
| Valor de la Alteración | | 207 | 68 | 163 | 25 | 422 | | |
| Máximo Valor de Alteración | | 600 | 200 | 500 | 100 | | 1300 | |
| Grado de Alteración | | 35 | 34 | 33 | 25 | | | 32 |

Valor por encima del rango  IMPACTOS RELEVANTES
 Valor dentro del rango  IMPACTOS MODERADOS
 Valor por debajo del rango  IMPACTOS IRRELEVANTES

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los efectos directos de los impactos ambientales positivos identificados en la fase de funcionamiento del proyecto:

TABLA 54. RESUMEN DE LOS EFECTOS DIRECTOS DE LOS IMPACTOS POSITIVOS FASE DE FUNCIONAMIENTO

| <i>Código</i> | <i>Actividades del proyecto</i> | <i>Factor ambiental impactado</i> | <i>Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental</i> | <i>Categoría de los impactos</i> |
|---------------|---|-----------------------------------|--|----------------------------------|
| C1M9 | Generación de electricidad | PAISAJE | Armoniza con el paisaje de la zona | Moderado |
| C1M16 | | HÁBITAT HUMANO | Mejora el hábitat en la zona | Moderado |
| C1M22 | | CALIDAD DE VIDA | Mejora la calidad de vida de los pobladores | Moderado |
| C1M24 | | VULNERABILIDAD | Reduce la dependencia de energía eléctrica comercial | Moderado |
| C1M25 | | ECONOMÍA | Genera fuentes de empleos | Irrelevante |
| C1M27 | | FUENTES ENERGÉTICAS | Garantiza un suministro de energía eléctrica limpia y sostenible | Relevante |
| C2M22 | Sistema de almacenamiento de agua potable | CALIDAD DE VIDA | Reduce la dependencia de energía eléctrica comercial | Moderado |
| C2M24 | | VULNERABILIDAD | Garantiza un suministro casi continuo de agua potable | Relevante |
| C3M16 | Distribución de agua potable | HÁBITAT HUMANO | Mejora las condiciones higiénicas de los pobladores | Moderado |
| C3M21 | | SALUD | Reduce las enfermedades provocadas por agua no tratada para su consumo | Moderado |
| C3M22 | | CALIDAD DE VIDA | Reduce la dependencia de energía eléctrica comercial | Moderado |
| C3M24 | | VULNERABILIDAD | Aumenta la disponibilidad de agua potable para la comunidad | Relevante |
| C3M25 | | ECONOMÍA | Genera fuentes de empleos | Moderado |
| C4M25 | Mantenimiento | ECONOMÍA | Genera fuentes de empleos | Irrelevante |

XIII. CONCLUSIONES GENERALES

El presente Estudio de Prefactibilidad concluye la necesidad de ejecutar un proyecto de generación de energía para el sistema de bombeo de agua potable por medio de la instalación de paneles fotovoltaicos en la Comunidad de Sacaclí, que satisfaga la necesidad de bombear agua potable en horas solares con la eficiencia requerida de bombear y cubrir la demanda total de agua en la Comunidad, de manera que se reduzca la facturación de energía eléctrica convencional para el bombeo de agua potable.

En el Estudio de Mercado se determinó la demanda actual y se proyectó la demanda poblacional para dimensionar el sistema fotovoltaico para el bombeo de agua potable. Se determinó que el caudal de diseño equivale a 95 m³/día para el año 20.

En el aspecto técnico, el dimensionamiento del sistema fotovoltaico para el bombeo de 95m³ agua potable al día en la comunidad de Sacaclí, requiere una capacidad instalada de 4,160 Wp compuesto por 16 paneles solares de 260 Wp; que generan 21 kWh/día de energía promedio. Con la incorporación del sistema fotovoltaico se tendrá un ahorro en facturación de energía del 50%.

Desde el punto de vista financiero; se requieren de US\$ 10; 570.90 para la instalación del sistema fotovoltaico. Se establece que el proyecto es rentable financieramente dado al resultado de cálculo de los indicadores financieros ($TIR = 33\%$, $VAN = \$ 21,123.81$ y $R B/C = 1.94$). Una vez obtenido el flujo financiero, se transformaron los costos en Inversión fija y de reemplazo a precios sociales; resultando que desde el punto de vista social, el proyecto es rentable dado sus indicadores económicos ($TIR = 45\%$, $VAN = \$ 56,977.51$ y $R B/C = 5.39$). Estos parámetros indican que el proyecto de reducción en el consumo de energía eléctrica convencional, debido al uso de paneles fotovoltaicos, repercute de manera viable al bienestar social.

De acuerdo con la evaluación ambiental, los impactos registrados no repercuten en daño en gran medida para la comunidad o personas vinculadas al proyecto, así como tampoco para la flora y fauna de la zona.

XIV. RECOMENDACIONES

Para que el proyecto tenga el éxito propuesto en el documento, se recomienda las siguientes acciones:

- Implementar una campaña permanente sobre el uso racional del vital líquido, con el fin de controlar la demanda de agua potable y cuidar el recurso hídrico.
- Evaluar el funcionamiento del sistema fotovoltaico para validar los niveles de producción de energía eléctrica y cuantificar los ahorros generados.
- Realizar inspección previa en el sistema de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE existente para determinar la causa de consumo de agua no registrada.
- Dar seguimiento y actualizar los gastos por energía eléctrica, ya que éste es un parámetro sensible en lo que se refiere en incremento de tarifa eléctrica.

XV. BIBLIOGRAFÍA

- Aguero Pittman, R. (s.f.). *Agua potable para poblaciones rurales* (Primera edición ed.). Lima: Asociacion Servicios Educativos Rurales.
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de proyectos* (Séptima edición ed.). México: McGraw-Hill.
- Baca, G. (2010). *Evaluación de proyectos* (Sexta edición ed.). México D.F., México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco. (2004). *Guía de evaluación de aspectos ambientales de producto*. Bilbao, España: IHOBE.
- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados . (2008). *Plan de desarrollo constitucional 2008 - 2012*. Managua.
- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (2013). *Plan Estratégico de Desarrollo Institucional de ENACAL Período 2013 - 2017*. Managua, Nicaragua.
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. (2012). *Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016*. Managua.
- Instituto nacional de información de desarrollo. (2015). *Anuario estadístico 2015*. Managua.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (s.f.). *Normas rurales Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*. Managua, Nicaragua.
- Miranda Miranda, J. J. (s.f.). *Gestión de proyectos* (Cuarta edición ed.). Bogotá: MM editores.
- Morales Castro, A., & Morales Castro, J. (2009). *Proyectos de inversión* (Primera edición ed.). México: McGraw-Hill.
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (Sexta edición ed.). Pensilvania, Estados Unidos de América: Institute, Project Management.

Rosales Rivera, B. (s.f.). Evaluación de impacto ambiental. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería.

Sistema Nacional de Inversiones Públicas. (13 de Febrero de 2019). *Sistema Nacional de Inversiones Públicas*. Obtenido de <http://www.snip.gob.ni/Normativa/Preinversion>

Weather Spark. (10 de junio de 2017). *Weather Spark*. Obtenido de El clima promedio en la Concordia: <https://bit.ly/2Y4t38H>

XVI. ANEXOS

1. Dimensionamiento del Sistema
2. Instrumentos de Recopilación de Datos
 - a. Encuesta
 - b. Entrevista
3. Cotización del Sistema Fotovoltaico

1. Dimensionamiento del sistema



BERNT LORENTZ GmbH
 Siebenstuecken 24
 D-24558 Henstedt-Ulzburg
 www.lorentz.de

Tel: +49-(0)4193 8806-700
 Fax:
 info@lorentz.de

mañes, 5 de noviembre de 2019

Comité de Agua Potable Sacacli(CAPS)

Proyecto de bombeo solar

Nota: Atención: Erika González

Parámetro

| | | | |
|-------------------------------|--|-----------------------|---------------------------------|
| Lugar: | Nicaragua, San Rafael Del Norte (13° Norte, 87° Oeste) | Temperatura del agua: | 25 °C |
| Rendimiento diario requerido: | 95 m³. Dimensionamiento para mes promedio | Pérdida por suciedad: | 5,0 % Cable motor: 50 m |
| Tipo de tubería: | plastic, drawn/pressed, new; 0,007 mm | Altura estática: | 32 m Longitud de tubería: 500 m |

Productos

| Cantidad | Detalles |
|------------|---|
| 1 pz. | Sistema de bomba sumergible, incluido regulador con DataModule, motor y extremo de la bomba |
| 16 pz. | 4.160 Wp; 8 x 2 módulos PV, 15 ° inclinado |
| 50 m | 4 mm² Cable trifásico para la corriente y cable monofásico para la conexión a tierra |
| 500 m | 80 mm (diámetro interior) Tubería |
| 1 conjunto | Well Probe V2, Float Switch, PV Disconnect 440-40-3, Surge Protector2 |

Sun Sensor setting in PumpScanner

min. 100 W/m²

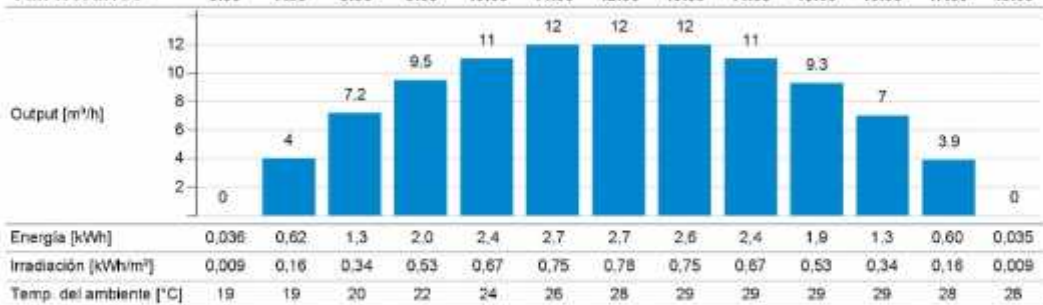
Rendimiento diario en mes promedio

97 m³

Val. diarios



Val. horarios

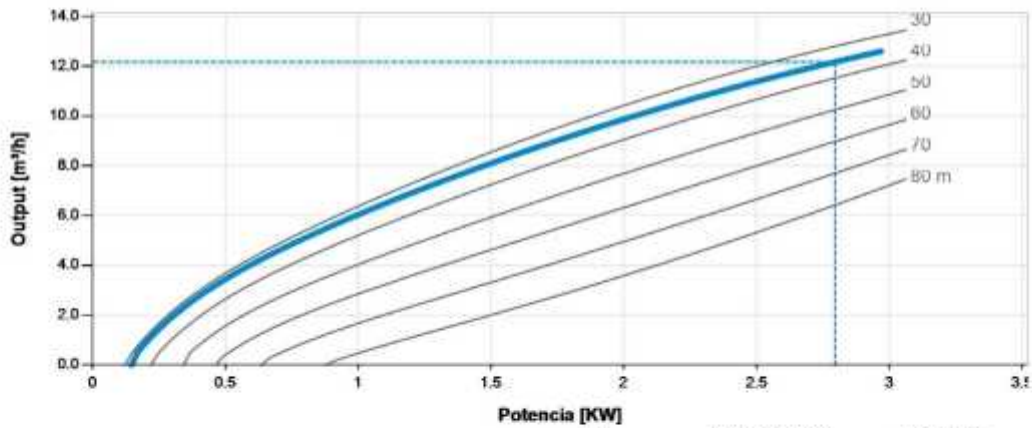


martes, 5 de noviembre de 2019

Comité de Agua Potable Sacacli(CAPS)

Proyecto de bombeo solar

Característica del sistema



| | | | Min. | 800 W/m², 20 °C | Max./STC* |
|---------------------------|------------------------|--------|-------|-----------------|-----------|
| Generador PV | Temperatura de celda | [°C] | | 46 | 25 |
| | Pérdida de temperatura | [%] | | 8,8 | - |
| | Pérdida por suciedad | [%] | | 5,0 | - |
| | Pmax | [Wp] | | 2.885 | 4.160 |
| | Vmp | [V] | | 228 | 250 |
| | Imp | [A] | | 13 | 17 |
| | Voc | [V] | | 276 | 303 |
| | Isc | [A] | | 14 | 18 |
| | Pout | [W] | | 2.885 | - |
| | Vout | [V] | | 229 | - |
| Iout | [A] | | 13 | - | |
| Cable motor | Pérdida de potencia | [%] | 0,80 | 2,9 | 2,9 |
| Sistemas de bombeo | Potencia motor | [W] | 147 | 2.795 | 2.970 |
| | Voltaje motor | [V EC] | 85 | 205 | 213 |
| | Corriente motor | [A] | 1,7 | 14 | 14 |
| | Revoluciones motor | [rpm] | 1.820 | 2.980 | 3.055 |
| | Flujo | [m³/h] | 0 | 12 | 13 |
| | Eficiencia | [%] | 0 | 40 | 60 |
| Tubería | Velocidad de flujo | [m/s] | 0 | 0,67 | 0,70 |
| | Pérdida por fricción | [m] | 0,003 | 2,9 | 3,1 |

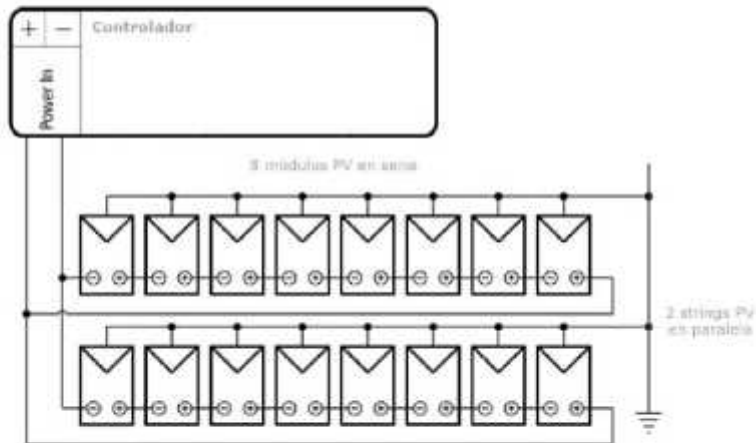
*STC: Condiciones estándares de prueba: 1.000 W/m², temperatura de célula 25 °C

martes, 5 de noviembre de 2019

Comité de Agua Potable Sacacli(CAPS)

Proyecto de bombeo solar

Diagrama de cableado



2. Instrumentos de Recopilación de Datos

a. Guía de Encuesta

Estudio de Prefactibilidad para el cambio de energía convencional por energía fotovoltaica para el sistema de bombeo de agua potable en la Comunidad de Sacacé, Municipio de San Rafael del Norte

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

1. Datos Generales

Comunidad: _____ Nombre Mini Acueducto: _____

MABE: MAG:

Nombre del Usuario: _____

No. de personas en la vivienda: _____ Hombres: _____ Mujeres: _____

Niños: _____

No. de Personas que trabajan fuera de la comunidad: _____

No. de personas que van a clases: _____

2. Datos del suministro

Consumo de agua mensual en m³: _____ ¿cuántas horas tiene de servicio?: _____

Actividad económica a la que se dedica: Pulpería: Comidería: Hospedaje: Agricultura:

Otros:

¿Tiene pozo u otra fuente de agua?: Sí No

¿Utiliza esa fuente alternativa de agua?: Sí No

3. Datos de facturación

¿Cuánto paga al mes por el servicio? (aproximado en C\$): _____

¿Tuvo fugas de agua en el último año?: Sí No

4. Servicios de agua:

¿En qué utiliza el agua del sistema? Seleccione todas las opciones que aplique.

Bañarse: Limpiar la Casa: Cocinar: Lavar: Descarga de inodoro:

Lavadora: Regar el patio: Regar camino o calle: Regar plantas:

Agua a animales: Lavar carro: En el negocio: Otros:

¿Tiene letrina?: Sí No ¿Está en uso la letrina?: Sí No No. de letrinas _____

Tipo de letrina: _____ ¿La letrina consume agua?: Sí No

b. Guía de Entrevista

Estudio de Prefactibilidad para el cambio de energía convencional por energía fotovoltaica para el sistema de bombeo de agua potable en la Comunidad de Sacaclí, Municipio de San Rafael del Norte

INFORMACIÓN DE LOS CAPS

Comunidad: _____

Nombre Mini Acueducto: _____ MABE: MAG:

Número de usuarios: _____

Conforme Registros de la administración, recopilar la información siguiente:

Aspectos administrativos - financieros:

- Tipo de entidad
- Personería jurídica
- Catastro de usuarios
- Datos de medición por usuario (registro de un año)
- Porcentaje de mora
- Tipo de tarifa (fija o por consumo)
- Tratamiento especial con tarifa solidaria (subsídios)
- Año de constitución o funcionamiento del sistema

Aspectos Técnicos – operativos

- Cobertura
- Dotación

3. Cotización del sistema fotovoltaico



Barrío Edgar Munguía, Semáforos de ENEL Central 50 metros al sur.
 Patateña UNAN.
 t: 2278-2630/6644
 RUC: J0310000322058

| Día | Mes | Año |
|-----|-----|------|
| 5 | 11 | 2019 |

OFERTA

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|--|
| Sres.: | ERICKA GONZALEZ | Teléfono | |
| Atención | | email | |
| Dirección | | | |

| ID | Unds | Descripción | Precio | Importe |
|-----------|------|---|-------------|------------|
| 23-000450 | 16 | LC260-P60, PV-MODULE | \$ 169.00 | \$ 2704.00 |
| 07-000540 | | PU4000 C-SJB-15, Rp 2", UL | \$ 2,382.00 | \$2,382.00 |
| 19-000000 | 1 | SENSOR DE NIVEL (SAC 9032890000000) | \$ 80.00 | \$80.00 |
| 19-000030 | 1 | INTERRUPTOR DE FLOTACION (SAC 9032890000000) | \$ 25.00 | \$25.00 |
| 07-000540 | 1 | PS2-4000 CONTROLLER-4.0KVA | \$ 1256.30 | \$ 1256.30 |
| MNSPD-300 | 1 | ARRESTOR DE VOLTAJE MIDNITE (SAC 85363010000000) | \$ 149.00 | \$149.00 |
| 19-000280 | 1 | PROTECTOR DE PICOS (SAC 85363010000000) | \$ 27.00 | \$27.00 |
| 19-000137 | 1 | CAJA DE DESCONEJION FOTOVOLTAICA (SAC 8537100000000) | \$ 186.00 | \$186.00 |
| 19-000220 | 1 | TUBO DE PROTECCION PARA BOMBA SUMERGIBLE (SAC 84139100000000) | \$ 80.00 | \$80.00 |
| | 1 | MATERIAL DE INSTALACION BOMBA (SAC 8539312000) | \$ 710.00 | \$710.00 |
| | 1 | TRANSPORTE E INSTALACION (SAC 8539312000) | \$ 688.00 | \$688.00 |
| | | | | |
| | | | Sub total | \$ 8367.30 |
| | | | Impuesto | \$1255.10 |
| | | | Total | \$9,622.85 |

Validez de la oferta: 30 días

El equivalente de la oferta en córdobas se obtiene con la tasa de cambio oficial.
 De ser aceptada la oferta, favor firmarla y enviarla al correo david.cruz@sunisolar.com

DOUGLAS GONZALEZ
 Entregué Conforme

Recibí Conforme

SUNISOLAR marca registrada por INVERSIONES KOMP, S.A.