

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES



COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS.

PROYECTO DE CULMINACIÓN DE ESTUDIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.

ELABORADO POR

Br: Juárez Reyes Johan Marcelo

Ingeniería Civil

Br: Rocha Vega Franklin Isaac

Ingeniería Civil

Br: Vanegas Méndez Carlos Manuel

Ingeniería Civil

TUTOR:

Arq. César Valladares

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES



COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS.

Curso de Culminación en Proyecto de Graduación para optar al título de

Ingeniero Civil

AVAL DE TUTOR

Arquitecto César Valladares

tienen a bien:

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Graduación con el título **“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025.”**, elaborado por los estudiantes Johan Marcelo Juárez Reyes, Franklin Isaac Rocha Vega y Carlos Manuel Vanegas Méndez, ha sido dirigida por el suscrito.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del Proyecto de Graduación, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC Campus León a 23 de enero de 2025.

Arq. César Valladares

Tutor

DEDICATORIA

Con gratitud y humildad, dedicamos este trabajo a nuestro Padre Celestial Dios, fuente de inspiración y guía constante durante todo el camino académico y personal.

A nuestros padres, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable al sido el cimiento sobre el cual se han construido nuestros logros.

A nuestros docentes, cuya dedicación y apoyo nos crearon un cimiento sobre el cual construiremos nuestros futuros y logros.

El presente logro no habría sido posible sin la fe en Dios, en realmente creer que el nos acompañó durante todo este transcurso, con su mano mostrándonos el camino y con su palabra dándonos las fuerzas y el valor de seguir caminando. El amor, apoyo y sacrificio de nuestros padres, lo cual han dado más de lo que podían por vernos triunfar. Nuestro más profundo agradecimiento a nuestros pilares en este viaje.

Que este proyecto de graduación sea un tributo modesto a su dedicación, amor y apoyo a lo largo de esta travesía.

Resumen.

El presente proyecto propone diseñar un sistema de abastecimiento de agua para la comunidad de Abangasca Sur, con el objetivo de responder de manera integral a sus necesidades específicas. Mediante un análisis detallado, se identificaron los problemas que enfrenta la comunidad, justificando así la intervención. Se realizaron estudios y análisis de la zona para determinar el punto de inicio y el método más adecuado para el diseño del abastecimiento de agua. El diseño propuesto se basa en normativas específicas y aplicaciones prácticas que consideran la topografía, el manto acuífero y la presión necesaria para la correcta distribución del agua. Estas herramientas permitieron establecer las bases del proyecto, asegurando que se atiendan las particularidades del terreno y las necesidades de la comunidad. El estudio metodológico recopiló información que demuestra la falta de acceso suficiente al agua en Abangasca Sur, lo que limita las actividades diarias de los habitantes. Se evaluaron aspectos técnicos y de sostenibilidad para garantizar la viabilidad a largo plazo del proyecto. Este enfoque integral no solo busca resolver el problema inmediato de abastecimiento, sino también promover un futuro más próspero y seguro para la comunidad.

Abstract.

This project proposes to design a water supply system for the Abangasca Sur community, with the objective of comprehensively responding to its specific needs. Through detailed analysis, the problems facing the community were identified, thus justifying the intervention. Studies and analyzes of the area were carried out to determine the starting point and the most appropriate method for the design of the water supply. The proposed design is based on specific regulations and practical applications that consider the topography, the aquifer and the pressure necessary for the correct distribution of water. These tools allowed us to establish the foundations of the project, ensuring that the particularities of the land and the needs of the community are addressed. The methodological study collected information that demonstrates the lack of sufficient access to water in Abangasca Sur, which limits the daily activities of the inhabitants. Technical and sustainability aspects were evaluated to guarantee the long-term viability of the project. This comprehensive approach not only seeks to solve the immediate supply problem, but also promote a more prosperous and secure future for the community.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.	3
1.1 Antecedentes	3
1.1.1 Internacionales.	3
1.1.2 Nacionales.	4
1.1.3 Locales.	6
1.2 Objetivos.	8
1.2.1 Objetivo General.	8
1.2.2 Objetivos específicos.	8
1.3 Descripción del Problema.	9
1.4 Justificación.	10
1.5 Alcance y limitaciones.	12
Capítulo II MARCO TEÓRICO.	13
2.1 Marco Conceptual.	13
2.2 Marco Legal.	28
2.3 Marco Institucional.	31
Capítulo III METODOLOGÍA.	40
3.1 Tipo de Proyecto	40
3.1.1 Según procedencia del capital.	40
3.1.2 Según el sector.	41
3.1.3 Según su orientación.	42
3.1.4 Según su área de influencia	43
3.2 Método de Estudio	44
3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos.	45
3.4 Procesamiento de datos y análisis de la información.	50
Capítulo IV DIAGNOSTICO SITUACIONAL.	59
4.1 Diagnóstico.	59
4.2 Antecedentes.	59
4.3 Macro y Micro Localización.	61

4.3.1	Macro localización.....	61
4.3.2	Micro localización.....	61
4.3.3	El Sitio.....	62
4.4	Accesibilidad.....	63
4.5	Caracterización del Entorno (natural o construido).....	64
4.6	Infraestructura y equipamiento.....	75
4.7	Aspectos socioeconómicos.....	78
4.8	Identificación de riesgos y afectaciones.....	85
	Capítulo V ESTUDIOS DE INGENIERÍA.....	90
5.1	Topografía.....	90
5.2	Geología.....	93
5.3	Hidrología.....	95
	Capítulo VI ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	98
6.1	Análisis de estudios de ingeniería.....	98
6.1.1	Diagnóstico situacional.....	98
6.1.2	Topografía.....	99
6.1.3	Geología.....	100
6.1.4	Hidrología.....	101
6.2	Análisis de riesgos.....	103
6.2.1	Matriz de Leopold.....	103
6.2.2	Riesgo Laboral (Matriz de Riesgos).....	105
6.3	Propuesta de diseño.....	108
6.3.1	Demanda de la población (Calculo de proyección de población).....	108
6.4	Diseño de red de distribución.....	113
6.5	Presupuesto.....	117
6.6	Cronograma de ejecución.....	120
	Capítulo VII Conclusiones.....	121
	Capítulo VIII Recomendaciones.....	123
	BIBLIOGRAFÍA.....	124
	ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estado del agua	14
Figura 2 Importancia del agua.....	15
Figura 3 Uso sostenible del agua	16
Figura 4 Conducción por bombeo	18
Figura 5 Conducción por gravedad	18
Figura 6 Conexiones Domiciliares.....	19
Figura 7 Estación de Bombeo	19
Figura 8 Parteaguas.....	20
Figura 9 Prueba de Bombeo	21
Figura 10 Tanque de almacenamiento de agua.....	21
Figura 11 Logo ENACAL.....	31
Figura 12 Logo Alcaldía Municipal de León	34
Figura 13 Logo UCC	37
Figura 14 Logo Google Maps.....	46
Figura 15 Logo Civil3D.....	48
Figura 16 Logo EPANET.....	49
Figura 17 Macro localización.....	61
Figura 18 Micro localización.....	62
Figura 19 El Sitio	62
Figura 20 Clima de León	64
Figura 21 Probabilidad diaria de precipitación en León.....	65
Figura 22 Temperatura máxima y mínima promedio en León	66
Figura 23 Temperatura promedio por hora en León.....	66
Figura 24 Velocidad promedio del viento en León	67
Figura 25 Horas de luz natural y crepúsculo en León	68
Figura 26 Salida del sol y puesta del sol con crepúsculo en León	69
Figura 27 Niveles de comodidad de la humedad en León	70
Figura 28 Relieve del departamento de León.....	71
Figura 29 Cuencas hidrográficas de la vertiente del pacífico	72
Figura 30 Volcanes de la geología de Nicaragua.....	73

Figura 31 Fauna del departamento de León	74
Figura 32 Matriz de Fuentes de Trabajo, ingresos y egresos de la Comunidad de Abangasca Sur.....	81
Figura 33 Matriz de migración, comercialización, festividades y otros de la comunidad de Abangasca sur	83
Figura 34 Mapa de textura del sub suelo de Nicaragua	93
Figura 35 Mapa geológico de Nicaragua.....	94
Figura 36 Disponibilidad y extracciones de aguas subterráneas en los principales acuíferos del país	95
Figura 37 Cuencas hidrográficas del pacífico.....	97
Figura 38 Ríos existentes en el departamento de León	97
Figura 39 Diagrama ISHIKAWA	98
Figura 40 Curvas de nivel y distribución de red.....	99
Figura 41 Cuencas hidrográficas de la vertiente del pacífico	101
Figura 42 Mapa hidrográfico Abangasca Sur	102
Figura 43 Crecimiento poblacional proyectado a 20 años.....	109
Figura 44 Diseño de alturas topográficas y longitudes de tuberías	113
Figura 45 Diseño de presiones y velocidad de flujo del sistema de abastecimiento de agua	113
Figura 46 Diseño de demanda base	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Problema, Causa, Efecto.....	9
Tabla 2 Tipos de componentes y periodos de diseños de sistemas de abastecimiento de agua	23
Tabla 3 Normas para el desarrollo de abastecimiento de agua potable.....	28
Tabla 4 Censo poblacional de Abangasca Sur.....	47
Tabla 5 Puntos de levantamiento topográfico	91
Tabla 6 Matriz de Leopold para estudio de impacto ambiental	104
Tabla 7 Clasificación de riesgos.....	105
Tabla 8 Matriz de exposición del personal a altas temperaturas.....	105
Tabla 9 Matriz de riesgo de ruido, vibraciones y partículas.....	105
Tabla 10 Matriz de riesgo de postura y movimientos repetitivos	106
Tabla 11 Matriz de riesgo a enfermedades o infecciones	106
Tabla 12 Matriz de riesgo de inhalación de gas proveniente de pega de tubería PVC	106
Tabla 13 Matriz de golpes y caídas del personal	107
Tabla 14 Crecimiento poblacional de la comunidad Abangasca Sur proyectado a 20 años	108
Tabla 15 Red de longitudes de tuberías.....	115
Tabla 16 Red de Nodos	116
Tabla 17 Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable en Excel ...	118
Tabla 18 Presupuesto de tanque de almacenamiento, sistema de bombeo y estructura de soporte	119
Tabla 19 Costo total del proyecto.....	119
Tabla 20 Cronograma del proyecto en Microsoft Excel.....	120

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Pozo	127
Anexo 2 Pozo Comunitario.....	127
Anexo 3 Escuela	128
Anexo 4 Escuela multigrado.....	128
Anexo 5 Área de recreo en escuela multigrado.....	129
Anexo 6 Espacio recreativo de la comunidad Abangasca Sur	129



INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo central desarrollar un Sistema de Abastecimiento de Agua potable para la comunidad de Abangasca Sur. Se contextualiza la necesidad del acceso al agua potable a nivel global y local, identificando desafíos y éxitos previos en proyectos similares. Se justifica la intervención mediante un análisis detallado de los problemas actuales de la comunidad y se exploran los alcances y limitaciones del proyecto.

En el capítulo I Se profundiza en el estudio y caracterización del agua, incluyendo su definición, características y su importancia para el diseño del sistema de abastecimiento. Se destacan las normativas y regulaciones pertinentes y las instituciones encargadas de su cumplimiento.

El Capítulo II se adentra en el estudio y caracterización del agua en sí mismo. Se exploran su definición, características y diferentes estados relacionados con el mecanismo de diseño de abastecimiento de agua en la comunidad al cual se implementan en el documento, así como se destaca la importancia del uso sostenible de este recurso vital. Además, se abordan las normativas y regulaciones pertinentes para el desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua, junto con las instituciones relacionadas que velan por su cumplimiento.

La metodología utilizada se detalla en el Capítulo III, especificando los tipos de proyectos considerados, la unidad de análisis y los métodos para la recolección y procesamiento de datos, garantizando la rigurosidad y validez de los resultados.

Capítulo IV se encuentra el diagnóstico situacional proporciona un análisis de las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad el entorno natural, ayuda a identificar los problemas que se deben resolver y a definir cómo se abordarán. revela la lucha diaria de la comunidad por acceso al agua potable debido a que no existe una red de distribución de agua en la comunidad. Este problema no solo afecta el bienestar diario de los residentes, sino que también podría limitar su desarrollo socioeconómico a largo plazo.



Capítulo V presenta los Estudios de Ingeniería que constituyen la base esencial para la planificación, desarrollo y ejecución del diseño propuesto en este trabajo. Estos estudios proporcionan los datos y fundamentos necesarios para asegurar que el proyecto se lleve a cabo de manera eficiente y con un enfoque técnico adecuado, orientando las decisiones durante todo el proceso de ejecución en el proyecto.

Capítulo VI: Análisis de Resultados

Este capítulo se enfoca en la evaluación de los estudios de ingeniería realizados, a partir de los cuales se presentan los resultados obtenidos, tales como el diseño, presupuesto, cronograma de control y ejecución de la obra. Además, se analiza el impacto ambiental futuro del proyecto y se establece un plan de control para la prevención y mitigación de riesgos laborales, asegurando que todos los aspectos técnicos y de seguridad sean adecuadamente gestionados.

Capítulo VII: Conclusiones

En este capítulo se exponen las conclusiones derivadas de los resultados presentados en el anterior capítulo, evaluando el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto. Se resumen los principales logros alcanzados y las soluciones implementadas.

Capítulo VIII: Recomendaciones

Este capítulo ofrece las recomendaciones necesarias para proyectos relacionados con los sistemas de abastecimiento de agua potable. Estas recomendaciones están alineadas con los hallazgos y resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto.



Capítulo I PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Internacionales.

El estudio "Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para Cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones" liderado por Lossio Aricoché y Moira, aborda la necesidad crítica de acceso al agua potable en áreas rurales. En colaboración con la Universidad de Piura, se empleó una metodología integral que incluyó el análisis de normativas nacionales y la integración de tecnología solar fotovoltaica. Los resultados destacan la implementación exitosa de paneles solares para alimentar bombas de agua, asegurando un suministro constante y mejorando significativamente la calidad de vida de los habitantes rurales. Las conclusiones resaltan la importancia de la participación comunitaria en la gestión y mantenimiento del sistema, subrayando que la implicación activa de la población local garantiza la viabilidad y sostenibilidad a largo plazo, sentando las bases para futuros proyectos de desarrollo comunitario. (Lossio, 2012)

El estudio "Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Pobladores del Asentamiento Humano Los Conquistadores, Nuevo Chimbote – 2017" dirigido por Revilla Leyva y Lisbet, examina la importancia del acceso al agua potable en el bienestar de la comunidad del Asentamiento Humano Los Conquistadores. Se basa en normativas como la E-030 y el ACI 360 para diseñar un sistema eficiente y sostenible, utilizando el programa WaterCad para la planificación de la red de distribución. Los resultados proyectan un suministro constante de agua potable a los 513 lotes, con el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de los habitantes. Se concluye que la participación comunitaria es esencial para el éxito del proyecto, asegurando su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo, y sentando las bases para futuras iniciativas de desarrollo comunitario. (Revilla, 2017)



El estudio "Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Disposición de Excretas de la Población del Corregimiento de Monterrey, Municipio de Simití, Departamento de Bolívar, Proponiendo Soluciones Integrales al Mejoramiento de los Sistemas y la Salud de la Comunidad" liderado por Terry González Scancelli, aborda la grave situación de acceso al agua potable y saneamiento básico en el Corregimiento de Monterrey, en Colombia. La investigación se enfoca en caracterizar la problemática del agua de consumo en la comunidad, tomando en cuenta normativas técnicas y teorías relacionadas. La metodología incluyó la recolección y análisis de muestras de agua, así como encuestas a la población local. Los resultados revelaron áreas de mejora en el sistema de abastecimiento y propusieron soluciones integrales para garantizar un suministro seguro y constante de agua, además de considerar la disposición adecuada de excretas como parte fundamental de la salud comunitaria. Se concluye que la participación activa de la comunidad es esencial para implementar las soluciones propuestas y mejorar la calidad de vida y la salud de los habitantes de Monterrey. (González, 2013)

1.1.2 Nacionales.

El trabajo "Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Proyecto Urbanización de Bethel, Managua, Nicaragua" dirigido por Br. Roger Roberto Jerez Esquivel, se centra en la necesidad imperante de acceso al agua potable para mejorar las condiciones de vida y salud en la Urbanización de Bethel, ubicada en Ciudad Sandino, Managua. El diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) se ha fundamentado en normativas del ente regulador INAA y otras instituciones pertinentes. La metodología consideró las características socioeconómicas, topográficas y fuentes de abastecimiento locales. Los resultados del diseño garantizan la capacidad de producción de agua necesaria para satisfacer las demandas de la urbanización, proyectando mejoras significativas en la calidad de vida de sus habitantes. Se concluye que la implementación exitosa del sistema requerirá la participación activa de la comunidad y el apego a las normativas, destacando la importancia del acceso al agua potable para el bienestar de todos los residentes de la urbanización. (Jerez, 2017)



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

El estudio "Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Centro Poblado Valle Azul, Río Negro – 2020" liderado por Jordy Mauro y Cusichi León aborda la problemática del abastecimiento de agua en el centro poblado Valle Azul. La metodología aplicada comprendió la identificación y recolección de datos, utilizando fichas técnicas, encuestas y estudios topográficos, físico-químicos y bacteriológicos del agua. Los resultados del diseño del sistema incluyen componentes como una captación de tipo ladera, una línea de conducción con tubería PVC-10 y tres cámaras rompe presión, válvulas de purga y aire, un reservorio de 8.5 m³, una línea de aducción y una red de distribución. Se concluye que este diseño satisfará las necesidades de abastecimiento de agua potable de Valle Azul, y se destaca la importancia de la participación comunitaria para el éxito del proyecto. Se espera que este sistema mejore significativamente la calidad de vida de los habitantes al garantizar un suministro constante y seguro de agua. (Cusichi, 2020)

El proyecto "Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable mediante Mini acueducto por Gravedad en el Reparto Marvin Meléndez, Municipio El Viejo – Chinandega. En el Periodo Julio a noviembre de 2023." liderado por Br. Rosmery Alejandra Carrasco Méndez, Br. Denisse Valeria Castro, y Br. Harold Antonio Rivera Martínez, se enfoca en satisfacer la demanda de agua potable en la comunidad Marvin Meléndez del municipio de El Viejo. La metodología incluyó estudios técnicos en topografía, hidrología y suelos para proponer un diseño eficiente del sistema. Los resultados comprenden un sistema de captación por gravedad, una línea de conducción eficiente, un reservorio y una red de distribución proporcional a la demanda. Se concluye que el sistema diseñado garantizará un funcionamiento eficiente y una distribución adecuada del agua potable en el Reparto Marvin Meléndez, con un presupuesto total de \$1,056,218.78 y un cronograma de ejecución establecido para seguir las etapas de obra. (Carrasco, Castro, & Rivera, 2023)



1.1.3 Locales.

El estudio "Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial del Residencial Praderas de Nuevo León Tercera Etapa" liderado por Marvin René, Jiménez Rodríguez, Otmán Rajiv y Jarquín Orozco, aborda la necesidad de un sistema integral de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial en la urbanización Praderas de Nuevo León. La metodología incluyó un diagnóstico situacional y estudios técnicos en topografía, hidrología y suelos. El diseño propuesto incluye una línea de conducción acoplada para agua potable y una red separada de alcantarillado sanitario con tubería PVC SDR 41 de 6" de diámetro, conectando 19 pozos de visita sanitarios. Se concluye que este diseño integral garantiza el acceso al agua potable y la correcta disposición de aguas residuales y pluviales en la urbanización, resaltando la importancia de la participación comunitaria para el éxito del proyecto. (Jiménez & Jarquín, 2021)

El informe "Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable mediante un Mini acueducto por Gravedad en la Comunidad de Lagartillo, Municipio de Achuapa, León, 2018" dirigido por Br. Harvin Asdrual Cerros Gutiérrez y Br. Xavier Amaru Valle Leiva, detalla el proyecto de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en Lagartillo. Se realizó una encuesta socioeconómica que abarcó el 100% de las 55 viviendas habitadas en la comunidad, proporcionando datos censales y otros aspectos sociales y económicos relevantes. Basándose en estos datos, se diseñó un mini acueducto por gravedad con un período de diseño de 20 años, utilizando una red abierta o ramificada con 53 nodos distribuidos en la comunidad. Los resultados del diseño incluyen la construcción de una obra de captación en la fuente de agua, que constará de protección del afloramiento, cámara húmeda para regular el gasto y cámara seca para proteger la válvula de control. Se concluye que este sistema mejorará significativamente la calidad de vida de los habitantes de Lagartillo, enfatizando la importancia de la participación comunitaria para el éxito del proyecto. (Cerros & Valle, 2018)



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

El Proyecto de Graduación "Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable con Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) en la Comunidad La Carbonera, Municipio de El Jicaral, León, Nicaragua en el Periodo Comprendido Julio a noviembre de 2023" dirigido por Br. Membreño Mejía Santos Elías, Br. Silva Salinas Delvin Adonis, y Br. Silva Salinas Gelvin Alcides, se enfoca en abordar el problema de abastecimiento de agua potable en la comunidad La Carbonera. Se aplicó un diagnóstico situacional y estudios de ingeniería para comprender la realidad y diseñar soluciones. El diseño del sistema propuesto incluye una obra de captación y una línea de conducción eficiente. Se concluye que este proyecto busca no solo obtener el grado de Ingeniero Civil, sino también contribuir con información sobre las causas del desabastecimiento de agua potable en la comunidad La Carbonera, destacando la importancia de la participación comunitaria para el éxito del proyecto. (Membreño, Silva, & Silva, 2023)



1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, aplicando metodología de evaluación y herramientas digitales de diseño para la comunidad Abangasca Sur – León, Nicaragua.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Identificar las características sociales que enfrenta la comunidad mediante un diagnóstico situacional.
- Ejecutar estudios de las propiedades y características del terreno, así como de las posibles fuentes de agua disponibles en la comunidad, estudios como levantamientos topográficos, geología e hidrología.
- Dimensionar la red de conducción del sistema de abastecimiento de agua, a través de softwares como CIVIL 3D y EPANET que permita la correcta ejecución del presente proyecto.
- Fabricar presupuesto por etapas para determinar el costo total de la obra.
- Elaborar cronograma de ejecución de obra a partir de los resultados encontrados para estimar el tiempo total de la obra.

1.3 Descripción del Problema.

Tabla 1

Problema, Causa, Efecto

PROBLEMA	CAUSA	EFFECTOS
Falta de acceso a agua potable en la comunidad	Ausencia de una red de distribución de agua potable.	Problemas de salud por el consumo de agua contaminada.
Dependencia de pozos lejanos para el agua.	Recursos limitados para construir infraestructura	Aumento en el tiempo y esfuerzo para obtener agua.
Transporte rudimentario del agua.	Falta de medios adecuados para el transporte.	Disminución de la calidad del agua y riesgos de derrames
Contaminación del agua por prácticas inadecuadas.	Descuido en el manejo de las fuentes de agua.	Incremento en enfermedades gastrointestinales.
Estrés y carga adicional en las familias.	La necesidad de trasladar agua a largas distancias.	Afectación en la calidad de vida y tiempo para otras actividades.

Fuente; Elaborado por los autores

Este proyecto busca proporcionar una solución para garantizar el acceso equitativo a agua potable para todos los habitantes de la comunidad. La falta de acceso a servicios de saneamiento adecuados puede llevar a la contaminación del agua y del medio ambiente. La ausencia de un sistema de abastecimiento de agua potable significa que los residentes dependen de fuentes de agua no tratada. Además, la falta de acceso a servicios de saneamiento adecuados contribuye a la contaminación del medio ambiente y pone en peligro la salud de la comunidad en general. El diseño e implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad, se presenta como una necesidad apremiante. Este proyecto busca proporcionar acceso seguro al agua potable para todos los residentes de la comunidad, mejorando así su calidad de vida. Todo con el fin de beneficiar y facilitar el estilo de vida de los pobladores de esta comunidad ya que tienen que hacer movimientos de traslado del agua extraída de forma manual o con la ayuda de vehículos con tracción animal porque algunos se trasladan desde largas distancias hasta la fuente de abastecimiento para poder obtener el recurso hídrico.



1.4 Justificación.

La comunidad de Abangasca Sur enfrenta problemas relacionados con el acceso al agua potable, incluyendo la dependencia de pozos lejanos, que dificulta el acceso diario y aumenta el tiempo y esfuerzo necesarios para recolectar agua. Además, el transporte rudimentario del agua y las prácticas inadecuadas de almacenamiento contribuyen a su contaminación, poniendo en riesgo la salud de los habitantes. Esto genera un estrés significativo en las familias, especialmente en mujeres y niños, quienes deben cargar con esta responsabilidad diaria.

Este proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable que aborde estos problemas de manera integral. Al evaluar la situación actual y diseñar un sistema adecuado, se busca:

- Garantizar el acceso a agua potable de calidad para todos los habitantes.
- Reducir la dependencia de pozos lejanos, facilitando el acceso diario.
- Mejorar las prácticas de transporte y almacenamiento de agua para minimizar la contaminación.
- Aliviar la carga diaria sobre las familias, permitiendo que dediquen su tiempo y energía a otras actividades productivas y de desarrollo.

Un suministro estable de agua potable puede mejorar las condiciones sanitarias y de higiene, lo que a su vez puede aumentar la productividad y reducir los costos asociados con el tratamiento de enfermedades relacionadas con el agua. Esto podría tener un impacto positivo y mejorar el bienestar general de la comunidad.

Un sistema de abastecimiento bien diseñado y administrado puede ayudar a reducir las pérdidas de agua, optimizar el uso de los recursos hídricos y así obtener un suministro equitativo para todos los habitantes.

El diseño y la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Abangasca Sur - León, durante el periodo mencionado, es importante porque beneficia a múltiples grupos de interés al mejorar la salud, promover el desarrollo económico y social, mejorar la gestión del agua y contribuir al cumplimiento



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

del objetivo número 6 (Agua limpia y Saneamiento) del ODS ya que pretende lograr un acceso universal y equitativo al agua potable y a servicios de saneamiento e higiene adecuados, así como mejorar la calidad del agua a nivel global.

La implementación de este proyecto no solo mejorará la salud y bienestar de la comunidad, sino que también contribuirá al desarrollo responsable y a la creación de un entorno más saludable para las futuras generaciones. A través de un enfoque sistemático y basado en las necesidades reales de la comunidad, se espera transformar la situación actual en un acceso seguro y confiable al agua potable.

Ya realizado los estudios necesarios de nuestro proyecto, así como la correcta ejecución de este hará el beneficio de la comunidad este se podrá usar como un proyecto de oportunidad para familias que anhelan tener a su alcance el agua potable de forma segura y sin dificultades.

Nuestro proyecto conlleva oportunidades para garantizar el diseño adecuado del sistema de abastecimiento de agua potable, se llevará a cabo un levantamiento topográfico de la zona y se calculará la proyección de la población y su consumo. Estos estudios permitirán determinar las características específicas del terreno y las necesidades hídricas de la comunidad, lo cual es esencial para diseñar una red eficiente. De esta forma, se logrará no solo un abastecimiento adecuado sino también un uso perdurable de los recursos hídricos disponibles, considerando las futuras demandas de la población.

Una vez realizados nuestro Proyecto este servirá como un modelo de oportunidad para otras familias de la región que puedan acceder al agua potable de forma segura y sin dificultades. La correcta implementación y gestión del sistema no solo mejorará la calidad de vida de los habitantes de Abangasca Sur, sino que también brindará un ejemplo positivo de desarrollo social y sustentabilidad que podrá ser replicado en comunidades cercanas.



1.5 Alcance y limitaciones.

Alcances: El documento escrito enfocara en aspectos técnico que abarcara:

- Recopilación de datos y situaciones planteadas del anteproyecto teniendo en cuenta.
- Diagnostico situacional,
- Instrumentos de recolección de datos,
- Planos del sistema de almacenamiento y red de distribución,
- Propuesta de diseño,
- Presupuesto y cronograma,

Se garantizará que la propuesta responda a la demanda estimada de agua potable, cumpliendo con las especificaciones técnicas establecidas en la normativa técnica obligatoria para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, incluyendo la Norma Técnica NTON 09 007-19 y las directrices de las entidades reguladoras de calidad en el agua.

Limitaciones del Proyecto:

- Acceso a Información: Existe una carencia de documentos o estudios previos que detallen infraestructuras u obras civiles realizadas en la comunidad, lo que podría dificultar la identificación de interferencias físicas y el correcto diseño del sistema propuesto.
- Condiciones Ambientales: Factores climáticos y geográficos pueden influir en la recolección de datos y la ejecución de actividades, afectando los tiempos y la precisión de los resultados.



Capítulo II MARCO TEÓRICO.

2.1 Marco Conceptual.

1. Definición de agua

El agua es un elemento esencial para la vida en nuestro planeta, ya que juega un papel fundamental en la supervivencia de los seres vivos, el mantenimiento de los ecosistemas y el desarrollo de las actividades humanas. Comprender qué es el agua, sus características y su importancia en la vida cotidiana es crucial para la promoción de su uso sostenible y la protección de este recurso de valor incalculable. (Maceira, 2024)

2. Características del agua

- Es incolora, inodora e insípida
- Tiene buena conductividad eléctrica cuando tiene iones disueltos en ella y aislante eléctrico en estado puro.
- Es sumamente adhesivo.
- Su punto de fusión es 0 °C y el de ebullición es de 100 °C
- Tiene una densidad muy estable.
- Es capaz de almacenar cantidades considerables de energía térmica. (Sposob, 2023)

3. Estados del agua en el planeta

El agua es la sustancia más abundante del planeta y la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso. El 97% es agua que pertenece a los océanos y el resto es agua dulce. El agua dulce también está presente en depósitos acuíferos y permafrost, lagos, embalses, ríos, humedad del suelo, vapor atmosférico y el agua contenida en los seres vivos. Aunque no toda está disponible, gran parte permanece siempre helada, formando los casquetes polares y los glaciales. (Valdivielso, s.f.)

Figura 1
Estado del agua



Fuente: Gobiernodecanarias.org

4. ¿Cómo se obtiene el agua dulce?

El agua dulce se obtiene a través de la precipitación que se considera su inicio durante la evaporación del agua de los océanos en forma de vapor de agua. Paulatinamente, las corrientes ascendentes de aire llevan el vapor de agua hasta las capas superiores de la atmósfera, donde a causa de la menor temperatura se condense el agua, formando las nubes cuyas partículas caen en forma de precipitación.

Una gran parte de la precipitación cae en forma de lluvia depositándose en acuíferos y permafrost, lagos, embalses, ríos y en el suelo, estando disponible para su consumo.

5. Importancia del agua

El agua adquiere importancia en los ecosistemas, en los organismos y en las actividades del ser humano:

- Constituye el 80% de la mayoría de los organismos, lo que permite que los tejidos y órganos funcionen y mantengan los procesos corporales vitales.
- Los usos del agua más comunes son la agricultura, el consumo industrial y el consumo doméstico. El continuo crecimiento de la población genera una demanda cada vez mayor de este recurso tan limitado. (Valdivielso, s.f.)

Figura 2

Importancia del agua



Fuente: Natuvit

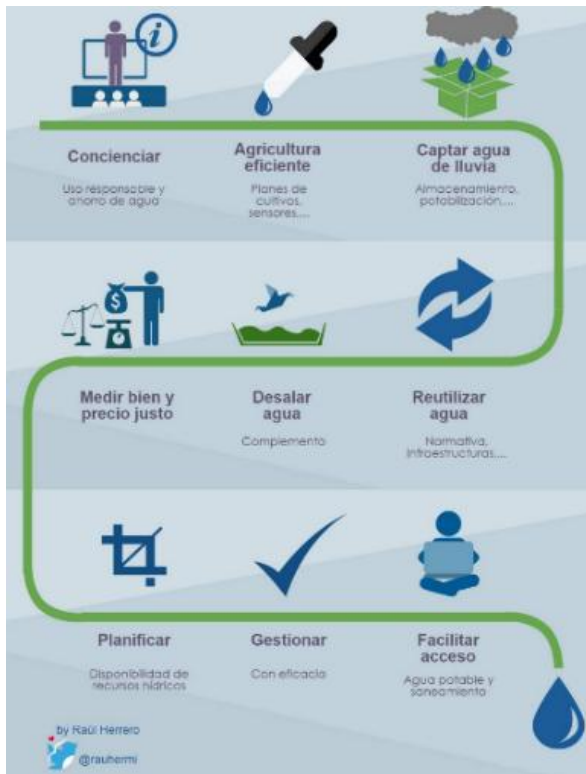
6. Conservación y uso sostenible del agua

Es fundamental que seamos conscientes de la necesidad de conservar y utilizar el agua de manera sostenible. Algunas medidas que podemos implementar para lograr un uso sostenible del agua incluyen:

- Optimizar el consumo de agua en la agricultura mediante técnicas de riego eficientes.
- Promover la reutilización y el reciclaje del agua en la industria y en el ámbito doméstico.
- Implementar tecnologías de tratamiento de aguas residuales para reducir la contaminación y devolver el agua al medio ambiente en condiciones adecuadas. (Valdivielso, s.f.)

Figura 3

Uso sostenible del agua



Fuente: Institutodelagua.es

7. El acceso al agua limpia y al saneamiento

El acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene representan la necesidad humana más básica para el cuidado de la salud y el bienestar. El rápido crecimiento de la población, la urbanización y las crecientes necesidades en materia de agua de los sectores agrícola, industrial y energético están provocando un aumento de la demanda de agua. La demanda de agua ha superado el crecimiento demográfico y la mitad de la población mundial actualmente sufre una escasez de agua grave durante al menos un mes al año. Se prevé que la escasez de agua aumente con el incremento de las temperaturas globales, provocado a su vez por el cambio climático. (Objetivos de Desarrollo Sostenible) (ODS, 2023)



8. Gestión del agua

El suministro de agua enfrenta diversos desafíos, tales como la alta demanda por la gran cantidad de la población, la contaminación de agua y los efectos del cambio climático. Algunas soluciones para enfrentar los problemas serían:

- Recarga de acuíferos: Aumentar la infiltración del agua en el suelo para recargar acuíferos y mejorar la disponibilidad de agua subterránea.
- Tratamiento y reutilización del agua: Desarrollar tecnologías y sistemas para tratar las aguas residuales y reutilizarlas en la agricultura, la industria y otros usos.
- Conservación del agua: Implementar prácticas de uso eficiente del agua en la agricultura, la industria y los hogares para reducir la demanda de agua y minimizar el desperdicio.

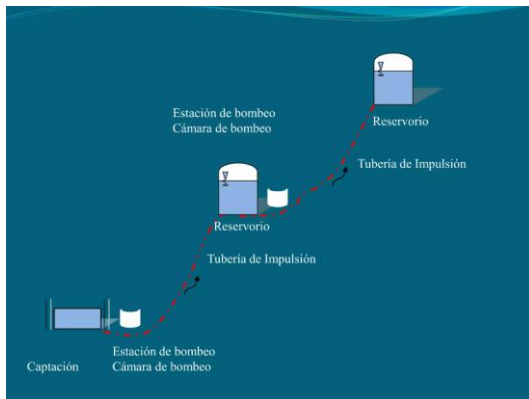
El agua potable es uno de los principales recursos que necesitan los seres humanos para sobrevivir diario. Las características de esta son las que hacen que sea la única apta para el consumo, ya que supone riesgo en la salud al no poseer sustancias tóxicas. Muchas personas no tienen acceso al agua potable de forma fácil por lo cual tienen que recorrer largas distancias para su obtención.

Aguas Subterráneas: Son un recurso natural de agua dulce que se sitúa de forma superficial. Se encuentran en formaciones geológicas impermeables llamadas acuíferos. Tienen un papel fundamental en la actividad humana y en el mantenimiento de los ecosistemas. (Perez, 2020)

Conducción por Bombeo: Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura por lo tanto el equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua.

Figura 4

Conducción por bombeo

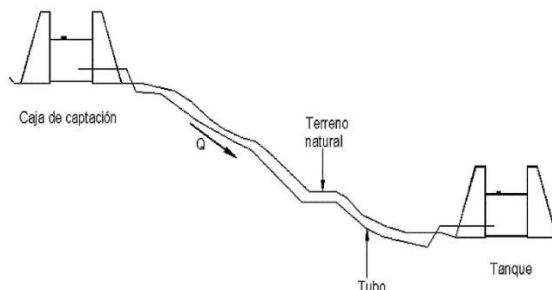


Fuente: Image.slidesharecdn

Conducción por Gravedad: Es aquel que permite que se transporte el agua desde el punto de captación de la fuente hasta el tanque de almacenamiento.

Figura 5

Conducción por gravedad

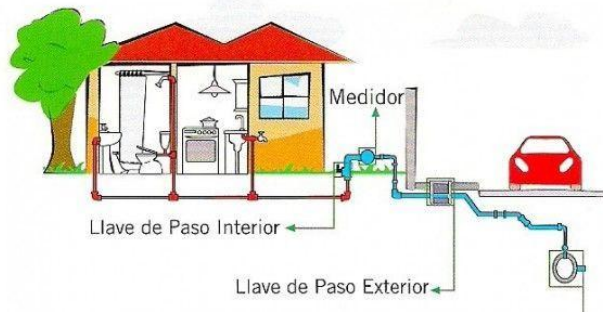


Fuente: sswm.info

Conexiones Domiciliarias: Compreendida entre el punto de su conexión a la red de distribución hasta el medidor inclusive.

Figura 6

Conexiones Domiciliarias



Fuente: i0.wp.com

Estación de Bombeo: Las estaciones de bombeo son estructuras que tienen como objetivo impulsar el agua hacia una red de almacenamiento o hacia una red de distribución. (Perez, 2020)

Figura 7

Estación de Bombeo



Fuente: Hidrotec

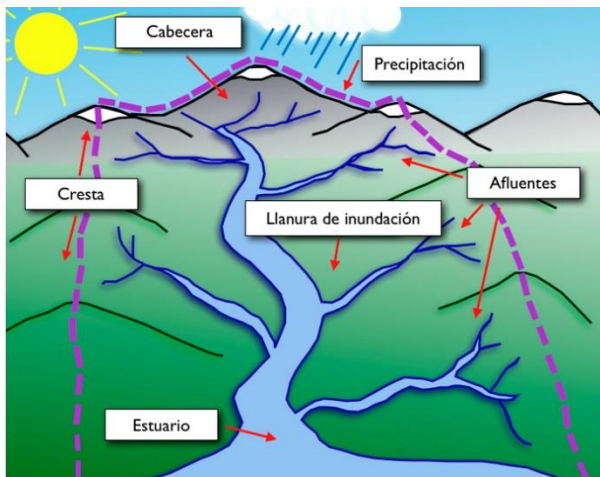
Operación en Paralelo: Este tipo de operación es el más frecuente en la práctica por la versatilidad con que se presenta, ya que se puede adaptar a las diferentes condiciones de demanda. (Murillo, 2019)

Operación en Serie: Cuando dos bombas que operan independientemente, se conectan de tal forma que la descarga de la primera se introduce en la succión de la segunda, se dice que están acopladas en serie. Por continuidad, el gasto que pasa por la primera, pasa por la segunda y como el impulsor adiciona energía, la carga resultante es la suma de las cargas que proporciona cada una de ellas.

Parteaguas: Parteaguas es la línea imaginaria que une los puntos de mayor elevación del terreno y a su vez divide a la escorrentía en direcciones contrarias. Si tomamos de ejemplo una montaña, al llover el agua escurrirá en sentidos diferentes debido a la altura de ella.

Figura 8

Parteaguas



Fuente: iagua

Presión: El agua ejerce un empuje o presión sobre la pared del tubo o depósito que la contiene, y se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado - atmósferas - metros por columna de agua.

Prueba de Bombeo: Esta prueba mide los cambios en el nivel de agua y flujos luego de que el bombeo finaliza, esta información servirá para verificar los resultados del bombeo.

Figura 9

Prueba de Bombeo



Fuente: Squarespace

Tanque de Almacenamiento de Agua: Es un contenedor que se utiliza para almacenar agua que luego distribuir a una red de tuberías.

Figura 10

Tanque de almacenamiento de agua



Fuente: La Casa del Tanque

Líneas de Conducción por Gravedad:

Un sistema de conducción por gravedad es aquel que permite que se transporte el agua desde el punto de captación de la fuente hasta el tanque de almacenamiento, sin un bombeo mecanizado y en condiciones seguras e higiénicas; en caso de que la fuente no cumpla con los requerimientos físicos, químicos y bacteriológicos entonces dentro de la longitud del sistema se incluye una planta de tratamiento. (Perez, 2020)

Criterios de Diseño de la Red de Abastecimiento de Agua Potable.

Para el diseño de redes de distribución se deben considerar los siguientes criterios:

- La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario.
- Identificar las zonas a servir y de expansión de la población.
- Realizar el levantamiento topográfico incluyendo detalles sobre la ubicación de construcciones domiciliarias, públicas, comerciales e industriales; así también anchos de vías, áreas de equipamiento y áreas de inestabilidad geológica y otros peligros potenciales.
- El diámetro a utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos serán: 25mm en redes principales, 20mm en ramales y 15mm en conexiones domiciliarias.
- En todos los casos las tuberías de agua potable deben ir por encima del alcantarillado de aguas negras a una distancia de 1,00 m horizontalmente y 0,30 verticalmente.
- La presión del agua debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema.
- La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5m y la presión estática no será mayor de 50m.
- El número de válvulas será el mínimo que permita una adecuada sectorización y garantice el buen funcionamiento de la red. Las válvulas permitirán realizar las



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

maniobras de reparación del sistema de distribución de agua sin perjudicar el normal funcionamiento de otros sectores

Tabla 2

Tipos de componentes y periodos de diseños de sistemas de abastecimiento de agua

Tipos de Componentes	Periodo de diseño años
Presas, Diques	50
Pozos perforados	20
Plantas de potabilización	20
Pozos excavados	10
Equipos de Bombeo	10
Captaciones superficiales y manantiales	20
Captación de agua lluvia	10
Desarenador	20
Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGCA)	20
Filtro Grueso Dinámico	20
Líneas de Conducción	20
Filtro Lento de Arena (FLA)	20
Tanque de Almacenamiento	20
Red de Distribución	20
Galería de Infiltración	20



Velocidad Permisible.

Criterio básico que se sigue en el diseño de las tuberías principales de la red es que las velocidades operación en los diversos tramos se mantenga dentro del rango recomendado por la norma, lográndose así un uso efectivo de las tuberías. Las velocidades de flujo permisible andan entre los 3m/s y 0.6m/s como mínimo. (Organización Panamericana de la Salud) ((OPS), 2005)

Presiones Mínimas y Máximas.

La importancia de la presión del agua en las instalaciones de fontanería es máxima, ya que determina el componente del flujo en la energía que presenta un fluido en movimiento. Una presión demasiado baja puede ocasionar un mal funcionamiento e incomodidad en instalaciones domésticas, mientras que un exceso de presión daña el conjunto de la instalación y puede ocasionar importantes daños en conducciones, válvulas y otros componentes. Uno de los principales perjuicios cuando se supera la presión máxima es la aparición de golpes de ariete originados por el cierre de válvulas y grifos. (S.L, 2019)

Diámetro Mínimo.

Es la que se utiliza para el abastecimiento de una vivienda unifamiliar y cuyo uso sea exclusivamente doméstico. El diámetro que se utilizará es de 13 mm (1/2”) en todos los casos. (Siapa, 2014)

Sistema de Red de Distribución por Gravedad:

Un sistema de conducción por gravedad es aquel que permite que se transporte el agua desde el punto de captación de la fuente hasta el tanque de almacenamiento, sin un bombeo mecanizado y en condiciones seguras e higiénicas.



Sistema de Red de Distribución por Bombeo:

El sistema de bombeo impulsa el agua a través de una línea de conducción que lleva el agua desde la captación (pozo) hasta el tanque de almacenamiento o reservorio; este último, es un depósito que sirve para almacenar y gestionar el agua que se distribuye a la comunidad. (Roberi, 2020)

Procedimiento de Diseño:

Se requiere conocer el punto de entrega para esto se tendrá conocimiento de la ubicación de la fuente; el punto de entrega será determinado por la ubicación del tanque de almacenamiento que por medio del plano de curva de nivel y del conocimiento que se tenga de la localidad.

Una vez identificados los puntos de entrega se procede al trazado de tuberías principales (circuitos), red secundaria. El criterio básico que se sigue en el diseño en las velocidades y las presiones. Una vez definido los circuitos y anillos principales se preceden a definir las salidas en cada punto de concentración o nodo evitando salidas concentradas a distancias menores de 200m y mayores de 300m.

Para el análisis de la red de distribución es necesario tener tramos de tubería con longitudes con mayores a 500mts. Principalmente longitudes entre 200 y 300 mts. ((OPS), 2005)

Análisis Hidráulico de Red Cerrada:

Una red de distribución cerrada de tubería puede ser interpretada como el conjunto de tuberías principales de agua potable de una urbanización o de cualquier otra localidad. Los caudales de salida son interpretados de forma concentradas en los nodos que se determinan a través de las áreas tributarias.

Para el análisis de una red de distribución cerrada por métodos prácticos manuales, así como también por medio de programas, es estos pueden ser de AC (asbesto cemento), HF (hierro fundido), PVC (tubería plástica de cloruro de polivinilo) y HF (hierro galvanizado), longitudes de los tramos y caudal necesario tener datos principales



dentro del proceso de análisis como son: las elevaciones de los puntos de interés, caudales a lo largo del tramo de tuberías, diámetro de las mismas en donde entra en juego el tipo de material a utilizar en la tubería por lo que respecta de entrada a la red de distribución.

El método de balance descarga en los nodos es un proceso iterativo basado en las primicias de los caudales supuestos que se distribuyen en la red de distribución cumpliendo en cada nodo de la red la ecuación de continuidad dando sí que la sumatoria de los caudales de entrada a la red deberá ser iguales a la sumatoria de los caudales de salida.

Las sumatorias de las pérdidas de carga en cada circuito de la red en análisis deberá ser menor a 0.5 m y a lo largo de todo el esquema menor a 1 m, la convención de signos se adopta en cada circuito de forma independiente consistente con los caudales en la distribución en que las agujas del reloj se tomen como positivo, en caso contrario será negativo, dando así el signo de las pérdidas correspondientes a sus caudales; de modo que el caudal de la tubería en común a dos circuitos, para uno será positivo y para el otro será negativo.

Para el diseño de una línea de conducción por gravedad deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Características topográficas del lugar del recorrido previsto de la conducción para contabilizar estructuras complementarias, y accesorios que se precisen para el buen funcionamiento tales como, pilas rompe presión, etc.
- Clase de tubería en función del material (hierro fundido, hierro galvanizado, asbesto cemento, PVC), que la naturaleza del terreno exige: necesidad de excavaciones anti económicas que imponga el uso de tuberías sobre soporte.
- Selección de la clase o diámetro de la tubería a emplear capaz de soportar la presión hidrostática.
- La distancia entre los distintos puntos del sistema para saber el metraje de las tuberías, así como las pendientes y diferencias de altura entre los puntos del



sistema, porque de ellas dependerá la velocidad que lleve el agua durante el recorrido. ((OPS), 2005)

Barrios desabastecidos.

En Nicaragua la crisis de agua es un problema que ha venido creciendo con el paso de los años, de tal manera que antes el agua se suspendía por dos horas en el día y ahora hay algunos lugares que solo llega por dos horas a diario, en otros, día de por medio o en los peores casos el agua nunca llega y las llaves han quedado de adorno. (LaPrensa, 2015)

Deforestación.

Nicaragua es uno de los países con la mayor tasa de deforestación del mundo, con una pérdida de una quinta parte de su cubierta forestal desde la década de los 2000, reportó en junio de 2020 el sitio de noticias medioambientales Mongabay, con datos de la Organización de las Naciones Unidas. (Delgado, 2022)

Afectación por riego.

Por otra parte, está la afectación por el riego, la FAO prevé que si no se hace un buen manejo de los recursos hídricos la producción de alimentos podría afectar fuertemente el recurso 35 años más tarde. (LaPrensa, 2015)

2.2 Marco Legal.

El marco legal en que se desarrollará el proyecto está basado en las leyes, decretos, reglamento, normas y ordenanzas establecidas legalmente por los entes reguladores de la gestión técnicas ambientales en Nicaragua, así por las leyes y normas que rigen los proyectos de construcción especialmente los proyectos de drenaje y servicios de agua potable y alcantarillado.

Tabla 3

Normas para el desarrollo de abastecimiento de agua potable.

Ley/Normativa	Artículo	Aplicación
Ley general de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (Ley N.º 297).	Artículo N.º 2: Explotación, producción, otorgamiento, fiscalización y distribución del agua potable.	Disposiciones para la fijación de Tarifas en el sector Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (Decreto 45-98) y Normativa del decreto para la fijación de las tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario (Resolución N.º 001)
Reglamento de la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (Decreto 52-98).	Artículo N.º 3, 4 y 5: Otorgamiento, explotación, distribución y concesión de las conexiones domiciliarias siguiendo una guía.	Guía Técnica para el Diseño de red de agua potable.
Ley de reforma a la Ley Orgánica del Instituto Nicaragüense de	Artículo N.º 1, reforma al artículo n.º 6 del Capítulo I, constitución y objeto de	Norma técnica obligatoria nicaragüense de diseño de abastecimiento de

<p>Acueductos y Alcantarillados (Ley N.º 275).</p>	<p>la ley orgánica de INAA, decreto n.º 123.</p>	<p>agua en medio rural NTON 09-001-99.</p>
<p>Ley general de aguas nacionales (Ley N.º 620).</p>	<p>Artículo N.º 1, 5, 7, 8 y 9. Gestión del agua, calidad y potabilidad de la misma, conservación de fuentes de agua, uso eficiente del agua y sanciones.</p>	<p>Tiene como objetivo poner el marco jurídico institucional para administrar, conservar, desarrollar, uso y aprovechamiento sostenible y de preservación en cantidad y calidad de todo lo que es agua en el país, garantizando a la vez la protección de los demás recursos</p>
<p>Norma Técnica Obligatoria NTON 09 007-19 Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable</p>	<p>Artículo N.º 3, 4, 5 y 6. Planificación del abastecimiento del agua, Diseño de infraestructura, Calidad del agua y Mantenimiento y operación.</p>	<p>Esta norma establece los requisitos técnicos y operativos que deben cumplir los equipos, sistemas y redes de telecomunicaciones para asegurar su correcto funcionamiento y interoperabilidad. Además, promueve buenas prácticas en el diseño, implementación y</p>



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

		<p>mantenimiento de las infraestructuras de comunicación, asegurando así una mayor fiabilidad y eficiencia en los servicios ofrecidos a los usuarios. Cumplir con la NTON 09 007-19 no solo es una obligación normativa, sino también una garantía de confianza para los clientes y usuarios de los servicios de telecomunicaciones.</p>
--	--	--

Fuente: Elaborado por los autores.

2.3 Marco Institucional.

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL)

Figura 11

Logo ENACAL



Fuente: ENACAL

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, ENACAL, es la entidad pública que debe implementar la política de aguas para el consumo humano y el alcantarillado sanitario, el uso eficiente y racional de las fuentes de agua subterráneas y superficiales - destinadas al agua potable que beneficiarán a la sociedad en su conjunto, con prioridad hacia los sectores menos atendidos por los gobiernos pasados.

La Empresa tendrá como objetivo principal, la prestación del servicio de agua potable, el que, incluyendo el proceso de captación, producción, tratamiento, conducción, almacenamiento, distribución, comercialización y el de Alcantarillado Sanitario que incluye los procesos de recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales.

LEY 276 (Ley de Creación de ENACAL)

Artículo No.3: La Empresa tendrá como objetivo brindar servicio de agua potable, recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales; para tales efectos podrá realizar las actividades siguientes:

- 1) Captar, tratar, conducir, almacenar, distribuir y comercializar agua potable; y recolectar, tratar y disponer finalmente de las aguas residuales.



- 2) Obtener, comprar y vender agua cruda y potable, así como comercializar los servicios de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.
- 3) Tomar todas las medidas necesarias para que las descargas de los sistemas de alcantarillados sanitarios cumplan las normas de vertido establecidas por la Ley.
- 4) Investigar, explorar, desarrollar y explotar los recursos hídricos necesarios, así como también construir las obras que se requieran para brindar los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y resolver los problemas de abastecimiento y saneamiento de las aguas en las comunidades rurales del país, de conformidad a las demás leyes existentes.
- 5) Elaborar las políticas y planes de expansión de la Empresa a corto, mediano y largo plazo.
- 6) Operar los sistemas públicos de agua potable y/o alcantarillado sanitario no concesionados a otras empresas por el Ente Regulador.
- 7) Cualquier otra actividad necesaria para su desarrollo.

MISIÓN.

ENACAL es la empresa nacional de utilidad pública que brinda los servicios de agua potable y alcantarillados sanitario a la población urbana y rural (concentrada) en Nicaragua, con espíritu de servicio, a favor de la población más pobre del país, con metas crecientes de eficiencia y eficacia en la provisión de estos servicios con tarifas justas, equitativas y diferenciadas, en armonía con el ambiente.

VISIÓN.

ENACAL: Satisface las necesidades de agua potable (85% cobertura nacional) y alcantarillado sanitario (53% cobertura nacional) de las poblaciones urbanas, tanto como su capacidad de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

residuales en el 50% de las ciudades más importantes del país. Estará trabajando también en las poblaciones rurales en calidad del agua, mantenimiento y sostenibilidad de los sistemas. Mejora la eficiencia de la empresa implementando tres estrategias: el autofinanciamiento para cubrir los costos de operación y la mejora gradual de los servicios para los usuarios; la obtención de recursos complementarios para las inversiones, y la administración del subsidio del Estado para el sostenimiento de la tarifa social del agua otorgada a los sectores pobres.

Fomenta la corresponsabilidad social en la protección y preservación de las fuentes de agua, y el desarrollo de una cultura de pago, cuidado y preservación de la infraestructura de agua potable y alcantarillado.

Brinda a su personal la capacitación requerida para la consolidación de la empresa y la atención con calidad a los usuarios, contribuyendo a la vez al desarrollo profesional y personal de los trabajadores.

Alcaldía de Municipal de León

Figura 12

Logo Alcaldía Municipal de León



Fuente: Alcaldía Municipal de León

Ubicada en un lugar destacado en el corazón del centro histórico, la Alcaldía Municipal de León puede contar historias que abarcan varias décadas. Este edificio Art Déco fue construido en 1942 por el alcalde Roberto Debayle. En la esquina este de la alcaldía se ubica el internacionalmente conocido Restaurante «El Sesteo» y contiguo hay una Oficina de Información Turística (OIT).

Historia de la Alcaldía de León

El esquema de la ciudad de León corresponde a las Ordenanzas de Nueva Población dictadas en 1573 por Felipe II. La Plaza Mayor fue el núcleo fundacional y el punto focal de la ciudad. Podríamos decir que lo sigue siendo, pues es aquí donde encontramos la Alcaldía Municipal, el principal órgano político de León. Originalmente este terreno lo ocuparon la Casa de los Gobernadores, construida por Don José Salvador a finales del siglo XVIII, y el Cabildo de León. En una fecha no precisada la primera se incendió desapareciendo con ello un edificio del más claro estilo colonial leonés, con su pilar esquinero y balcón corrido hacia la calle conforme lo muestran grabados del Siglo XIX. En 1940 aún existía el edificio original del Cabildo, que fue derrumbado para construir el edificio actual en 1942 por el Sr. alcalde Roberto



Debayle, destinándolo a Club Social. A partir de 1979 fue ocupado como Casa de Gobierno y Alcaldía Municipal.

La alcaldía de León, Nicaragua, se centra en una variedad de áreas para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y promover el desarrollo sostenible de la ciudad. Algunos de los enfoques principales incluyen:

- 1- **Infraestructura:** La alcaldía trabaja en la mejora y mantenimiento de la infraestructura pública, incluyendo calles, aceras, sistemas de drenaje, parques y espacios públicos.
- 2- **Servicios básicos:** Se encarga de garantizar la provisión de servicios básicos como agua potable, electricidad, recolección de basura y saneamiento.
- 3- **Educación y cultura:** Promueve programas educativos y culturales para fortalecer la identidad cultural de la ciudad, así como el acceso a la educación para todos los ciudadanos.
- 4- **Desarrollo económico:** Fomenta el desarrollo económico local a través de iniciativas que impulsen el emprendimiento, el turismo, y la creación de empleo.
- 5- **Seguridad ciudadana:** Trabaja en conjunto con las fuerzas policiales para garantizar la seguridad de los ciudadanos y reducir la delincuencia en la ciudad.
- 6- **Medio ambiente:** Implementa políticas y programas para proteger el medio ambiente y promover prácticas sostenibles de uso de los recursos naturales.

En la alcaldía municipal de León, Nicaragua, se ofrecen una variedad de servicios y trámites que abarcan distintos aspectos de la vida ciudadana. Entre estos servicios se encuentran los relacionados con la construcción, donde se expiden licencias y permisos para proyectos de construcción, ya sea para nuevas edificaciones, remodelaciones o ampliaciones.

Dentro del ámbito de obras civiles, la alcaldía municipal de León, Nicaragua, despliega una serie de servicios y trámites fundamentales para el desarrollo urbano. Entre estos



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

servicios se incluye la emisión de licencias y permisos necesarios para la realización de diversas obras. Estos permisos abarcan desde la construcción de nuevas edificaciones hasta remodelaciones y ampliaciones de estructuras existentes. La alcaldía asegura que los proyectos cumplan con las normativas de construcción y urbanismo, promoviendo así un desarrollo ordenado y seguro de la ciudad.

Además de los permisos de construcción, la alcaldía también facilita trámites relacionados con la planificación y ejecución de obras públicas. Esto puede incluir la autorización para la realización de proyectos de infraestructura vial, como la construcción o reparación de calles y aceras, así como la implementación de sistemas de drenaje pluvial para prevenir inundaciones.

Asimismo, la alcaldía desempeña un papel crucial en la supervisión y fiscalización de las obras civiles en curso, garantizando que se lleven a cabo de acuerdo con los estándares establecidos y respetando el entorno urbano y ambiental.

La alcaldía municipal de León, Nicaragua, juega un rol central en la regulación y promoción de obras civiles, asegurando un desarrollo urbano sostenible y proporcionando los servicios necesarios para el crecimiento ordenado y seguro de la ciudad.

Universidad de Ciencias Comerciales (UCC)

Figura 13

Logo UCC



Fuente: Universidad de Ciencias Comerciales

Fue fundada por el Dr. Carlos Narváz Moreira. Nació con el nombre de Instituto de Ciencias Comerciales y abre sus puertas por primera vez con la carrera de Contaduría Pública y Finanzas, aprobada con resolución ministerial No. 824 del 13 de enero 1964; posteriormente, en 1976 se cambia el nombre a la institución, adoptando el de “Centro de Ciencias Comerciales (CCC)”. Momentos importantes que se deben resaltar en la vida de la UCC son los siguientes: Nacimiento en 1964 de lo que será más tarde la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC).

- En 1966 se introducen las carreras de Técnico Superior de Secretariado Ejecutivo, Ejecutivos de Empresas, Ejecutivo de Relaciones Públicas.
- En 1974 se introduce la carrera de Licenciatura en Mercadeo y Publicidad.
- En 1976 se funge en tres niveles académicos:
Educación Media.
Técnica Superior.
Licenciaturas.



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

- En 1978 la UCC, aún como CCC, introduce por primera vez en Nicaragua las carreras de Licenciatura en Diplomacia, Comercio Internacional y Administración de Empresas.
 - En 1980 con la creación del Consejo Nacional de Educación Superior (CNES), la CCC reduce sus operaciones ofreciendo únicamente cursos a nivel de Técnico Medio para la Administración y Economía.
 - En 1990 con la creación del Consejo Nacional de Universidades (CNU), el CCC solicita nuevamente su status oficial de Institución de Educación Superior. A partir de esta fecha se cambia el Nombre a Universidad de Ciencias Comerciales (UCC).
 - En el año de 1991 la UCC junto a varias Universidades Latinoamericanas fundan, la Confederación Panamericana de Escuelas de Turismo y Hotelería (CONPETH), concebida como una organización que promueve la mejora de la calidad de la educación turística, hotelera y gastronómica en América. Actualmente participan en CONPETH 150 instituciones educativas de 27 países de América Latina y España.
 - En 1992 la UCC introduce por primera vez en Nicaragua la Carrera de Administración de Empresas Turísticas y Hoteleras.
 - El 18 de febrero de 1993 el Consejo Nacional de Universidades (CNU) autoriza el funcionamiento como Centro de Educación Técnico Superior. Gaceta No. 193 Decreto No.627.
 - En 1995 la UCC se extiende a la ciudad de León, iniciándose en el segundo semestre promoviendo su oferta educativa y cursos intensivos de inglés. En 1996 inicia formalmente su oferta académica, convirtiéndose en la primera Universidad privada de Occidente.
 - El 03 de abril de 1997, el CNU autoriza el cambio de categoría de Centro de Educación Técnico Superior por el de Universidad.
- **Objetivos.**
 - 1) Fortalecer la oferta académica de pregrado, posgrados y maestrías.
 - 2) Desarrollar la vinculación de la Universidad con Graduados y Egresados.



- 3) Promover el uso de las tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos enseñanza aprendizaje y administrativos para mejorar la efectividad del desempeño.
- 4) Fomentar el desarrollo de la Investigación con calidad y pertinencia articulada con el desarrollo científico técnico, la docencia y la extensión.
- 5) Desarrollar la extensión universitaria compartiendo con la comunidad los conocimientos y fortalezas de la Universidad y recibiendo retroalimentación.
- 6) Fortalecer y desarrollar la vinculación y colaboración con empresarios y autoridades gubernamentales, impulsando la alianza Universidad-Empresa-Estado.
- 7) Desarrollar el talento humano con las competencias necesarias para mejorar el desempeño en todos los ámbitos.
- 8) Fortalecer la Gestión Administrativa de la Universidad, en función de asegurar su autosostenibilidad financiera y el cumplimiento de sus objetivos.
- 9) Desarrollar en la comunidad universitaria una cultura organizacional que propicie, que genere y se comprometa con el proceso de mejora continua.
- 10) Renovar y potenciar la presencia, la participación y el posicionamiento de la Universidad a nivel nacional y regional.

FILOSOFÍA INSTITUCIONAL.

- **Misión**

Formar profesionales integrales, éticos, con visión humanística, competitivos, emprendedores y con liderazgo, comprometidos con el desarrollo del país.

- **Visión.**

Ser reconocida como la Universidad con los más altos estándares de calidad de formación profesional, a fin de responder a las necesidades de la sociedad y al compromiso social de su proyecto educativo.

- **Valores.**

Liderazgo; Ética Profesional; Creatividad; Calidad.



Capítulo III METODOLOGÍA.

3.1 Tipo de Proyecto

3.1.1 Según procedencia del capital

El presente proyecto, por sus características y en el afán de promover el bien a la comunidad de la manera más equitativa posible es una obra pública debido a que incide en gran manera en la estabilidad y satisfacción de la comunidad de Abangasca Sur siendo este un bien social para la misma.

El proyecto de abastecimiento de agua en la comunidad Abangasca sur se considera un proyecto público debido a que existe:

Acceso Universal al Agua Limpia: El abastecimiento de agua potable supone la captación del agua y su conducción hasta el punto en el que se consume en condiciones aptas. Para que el agua sea apta para el consumo, no solo debe cumplir requisitos de tipo sanitario, sino también requisitos relativos a la calidad. Al ser un recurso vital para la vida, garantizar su acceso es una responsabilidad compartida por la sociedad en su conjunto.

Bien Común y Equidad: Los sistemas públicos de abastecimiento de agua son cruciales para el buen funcionamiento de las sociedades. Al ser un proyecto de tipo público, se busca asegurar que todos los miembros de la comunidad tengan acceso equitativo al recurso hídrico. Esto promueve la igualdad y el bienestar general, ya que el agua es esencial para la salud, la higiene, la agricultura y otros aspectos de la vida cotidiana.

Responsabilidad Colectiva: El abastecimiento de agua no solo beneficia a los individuos, sino a toda la comunidad. Por lo tanto, se considera un bien público que debe ser gestionado y mantenido de manera colectiva. Las instituciones gubernamentales, organizaciones y comunidades trabajan juntas para asegurar que el acceso al agua sea sostenible y asequible para todos.



El presente proyecto de abastecimiento de agua se clasifica como público porque busca garantizar el acceso universal a agua limpia y contribuir al bienestar de toda la población.

3.1.2 Según el sector

El presente proyecto de abastecimiento de agua en la comunidad Abangasca Sur, se clasifica como un proyecto de instalaciones hidráulicas por las siguientes razones fundamentales:

Captación del Agua: Las instalaciones hidráulicas comprenden la parte inicial del sistema, donde se capta el agua para abastecer a la población. obteniendo la cantidad de agua necesaria para satisfacer las demandas de la comunidad.

Diseño adecuado del Sistema de abastecimiento: Un proyecto de instalaciones hidráulicas busca satisfacer las necesidades de una población realizando un diseño con las mejores características para la misma a partir desde su topografía como su calidad de agua y servicio. Esto implica considerar los componentes esenciales, como la captación, el tratamiento y la distribución del agua. El objetivo es entregar agua a cada hogar estimado de la comunidad y asegurar que la infraestructura sea eficiente y sostenible.

Corresponsabilidad y Bienestar Común: Al ser un proyecto público, se plantea en términos de corresponsabilidad entre las partes involucradas. La comunidad, las autoridades y las instituciones trabajan juntas para garantizar el acceso equitativo al agua potable. Esto contribuye al bienestar general y a la calidad de vida de todos los habitantes.

Este proyecto de abastecimiento de agua en una comunidad se considera un proyecto de instalaciones hidráulicas porque abarca desde la captación hasta la distribución del agua, con el objetivo de beneficiar a toda la población.



3.1.3 Según su orientación.

El presente proyecto de abastecimiento de agua en la comunidad Abangasca Sur puede ser considerado un proyecto social, comunitario y de desarrollo por las siguientes razones:

Proyecto Social:

Impacto en la calidad de vida: Proporcionar acceso confiable y seguro al agua potable es fundamental para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad. Al garantizar este recurso básico, se contribuye a la salud y el bienestar general de la población.

Reducción de desigualdades: El acceso equitativo al agua potable es un aspecto crucial para abordar las desigualdades sociales y económicas. Al implementar este proyecto, se está trabajando para reducir la disparidad en el acceso a servicios básicos entre comunidades marginadas y áreas urbanas más desarrolladas.

Proyecto Comunitario:

Participación: El desarrollo y la implementación del proyecto implican la participación activa de los miembros de la comunidad. Esto promueve un sentido de pertenencia y empoderamiento entre los residentes, ya que están involucrados en la toma de decisiones y en la ejecución de acciones para el beneficio colectivo.

Fomento de la cohesión social: Al trabajar juntos en la solución de un problema compartido, se fortalecen los lazos sociales y se promueve la colaboración entre los miembros de la comunidad. Esto puede conducir a una mayor solidaridad y capacidad para abordar otros desafíos locales.

Proyecto de Desarrollo:

Mejora de infraestructuras: El establecimiento de sistemas de abastecimiento de agua sostenibles implica el desarrollo de infraestructuras básicas en la comunidad. Esto no solo proporciona acceso al agua potable, sino que también establece una base para el desarrollo futuro, facilitando la implementación de otras iniciativas de desarrollo.



Promoción del desarrollo económico: Un suministro confiable de agua potable puede impulsar el desarrollo económico local al apoyar actividades como la agricultura, la ganadería y la industria. Además, al mejorar la salud y la productividad de la población, se crea un entorno propicio para el crecimiento económico sostenible.

Nuestro proyecto se alinea con los principios de responsabilidad social al abordar las necesidades básicas de la población, promover la participación comunitaria y contribuir al desarrollo integral de la comunidad.

3.1.4 Según su área de influencia

El proyecto se considera un proyecto local debido a su área de influencia limitada a esa comunidad específica.

Detallando algunas razones por las cuales se puede categorizar como un proyecto local:

Alcance geográfico restringido: El impacto directo de este proyecto se limita a la comunidad Abangasca Sur y sus residentes. No tiene un impacto significativo fuera de esta área geográfica específica.

Participación de actores locales: La implementación y el éxito del proyecto dependen en gran medida de la participación activa de los miembros de la comunidad, así como de las autoridades locales y organizaciones locales. Esto resalta su carácter local, ya que son las personas y entidades directamente afectadas las que están involucradas en su desarrollo y ejecución

Adaptación a necesidades locales: El diseño y la planificación del proyecto están estrechamente vinculados a las necesidades y condiciones específicas de la comunidad Abangasca Sur. Esto incluye consideraciones como la disponibilidad de recursos locales, las características geográficas del área y las demandas particulares de los residentes.

Promoción del desarrollo local: Al proporcionar acceso al agua potable dentro de la comunidad, el proyecto contribuye al desarrollo local al mejorar las condiciones de vida



de los residentes y fomentar el crecimiento económico a nivel local. Sin embargo, su impacto en términos de desarrollo se limita a esta área específica.

Debido a su enfoque en una comunidad geográficamente definida y su implicación directa de actores locales, el proyecto de abastecimiento de agua en la comunidad Abangasca Sur se puede considerar un proyecto local. Su impacto y alcance se limitan a esta área específica, destacando su naturaleza localizada.

3.2 Método de Estudio

En el presente proyecto de abastecimiento de agua en la comunidad rural de Abangasca Sur, existen estudios y métodos que se implementan para asegurar un suministro estable de agua potable los cuales son los siguientes:

Un diagnóstico situacional es el primer paso fundamental en este proceso, ya que proporciona un análisis de las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad el entorno natural, ayuda a identificar los problemas que se deben resolver y a definir cómo se abordarán.

Topografía Proporciona una imagen detallada del terreno, incluyendo elevaciones, pendientes. Esto permite diseñar sistemas de distribución eficientes y adaptable al entorno circundante de la comunidad como tal.

La geología nos brinda formación geológica de la cuenca siendo este un factor que se debe considerar en el diseño hidráulico de una obra. Permite comprender las características del terreno, evaluar los posibles riesgos geológicos y ayuda a determinar si el sitio es estable y adecuado para el proyecto.

Estudio de la Hidrología en la zona Permite conocer el ciclo del agua y realizar estudios para regular y ordenar las cuencas hidrográficas. También ayuda a predecir la disponibilidad futura de agua y a proteger contra inundaciones y sequías.

El agua debe distribuirse de manera equitativa a todas las áreas de la comunidad. Esto se logrará mediante la construcción de una red de distribución de agua que tenga en



cuenta la topografía del terreno, la geología e hidrología del área y las necesidades específicas de la población.

Nuestro proyecto de abastecimiento de agua en la comunidad rural de Abangasca Sur incluye métodos como la captación de agua, distribución y almacenamiento, con el objetivo de proporcionar un suministro confiable de agua potable para todos los habitantes.

La recolección de información que respalda la funcionalidad y efectividad del diseño y distribución del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad rural de Abangasca Sur se llevará a cabo mediante búsqueda en diversas fuentes como Bases de Datos Técnicos y Científicas, Entrevistas a la Comunidad, Investigaciones Académicas y Científicas, Documentos Técnicos y Normativas que se basen específicamente en diseño y distribución de agua potable.

3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

La recolección de datos es fundamental para entender las características del área de estudio y diseñar un sistema de abastecimiento eficiente y sostenible.

Levantamiento Topográfico:

GPS (Sistema de Posicionamiento Global): Los receptores GPS se utilizan para obtener coordenadas precisas de puntos de referencia en el área de estudio, lo que facilita la georreferenciación de los datos topográficos.

Figura 14

Logo Google Maps



Fuente: Google Maps

Encuestas:

Encuestas comunitarias: Se llevan a cabo encuestas estructuradas para recopilar información sobre las necesidades y preferencias de la comunidad en cuanto al suministro de agua, incluida la disponibilidad de fuentes de agua existentes y los problemas de acceso.

Censo:

Los censos nos proporcionaron la población real existente de la zona, la cual se distribuye de la siguiente manera: población total de 480 habitantes, la cual está compuesta por 78 niños menores de 16 años correspondiente al 16.39% del total de la población, 159 mujeres correspondientes al 32.28% y 228 hombres correspondientes al 48.00%. Un grupo más presente en este censo, está conformado por 15 personas de la tercera edad que corresponde al 3.33% de la población total.

Tabla 4

Censo poblacional de Abangasca Sur

Descripcion	Cantidad	
Total de viviendas	96	
Total de habitantes	480	
Viviendas encustadas	96	
Poblacion censada	336	
Poblacion menor a 16 años	78	16.39%
Hombres	228	48.00%
Mujeres	159	32.28%
Tercera edad	15	3.33%
Indice de habitantes /vivienda	5	

Fuente: Elaborado por los autores.

Civil3D:

Civil 3D se utiliza para crear y modificar dibujos técnicos que representan la topografía del terreno. Se pueden importar datos de levantamientos topográficos y drones para generar modelos digitales del terreno (MDT) y crear planos detallados del área de estudio.

Diseño de redes de distribución: El software permite diseñar redes de distribución de agua, incluyendo tuberías, válvulas, bombas y tanques de almacenamiento. Los dibujos en Civil3D facilitan la visualización y el análisis de la distribución del sistema de abastecimiento.

Figura 15

Logo Civil3D



Fuente: Civil3D

EPANET:

Modelado hidráulico: EPANET es un software de modelado hidráulico que se utiliza para simular el comportamiento de redes de distribución de agua a lo largo del tiempo. Permite analizar el flujo de agua, la presión en las tuberías, la calidad del agua y la eficiencia del sistema.

Optimización del diseño: Con EPANET, los ingenieros pueden probar diferentes configuraciones de la red de distribución y evaluar su rendimiento hidráulico bajo diferentes condiciones de operación. Esto ayuda a optimizar el diseño del sistema para maximizar la eficiencia y la fiabilidad.

Figura 16

Logo EPANET



Fuente: EPANET



3.4 Procesamiento de datos y análisis de la información

Para un proyecto que involucre el procesamiento de datos y el análisis de información poblacional, es fundamental seguir un enfoque metodológico sólido para garantizar la precisión y la relevancia de los resultados. He aquí un plan básico para procesamiento de los datos a obtenido.

1. Definición de objetivos:

Identificar claramente los objetivos del proyecto, como comprender la composición demográfica de la población, identificar tendencias de crecimiento, evaluar necesidades sociales, etc.

2. Recolección de datos:

Utilizar diversas fuentes de datos, como censos, registros de nacimientos y defunciones, encuestas de hogares, registros de salud, entre otros, para recopilar información demográfica.

Garantizar que los datos recolectados sean completos, precisos y actualizados.

3. Procesamiento de datos:

Limpiar y validar los datos para eliminar errores y asegurar su calidad.

Normalizar los datos para que sean coherentes y comparables.

Integrar datos de diferentes fuentes si es necesario para obtener una visión completa de la población.



4. Análisis de datos:

Unidad de análisis basado en el capítulo XII de las normativas técnicas de para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99) el cual se basa en:

Diseño hidráulico de los sistemas de conducción y distribución del agua

Red de distribución

En el diseño de la red de distribución, se requiere del buen criterio del Proyectista, sobre todo en aquellas localidades o ciudades en las que no se tienen planes reguladores del desarrollo de estas, que permitan visualizar el desarrollo de la ciudad al final del período de diseño.

Funciones de la red de distribución.

El o los sistemas de distribución tienen las siguientes funciones principales que cumplir.

- a) Suministrar el agua potable suficiente a los diferentes consumidores en forma sanitariamente segura.
- b) Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.

Información necesaria para el diseño de la red de distribución.

- a) Plan regulador del desarrollo urbano, si es que existe, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población.
- b) Plano topográfico de la ciudad, con sus calles existentes y futuras (desarrollos futuros urbanísticos), perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad (relieve del terreno).
- c) Servicios públicos existentes o proyectados, tales como:
 - Alcantarillado sanitario
 - Alcantarillado pluvial



- Servicio de energía eléctrica
 - Servicio de comunicaciones
 - Acondicionamiento de las calles: (sin recubrir, con adoquines, con asfalto, etc.)
- d) Estado actual de la red existente: (Diámetros, clase de tuberías, edad de las mismas); ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque, etc.
- e) Conocimiento de la ubicación de la fuente de abastecimiento que habrá de usarse con el período de diseño, así como la ubicación del futuro tanque de almacenamiento, identificándose en consecuencia los probables puntos de entrada del agua a la red de distribución.
- f) Determinación del sistema existente en cuanto a la oferta, demanda, presiones residuales y distribución del agua.
- g) Determinación de las presiones necesarias en los distintos puntos de la red de distribución. Este requisito en combinación con el relieve del terreno, conducirá en algunos casos a dividir el área por servir en más de una red de distribución.

Caso de red abierta.

Podrá analizarse en base al siguiente procedimiento: Definir los caudales (gastos) de cálculo por cada área tributaria y para cada una de las condiciones de trabajo.

Determinense las longitudes de los tramos y las elevaciones de cada uno de los puntos de intersección.

- Calcúlese la gradiente hidráulica promedio disponible o resistencia por fricción, dependiendo esto de:
 - a) La presión que debe de mantenerse en el sistema, en especial la mínima sobre el punto crítico.

b) Las velocidades permisibles en las tuberías. La gradiente hidráulica puede estar entre el 1 y 7%.

- Calcúlese la capacidad de los tramos entre los puntos de intersección sumando siempre a partir del punto más alejado y hacia el tanque de distribución.

- Con la gradiente disponible y con la sumatoria de los caudales de los tramos, se selecciona el diámetro para cada uno y se revisan después tanto las velocidades como las presiones residuales.

Recomendaciones Generales.

Cuando el análisis se relaciona con la condición de incendio concentrado en un punto determinado, debe procurarse que este punto se localice en las vecindades de una central de negocios, o bien en puntos cercanos a las áreas de máximas densidades de viviendas. Es recomendable siempre realizar el análisis para más de una condición y para diferentes puntos de concentración del incendio.

Rellenos de los circuitos principales.

Se usarán tuberías de rellenos de 1 ½ (37.5 mm) y 2 (50mm) pulgadas cuando las tuberías de los circuitos principales sean de 3 (75 mm) pulgadas. Se usarán 2 (50 mm) pulgadas y 3 (75 mm) pulgadas, con circuitos de 4 (100 mm) pulgadas; y cuando los circuitos principales sean mayores de 6 (150 mm) pulgadas, las tuberías de relleno bien pueden ser de 2 (50 mm) 3 (75 mm) y 4 (100 mm) pulgadas.

Planos de curvas equipiezométricas.

Se recomienda que el Proyectista, elabore para cada una de las condiciones de trabajo de la red, el plano de las curvas equipiezométricas o planos de las curvas de presiones residuales para todos los puntos de la red.

Esta información le permitirá conocer en forma gráfica el resultado de diseño del sistema; permitiéndole, además, realizar si fuera el caso, los ajustes necesarios para lograr el mejor plano piezométrico, en base, ya sea de reforzar mejor algunos tramos



de la red, como también incluir el uso de válvulas reguladoras de presión o diseñar la separación de zonas de diferentes servicios.

Accesorios y obras complementarias de la red de distribución.

Válvulas de pase

Deberán espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas.

Serán instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales.

Válvulas de limpieza

Estos dispositivos que permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas.

Válvula reductora de presión y cajas rompe presión.

Deberán diseñarse siempre y cuando las condiciones topográficas de la localidad así lo exijan.

Conexiones domiciliarias

El diámetro mínimo de cada conexión será de $\frac{1}{2}$ (12.5 mm) pulgada. Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

Anclajes

Es obligado el uso de los anclajes de concretos siempre en cada uno de los accesorios de la red. El diseño de los mismos será realizado para soportar las fuerzas internas producidas por la presión del agua dentro de la red.

Líneas de conducción.

Se definirá como “Línea de conducción” a la parte del sistema constituida por el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua



procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación, hasta un punto que bien puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora, o la red de distribución. Su capacidad se calculará con el caudal del gasto máximo diario o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio.

Ubicación

Se usarán planos topográficos para definir su ubicación. También será necesario en algunos casos determinar las características geológicas de los suelos y subsuelos.

Trazado

En la selección del trazado de la línea de conducción deben considerarse los siguientes factores:

- a) Que la conducción sea por gravedad siempre que sea posible.
- b) Que sea cerrada y a presión.
- c) Que el trazado de la línea sea lo más directo posible desde la fuente a la red de distribución.
- d) Evitar que la línea atraviese por terrenos extremadamente difíciles o inaccesibles.
- e) Que esté siempre por debajo de la línea piezométrica un mínimo de 5 metros, y a la vez que se eviten presiones mayores de los 50 metros.
- f) Evitar que la línea pase por zonas de probables deslizamientos o inundaciones.
- g) Para proteger la tubería en el caso de paso obligado bajo carreteras, ríos, etc, efectuar obras de protección de la tubería.

Clases de líneas de conducción

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción:

Conducción por gravedad.



Conducción por bombeo.

Velocidades de diseño

- Para líneas por bombeo, se procurará que la velocidad no exceda de 1.50 m/s. Se determinará el diámetro más conveniente de la tubería mediante el análisis económico correspondiente.

Se recomienda que la velocidad mínima sea de 0.60 m/s. Para determinar el diámetro de la línea de conducción deben considerarse los factores económicos, la vida útil y los caudales de agua a conducir.

Material de las tuberías.

En la selección de los materiales para tuberías, deben tenerse en cuenta los factores siguientes:

- a) Resistencia contra la corrosión
- b) Resistencia contra las cargas, tanto externas como internas.
- c) Características hidráulicas.
- d) Condiciones de instalación y del terreno.
- e) Condiciones económicas.
- f) Resistencia contra la tuberculización y la incrustación.
- g) Protección contra el golpe de ariete.

Conducción por gravedad.

Una línea de conducción por gravedad es la que dispone para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción, originadas en el conducto al producirse el flujo.

Debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

- a) Si la conducción será a través de canales abiertos o en tuberías. Si la conducción será cerrada o abierta.



- b) La capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo del diseño.
- c) La selección de la clase de los materiales y las dimensiones de los conductos a emplearse deberán ajustarse a la máxima economía.
- d) La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías. Deberá tomarse en cuenta además su protección y su mantenimiento.

Accesorios y válvulas

Las líneas de conducción por gravedad requerirán de accesorios y válvulas para su debida operación, protección y mantenimiento. Deberán tomarse en cuenta las observaciones siguientes:

- Instalar cajas rompe-presion cuando las presiones estáticas sobrepasen las presiones de trabajo.
- En el caso de tuberías de acero, deberán instalarse juntas de dilatación, tipo flexible, debidamente soportadas y atracadas.
- Cuando la topografía sea accidentada se localizarán válvulas de aire y vacío en las cimas del perfil.
- En el caso de la topografía regular o plana, estas válvulas estarán localizadas cada 2.5 kilómetro como máximo y en las partes más altas del perfil.
- En caso de topografía plana se provocarán pendientes del 3% en el sentido positivo y 6% en el sentido negativo de la dirección del flujo y se ubicarán válvulas de aire en los puntos de inflexión.
- El diámetro de las válvulas de aire y vacío se determinará en función del diámetro de la línea de conducción. Los fabricantes generalmente recomiendan el uso de válvulas cuyo diámetro es 1½” por pie de diámetro de la línea de conducción.



- En los puntos más bajos de la línea se instalarán válvulas de limpieza con diámetro mínimo equivalente a $\frac{1}{4}$ del diámetro de la línea de conducción.
- Al inicio y al final de la línea de conducción, deberán instalarse válvulas de compuerta para regular o cortar el flujo cuando sea necesario.

Líneas de conducción por bombeo.

En el cálculo hidráulico de estas líneas de conducción, las pérdidas por fricción serán determinadas mediante el uso de la fórmula de Hazen–Williams o similar.

Para la determinación del mejor diámetro, deberá elaborarse el análisis económico correspondiente, tomando en cuenta los costos anuales del consumo de energía, costo de las tuberías y los costos totales de operación y mantenimiento a través del tiempo. La alternativa que presente los menores costos fijará el diámetro más económico.

Se recomienda el uso de válvulas aliviadoras de presión, torres de oscilación o tanques neumáticos, para la protección de las tuberías contra el golpe de ariete. También deberán instalarse válvulas de aire y vacío y de drenaje, de acuerdo con las mismas recomendaciones dadas para las líneas de conducción por gravedad.



Capítulo IV DIAGNOSTICO SITUACIONAL.

4.1 Diagnóstico.

El presente diagnóstico revela realidad de la comunidad Abangasca Sur, donde el acceso al agua potable se ha convertido en una lucha diaria para sus habitantes los cuales son 480 en dicha comunidad. La situación se agrava debido a la escasez de pozos en la zona y las dificultades para aprovechar el agua disponible. Ante este desafío, se plantea el objetivo principal de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable. Para lograrlo, se han establecido objetivos específicos que abordan distintos aspectos clave. Por ejemplo, la caracterización de las aguas provenientes de los pozos, cada paso del proyecto está diseñado para asegurar la calidad y disponibilidad del recurso hídrico en la comunidad. Se consideran aspectos técnicos económicos y de sostenibilidad para garantizar la viabilidad a largo plazo de esta solución.

4.2 Antecedentes.

La comunidad de Abangasca Sur está ubicada a 6km al este al oeste de la cabecera municipal de León, su extensión es de 64 km² el cual corresponde al 7.42% de todo el municipio.

En Abangasca Sur las personas dependen de pozos artesanales para poder extraer agua y sustentar su día a día, resultando ser muy tedioso el no poder tener una fuente fija que abastezca cada hogar de esta comunidad. (Rosales & Pèrez, 2000)

La falta de un sistema de abastecimiento de agua es una problemática grave que afecta significativamente a la comunidad de Abangasca Sur. Dependiendo únicamente de pozos artesanales para obtener agua, los residentes se enfrentan a dificultades diarias para satisfacer sus necesidades básicas. Esta situación se vuelve aún más complicada debido a la ineficiencia de los pozos artesanales para proporcionar un suministro adecuado de agua para todos los hogares.

Dado que la comunidad se encuentra ubicada a una distancia considerable de la cabecera municipal de León, la falta de un sistema de abastecimiento de agua



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

centralizado agrava aún más la situación. Los residentes se ven obligados a recorrer largas distancias para acceder al agua, lo que consume tiempo y recursos que podrían dedicarse a otras actividades.

La dependencia exclusiva de pozos artesanales también presenta riesgos para la salud de la comunidad. La calidad del agua extraída de estos pozos puede ser cuestionable, lo que aumenta el riesgo de enfermedades relacionadas con el agua para los residentes.

Esta problemática no solo afecta el bienestar diario de los habitantes de Abangasca Sur, sino que también puede tener repercusiones en su desarrollo socioeconómico a largo plazo. La falta de acceso a un suministro de agua adecuado puede limitar las oportunidades de educación, trabajo y desarrollo económico en la comunidad.

La ausencia de un sistema de abastecimiento de agua adecuado en Abangasca Sur es una problemática que requiere atención urgente por parte de las autoridades locales y otros actores relevantes. Es necesario implementar soluciones efectivas que garanticen un acceso al agua para todos los residentes de la comunidad.

La comunidad cuenta con 147 casas habitadas y 480 habitantes aproximadamente ya que parte de la, con director de primaria multigrado, 4 docente

4.3 Macro y Micro Localización.

4.3.1 Macro localización.

Figura 17

Macro localización



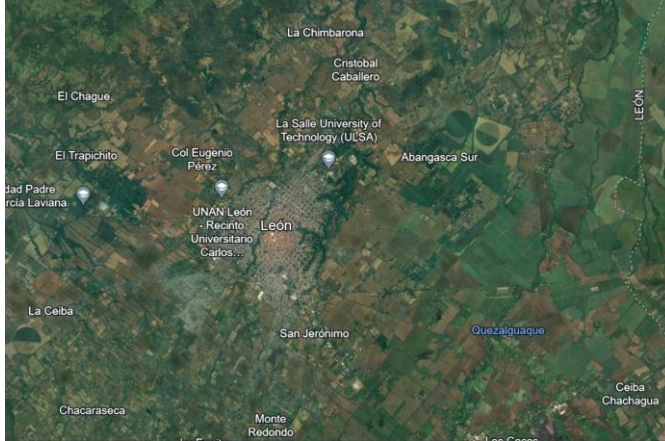
Fuente: Embajada de Nicaragua

4.3.2 Micro localización

León, ubicada en el noroeste de Nicaragua el cual tiene una superficie total de 862 kilómetros cuadrados con una población estimada de alrededor de 201,100 habitantes según datos de 2020.

Figura 18

Micro localización



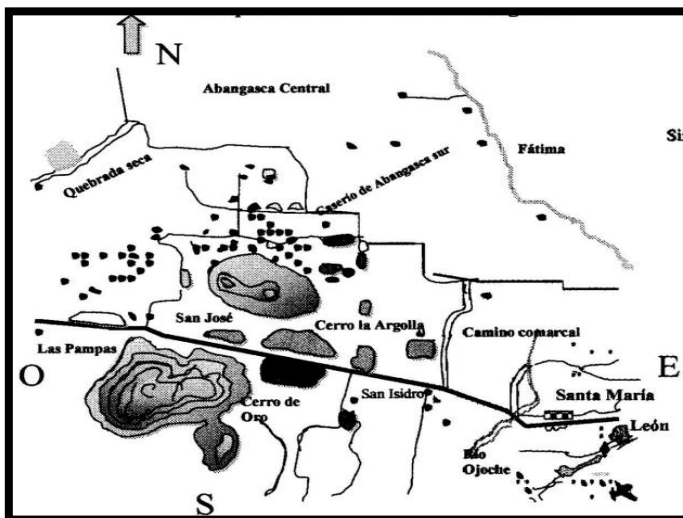
Fuente: Google Earth

4.3.3 El Sitio

La comunidad está ubicada a 6 kilómetros al oeste de la cabecera municipal de León, su extensión es de 64 kilómetros cuadrados el cual corresponde al 7.42 % de todo el Municipio.

Figura 19

El Sitio



Fuente: (Rosales & Pèrez, 2000)



4.4 Accesibilidad.

El acceso a la comunidad de Abangasca Sur en León, Nicaragua, desde la ciudad de León, distante a 20 km, es posible llegar de varias formas.

Transporte Colectivo o Interurbano (Autobuses):

Descripción: Se puede acceder a la comunidad de Abangasca Sur desde León tomando un autobús interurbano. El viaje en autobús tarda aproximadamente 45 minutos y tiene un costo de alrededor de C\$30.

Transporte Privado o a Pie: El costo va dependiendo de si se utiliza vehículo privado o a pie, algunos residentes de la comunidad prefieren llegar a pie, ya que la distancia es relativamente corta. El viaje a pie desde León hasta Abangasca Sur puede durar alrededor de 3- 4 horas dependiendo del ritmo y el lugar específico de la comunidad también de las condiciones climáticas y si se llega en carro privado se tarda unos 20 minutos en llegar.

Es importante tener en cuenta que las condiciones de transporte y los costos pueden variar según la disponibilidad de servicios en la zona y los cambios en los precios locales.

4.5 Caracterización del Entorno (natural o construido).

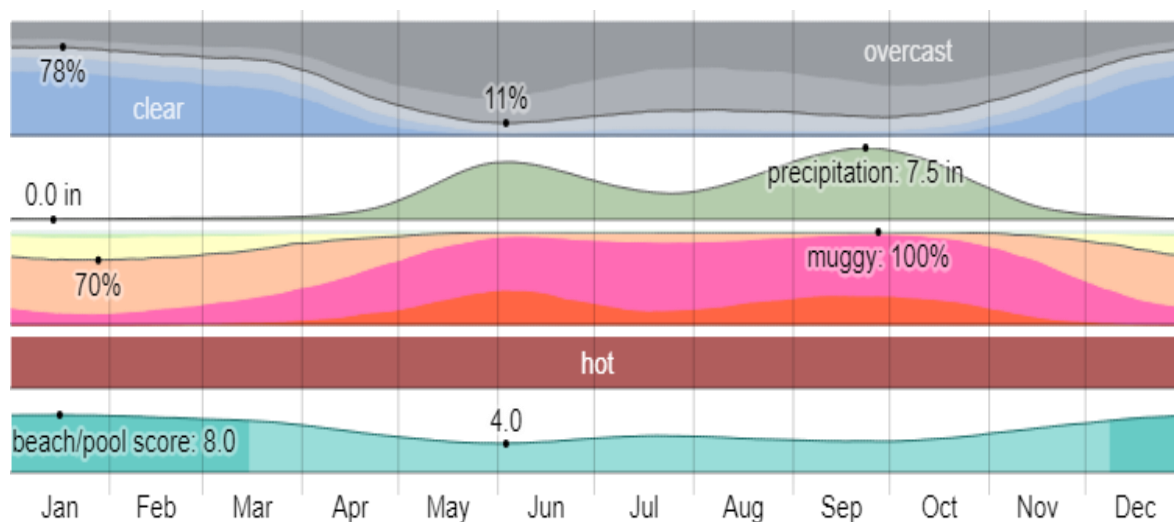
- Clima (Precipitación, temperatura, viento, asoleamiento, humedad)

En León, la temporada de lluvias es nublada, la temporada seca es ventosa y mayormente despejada y es muy caliente y opresivo durante todo el año. A lo largo del año, la temperatura generalmente varía de 74 °F a 94 °F y rara vez está por debajo de 70 °F o por encima de 97 °F.

Según la puntuación de playa/piscina, la mejor época del año para visitar León para actividades de calor es desde principios de diciembre hasta mediados de marzo. (Cedar Lakes Ventures, s.f.)

Figura 20

Clima de León



Fuente: Weatherspark

➤ Precipitación

La probabilidad de días mojados en León varía significativamente durante el año.

La temporada más mojada dura 5,6 meses, del 11 de mayo al 31 de octubre, con una probabilidad de más del 24 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días húmedos en León es septiembre, con un promedio de 13,6 días con al menos 0,1 mm de precipitación.

La temporada más seca dura 6,4 meses, del 31 de octubre al 11 de mayo. El mes con menos días mojados en León es enero, con un promedio de 0,2 días con al menos 0,04 milímetros de precipitación.

El mes con más días de lluvia solo en León es septiembre, con un promedio de 13,6 días. (Cedar Lakes Ventures, s.f.)

Figura 21

Probabilidad diaria de precipitación en León.



Fuente: Weatherspark



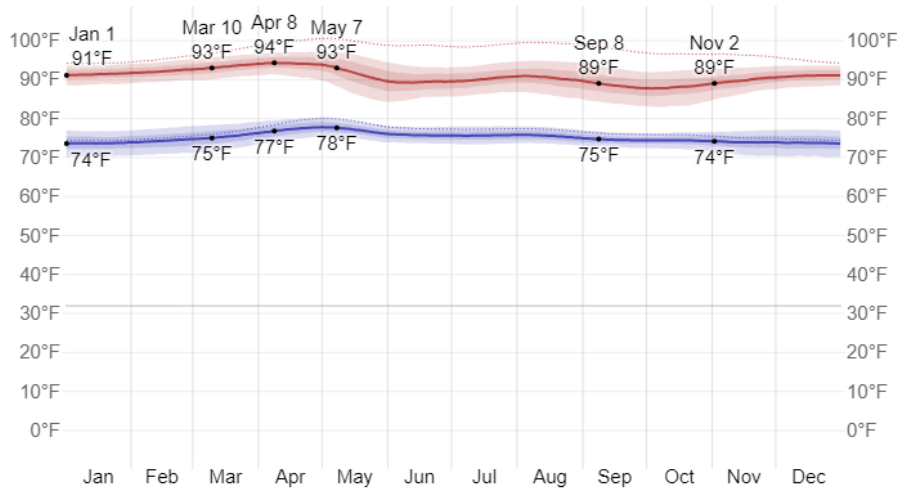
“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

➤ Temperatura

La temperatura en León varía tan poco a lo largo del año que no tiene mucho sentido hablar de estaciones frías y calientes. (Cedar Lakes Ventures, s.f.)

Figura 22

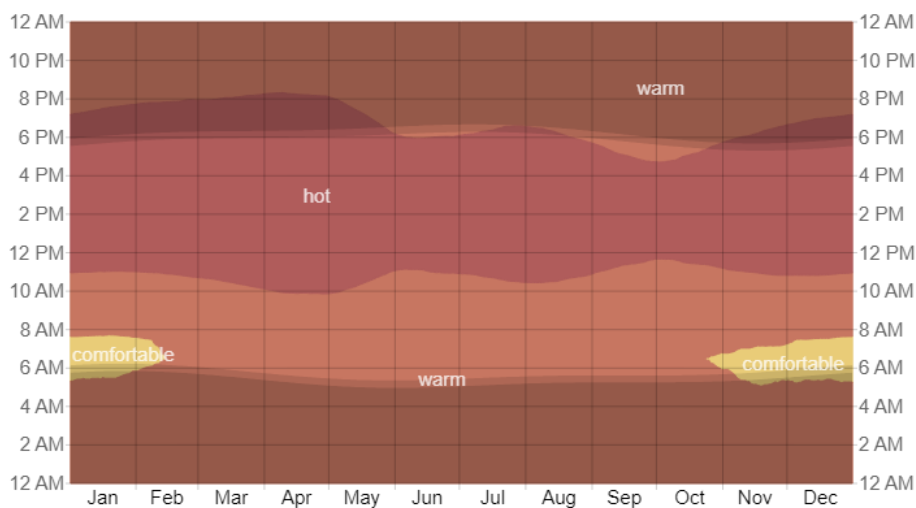
Temperatura máxima y mínima promedio en León



Fuente: Weatherspark

Figura 23

Temperatura promedio por hora en León



Fuente: Weatherspark

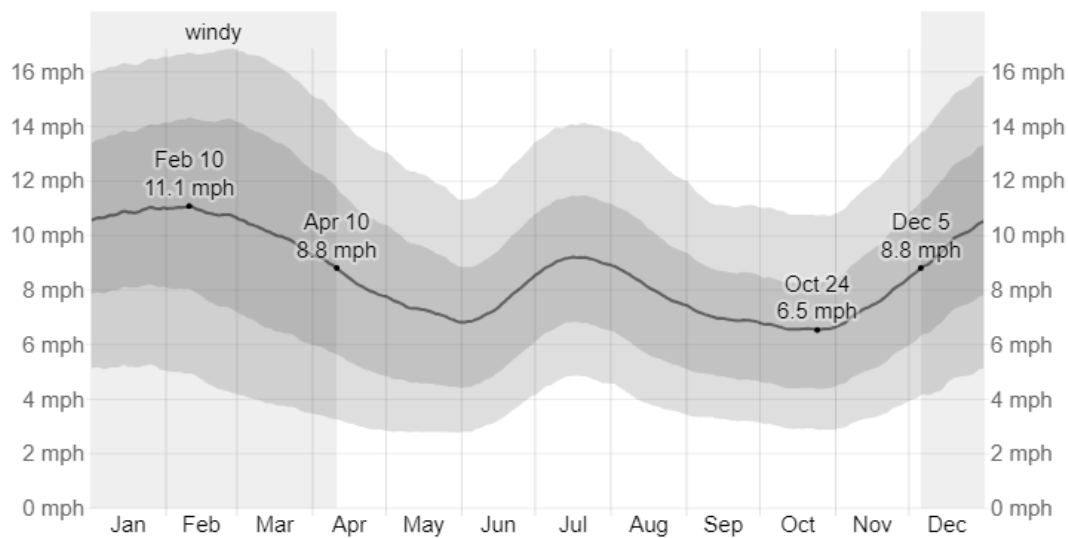
➤ Viento

La parte más ventosa del año dura 4,2 meses, del 5 de diciembre al 10 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 14,8 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en León es febrero, con una velocidad promedio del viento por hora de 17,9 kilómetros por hora.

La época más tranquila del año dura 7,8 meses, del 10 de abril al 5 de diciembre. El mes más tranquilo del año en León es octubre, con una velocidad promedio del viento por hora de 10,6 kilómetros por hora. (Cedar Lakes Ventures, s.f.)

Figura 24

Velocidad promedio del viento en León



Fuente: Weatherspark

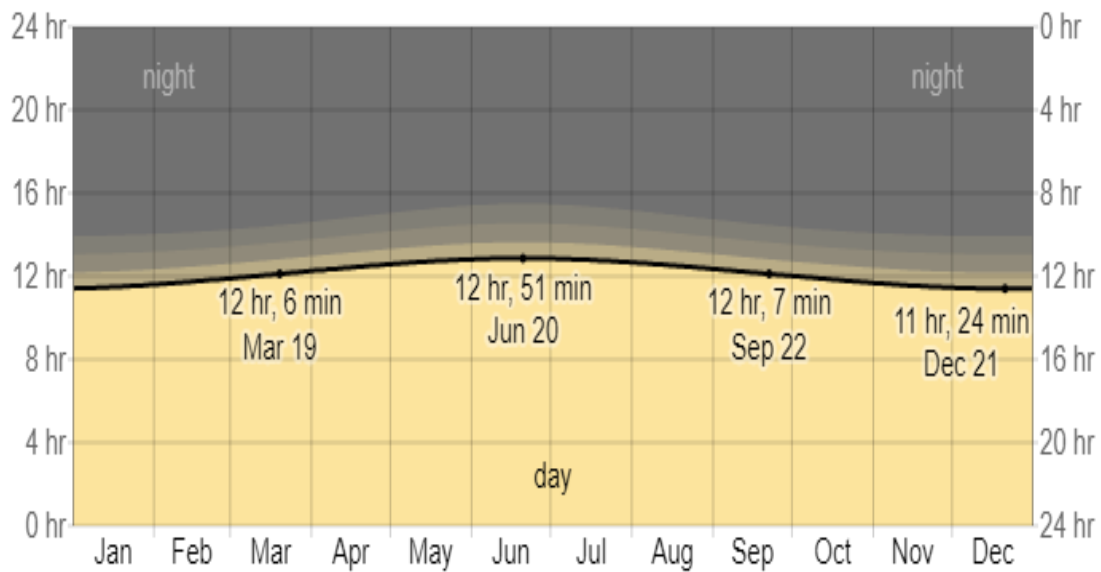


➤ Asoleamiento

La duración del día en León no varía sustancialmente a lo largo del año, manteniéndose entre 51 minutos y 12 horas durante todo el año. En 2024, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 24 minutos de luz; el día más largo es el 20 de junio, con 12 horas y 51 minutos de luz. (Cedar Lakes Ventures, s.f.)

Figura 25

Horas de luz natural y crepúsculo en León

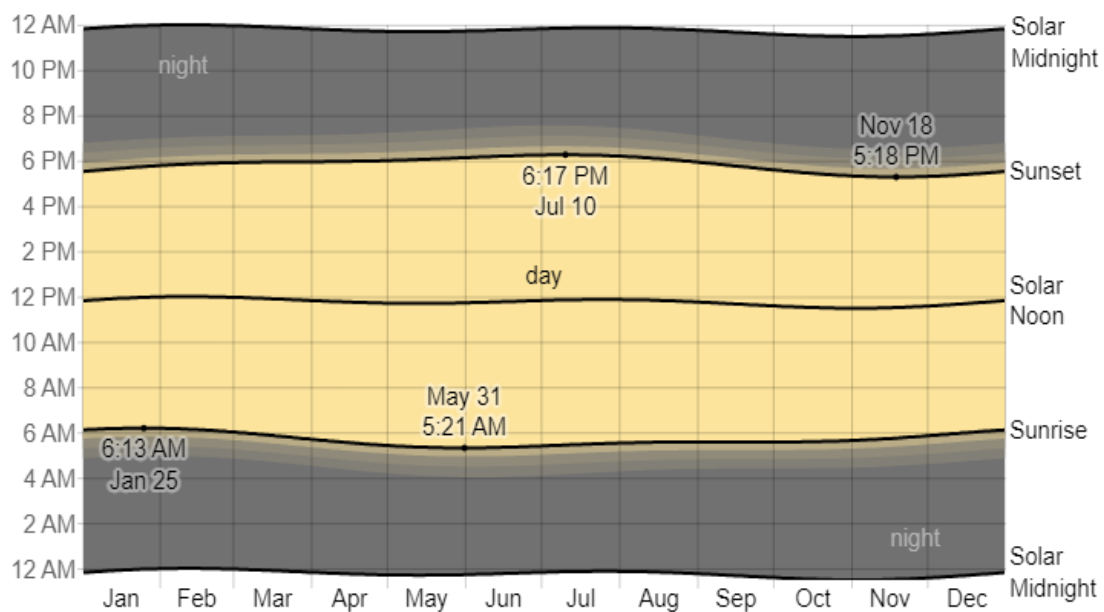


Fuente: Weatherspark

La salida del sol más temprana es a las 5:21 el 31 de mayo, y la salida del sol más tardía es 52 minutos más tarde a las 6:13 el 25 de enero. La puesta del sol más temprana es a las 5:18 p. m. el 18 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 59 minutos más tarde a las 6:17 p. m. el 10 de julio. (Cedar Lakes Ventures, s.f.)

Figura 26

Salida del sol y puesta del sol con crepúsculo en León



Fuente: Weatherspark

➤ Humedad

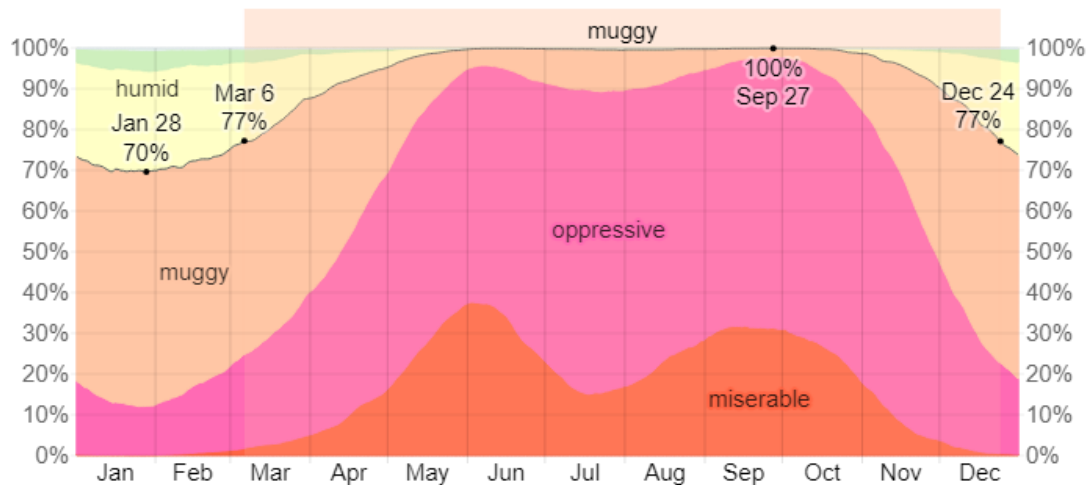
León experimenta variación estacional significativa en la humedad percibida.

El período más bochornoso del año dura 9,6 meses, del 6 de marzo al 24 de diciembre, durante el cual el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 77 % del tiempo. El mes con más días bochornosos en León es julio, con 30,9 días bochornosos o peores.

El mes con menos días bochornosos en León es febrero, con 20,9 días bochornosos o peores.

Figura 27

Niveles de comodidad de la humedad en León



Fuente: Weatherspark

- Relieve.

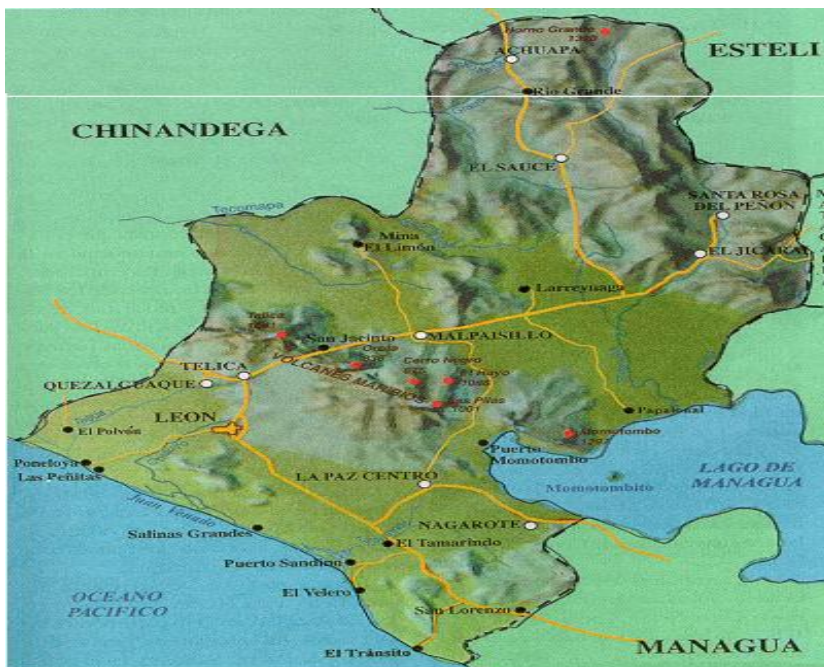
León tiene una extensión territorial de 820.19 kilómetros cuadrados una densidad poblacional de 195 Hab/Km².

El municipio está ubicado al suroeste del departamento de León, su territorio está dividido en cinco zonas principales: la cordillera, las faldas de cerros y volcanes, la planicie con una llanura volcánica levemente inclinada, las lomas paralelas al mar y el litoral del Pacífico.

Como área de conservación el municipio cuenta con la Reserva Natural Isla Juan Venado. Una isla de origen cuaternario, formada por depósitos marinos y continentales de arena y arcilla que ocupan una barrera que se extiende de noroeste a sureste, paralela al litoral del Pacífico. Se encuentra entre el Estero Las Peñitas y el Estero de Salinas Grande. (INTUR, 2016)

Figura 28

Relieve del departamento de León



Fuente: VíaNica

- Hidrología.

La ciudad de León se encuentra atravesada por un pequeño río denominado Chiquito. Su nacimiento tiene lugar en las inmediaciones de la ciudad desembocando a 28 kilómetros en el Océano Pacífico. El río muestra un intenso grado de antropización que afecta significativamente la calidad natural de sus aguas y repercute en su ecosistema ribereño.

Del área total de la Región del Pacífico, aproximadamente 38.700 Km², solamente el 31% unos 12.072 Km², drenan hacia el Pacífico y el resto de las aguas superficiales escurre hacia el Atlántico a través de los ríos que fluyen hacia los lagos Xolotlán y Cocibolca.

A diferencia del lago Xolotlán, que no desagua regularmente (cuando lo hace es a través del río Tipitapa hacia el lago Cocibolca) y pierde sus aguas principalmente por evaporación, el lago Cocibolca desagua permanentemente en el Mar Caribe a través del Río San Juan.

En el resto de la zona pacífica los ríos desaguan directamente en el Océano Pacífico, y constituyen el drenaje superficial de 8 cuencas hidrográficas pequeñas, con excepción del Río Estero Real. En la mayoría se trata de ríos intermitentes con un régimen irregular y caudales de estiaje muy reducidos. (Torres, 2001)

Figura 29

Cuencas hidrográficas de la vertiente del pacífico

Nº cuenca	Nombre de la cuenca Río principal	Area (km ²)	Precipitación media (mm)
58	Río Negro	1428,00	1.859
60	Río Estero Real	3690,60	1.682
62	entre Estero Real y Volcán Cosigüina	429,00	1.881
64	entre Volcán Cosigüina y Río Tamarindo	2950,66	1.670
66	Río Tamarindo	317,62	1.175
68	entre Río Tamarindo y Río Brito	2718,69	1.537
70	Río Brito	274,00	1.316
72	entre Río Brito y Río Sapoá	325,00	1.625
TOTAL		12,183.57	

Fuente: (Torres, 2001)

- Geología.

Nicaragua se encuentra limitada en sus costas por importantes unidades tectónicas, causantes de los movimientos orogénicos y actividades volcánicas que originaron el continente centroamericano. La zona Pacífica pertenece en su mayoría a las formaciones más jóvenes de Nicaragua.

La Depresión o Graben nicaragüense constituye una estructura tectónica joven que cruza todo el Pacífico. Está limitada por dos sistemas de fallas de rumbo NO al SE y su origen está relacionado con la actividad volcánica reciente, la Fosa Mesoamericana y el movimiento de las placas de Cocos y del Caribe. Se encuentra rellena con materiales provenientes de la erosión de las formaciones de ignimbritas del mioceno y de los depósitos de origen volcánico como lápilis, cenizas, polvo volcánico y lavas.

En la ciudad de León se identifica principalmente una formación geológica correspondiente al Graben nicaragüense con depósitos aluviales, coluviales, de terrazas y suelos residuales indiferenciados, y al SO la formación Tamarindo, perteneciente a la Cuenca de Sedimentación de la Costa Pacífica, formada de ignimbritas y piroclastos. (Alvarado & Figueroa , 2000)

Figura 30

Volcanes de la geología de Nicaragua



Fuente: (LEÓN, 2023)

- Fauna y Flora.

Los cultivos anuales dominados por granos básicos son maíz, frijol y arroz; se cultiva también maní, ajonjolí, sorgo, yuca, plátano y caña de azúcar.

Entre las especies de animales representativos están la iguana verde, garrobo negro, cuajipal, lagarto negro, pizote, mapache, armadillo, fragatas, pelicanos, garzas, zanate, salta piñuela, guardabarranco y urraca.

Entre las especies de flora se encuentran chocoyito, guanacaste de oreja, melero, madroño, roble macuelizo, palo de sal, sacuanjoche, quebracho, nancite, guácimo de ternero, cortez, tigüilote, güililgüiste, jiñocuabo, acetuno, neem, eucalipto y los mangles gris, salado y rojo, este último es utilizado para la elaboración de ranchos típicos a nivel local y nacional. (INTUR, 2016)

Figura 31

Fauna del departamento de León



Fuente: (INTUR, 2016)



4.6 Infraestructura y equipamiento.

Infraestructura:

En Nicaragua, la infraestructura en las comunidades, especialmente en las áreas rurales, presenta desafíos significativos que afectan la vida diaria y el desarrollo económico. Los problemas principales incluyen:

Vías de Acceso y Transporte: Las carreteras a menudo están en mal estado y se vuelven intransitables durante la temporada de lluvias, lo que limita la movilidad y el acceso a mercados.

Energía Eléctrica: A pesar de avances recientes, muchas comunidades aún carecen de acceso a electricidad confiable, lo que afecta las actividades económicas y educativas.

Agua Potable y Saneamiento: El acceso limitado a agua potable segura y a sistemas de saneamiento adecuados impacta negativamente en la salud pública y carga especialmente a mujeres y niños.

Telecomunicaciones: La conectividad a internet es insuficiente, lo que restringe el acceso a información y servicios digitales esenciales.

Infraestructura de Salud y Educación: Las instalaciones educativas y de salud suelen carecer de los recursos necesarios, lo que afecta la calidad de los servicios ofrecidos.

Infraestructura Agrícola: La falta de infraestructura adecuada limita la productividad agrícola y la capacidad de los agricultores para mejorar y comercializar sus productos.



Equipamiento:

Sector Educación

La educación en Abangasca Sur se centra en una escuela primaria multigrado que atiende a 98 estudiantes. El director de la institución es Pedro Adalberto Hernández Díaz, y el equipo docente está compuesto por: María Elena Canales Muñoz, Rosa Argentina Muñoz, Angélica Cristina Espinoza

La implementación de un sistema de abastecimiento de agua en la escuela es fundamental para garantizar condiciones higiénicas adecuadas y mejorar el entorno de aprendizaje para los estudiantes y el personal educativo.

Sector Deporte

La comunidad cuenta con un campo de fútbol que es un espacio vital para la recreación y el deporte. Un adecuado suministro de agua es esencial para el mantenimiento del campo y para asegurar que los usuarios tengan acceso a agua potable durante sus actividades deportivas.

Sector Salud

Aunque no se menciona una infraestructura de salud específica, es crucial que cualquier proyecto de abastecimiento de agua considere la inclusión de puntos de agua potable y sistemas de saneamiento para la atención básica de la salud. El acceso a agua limpia es un componente esencial para prevenir enfermedades y mejorar la salud general de la comunidad.

Sector Religioso

La Iglesia Apostólica es un punto de encuentro central para la comunidad. Dotar a esta institución de un suministro confiable de agua potable no solo mejorará las condiciones de higiene durante los servicios y eventos religiosos, sino que también permitirá a la iglesia servir mejor a su congregación en actividades comunitarias.



Sector Cultural

El centro cultural de la comunidad, aunque actualmente desactivado, representa una oportunidad para el desarrollo cultural y social de Abangasca Sur. La reactivación de este espacio con un adecuado suministro de agua podría facilitar su uso para eventos comunitarios, educativos y recreativos, promoviendo así el desarrollo integral de la comunidad.

Consideraciones

El proyecto de abastecimiento de agua para Abangasca Sur debe abordar las necesidades específicas de cada sector, asegurando un suministro de agua limpio y constante. Esto no solo mejorará la calidad de vida de los habitantes, sino que también fomentará un entorno saludable y productivo para la educación, el deporte, la salud, la religión y la cultura.

Educación: Garantizar agua potable y servicios sanitarios adecuados en la escuela primaria.

Deporte: Asegurar el mantenimiento y el acceso a agua potable en el campo de fútbol.

Salud: Proveer puntos de agua potable y sistemas de saneamiento básicos para la comunidad.

Religión: Dotar a la Iglesia Apostólica de un suministro confiable de agua potable.

Cultura: Facilitar la reactivación del centro cultural con acceso a agua potable para eventos comunitarios.

Este proyecto de abastecimiento de agua tiene el potencial de transformar la vida en Abangasca Sur, mejorando significativamente las condiciones de vida y fomentando el desarrollo sostenible en todos los sectores clave de la comunidad.



4.7 Aspectos socioeconómicos.

Los aspectos socioeconómicos en zonas rurales son complejos y varían significativamente según el país y la región específica. Sin embargo, existen varios factores comunes que suelen caracterizar la vida en estas áreas.

Las zonas rurales frecuentemente presentan niveles de ingreso más bajos en comparación con las áreas urbanas. Las economías rurales suelen estar dominadas por la agricultura, la pesca, y la silvicultura, que pueden ser altamente dependientes de las condiciones climáticas y menos rentables que las industrias ubicadas en zonas urbanas.

El empleo en las zonas rurales a menudo está ligado a la agricultura y otros sectores primarios. Esto puede llevar a una falta de diversidad en las oportunidades laborales, haciéndolas vulnerables a las fluctuaciones de estos mercados específicos. Además, estas zonas suelen experimentar una tasa más alta de desempleo, subempleo y empleo informal.

El acceso a la educación en zonas rurales puede ser limitado, con menos recursos, infraestructura y personal calificado en comparación con las ciudades. Esto afecta la calidad de la educación y puede limitar las oportunidades de los jóvenes de estas áreas para competir en el mercado laboral más amplio.

Los servicios de salud en áreas rurales suelen ser menos accesibles debido a la distancia de los centros médicos y la escasez de profesionales médicos que trabajen en estas áreas.

Las zonas rurales frecuentemente carecen de infraestructura básica, como acceso a agua potable segura, saneamiento adecuado, electricidad confiable, y conectividad de internet. Esto no solo afecta la calidad de vida, sino también la capacidad de las empresas para operar eficazmente y de los estudiantes para aprender bajo condiciones óptimas.

Las limitaciones en oportunidades laborales y educativas a menudo impulsan a los jóvenes a migrar hacia áreas urbanas en busca de mejores oportunidades. Esto puede



resultar en un envejecimiento de la población en las zonas rurales y una disminución en la fuerza laboral local.

Las comunidades rurales son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático, especialmente aquellas que dependen de la agricultura y los recursos naturales.

Las zonas rurales suelen tener fuertes lazos comunitarios y una profunda conexión con sus tradiciones y prácticas culturales. Estos pueden ser tanto una fuente de resiliencia como una barrera para el cambio y la adopción de nuevas prácticas y tecnologías.

Para mejorar la situación socioeconómica en las zonas rurales, se necesitan políticas específicas que aborden estas áreas clave, incluyendo inversiones en educación y salud, mejoras en la infraestructura, apoyo a la diversificación económica, y estrategias que mitiguen y adapten las prácticas agrícolas al cambio climático.

Las zonas rurales en Nicaragua enfrentan varios desafíos socioeconómicos significativos, que incluyen alta pobreza y desigualdad, una economía predominantemente agrícola con acceso limitado a mercados y tecnología, y carencias en educación y servicios de salud.

La infraestructura en estas áreas es deficiente, dificultando el transporte y el acceso a servicios básicos como agua potable y saneamiento adecuado. La migración, tanto interna como externa, es común debido a la falta de oportunidades locales. Además, Nicaragua es propensa a desastres naturales que afectan desproporcionadamente a las zonas rurales, exacerbando los problemas existentes.

Las mujeres en particular enfrentan retos adicionales, incluyendo limitaciones en el acceso a recursos y altas tasas de violencia doméstica. A pesar de algunos esfuerzos gubernamentales y de ONGS para mejorar estas condiciones, los problemas persisten y requieren atención continua y recursos adicionales.



La comunidad de Abangasca Sur en León, Nicaragua, presenta una serie de aspectos socioeconómicos que reflejen la realidad de muchas áreas rurales en países en desarrollo.

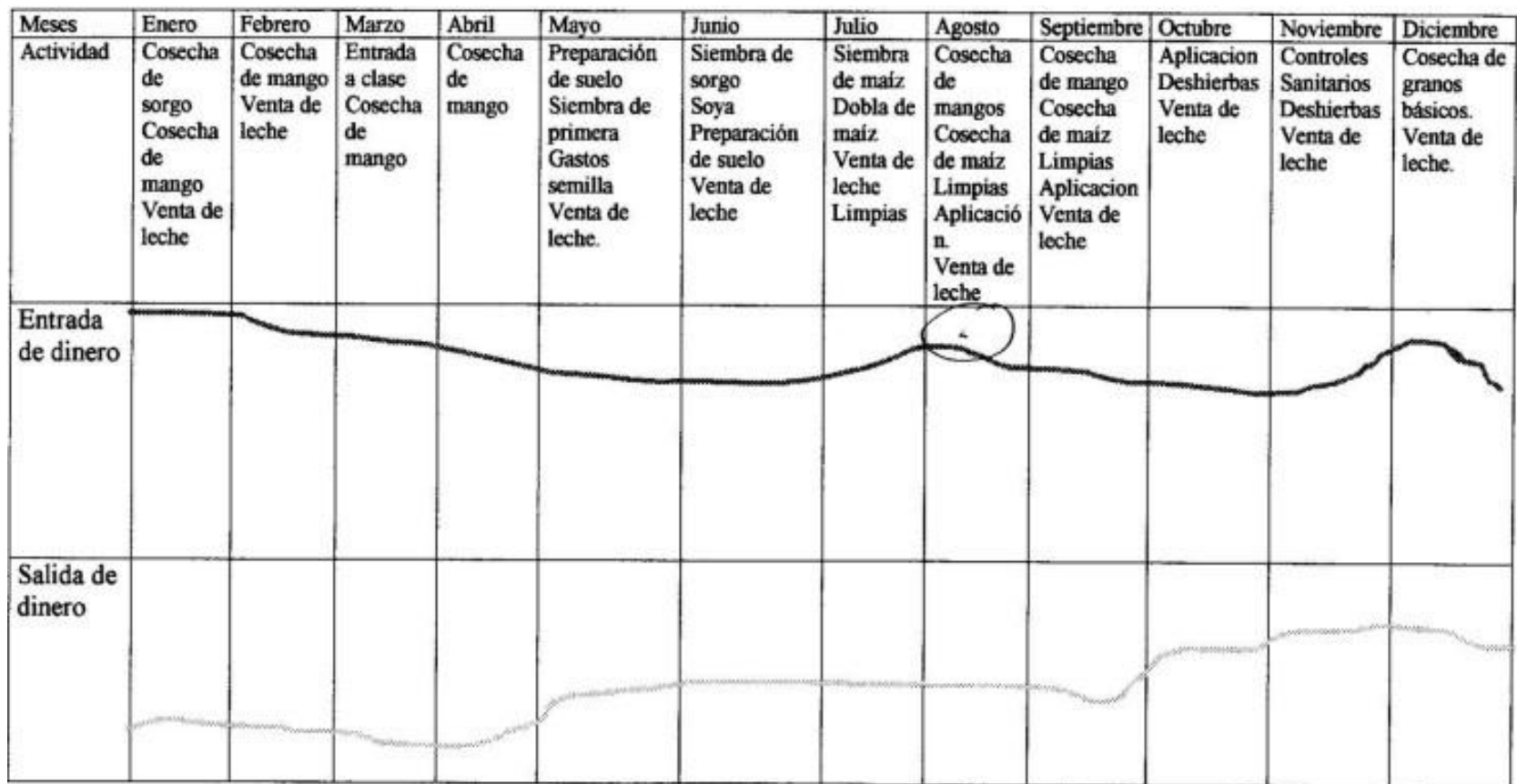
Los datos socio económicos que están plasmados en esta comunidad son datos que ilustran principalmente la situación social y económica de los pobladores de la misma siendo resultados que se obtienen a través de aplicaciones de diagnóstico rural donde se desarrollan matrices de fuentes de trabajo, ingreso y egresos, la matriz de migración, comercialización, festividades y otros y la matriz de niveles de bienestar de esta comunidad.

Matriz de Fuentes de Trabajo, ingresos y egresos de la Comunidad de Abangasca Sur

Esta matriz describe las principales fuentes de ocupación de la comunidad y las fuentes de ingresos y gastos más importantes, resaltando esta matriz que durante los meses de Enero, Febrero, Septiembre, Diciembre se da la recolección de cosecha de granos básicos, mangos, así como la venta de leche reflejándose que durante este periodo es que se da el mayor ingreso del dinero, además es donde se aprovecha la mano de obra familiar; y en los meses de Marzo, Mayo y Junio es donde se dan los mayores egresos o salidas de dinero, ya que durante estos periodos es cuando los hijos(as) de los productores(as) entran a clase, y también se realizan las preparaciones de tierra, siembra y mantenimiento de los cultivos y se contratan en algunos caso mano de obra, en la “figura 18” se refleja el movimiento de salida y entrada de dinero representada por una línea a medida que se genera ingresos la línea sube y la línea de egresos tiende a bajar.

Figura 32

Matriz de Fuentes de Trabajo, ingresos y egresos de la Comunidad de Abangasca Sur



Fuente: (Rosales & Pèrez, 2000)



Matriz de migración, comercialización, festividades y otros de la comunidad de Abangasca sur

En lo que respecta sobre la matriz de comercialización podemos ver que en los meses de enero, Febrero, Marzo, Agosto y Diciembre es que obtienen la producción de mangos y granos básicos, la que se comercializa en los mercados de la estación, Central y el mercado de Sutiava.

La mano de obra familiar se utiliza en la recolección de cosecha de mangos y granos básicos, donde los resultados del diagnóstico nos dicen que la mayor cantidad de mano de obra aportada es por las mujeres y donde hay mayor demanda de mano de obra por los hombres es en los meses de mayo y junio, ya que se encargan en la preparación de suelos, siembra y controles fitosanitarios.

Referente a la matriz de migración esta es mayor durante el mes de agosto hacia el vecino país Costa Rica donde los hombres venden su fuerza de trabajo en las bananeras, corte de caña y café, siendo este factor una desventaja, ya que algunos hombres abandonan sus hogares por la poca fuente de trabajo el no-financiamiento para aquellos que poseen tierra.

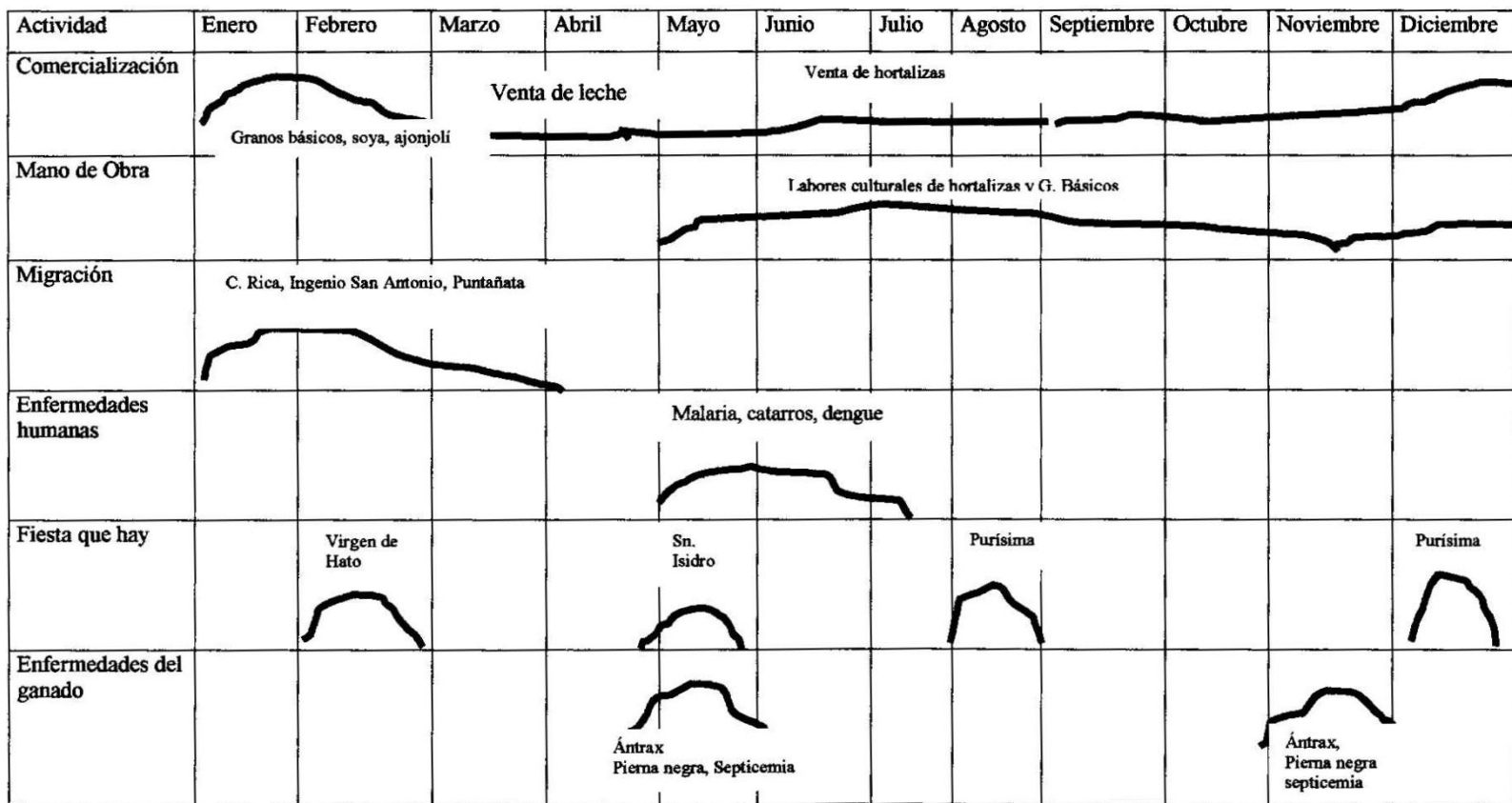
Otra desventaja es la falta de asistencia técnica en los diferentes rubros.

En los meses donde se refleja mayores problemas de salud en las familias campesinas son en el mes de mayo y en el Mes de octubre.

Con el análisis de esta matriz se llegó a la conclusión que durante los meses de marzo abril no hay entrada de dinero por no tener ningún tipo de siembra de hortalizas, granos básicos y manejo de especies menores que le genere ingresos, contando esta comunidad con un manto freático de 19 pies, pero no se explota por carecer de financiamiento y falta de asistencia técnica lo que trae como consecuencia que los hombres emigren hacia otros lugares en busca de trabajo.

Figura 33

Matriz de migración, comercialización, festividades y otros de la comunidad de Abangasca sur



Fuente: (Rosales & Pèrez, 2000)



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA
COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE
2025”

La situación socioeconómica en zonas rurales, como la comunidad de Abangasca Sur en Nicaragua, refleja desafíos comunes a muchas áreas similares en países en desarrollo. La economía rural está principalmente ligada a la agricultura y otras actividades primarias, con ingresos que dependen de la temporada de cosecha y venta de productos como granos básicos y mangos.

la comunidad de Abangasca Sur enfrenta una serie de desafíos socioeconómicos, incluyendo la dependencia de la agricultura, la migración masculina en busca de empleo, la falta de asistencia técnica y financiamiento, y problemas de salud, que requieren atención y recursos adicionales para su mejora.

4.8 Identificación de riesgos y afectaciones

Riesgo Ambiental

Para la ejecución de un proyecto se tienen presentes los posibles impactos al medio ambiente los cuales tienen su evaluación del impacto ambiental, áreas de análisis, evaluación de los efectos y modificaciones que llegan a tener los sistemas, organizaciones, sitios de construcción.

Para el desarrollo de ese estudio se toman en cuenta los posibles impactos del medio ambiente, para el diseño de la red o desarrollo del proyecto caracterizando los siguientes tipos de impactos ambientales:

Agua: Esta se encuentra asociada a los movimientos de la tierra, excavaciones y eliminación de la cubierta vegetal, generando alteración de los cuerpos de agua, ya que pueden ser atravesados por la construcción vial y en consecuencia se presentan las modificaciones de la calidad o flujos del agua.

Aire: Las emisiones de CO₂ u otras actividades, uso de minerales, excavaciones, corte de taludes, operación de máquinas y herramientas causan alteraciones asociadas con el polvo y el ruido.

Suelo: Fundamentalmente se causan alteraciones por los residuos sólidos, líquidos, que se asocian a las actividades de desmonte, limpieza, descapote, excavaciones, demoliciones, obras hidráulicas y construcción de vías, etc.

La amenaza sísmica, en la macro región del Pacífico es alta donde la mayoría de los epicentros sísmicos se ubican en el océano Pacífico, donde chocan las placas tectónicas Coco y Caribe, en este mismo territorio existe un cordón de sismos en un cinturón muy estrecho a lo largo de la cadena volcánica, desde el Cosigüina hasta el Concepción en la isla de Ometepe, por lo cual la amenaza sísmica, es alta en la zona expuesta a terremotos que abarca una franja de aproximadamente 60 km. de ancho que bordea el litoral del pacífico, una zona superpuesta y más angosta que coincide con el eje de la cadena volcánica, en la cual se ubican 21 volcanes activos y donde los



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

sismos son superficiales a menos de 40 Km. y se producen en los sistemas de fallas por donde asciende el magma.

León vulnerable ante desastres naturales. Las posibilidades de una erupción volcánica, un tsunami, inundaciones y un terremoto a alta escala, podrían darse en cualquier momento en el departamento de León, así lo aseguraron las autoridades del Departamento de Gestión y Riesgo de la Alcaldía de León.

León se considera un municipio de alto riesgo dado por la actividad sísmica de la región y por el patrimonio constructivo que se encuentra en ella, patrimonio altamente vulnerable. Para reducir el riesgo sísmico se debe implementar una sustancial reducción de vulnerabilidad estructural de las edificaciones y una efectiva preparación de los cuerpos de socorro y población en general. Además del monitoreo estructural y eventual reforzamiento antisísmico de todas las instalaciones esenciales, es necesario impulsar un programa de apoyo a la remodelación de las viviendas particulares con énfasis en las obras antisísmicas. En León estos programas deben tomar en cuenta el carácter monumental de la ciudad, y la importancia de la imagen urbana para la memoria histórica nacional y como recurso para el turismo. Las remodelaciones deberán respetar las tipologías arquitectónicas de los edificios y su imagen colonial, para lo que se recomienda la elaboración de una ordenanza específica de protección del centro histórico que establezca las normas y pautas de acción.

Para abordar eficazmente la gestión del riesgo de desastres en León, es esencial adoptar un enfoque holístico que abarque acciones de preparación, reducción de impactos y respuesta, además de promover una participación comunitaria activa y tener en cuenta las particularidades de cada tipo de desastre.

Riesgo social

La comunidad de Abangasca Sur se manifiesta en varios aspectos que afectan la calidad de vida y la estabilidad de sus habitantes. A pesar de formar parte del Municipio



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

de León y contar con una población de más de 700 habitantes, esta comunidad rural enfrenta desafíos significativos.

En primer lugar, la distribución demográfica revela una población predominantemente joven, con un 52% de niños y un 47% de población económicamente activa y de edad avanzada. Esto sugiere una carga adicional para los recursos comunitarios, especialmente en términos de educación y cuidado de la salud para los niños, así como posibles problemas de apoyo social y económico para la población mayor.

Además, la dependencia de la agricultura como principal fuente de ingresos expone a la comunidad a riesgos económicos, particularmente relacionados con la variabilidad climática y la rentabilidad de los cultivos. La historia de la comunidad revela períodos de deforestación y cambios en los cultivos dominantes, como la transición del cultivo de mangos al monocultivo del algodón en la década de 1950, seguido por la introducción de la soya en la década de 1990. Estos cambios han tenido impactos ambientales negativos, como la erosión del suelo, la contaminación del agua y la disminución de la fertilidad del suelo, lo que a su vez afecta la seguridad alimentaria y la salud de la población.

La falta de diversificación económica y de acceso a recursos, como tierras para la agricultura, también contribuye al riesgo social en la comunidad. La presencia de trabajadores agrícolas sin tierras y el bajo acceso a créditos agrícolas limitan las oportunidades económicas y aumentan la vulnerabilidad de las familias a las crisis económicas y ambientales.

Además, la falta de infraestructura y servicios básicos, como transporte, acceso a la educación, sistema de abastecimiento de agua y atención médica, agrava la situación. Aunque existen servicios como una escuela primaria y una brigada de salud, la población enfrenta desafíos en términos de acceso y calidad de estos servicios. La falta de transporte propio y la dependencia de transporte colectivo limitan la movilidad y el acceso a oportunidades fuera de la comunidad.

El riesgo social en la comunidad de Abangasca Sur se manifiesta en la interacción de factores económicos, ambientales y sociales que afectan la calidad de vida y la seguridad de sus habitantes. Para abordar estos desafíos, se requiere un enfoque integral que incluya medidas para mejorar la infraestructura, diversificar la economía local, fortalecer los servicios sociales y promover la resiliencia comunitaria frente a los riesgos ambientales y económicos.

Riesgo Laboral

El riesgo laboral se entiende como el riesgo o peligros existentes en el entorno laboral que pueden generar accidentes de cualquier tipo generando daños o problemas en la salud de los trabajadores tanto físico como psicológico. Existen diferentes tipos de riesgos y gravedades del mismo siendo físicos, químicos, ergonómicos, eléctricos, etc.

En si los riesgos laborales en la construcción de obras civiles se mencionan para excavaciones de las zonas que recubren el área a trabajar, riesgos eléctricos que constan de la instalación de equipos y control para el establecimiento de un sistema de bombeo con motor eléctrico de paso al flujo constante del líquido vital, tanto como instalaciones eléctricas y riesgos por instalación de un tanque elevado que permita el flujo y distribución del agua hacia la red de distribución.

El riesgo laboral en la comunidad de Abangasca Sur se manifiesta a través de diversos factores que afectan la estabilidad y seguridad de empleo de sus habitantes, especialmente aquellos que dependen de la agricultura como principal fuente de trabajo.

La economía local está altamente ligada a la agricultura, lo que expone a los trabajadores agrícolas a la vulnerabilidad frente a las fluctuaciones del mercado y las condiciones climáticas. La dependencia de cultivos específicos, como el sorgo, la soya, el arroz y el maíz, hace que los ingresos de los trabajadores sean altamente volátiles y dependientes de la productividad de estos cultivos, lo que puede resultar en períodos de escasez de trabajo y bajos ingresos económicos.



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

La falta de acceso a tierras para la agricultura también representa un riesgo laboral para los trabajadores agrícolas sin tierras en la comunidad. Aunque existen trabajadores agrícolas pequeños, medianos y grandes, así como trabajadores agrícolas sin tierras, la distribución desigual de la tierra puede limitar las oportunidades de empleo y el acceso a recursos para algunos trabajadores.

La dependencia de la agricultura como principal fuente de empleo puede exponer a los trabajadores a riesgos ambientales y de salud relacionados con el uso de agroquímicos y pesticidas en los cultivos, así como a la erosión del suelo y la contaminación del agua.

El riesgo laboral en la comunidad de Abangasca Sur se deriva principalmente de la dependencia de la agricultura, la volatilidad de los ingresos agrícolas, la falta de acceso a tierras para la agricultura y los riesgos ambientales asociados con la actividad agrícola. Se requiere un enfoque integral que incluya medidas para diversificar la economía local, mejorar el acceso a la tierra y promover prácticas agrícolas sostenibles y seguras.



Capítulo V ESTUDIOS DE INGENIERÍA

5.1 Topografía

La topografía es fundamental en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua, ya que influye en el drenaje natural, la ubicación de fuentes hídricas y la presión del agua a lo largo de la red de distribución. Conocer las pendientes y características del terreno permite optimizar la infraestructura, evitando problemas como inundaciones y garantizando un suministro uniforme. Además, una adecuada evaluación topográfica facilita el acceso para el mantenimiento del sistema y minimiza el impacto ambiental, asegurando así la sostenibilidad y eficiencia del abastecimiento de agua a largo plazo.

En Abangasca Sur, el proceso comienza con un reconocimiento de la comunidad, que sirve como base para el levantamiento topográfico. Desde un punto clave en la comunidad, se ubica una estación total para marcar el primer punto de control. A partir de allí, se dimensionan los caminos principales y se establecen las coordenadas geográficas del área de trabajo, identificando cada una de las viviendas y otros lugares significativos para el plano y el diseño de la red de distribución.

Este levantamiento topográfico es esencial para planificar adecuadamente cualquier desarrollo, considerando las características únicas del terreno, como su topografía irregular y la proximidad a cuerpos de agua que influyen en la planificación y construcción.

Partiendo de nuestro levantamiento topográfico se nos permitirá identificar las mejores condiciones del terreno teniendo en cuenta pendientes máximas y mínimas para la mejor funcionalidad de nuestra red de distribución por gravedad procediendo así a el diseño hidráulico apoyados del software especializados en redes de distribución EPANEC el cual nos muestra a detalle la posición de la bomba de agua y la correcta distribución de la misma en la comunidad Abangasca sur teniendo en cuenta las pendientes ya identificadas en nuestro levantamiento topográfico

En nuestro proyecto, el relieve palpable del terreno ha sido fundamental para establecer un sistema de abastecimiento de agua por gravedad. Las características

topográficas del área permitieron diseñar las líneas de conducción con pendientes adecuadas, facilitando así el flujo natural del agua hacia los puntos de distribución. La adecuada integración del relieve en el diseño ha sido clave para nuestro proyecto. Nuestro pozo del cual se abastecerá la comunidad es un pozo ya existente que cumple con las características y la capacidad para poder abastecer sin ni un problema a la población de Abangasca sur este está ubicado en las siguientes coordenadas E 507727.2476 N1376512.6119.

La ubicación de nuestro tanque de almacenamiento se establecerá de acuerdo a las curvas de nivel ya realizadas en nuestra topografía en uno de los puntos más altos de la comunidad para la correcta distribución por gravedad hacia los hogares, dicha ubicación será establecidas en las coordenadas 507567.89 E 1376523.66 elevación 15.484

Tabla 5

Puntos de levantamiento topográfico

N°	X	Y	Z	DESCRIPCION
1	507849.0347	1376710.324		6 TOPO
2	507850.1929	1376718.887		7 TOPO
3	507847.8772	1376719.402		7 TOPO
4	507852.4319	1376718.137		7 TOPO
5	507850.7478	1376710.208		6 TOPO
6	507854.7028	1376717.052		7 TOPO
7	507852.5324	1376709.582		6 TOPO
8	507845.7939	1376708.743		6 TOPO
9	507847.3739	1376709.803		6 TOPO
10	507842.6581	1376719.853		7 TOPO
11	507839.9736	1376719.742		7 TOPO
12	507844.289	1376707.276		6 TOPO
13	507837.3126	1376719.445		7 TOPO
14	507837.7485	1376725.542		8 TOPO
15	507840.4687	1376725.544		8 TOPO
16	507840.3859	1376731.144		9 TOPO
17	507837.6287	1376731.538		9 TOPO
18	507839.3701	1376736.839		10 TOPO
19	507841.5836	1376736.388		10 TOPO
20	507843.1465	1376730.84		9 TOPO



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

21	507843.8184	1376736.077	10	TOPO
22	507845.9038	1376730.629	9	TOPO
23	507846.061	1376735.899	10	TOPO
24	507848.2987	1376735.857	10	TOPO
25	507848.1768	1376741.979	11	TOPO
26	507850.6947	1376735.973	10	TOPO
27	507848.6505	1376730.52	9	TOPO
28	507851.1053	1376730.523	9	TOPO
29	507848.5397	1376725.052	8	TOPO
30	507850.9404	1376724.738	8	TOPO
31	507845.8735	1376725.299	8	TOPO
32	507845.2838	1376719.74	7	TOPO
33	507843.1798	1376725.462	8	TOPO
34	507853.536	1376730.631	9	TOPO
35	507853.2945	1376724.31	8	TOPO
36	507855.9325	1376730.858	9	TOPO
37	507853.0533	1376736.267	10	TOPO
38	507850.386	1376742.207	11	TOPO
39	507852.5569	1376742.742	11	TOPO
40	507855.3557	1376736.763	10	TOPO
41	507854.5466	1376743.535	11	TOPO
42	507857.5806	1376737.494	10	TOPO
43	507858.2819	1376731.225	9	TOPO
44	507855.5861	1376723.727	8	TOPO
45	507857.795	1376722.937	8	TOPO
46	507860.0318	1376721.832	8	TOPO
47	507856.8867	1376715.731	7	TOPO
48	507862.1822	1376720.503	8	TOPO
49	507862.7732	1376732.523	9	TOPO
50	507865.0065	1376733.598	9	TOPO
51	507859.9863	1376738.636	10	TOPO
52	507860.5687	1376731.766	9	TOPO
53	507856.4922	1376744.548	11	TOPO
54	507858.4123	1376745.714	11	TOPO
55	507854.7921	1376751.713	12	TOPO
56	507852.8466	1376750.837	12	TOPO
57	507851.5211	1376764.99	13	TOPO
58	507845.8293	1376751.964	12	TOPO
59	507850.9711	1376750.315	12	TOPO
60	507847.4606	1376750.864	12	TOPO

Fuente: Elaborado por los autores.

5.2 Geología

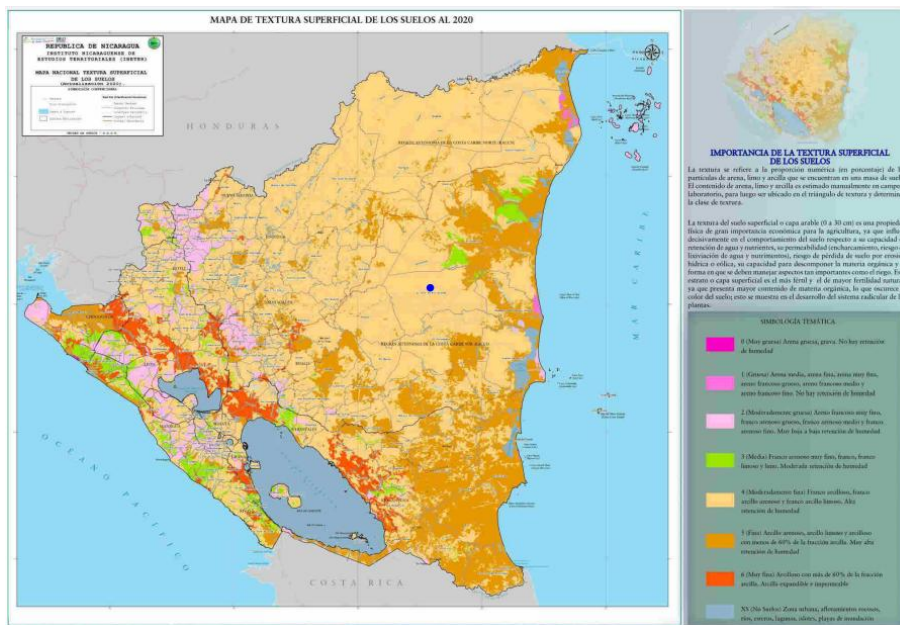
Los estudios geológicos implican un gran factor en costo y tiempo de investigación, debido a la limitante económica para poder realizar estudios profesionales especializados en geología para determinar las condiciones del sitio, es por eso que se realizaron investigaciones en documentos como: Atlas de Suelos para comprender la taxonomía y composición de estos mismos.

Las investigaciones realizadas con el Atlas Nacional de Suelos, para determinar su uso y aprovechamiento de suelos, su capacidad portante y taxonomía, se utilizaron mapas bases de INETER 2020, los cuales determinan la capacidad, resistencia y clasificación de los distintos tipos de suelos del país.

Analizando la textura de suelos permitiendo determinar la facilidad con la que se puede trabajar en el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

Figura 34

Mapa de textura del sub suelo de Nicaragua



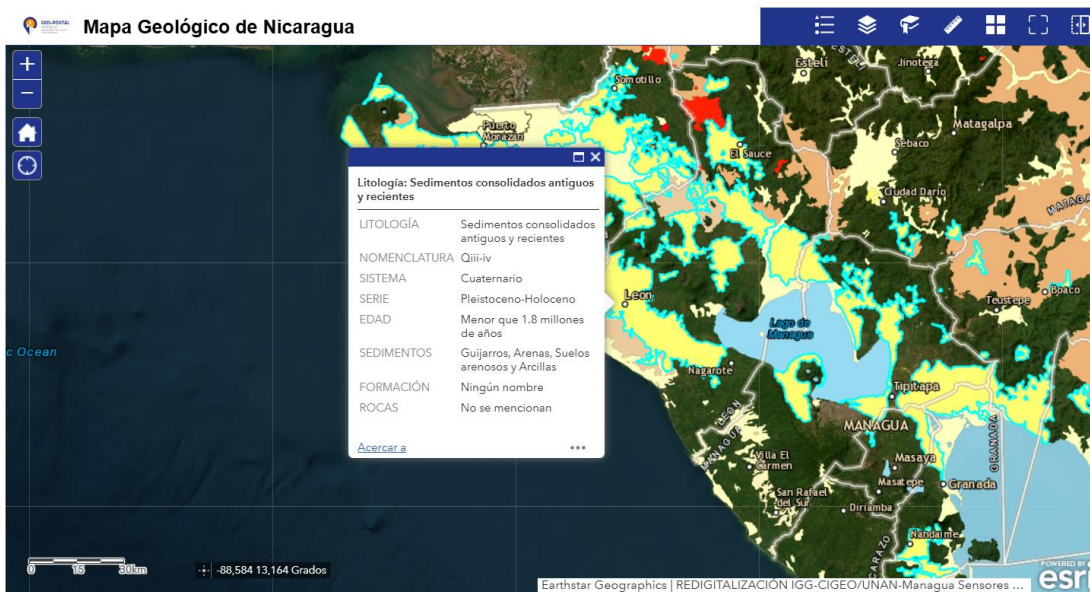
Fuente: INETER, 2020

La geología de León, especialmente en la zona de Abangasca Sur, se caracteriza por diversas formaciones volcánicas y sedimentarias. León es conocido por su actividad volcánica, al formar parte de la cadena volcánica de los Maribios, que incluye varios de los volcanes más activos del país.

La región de León está dominada por formaciones geológicas de origen volcánico, con un predominio de andesitas basálticas y flujos de lava basáltica. En particular, el volcán Momotombo, al norte de León, es una característica geológica prominente, con sus flujos de lava que han moldeado gran parte del paisaje circundante. Las rocas en esta área datan del Mioceno y el Cuaternario, y son principalmente piroclásticas, resultado de erupciones volcánicas explosivas.

Figura 35

Mapa geológico de Nicaragua



Fuente: INETER, 2020

El área de Abangasca Sur es parte de una región geológicamente activa, con numerosas fallas y lineamientos estructurales que reflejan la tectónica activa de la región. Estas estructuras geológicas son responsables de la sismicidad y la formación de numerosas geformas volcánicas en el área.

5.3 Hidrología

Los depósitos o cuencas subterráneas de mayor importancia para el país, se ubican en la planicie de León-Chinandega, las Mesetas de Carazo. La recarga de estos acuíferos proviene en su mayoría de la infiltración de las aguas de lluvia. Se estima un total disponible en la región del Pacífico, Centro y Norte del país de aproximadamente 2254 MMC/año, de los cuales se están utilizando un 30% del potencial explorado.

Figura 36

Disponibilidad y extracciones de aguas subterráneas en los principales acuíferos del país

DISPONIBILIDAD Y EXTRACCIONES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LOS PRINCIPALES ACUÍFEROS DEL PAÍS

	ACUÍFERO	DISPONIBILIDAD MMC/año	EXTRACCIONES MMC/año
1	León-Chinandega	528	100
2	León-Nagarote	349	142
3	Brasiles-Chiltepe	32	28
4	Valle de Sébaco	74	34
5	Tipitapa - Malacatoya	83	61
6	Managua-Granada	392	83
7	Estero Real	90	44
8	Nandaime-Rivas	170	35
9	Valle de Jalapa	91	---
10	Punta Huete	40	20
11	Sinecapa - Malpaisillo	80	20
12	Meseta de Carazo	75	---
13	Valle de Estelí	5	---
14	Valle de San Juan de Limay	5	---
15	Costa Pacífico Sur	40	---
16	Valle el Sauce	10	---
17	Costa Este del Lago	150	---
18	Valle de Ocotal	5	---
19	El Jícaro	5	---
20	Costa Atlántica	30	---
	TOTAL	2,254	567

Fuente: Fenzl, N.,1989.



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

Nivel 3: La cuenca hidrográfica de El Pacífico en el Nivel 3 (UH 953) se extiende desde el Sur de Panamá hasta las costas del Pacífico de México.

Nivel 4 y 5: En el nivel 4 el área que corresponde al territorio de Nicaragua se encuentra ubicada en la unidad hidrográfica 9533 y el nivel 5 abarca desde el río Estero Real hasta Costa Rica sobre todo la costa pacífica y le corresponde en código 95337 y 95338.

Nivel 6: En este Nivel 6 la cuenca de El Pacífico muestra tres unidades hidrográficas, la UH 953385 con una extensión de 279 km² que colinda con la cuenca del Río Coco; la UH 953376 que comprende el área de la cuenca 58 y 60 (cuenca del Estero Real y cuenca del río Negro) de 5,107 km² y la UH 953375 con una extensión en área de 6,804.9 km²

Nivel 7: La unidad hidrográfica 953376 se subdivide en este nivel 7 en nueve unidades hidrográficas. Los ríos que recorren en esta unidad son el río Estero Real y río Negro que desembocan en el Golfo de Fonseca.

La unidad hidrográfica 953375 en este nivel 7 se subdivide en cuatro unidades. Los ríos de esta unidad hidrográfica 953375 desembocan en su mayoría de forma paralela en el Océano Pacífico y son cortos, menores a 44 km de longitud como el río Telica (UH 9533759). Entre los ríos importantes en esta unidad se encuentran el Atoya, Chiquito, Tamarindo, Soledad y Brito, entre otros.

Nivel 8: En este nivel 8 encontramos para toda la cuenca hidrográfica El Pacífico, 77 unidades hidrográficas. Las áreas de las unidades hidrográficas en este Nivel 8, se encuentran en promedio por los 39 km², donde la UH 95337593 presenta el área más grande de 1,003 km² y la de menor área es la UH 95337671 con 3.63 km².

Figura 37

Cuencas hidrográficas del pacífico



Fuente: Proatas, 2022

El departamento de León se encuentra localizado dentro de la cuenca hidrográfica no 64, denominada "Entre Volcán Cosigüina y Río Tamarindo", en la que se incluyen como ríos más importantes el Río Viejo, Atoya, El Tesorem, Posoltega y Chiquito,

Figura 38

Ríos existentes en el departamento de León

Nombre del Río	Cuenca PHCA (1972)	Código Unidad Hidrográfica	Longitud en km
Río Negro	58	9533762	77
Tecomapa	58	953374	42
Telica	64	95337591	44
Atoya	64	95337569	40
Chiquito	64	95337592	39
Tamarindo	66	95337582	33
Soledad	68	95337556	28
Brito	70	95337554	36

Fuente: Proatas, 2022

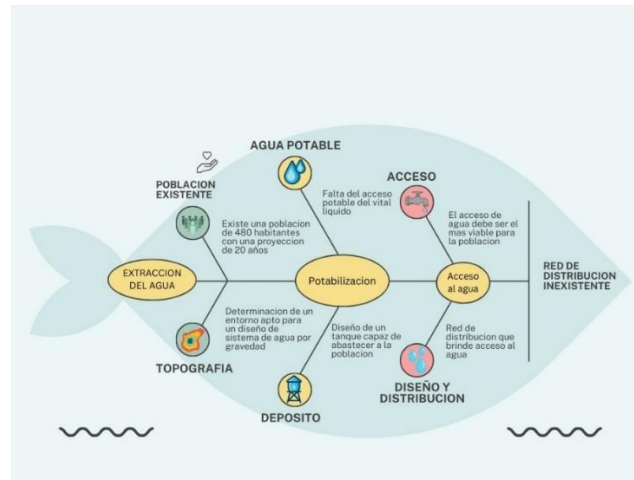
Capítulo VI ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Análisis de estudios de ingeniería

6.1.1 Diagnóstico situacional

Figura 39

Diagrama ISHIKAWA



Fuente: Elaborado por los autores

- Población Existente: Existe una población de 480 habitantes lo cual representa que pueda generar un incremento considerable en la población conforme pasen los años.
- Agua Potable: Falta del acceso potable del vital líquido afecta a la población en gran manera.
- Acceso: El acceso de agua debe ser el más viable para la población permitiendo facilitar su adquisición.
- Topografía: Determinación de un entorno apto para un diseño de sistema de agua por gravedad.
- Deposito: Diseño de un tanque capaz de abastecer a la población con una proyección de 20 años.
- Diseño y Distribución: Red de distribución que brinda acceso al agua y permitiendo llevar a toda la población el vital líquido.

6.1.2 Topografía

Para la elaboración de este proyecto se realizó un levantamiento topográfico apoyándonos en la aplicación Google Maps que facilitó el desarrollo del diseño de la red de distribución.

Figura 40

Curvas de nivel y distribución de red



Fuente: Elaborado por los autores

6.1.3 Geología

La zona de estudio de Abangasca Sur, ubicada en el municipio de León, Nicaragua, está formada principalmente por suelos de tipo Vertisoles, conocidos por su alta fertilidad y capacidad de retención de agua. Estos suelos son comunes en áreas de topografía plana y se encuentran cercanos a fuentes de agua, lo que los hace aptos para el riego y el cultivo de productos de alto valor económico. En la región, los Vertisoles ocupan una pequeña fracción del territorio, pero su productividad es sobresaliente, especialmente para cultivos como el arroz, la caña de azúcar y otros cultivos agrícolas de importancia local.

La formación de estos suelos se origina a partir de sedimentos volcánicos derivados de los materiales piroclásticos de la región, lo que les otorga características de alta dispersión y expansión, un factor importante que debe ser considerado en cualquier proyecto de manejo agrícola o gestión de recursos hídricos. Las características del terreno se desarrollan en un clima tropical y subtropical, con variaciones notables entre las estaciones de lluvia y sequía. Durante la fase húmeda, los suelos se expanden y retienen agua, mientras que, en la fase seca, la contracción de las arcillas provoca la formación de grietas que pueden afectar la capacidad de infiltración del agua en el suelo.

En general, los suelos de Abangasca Sur, al ser de tipo Vertisoles, son muy fértiles, pero su manejo debe tener en cuenta tanto la expansión como la contracción de las arcillas, así como las variaciones estacionales en la humedad. Para proyectos de abastecimiento de agua, esta dinámica implica la necesidad de captación eficiente de agua durante las temporadas húmedas y un manejo adecuado del agua subterránea, dada la alta retención que ofrecen estos suelos. Además, se debe considerar la posible erosión de la superficie debido a las grietas y a las fuertes lluvias que pueden generar escorrentías rápidas, las cuales pueden impactar la calidad y disponibilidad del agua para las comunidades de la zona.

6.1.4 Hidrología

La ciudad de León se encuentra atravesada por pequeño río denominado Chiquito. Su nacimiento tiene lugar en las inmediaciones de la ciudad desembocando a 28 kilómetros en el Océano Pacífico. El río muestra un intenso grado de transformación que afecta significativamente la calidad natural de sus aguas y repercute en su ecosistema ribereño.

Figura 41

Cuencas hidrográficas de la vertiente del pacifico

Nº cuenca	Nombre de la cuenca Río principal	Area (km2)	Precipitación media (mm)
58	RIO NEGRO	1428,00	1.859
60	RIO ESTERO REAL	3690,60	1.682
62	ENTRE ESTERO REAL Y VOLCAN COSIGUINA	429,00	1.881
64	ENTRE VOLCAN COSIGUINA Y RIO TAMARINDO	2950,66	1.670
66	RIO TAMARINDO	317,62	1.175
68	ENTRE RIO TAMARINDO Y RIO BRITO	2718,69	1.537
70	RIO BRITO	274,00	1.316
72	EMTRE RIO BRITO Y RIO SAPOA	325,00	1.625
TOTAL		12,183.57	12.745

Fuente: (Rosales & Pèrez, 2000)

El Rio Chiquito drena a una cuenca que ocupa una extensión aproximada de 140 km. De acuerdo a las versiones populares, los antiguos manantiales de cabecera estaban localizados a unos 100 o 200 metros del actual límite E de la ciudad de León. En sus primeros 4 kilómetros, el río Chiquito atraviesa la población en dirección SW, y luego se encamina hacia la desembocadura en el Océano Pacífico, concretamente en el Estero de las Peñitas, detrás de la Isla Juan Venado. Antes de alcanzar el estero presenta algunas pequeñas lagunas entre las que se pueden destacar las de Balacera, Papalón, Hernández y El Charco. Estas por el confinamiento del río entre los afloramientos del Grupo geológico Tamarindo que forma importante barrera hidrogeológica. La longitud total de su cauce es de 28 km, a lo largo de los cuales salva diferencia de cota de 100 m, 10 que supone una pendiente media del 0,36 %.

El río posee seis afluentes principales: Acosasco, Obraje y Patastule por su margen S; y Ojoche, San Benito y San Cristóbal por su margen N. De todos ellos, el más importante es el río Ojoche que cuando confluye aporta un caudal aproximadamente de igual magnitud al que lleva el Chiquito en el punto de desembocadura.

Figura 42

Mapa hidrográfico Abangasca Sur



Fuente: Opentopomap, 2024.



6.2 Análisis de riesgos

El análisis de riesgos es un proceso que identifica y evalúa los riesgos que pueden impactar un proyecto o negocio. Su objetivo es ayudar a reducir o eliminar estos riesgos. Pasos comunes en el análisis de riesgos:

- Identificación de riesgos.
- Evaluación de riesgos.
- Priorización de riesgos.
- Desarrollo de estrategias de gestión de riesgos.
- Implementación de medidas de gestión de riesgos.
- Monitoreo y revisión continua.

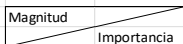
6.2.1 Matriz de Leopold

La “matriz de Leopold” es una herramienta muy útil para la valoración de los impactos ambientales de muy diverso origen. En este caso se utiliza para establecer un diagnóstico ambiental a partir de las noticias aparecidas en la prensa escrita durante un determinado tiempo.

Tabla 6

Matriz de Leopold para estudio de impacto ambiental

IMPACTO NEGATIVO						IMPACTO POSITIVO					
MAGNITUD			IMPORTANCIA			MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Influencia	Calificación	Duración	Influencia	Calificación	Intensidad	Influencia	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1	Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2	Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3	Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4	Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5	Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6	Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7	Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8	Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9	Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10	Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10



Construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable										Afectaciones		Impacto agregado
Medio afectado	Factores ambientales	Preliminares	Movimiento de tierra	Instalación de tuberías y conexiones	Tanque de almacenamiento	Estación de bombeo	Negativo	Positivo				
		Agua	Calidad	-1	+1		+7	+6	+8	+6	1	2
Cantidad				+5	+6	+6	+8	+9		3	138	
Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	-2	+2	-5	+5	-2	+1	-3	+4	4		-43
	Ruidos y vibraciones	-1	+2	-5	+5	-7	+5	-2	+5	4		-72
Suelo	Erosión	-1	+1	-5	+4	-1	+1			2		-22
	Generación de residuos sólidos	-2	+1	-6	+4	-4	+6	-1	+1	4		-51
Flora	Microflora	-1	+5	-2	+5	-4	+2			3		-23
Fauna	Animales terrestres, incluyendo reptiles	-1	+1	-4	+2	-1	+1	-1	+1	4		-11
Interés estético y humano	Diseño del paisaje	-1	+2	-2	+4	-3	+4	-2	+2	4	1	-22
	Condiciones físicas únicas	+5	+4			+4	+6	+5	+6		3	74
Aspectos culturales	Empleo	+4	+4	+5	+4	+5	+4	+6	+6		5	116
Afectaciones	Negativo	8	7	2	7	3	53					
	Positivo	2	1	2	4	5		28				
Impacto agregado		18	-100	6	-3	114						

Fuente: Elaborado por los autores

6.2.2 Riesgo Laboral (Matriz de Riesgos)

Tabla 7

Clasificación de riesgos

		Consecuencia				
		Minima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima
Probabilidad		1	2	4	8	16
Muy Alta	5	5	10	20	40	80
Alta	4	4	8	16	32	64
Media	3	3	6	12	24	48
Baja	2	2	4	8	16	32
Muy baja	1	1	2	4	8	16

Nivel de riesgo	Color
Riesgo Permisible	1-4
Riesgo Tolerable	5-12
Riesgo Alto	16-24
Riesgo Muy Alto	32-80

Fuente: Elaborado por los autores

6.2.2.1 Riesgo físico.

Exposición a altas temperaturas

Tabla 8

Matriz de exposición del personal a altas temperaturas

Riesgo	Consecuencia	Probabilidad	Nivel
Altas temperaturas	Alta	Mayor	32

Fuente: Elaborado por los autores

Ruidos vibraciones y partículas

Tabla 9

Matriz de riesgo de ruido, vibraciones y partículas

Riesgo	Consecuencia	Probabilidad	Nivel
Ruido, vibraciones y partículas (polvo)	Media	Moderada	12

Fuente: Elaborado por los autores

Postura y movimientos repetitivos.

Tabla 10

Matriz de riesgo de postura y movimientos repetitivos

Riesgo	Consecuencia	Probabilidad	Nivel
Postura y movimientos	Baja	Mayor	16

Fuente: Elaborado por los autores

6.2.2.2 Riesgo biológico

Enfermedades o infecciones

Tabla 11

Matriz de riesgo a enfermedades o infecciones

Riesgo	Consecuencia	Probabilidad	Nivel
Enfermedades o infecciones	Baja	Moderada	8

Fuente: Elaborado por los autores

6.2.2.3 Riesgo químico

Inhalación de gas de la pega PVC utilizada para la instalación de la red de tuberías.

Tabla 12

Matriz de riesgo de inhalación de gas proveniente de pega de tubería PVC

Riesgo	Consecuencia	Probabilidad	Nivel
Inhalación de gas de pega de tubo	Alta	Moderada	16

Fuente: Elaborado por los autores



6.2.2.4 Riesgo de seguridad

Situaciones que pueden causar lesiones leves o graves a los trabajadores de manera temporal o permanente.

Tabla 13

Matriz de golpes y caídas del personal

Riesgo	Consecuencia	Probabilidad	Nivel
Golpes y Caidas	Alta	Máxima	64

Fuente: Elaborado por los autores

6.3 Propuesta de diseño

6.3.1 Demanda de la población (Calculo de proyección de población)

Se diseñará el sistema de abastecimiento de agua potable, la cantidad de población que se estimará, está en dependencia del líder de la comunidad Alejandro García, el cual realizo visita casa a casa para corroborar cuantas personas habitan y cuales casas esta actual mente deshabitadas Se obtuvo la población del presente año 2024, con un total de 480 habitantes.

Se proyectará con un periodo de vida útil de 20 años para saber cuánta será su población, desde el año 2024 al año 2044, la tasa de crecimiento utilizada es de 3 % = 0.03

Aplicando la ecuación (1)

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

$$P_n = 480 (1+0.03)^{20}$$

$$P_n = 480 (1.03)^{20}$$

$$P_n = 867 \text{ habitantes.}$$

Donde:

P_n = Población proyectada al año “n” (hab.)

P_o = Población inicial (hab.)

r = Tasa de crecimiento (hab./año)

n = intervalo de tiempo años

Tabla 14

Crecimiento poblacional de la comunidad Abangasca Sur proyectado a 20 años

Nº	Año	Poblacion (Habitantes)
0	2024	480
1	2025	494
2	2026	509
3	2027	525



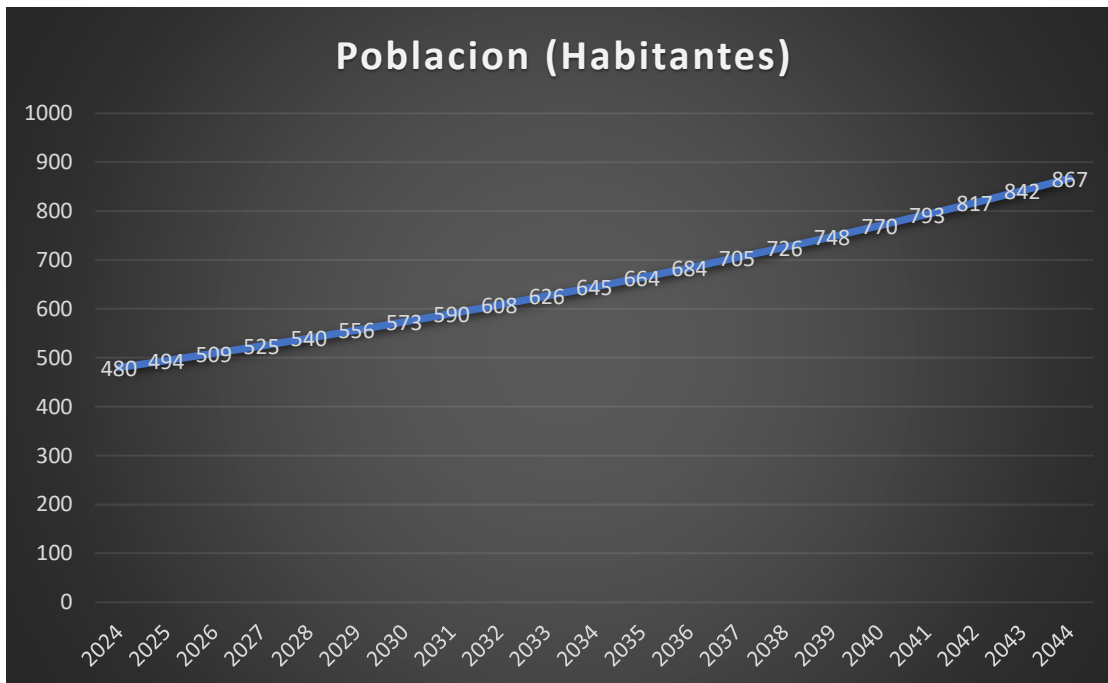
“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

4	2028	540
5	2029	556
6	2030	573
7	2031	590
8	2032	608
9	2033	626
10	2034	645
11	2035	664
12	2036	684
13	2037	705
14	2038	726
15	2039	748
16	2040	770
17	2041	793
18	2042	817
19	2043	842
20	2044	867

Fuente: Elaborada por los autores

Figura 43

Crecimiento poblacional proyectado a 20 años



Fuente: Elaborada por los autores



Dotación y población a servir

La adopción de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- 1- Nivel de servicio adoptado.
- 2- Factores geográficos.
- 3- Factores culturales.
- 4- Uso del agua.

La Normativa técnica NTON 09 007-17 establece que, para sistemas de abastecimientos de agua potable para una población rural dispersa, se asignará un caudal de 100 lppd, Contemplado para el caso de conexiones domiciliarias que tengan sistema de saneamiento con arrastre hidráulico se establece una la dotación de 100 lppd.

Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD) = 1.5 CPD (Consumo promedio diario).

Consumo máximo hora (CMH) = 2.5 CPD (Consumo promedio diario).

Aplicando ecuación (1)

- **Consumo promedio diario:**

$$CPD = Pn \times \frac{DOT}{86400}$$

$$CPD = 867 \times \frac{100}{86400}$$

$$CPD = 1 \text{ l/s}$$



Aplicando ecuación (2)

- **Consumo máxima hora**

$$CMH = CPD \times F_{\max_hora} = (1 \text{ l/s}) (2.5) = CMH = 2.5 \text{ l/s}$$

Aplicando ecuación (3)

- **Consumo máximo día**

$$CMD = CPD \times F_{\max_día} = (1 \text{ l/s}) (1.5) = CMD = 1.5 \text{ l/s}$$

Tanque de almacenamiento

El volumen del tanque de almacenamiento se determinó, según la norma de INAA, que plantea que la Capacidad del Tanque de Almacenamiento, debe considerar un Volumen Compensador (15% \times CPD), por las variaciones horarias del consumo; Un Volumen de Reserva para Eventualidades y Emergencias (20% \times CPD) para atender desperfectos en la red, y un volumen almacenamiento para combatir incendios durante 2 horas de acuerdo a la demanda de agua requerida para este tipo de siniestro. (Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, 2021)

Aplicando ecuación (3)

- **Volumen compensador**

$$V_{comp} = CPD \times 15\% = 1 \times 15\% = 0.15 \text{ l/s}$$

$$T = 1 \text{ día}$$

$$V_{comp} = V_{comp} \times t = 0.15 \times 86,400 = 12,960 \text{ lts}$$

$$T = 60 \times 60 \times 24 = 86,400 \text{ seg.}$$

- **Volumen de emergencia**

$$V_e = CPD \times 20\% = (1) (0.20) = 0.2 \text{ l/s}$$

$$T = 1 \text{ día}$$



$$V_e = V_e \times T = (0.2) (86400) = 17,280 \text{ lts}$$

Aplicando ecuación (4)

- **Volumen de almacenamiento del tanque**

$$V_{alm} = V_{comp} + V_e$$

$$V_{alm} = 12,960 + 17,280$$

$$V_{alm} = 30,240 \text{ lts}$$

Diámetro Económico de la Línea de Conducción

$$CMD = CPD \times F_{max_dia} = 1 \times 1.5 = 1.5 \text{ lts/seg.}$$

$$Q = CMD = 1.5 / 1000 = 0.0015 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\emptyset = 0.9 \times Q^{0.45}$$

$$\emptyset = 0.9 \times 0.0015^{0.45} = 0.048 \text{ mts}$$

$$0.048 \times \frac{100}{2.54} = 1.88 \text{ Pulg}$$

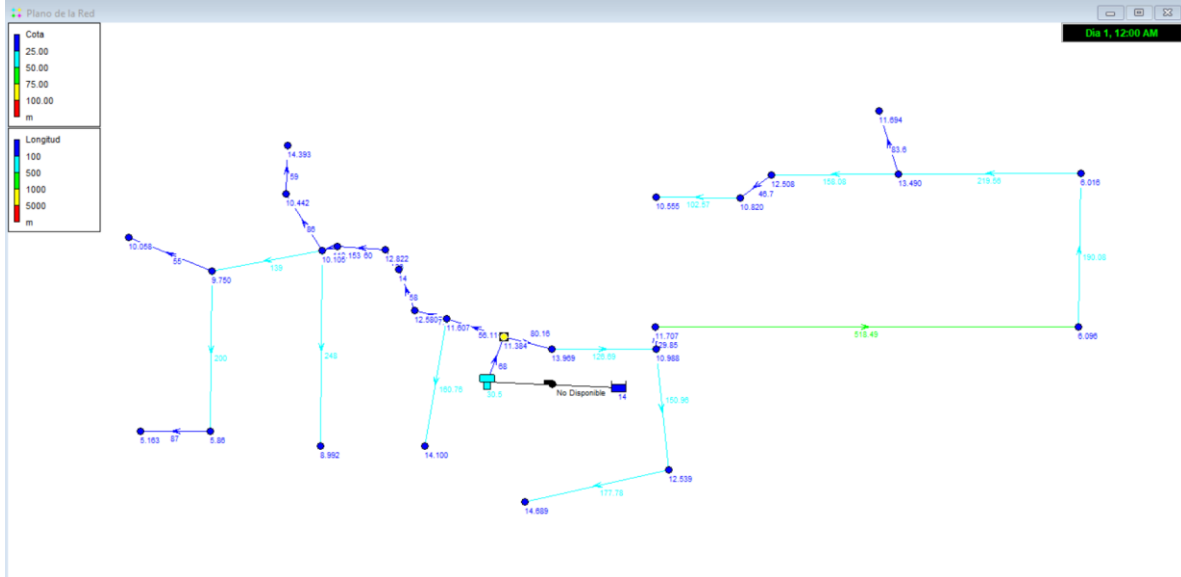
Diámetro: 1.88 Pulg = 2 pulg

Según los cálculos de la determinación del diámetro óptimo de la sarta y la línea de conducción, obtuvimos un diámetro de 2 pulg.

6.4 Diseño de red de distribución.

Figura 44

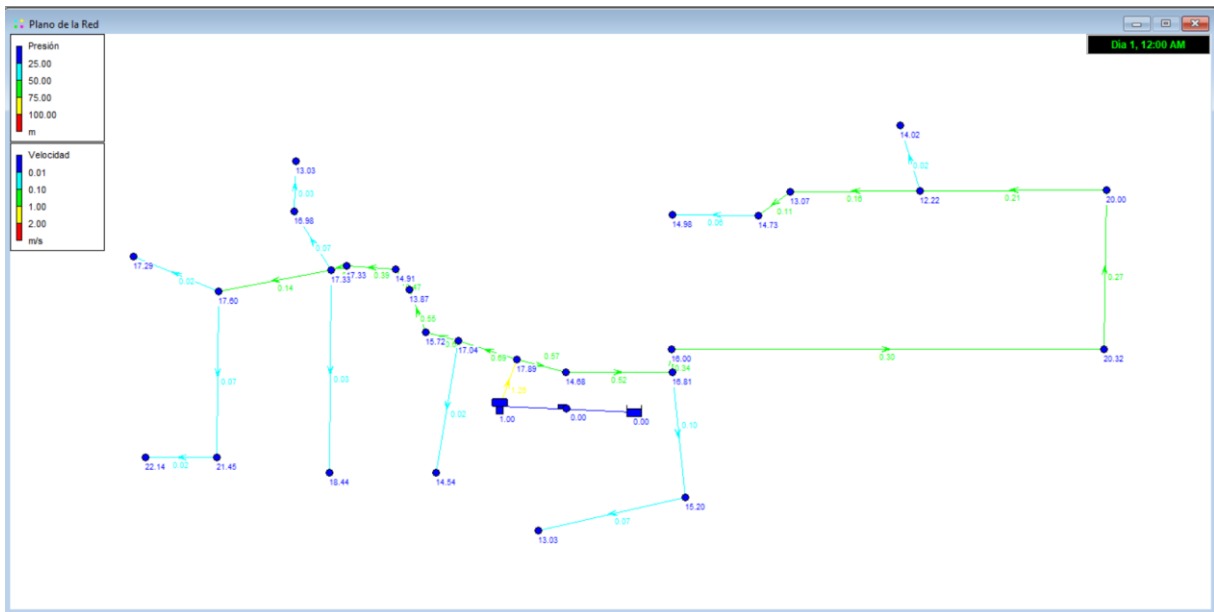
Diseño de alturas topográficas y longitudes de tuberías



Fuente: Elaborado por los autores con EPANET

Figura 45

Diseño de presiones y velocidad de flujo del sistema de abastecimiento de agua



Fuente: Elaborado por los autores con EPANET

Tabla 15

Red de longitudes de tuberías

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s
Tubería 4	37.1	50.8	0.63
Tubería 5	26	50.8	0.47
Tubería 6	18	50.8	0.31
Tubería 9	68	50.8	1.26
Tubería 11	58	50.8	0.55
Tubería 12	60	50.8	0.39
Tubería 15	86	50.8	0.07
Tubería 17	139	50.8	0.14
Tubería 18	200	50.8	0.07
Tubería 19	87	50.8	0.02
Tubería 21	55	50.8	0.02
Tubería 23	80.16	50.8	0.57
Tubería 24	126.69	50.8	0.52
Tubería 25	150.96	50.8	0.10
Tubería 27	177.78	50.8	0.07
Tubería 30	29.85	50.8	0.34
Tubería 31	518.49	50.8	0.30
Tubería 33	190.08	50.8	0.27
Tubería 34	219.56	50.8	0.21
Tubería 36	83.6	50.8	0.02
Tubería 37	158.08	50.8	0.16
Tubería 42	46.7	50.8	0.11
Tubería 44	102.57	50.8	0.06
Tubería 13	248	50.8	0.03
Tubería 14	56.11	50.8	0.69
Tubería 22	160.76	50.8	0.02
Tubería 26	59	50.8	0.03
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	0.00

Fuente: Elaborado por los autores con EPANET

Tabla 16

Red de Nodos

ID NUDO	m	LPS	m
Conexión 3	11.384	0	17.89
Conexión 5	11.607	0.086	17.04
Conexión 7	14.100	0.048	14.54
Conexión 8	12.580	0.154	15.72
Conexión 9	14	0.158	13.87
Conexión 10	12.822	0.168	14.91
Conexión 11	10.153	0.16	17.33
Conexión 12	10.105	0.15	17.33
Conexión 13	10.442	0.090	16.98
Conexión 16	14.393	0.054	13.03
Conexión 18	8.992	0.052	18.44
Conexión 19	5.86	0.096	21.45
Conexión 20	5.163	0.044	22.14
Conexión 22	9.750	0.091	17.60
Conexión 23	10.058	0.05	17.29
Conexión 24	13.969	0.096	14.68
Conexión 25	10.988	0.162	16.81
Conexión 26	12.539	0.066	15.20
Conexión 28	14.689	0.132	13.03
Conexión 31	11.707	0.092	16.00
Conexión 32	6.096	0.060	20.32
Conexión 34	6.016	0.11	20.00
Conexión 35	13.490	0.058	12.22
Conexión 36	11.694	0.044	14.02
Conexión 38	12.508	0.11	13.07
Conexión 40	10.820	0.088	14.73
Conexión 42	10.555	0.130	14.98
Embalse 1	14	No Disponible	0.00
Depósito 2	30.5	No Disponible	1.00



6.5 Presupuesto

Para la ejecución del proyecto la empresa o entidad que desarrolle el presente proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable, deberá contar con una guía de detalles de los gastos que se realizaran desde el inicio de su elaboración hasta su finalización, se utilizó el software de Microsoft Excel para la elaboración del presupuesto.

Tabla 17

Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable en Excel

PROYECTO : EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN					
Sub Etapa	Descripción de la Etapa y Sub-Etapa	U/M	Cantidad	C/ Unitario	C/Total
310	PRELIMINARES	ml			C\$113,487.15
01	Limpieza Inicial Manual para tubería de agua potable	ml	3242.49	C\$15.00	C\$48,637.35
02	Trazo y nivelacion con niveletas sencillas de madera de pino cada 20 metros	ml	3242.49	C\$20.00	C\$64,849.80
330	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	ml			C\$1,929,173.18
01	Excavación para tubería de red de distribución principal y secundaria mediante maquina de zanjeo, ancho: 0.5 mts, Desplante: 0.80 mts de nivel de subbase	m3	2593.99	C\$50.00	C\$129,699.60
02	Nivelación y Conformación de fondo de excavación manual	m2	3242.49	C\$15.00	C\$48,637.35
03	Relleno y compactación (cama de arena de 10 centímetros, espesor de lecho 15 centímetros con arena "x") y relleno con material de sitio, compactación manual	m3	2593.99	C\$160.00	C\$415,038.72
04	Instalación de tubería sistema sistema rieber Junta Rápida, PVC Diámetro 2 pulgadas, SDR 26.	ml	3242.49	C\$400.00	C\$1,296,996.00
05	Suministro e instalación de Válvula HF, Diámetro 2 pulgadas enclanchada, incluye accesorios (Flash, empaque, y juego de pernos dresser 3 pulgadas) incluye suministro e instalación de tubo PVC	c.u	1.00	C\$34,950.56	C\$34,950.56
06	Suministro e instalación de Válvula de Limpieza (Válvula de compuerta - Puerto completo - Bronce - Patrón pesado diámetro 2 pulgadas incluye adaptador macho SCH 40 rosca campana cementada diámetro 2 pulgadas, codo liso SCH 40 - campana cementada dimetro 2 pulgadas y niple con tubo PVC SDR 26 diámetro 2 pulgadas	c.u	1.00	C\$3,850.95	C\$3,850.95
350	CONEXIONES DOMICILIARES	c.u			C\$95,940.00
01	Acometida domiciliar corta con tubería PVC SDR 17.5 junta cementada (incluye abrazadera SCH 40 lisa 2 pulgadas x 1/2 pulgada, Codo PVC lisa SCH40 campana cementada, Ángulo: 90º - D: 1/2 pulgadas y Tapón hembra PVC liso, SCH 40 campana cementada, D: 1/2 pulgadas	c.u	78.00	C\$1,230.00	C\$95,940.00
351	OBRAS CIVILES	Glb.			C\$11,000.00
01	Construcción de Bloque de reacción para cruces de intersecciones	c.u	10.00	C\$1,100.00	C\$11,000.00
370	LIMPIEZA Y ENTREGA	ml			C\$97,274.70
01	Limpieza final manual y Entrega	ml	3242.49	C\$30.00	C\$97,274.70
COSTO DIRECTO					C\$2,246,875.03
COSTO INDIRECTO (5%)					C\$112,343.75
ADMINISTRACIÓN (8%)					C\$179,750.00
UTILIDADES (7%)					C\$157,281.25
SUB-TOTAL					C\$2,696,250.04
IMPUESTOS (4%)					C\$107,850.00
TOTAL					C\$2,804,100.04

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 18

Presupuesto de tanque de almacenamiento, sistema de bombeo y estructura de soporte

Costos totales de tanque de almacenamiento, sistema de bombeo y estructura de soporte para Tanque		
Actividad	Unidad	Precio
Tanque de Almacenamiento	Global	C\$690,840.00
Estrutura de soporte para Tanque	Global	C\$254,520.00
Sistema de Bombeo hacia el Tanque	Global	C\$181,800.00
Costo Total		C\$1,127,160.00

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 19

Costo total del proyecto

Costo Total del Proyecto	C\$3,931,260.04
---------------------------------	------------------------

Fuente: Elaborado por los autores



6.6 Cronograma de ejecución

Tabla 20

Cronograma del proyecto en Microsoft Excel

PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COMUNIDAD ABANGASCA SUR		DESDE EL MARTES 1 DE ABRIL HASTA EL SABADO 6 DE SEPTIEMBRE																											
		ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE							
ACTIVIDADES A REALIZAR EN OBRA	DURACION	SEM/1	SEM/2	SEM/3	SEM/4	SEM/1	SEM/2	SEM/3	SEM/4	SEM/1	SEM/2	SEM/3	SEM/4	SEM/1	SEM/2	SEM/3	SEM/4	SEM/1	SEM/2	SEM/3	SEM/4	SEM/1	SEM/2	SEM/3	SEM/4	SEM/1	SEM/2	SEM/3	SEM/4
ACTIVIDADES	135 días	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
PRELIMINAR	11 días	█	█																										
LIMPIEZA INICIAL	12 días		█	█																									
TRAZO Y NIVELACION	16 días			█	█	█	█																						
EXCAVACION PARA TUBERIAS	37 días				█	█	█	█	█	█	█	█	█																
LINEAS DE CONDUCCION	52 días					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█												
CONTRUCCION DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	14 días						█	█	█																				
COLOCACION DE TUBERIAS	65 días						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█												
RELLENO Y COMPACTACION	40 días													█	█	█	█	█	█	█	█								
COLOCACION DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	26 días																	█	█	█	█	█	█	█	█				
FILTRO PARA POTABILIZACION	3 días																								█				
PRUEBAS DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD	4 días																								█				
LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL	5 días																								█				

Fuente: Elaborado por los autores



Capítulo VII Conclusiones

Como culminación del proyecto de “Evaluación y Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad Abangasca Sur – León (septiembre 2024 a enero 2025)” mostramos los resultados obtenidos de nuestros objetivos.

Valorar las características del entorno en un diagnóstico situacional para identificar las necesidades de la población, comprendiendo sus particularidades del área, permitiendo obtener información sobre su infraestructura, acceso al agua, patrones de consumo y condiciones ambientales para asegurar que el proyecto responda de manera adecuada a las demandas locales y se ajuste a la realidad del entorno para mejorar la calidad de vida de la población afectada directamente los cuales son 480 habitantes en la zona.

Los estudios geológicos brindaron información sobre la composición del suelo, como la capacidad portante, taxonomía, textura y capacidad de trabajo permisible. Los estudios hidrológicos mostraron que la fuente de captación es adecuada para abastecer el sistema de agua con una capacidad que responde a la demanda proyectada ya que la mayor parte del año el manto acuífero en la comunidad se encuentra muy cerca de la superficie y esto se debe a que las características del acuífero local, cuya recarga se mantiene relativamente constante.

También se integraron herramientas como CIVIL 3D y EPANET para poder dimensionar la red de conducción, asegurando la correcta ejecución del proyecto y garantizando su viabilidad al proyecto a realizar ya que se desarrolló el diseño de la red de distribución de agua potable siguiendo las normas vigentes para este tipo de sistemas (NTON 09 007-19), las cuales están establecidas en las leyes de Nicaragua. El proyecto está planteado para una vida útil de 20 años (2024-2044) considerando una población estimada de 867 personas.

Con los resultados el diseño se realizó un presupuesto teniendo en cuenta el catálogo de etapas y subetapas del nuevo FISE. Una vez finalizado el presupuesto se llegó a la conclusión que el costo de elaboración del sistema de red de distribución y líneas de conducción desde el tanque de almacenamiento teniendo un costo total de Dos



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD ABANGASCA SUR – LEÓN EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024 A ENERO DE 2025”

Millones Ochocientos Cuatro Mil Cien punto Cero Cuatro córdobas **(C\$ 2,804,100.04)**, el tanque de almacenamiento y su sistema de bombeo y soporte un costo de Un millón Ciento Veintisiete Mil, Ciento Sesenta córdobas **(C\$ 1,127, 160)**, para un costo total del proyecto de Tres Millones Novecientos Treinta y Un Mil Dos ciento Sesenta punto Cero Cuatro córdobas **(C\$ 3,931,260.04)**.

Además, la planificación ha sido un aspecto crucial en el desarrollo del proyecto. Con el diseño de un cronograma de trabajo basado en los estudios realizados, se ha permitido establecer un plan claro para su ejecución en el periodo señalado de 135 días calendario, y asegurando la correcta asignación de recursos y tiempos.



Capítulo VIII Recomendaciones.

El presente proyecto de evaluación y diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Abangasca Sur – León, hemos identificado entidades clave a las cuales dirigiremos nuestras recomendaciones finales, ya que consideramos que estas tienen una incidencia directa o indirecta en la gestión del agua potable, la infraestructura y el desarrollo comunitario en Nicaragua.

1. **Alcaldía Municipal de León**, dado que esta es la institución responsable del desarrollo comunitario y del apoyo a proyectos de infraestructura dentro de su jurisdicción. Creemos que su participación es esencial para gestionar recursos y dar seguimiento al proyecto, además de tener un vínculo directo con los Consejos de Desarrollo Municipal.
2. **ENACAL** (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios), ya que es la entidad encargada de la administración y el mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento. Confiamos en que ENACAL podrá asesorarnos técnicamente, evaluar la viabilidad de nuestro diseño y, eventualmente, incorporar este sistema a su red de servicios.
3. **Universidad de Ciencias Comerciales (UCC)**, ya que su apoyo técnico y académico puede contribuir significativamente al éxito del proyecto, promoviendo también el vínculo entre la academia y el desarrollo local.

Por tanto, se entiende que la colaboración entre estas entidades será clave para el éxito del proyecto. Por ello, se planea convocar reuniones interinstitucionales donde se pueda presentar recomendaciones y facilitar una coordinación más efectiva entre todas las partes involucradas.

Es importante priorizar la colaboración con las entidades más directamente relacionadas con la comunidad, como la alcaldía, ENACAL y la universidad.



BIBLIOGRAFÍA

- (OPS), O. P. (2005). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EN SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA*. Obtenido de <https://jeffreydiaz.files.wordpress.com/2008/08/disen-agua-potable.pdf>
- Alvarado, D., & Figueroa, A. (2000). *Caracterización del impacto de la actividad urbana de León sobre el acuífero subyacente*. León: UNAN-LEÓN.
- Carrasco, R., Castro, D., & Rivera, H. (2023). *Diseño del sistema de abastecimiento de Agua Potable mediante Miniacueducto por gravedad en el reparto Marvin Melendez. municipio El Viejo- Chinandega. en el periodo Julio a Noviembre de 2023*. El Viejo: Universidad de Ciencias Comerciales.
- Cedar Lakes Ventures, I. (s.f.). *Weatherspark*. Obtenido de <https://weatherspark.com/y/14373/Average-Weather-in-Le%C3%B3n-Nicaragua-Year-Round>
- Cerros, H., & Valle, X. (2018). *Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable mediante un mini acueducto por gravedad en la comunidad de Lagartillo, Municipio de Achuapa, León, 2018*. León.
- Cusichi, J. (2020). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO VALLE AZUL, RIO NEGRO-2020*. Satipo: UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE.
- Delgado, J. (enero de 2022). *Dialogo Américas*. Obtenido de <https://dialogo-americas.com/es/articulos/deforestacion-la-otra-crisis-de-nicaragua/#:~:text=Sin%20embargo%2C%20Nicaragua%20es%20uno,Organi zaci%C3%B3n%20de%20las%20Naciones%20Unidas>
- González, T. (2013). *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable y disposición de excretas de la población del corregimiento de Monterrey, municipio de Simití, departamento de Bolívar, proponiendo soluciones*



integrales al mejoramiento de los sistemas y la salud d. Pontificia Universidad Javeriana.

INTUR. (2016). *Mapa Nacional de Turismo*. Obtenido de <https://www.mapanicaragua.com/municipio-de-leon/>

Jerez, R. (2017). *Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el proyecto Urbanización*. Managua: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

Jiménez, M., & Jarquín, O. (2021). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial del residencial Praderas de Nuevo León tercera etapa*.

LaPrensa. (22 de abril de 2015). *reliefweb*. Obtenido de <https://reliefweb.int/report/nicaragua/escasez-de-agua-ya-es-alarmante>

LEÓN, V. (2023). *Visit León*.

Lossio, M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Piura: Universidad de Piura.

Maceira, A. (2024). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>

Membreño, S., Silva, D., & Silva, G. (2023). *Diseño del sistema de abastecimiento de Agua Potable con Miniacueducto por bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad La Carbonera, municipio de El Jicaral, León, Nicaragua en el periodo comprendido Julio a Noviembre de 2023*. León: UCC.

Murillo, H. (2019). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/operacion-en-paralelo-de-generador-sincrono/146307411>

ODS. (2023). Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Perez, L. (2020).



- Revilla, L. (2017). *Sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores del Asentamiento Humano los conquistadores, Nuevo Chimbote – 2017*. Universidad César Vallejo.
- Roberi, L. (2020). Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad#:~:text=Un%20sistema%20de%20conducci%C3%B3n%20por,requerimientos%20f%C3%ADsicos%2C%20qu%C3%ADmicos%20y%20bacterio>
- Rosales, I., & Pèrez, M. (2000). *Proyecto de reactivación agrícola en hortalizas e implementos agrícolas en las comarcas de goyena y abangasca sur*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- S.L, V. A. (24 de octubre de 2019). *Arco*. Obtenido de <https://blog.valvulararco.com/presi%C3%B3n-del-agua-cual-es-el-maximo-minimo-que-se-debe-alcanzar>
- Siapa. (2014). Obtenido de https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-2a._parte.pdf
- Sposob, G. (2023). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/agua/>
- Torres, M. (2001). *EL AGUA COMO UN INDICADOR DE TRANSFORMACION URBANA Y DE GESTION AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE LEON*. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua . Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/460/1/217890.pdf>
- Turismo, I. N. (2016). *Visita Nicaragua*. Obtenido de <https://www.visitanicaragua.com/leon/>
- Valdivielso, A. (s.f.). *iAgua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>

ANEXOS

Anexo 1 Pozo



Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 2 Pozo Comunitario



Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 3 Escuela



Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 4 Escuela multigrado



Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 5 Área de recreo en escuela multigrado



Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 6 Espacio recreativo de la comunidad Abangasca Sur



Fuente: Elaborado por los autores