

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – Campus León



COORDINACION DE INGENIERIAS

**CURSO DE CULMINACIÓN EN PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA
COMUNIDAD CANDELARIA MUNICIPIO CHICHIGALPA – CHINANDEGA. EN
EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024. – ENERO 2025**

Carrera: Ingeniería Civil.

Autor:

✓ Br. Lester Alonzo Bermúdez.

DOCENTE - TUTOR: Arq. César Augusto Valladares Herrera.

LEÓN, ENERO DE 2025

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC-LEON**



**COORDINACION DE INGENIERIAS
CURSO DE CULMINACIÓN EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR AL TÍTULO DE GRADO
AVAL DEL TUTOR**

Arq. Cesar Valladares, tiene a bien:

CERTIFICAR

Que: El proyecto de graduación con el título: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD CANDELARIA MUNICIPIO CHICHIGALPA – CHINANDEGA. EN EL PERIODO SEPTIEMBRE 2024. – ENERO 2025.** Elaborado por: Br. Lester Alonzo Bermúdez, ha sido dirigido por el suscrito. Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo de proyecto de graduación, se da conformidad a la presentación, para proceder a su 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, firmo la presente en UCC-León a los **x** días del mes de Enero del año 2025.

Fdo. Arq. César Valladares.

Docente - Tutor

DEDICATORIA.

A mi valiente mamá. Esta tesis es el resultado de tu amor, apoyo y sacrificio en mi viaje educativo. Tus palabras de aliento, tu perseverancia y tu ejemplo constante han sido mi inspiración. Cada día que trabajaste incansablemente y cada vez que me brindaste tu cariño son tesoros que valoro profundamente.

Esta tesis es un tributo a ti madre, mi fuente inagotable de fortaleza y amor en mi búsqueda de conocimiento. A través de tus enseñanzas y cariño, has dejado una huella imborrable en mi vida, y mi éxito académico es un reflejo de tu inquebrantable dedicación. Te amo con todo mi corazón y esta tesis es mi modesta forma de agradecerte por todo lo que has hecho por mí.

AGRADECIMIENTO.

Quisiera expresar mi más sincera gratitud a mi tutor de Proyecto de Graduación, Arq. Cesar Augusto Valladares Herrera, cuyo conocimiento experto y consejo crítico han sido insustituibles. Su confianza en mi capacidad y su ayuda oportuna han sido los pilares de este trabajo. Su mentoría ha dejado una impresión duradera en este mi proyecto de graduación.

Extiendo mi agradecimiento a todos los profesores de la Coordinación de Ingenierías, del Campus León de la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC), cuyas enseñanzas han sido la base sobre la cual se construyó este proyecto de graduación. Especialmente quiero agradecer a la Ing. María Eugenia Aguilera Larios, por contagiarme de su entusiasmo por la disciplina y leer los borradores de este mi proyecto de graduación.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	3
1.1 Antecedentes y Contexto del Problema.....	3
1.1.1 Antecedentes Internacionales.....	3
1.1.2 Antecedentes Nacionales.....	4
1.1.3 Antecedentes locales.....	4
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo General:.....	5
1.2.2 Objetivos Específico:.....	5
1.3 Descripción del Problema.....	6
1.4 Justificación.....	7
1.5 Alcances y Limitaciones.....	8
1.5.1. Alcances:.....	8
1.5.2. Limitaciones:.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Marco Conceptual.....	9
2.2 Marco Legal.....	24
2.3 Marco Contextual Institucional.....	27
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....	33
3.1 Tipo de Proyecto:.....	33
3.2 Método de estudio y unidades de análisis.....	33
3.3. Unidad de Análisis.....	34
3.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.4 Confiabilidad y validez de los instrumentos:.....	35
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	36
4.1 Ubicación:.....	37
4.2 Antecedentes:.....	39
CAPITULO V. ESTUDIOS DE INGENIERÍA.....	44
5.1- Estudios de Topografía.....	44
5.2. Estudios de Suelos.....	46
5.3. Estudio Hidrológicos.....	48
5.4. Identificación de Riesgos y Afectaciones.....	54

5.4.1. Riesgo Ambiental.....	54
5.4.2. Impactos de los materiales usados:.....	58
5.4.3 Construcción y salud:.....	59
5.5. Riesgos Laborales Durante la Ejecución del Proyecto.	60
CAPITULO VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	61
6.1. Análisis de diagnóstico situacional.....	61
6.2 Análisis del Clima.....	66
6.3 Análisis de estudios de ingenierías.	67
Planimetría.	67
Altimetría.	67
6.3.2 Análisis de Riesgos (Según los identificados).....	71
6.4. Propuesta de Diseño.	71
6.5 Presupuesto.....	79
6.5. Cronograma de Ejecución.	82
CAPITULO VII. CONCLUSIONES.....	83
CAPITULO VIII. RECOMENDACIONES.....	85
Bibliografía.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Marco Legal	24
Tabla 2 Estudio Topografico.....	44
Tabla 3 Coeficiente de Escorrentía	50
Tabla 4 Descripción de la Comunidad	51
Tabla 5 Promedio de velocidad de escurrimiento	51
Tabla 6 Intensidades máximas anuales de precipitación	52
Tabla 7 Curva de Intensidades, Frecuencia y Duración (IDF).....	54
Tabla 8 Matriz de riesgo.....	71
Tabla 9 Proyección de la población	72
Tabla 10 Periodo de diseño de los componentes de un sistema de agua potable. ..	74
Tabla 11 Coeficiente de Rugosidad.....	78
Tabla 12 Presupuesto.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 ¿Que es el agua?	9
Figura 2 Logo UCC	27
Figura 3 Logo de ENACAL	30
Figura 4 Logo de la Alcaldía de Chichigalpa.....	32
Figura 5 Abastecimiento de agua de la Comunidad Candelaria	36
Figura 6 Macrolocalización de Chichigalpa.....	37
Figura 7 Microlocalización de Chichigalpa.....	38
Figura 8 Ubicación de la Comunidad Candelaria.....	38
Figura 9 Abastecimiento de agua a traves de pozo	39
Figura 10 Distribución de habitantes de la Comunidad Candelaria	40
Figura 11 Curvas IDF -Chinandega	52
Figura 12 Población de la Comunidad Candelaria.....	61
Figura 13 Nivel de escolaridad de la Comunidad	62
Figura 14 Tipo de vivienda según la actividad de la comunidad.....	63
Figura 15 Servicios basicos	64
Figura 16 Tipo de seguridad que se le brinda a la comunidad	65
Figura 17 Clima según el mes	66
Figura 18 Clasificación del suelo	68
Figura 19 División politica de Chinandega.....	69
Figura 20 Municipio de Chichichigalpa	70
Figura 21 Erosión hidrica	70
Figura 22 Curvas de rendimiento.....	77
Figura 23 Cronograma.....	82

INTRODUCCIÓN

El servicio de abastecimiento de agua potable comprende la captación de agua, potabilización, almacenamiento y distribución que es tan necesario para garantizar la salud y las condiciones higiénicas a la población, por lo que su correcto diseño y ejecución asegura su buen funcionamiento tanto a corto como a largo plazo, de acuerdo a la vida útil del proyecto.

Existen muchas fuentes de agua, pueden ser superficiales, meteóricas o atmosféricas y subterráneas de las cuales se aprovecha el recurso hídrico dependiendo si se encuentra y se puede explotar en la zona y a la misma vez que reúna los requisitos necesarios para su consumo, así como también sea la opción más económica para el suministro.

En el municipio de Chichigalpa, Chinandega se encuentra la comunidad Candelaria, con carencia en el servicio de agua potable, en la actualidad esta comunidad se abastece por pozos domiciliarios, artesanales, para su consumo y cubrir sus necesidades básicas y de preparación de alimentos. Por lo general estos sistemas de abastecimiento domiciliarios, no reciben ningún tipo de tratamiento, a través del cual se pueda asegurar, que esta agua es de consumo humano.

Con el presente trabajo, se presenta el diseño detallado del sistema de abastecimiento y tratamiento de aguas potable para la comunidad de Candelaria, el cual tiene como fin garantizar el debido analizar la problemática en el abastecimiento de agua potable, y para todas las actividades socioeconómicas de la comunidad, tal ausencia muestra dificultades como enfermedades entre otras.

El presente documento presenta detalladamente las actividades y metodología que se empleó para llevar a cabo el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable, el cual se muestra estructurado en los siguientes capítulos:

Capítulo I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO; Se resumió en tres antecedentes internacionales, tres nacionales y un local.

Capitulo II: MARCO TEORICO; Se abordaron conceptos teóricos relacionados a sistemas de agua potable, ordenamiento jurídico e instituciones que fueron de apoyo para el desarrollo de este proyecto de graduación.

Capitulo III: DISEÑO METODOLOGICO; En este capítulo se abordó la metodología utilizada, el tipo de proyecto, método de estudio y unidad de análisis, así como técnicas e instrumentos de recolección de datos, confiabilidad y validez de los instrumentos.

Capitulo IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL; Se describieron los antecedentes históricos de la comunidad, la micro y macro localización y el sitio, identificación de riesgos y afectaciones.

Capítulo V: ESTUDIOS DE INGENIERIA; Se realizaron levantamientos topográficos, hidrológicos y geológico.

Capítulo VI: ANALISIS DE RESULTADOS: Se analizaron los resultados alcanzados para el diagnóstico situacional para la comunidad, así como, se identificó el nivel de riesgos ambientales y laborales.

Capítulo VII: Conclusiones. Exponer los hallazgos, observaciones y posibles retos que se desprendan del trabajo realizado.

Capitulo VIII: Recomendaciones. Condensa aquellas sugerencias que se originaron durante el proceso de realización del estudio y que no se incluyeron como parte del documento final. Dichas sugerencias tienen que ver con diversos aspectos relacionados directa o indirectamente con la temática del proyecto.

CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.

1.1 Antecedentes y Contexto del Problema.

1.1.1 Antecedentes Internacionales.

TEMA: Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas Watercad y Sewercad, Realizado por Doroteo Calderón, Félix Rolando, en el año 2014 en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). El trabajo tuvo por OBJETIVOS (General): El objetivo de este trabajo consiste en el diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado con la finalidad de mejorar estos servicios en el Asentamiento Humano “Los Pollitos” de la ciudad de Ica, que conllevará a obtener una baja incidencia de enfermedades infectocontagiosas de la población del A.A.H.H. “Los Pollitos”. Conclusiones: De acuerdo a la Norma OS.050 la presión estática en cualquier punto de la red no deberá ser mayor de 50 m H₂O; por lo tanto, al revisar la presión máxima que posee el sistema (ver Tabla 11) se concluye que el diseño cumple la normativa vigente al presentar una presión máxima de 24.90 m H₂O. De acuerdo al Reglamento de Elaboración de Proyectos Condominales de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas y Periurbanas de Lima y Callao, emitido por SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima), en el cual se estipula que: “Las velocidades de flujo recomendadas en la tubería principal y ramales de agua potable serán en lo posible no menores de 0.60 m/s”; las velocidades que se obtienen al realizar la segunda iteración de la red de agua potable y que se encuentren por debajo del valor recomendado serán aceptadas como parte del diseño dado que lo indicado por SEDAPAL no es de carácter restrictivo con respecto a las velocidades menores al valor de 0.60 m/s.

1.1.2 Antecedentes Nacionales

TEMA: Diseño de un mini acueducto por gravedad para las comunidades de San Esteban no 1, Las Morenas y Cuyalí, municipio de Jinotega. Elaborado por Br. Carlos Javier Herrera Montenegro. Br. Félix Rafael Ríos diciembre 2022. Universidad: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI), Facultad de Tecnología de la Construcción. Objetivo: Diseñar un mini acueducto por gravedad (MAG) y sus componentes, utilizando como fuente un manantial que servirá para abastecer a las comunidades de San Esteban No 1, Las Morenas y Cuyalí del municipio de Jinotega. Conclusiones: Al cumplir con el diámetro mínimo que estipula el Reglamento Nacional de Edificaciones para la red de agua potable, se desarrollan velocidades bajas que podrían generar problemas de sedimentación en el sistema en la etapa de operatividad es por ello que se propone colocar válvulas de purga en las zonas más bajas de la red para la limpieza y mantenimiento (ver Plano AP – 02). También se recomienda que se genere un manual de operatividad y mantenimiento por parte de la empresa prestadora del servicio de agua potable (EMAPICA).

1.1.3 Antecedentes locales

TEMA: Abastecimiento en la red de agua potable para la comunidad Terencio Munguía del departamento de Chinandega en el período comprendido julio-diciembre 2022. Elaborado por: Juárez Vargas Daniessa Hugueth, Martínez Aguilera Christopher Paúl, Oviedo Betancourt Diana Gabriela, en el año 2022. Universidad de Ciencias Comerciales (UCC) León. Objetivo: Analizar el problema del sistema de abastecimiento de la red de agua potable en la comunidad Terencio Munguía en el departamento de Chinandega en el período julio a diciembre de 2022. Conclusiones: En base al análisis general del estudio de la red de abastecimiento se concluye que la red total esta caducada sin embargo aún prestan el servicio a la comunidad el que se encuentra más limitado por el deterioro, influyendo en el horario de uso del servicio y de las diferentes enfermedades por no cumplir con la purificación correspondiente, llevando a la comunidad a sufrir agresivos cambios en el sector salud.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General:

Diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (SAAP), para la Comunidad Candelaria en el municipio de Chichigalpa, Chinandega, que garantice un adecuado y saludable servicio a la comunidad.

1.2.2 Objetivos Específico:

1. Identificar la demanda de agua potable, como elemento determinante del diseño eficiente del sistema, aplicando un diagnóstico situacional.
2. Realizar estudios de ingeniería, que permitan trazar los lineamientos, el desarrollo y evaluación de la información fundamental del proyecto.
3. Interpretar los resultados de los estudios de ingeniería en topografía, hidrología y suelos, necesarios para iniciar la propuesta del diseño de la red.
4. Diseñar el sistema de abastecimiento, que permita el funcionamiento eficiente y la distribución proporcional y adecuada a la demanda identificada.
5. Elaborar el presupuesto y los alcances de obra para la ejecución del proyecto lo que permite establecer límites económicos con precisión.
6. Presentar el cronograma de ejecución incluyendo el total de los alcances y entregables, según catálogo de etapas para este tipo de obra.

1.3 Descripción del Problema.

El agua es uno de los elementos que no debe faltar para el buen funcionamiento de las actividades que a diario el ser humano realiza, ya sea agua potable o en su forma cruda proveniente de fuentes superficiales y subterráneas. Sus usos pueden ser diversos, ya sea en una industria, en el mercado, en el trabajo y en cada uno de los hogares, es por ello que la falta total o parcial de este líquido, dificulta en distintos grados la realización de los deberes, según el uso que este tenga.

Candelaria cuenta con un sistema de agua potable, en el que comparte la fuente con la red de distribución del municipio de Chichigalpa, se le suministra agua potable cada 6 días, en donde se reparte 2 días para cada zona de la comunidad. Dicha fuente de abastecimiento está siendo sobre explotada, motivo por el cual la comunidad en estudio sufre tal desabastecimiento de agua potable.

Adicional a esto, la tubería utilizada para abastecer cierto porcentaje de la población se encuentra en pésimo estado, debido a que esta es posicionada superficialmente, y sobre la cual han actuado distintos fenómenos que han contribuido al deterioro y mal estado de la tubería galvanizada. Así mismo, la falta de mantenimiento a la tubería o el mismo sistema de abastecimiento, de parte de las autoridades competentes.

Lo que hace que los habitantes de Candelaria sufran el día a día con una falta de agua parcial, ya sea que sufren de un abastecimiento insuficiente o que no cuentan con el servicio en su totalidad.

1.4 Justificación.

El presente proyecto de graduación pretende ser una herramienta técnica para el análisis de la problemática en la Comunidad que concederá una mayor información sobre el sistema de red de abastecimiento de la comunidad ya que hasta estos días no hay información actualizada y confiable que ayude saber sobre estos factores.

Al tener en cuenta la problemática que vive la comunidad, buscar una solución que garantice la calidad y el abastecimiento de agua potable, Por medio de una red de abastecimiento y será de valiosa importancia para un abastecimiento de agua potable y así una reducción de la tasa de infección de enfermedades vinculado con la falta abastecimiento sano de los sistemas de agua.

Estos elementos son también fundamentales cuando se refiere a la mayor confianza de vida de la comunidad, ya que según entrevista a la Lic. Brenda Siu, encargada del puesto de salud familiar de la comunidad, comenta que durante todo este periodo de tiempo desde el aposamiento irregular se registra mayor tasa de enfermedades relacionadas al consumo de agua no potable (agua de pozos).

La instalación de un SAAP en la Comunidad de Candelaria, es crucial para mejorar la calidad de vida de los habitantes, reducir la incidencia de enfermedades y garantizar un futuro más saludable para todos. Además, el acceso a agua potable contribuirá al desarrollo económico y social de la comunidad, promoviendo un entorno más sostenible y próspero, no solo es una necesidad básica, sino también un paso fundamental hacia el bienestar y progreso de Candelaria.

1.5 Alcances y Limitaciones.

1.5.1. Alcances:

Los alcances del presente trabajo se realizarán al presentar:

1. Planos Topográficos de Planimetría y Altimetría.
2. Estudios Hidrológicos.
3. Planos de Diseño del SAAP.
4. Presentar el presupuesto por alcances de obras.
5. Presentar el cronograma de ejecución de la obra.

1.5.2. Limitaciones:

Como parte del proceso de consultas realizado, se identificaron las siguientes limitaciones:

1. La falta de estudios previos sobre el sistema de red de agua en la comunidad ha sido un obstáculo para llegar a un punto de partida en el proceso de evaluación y conocer el estado actual de la situación.
2. Falta de acceso a información actualizada y confiable de las instituciones gubernamentales involucradas, que proporcionen, entre otros, el número de habitantes, viviendas y otros datos importantes sobre el tema de investigación.
3. Recopilación de datos inexactos basados en percepciones de individuos a través de entrevistas con residentes y grupos focales responsables de los servicios de red de agua.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual.

Definición de agua: El agua es una sustancia que se compone por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H₂O) y se puede encontrar en estado sólido (hielo), gaseoso (vapor) y líquido (agua). Las propiedades físicas y químicas del agua son muy importantes para la supervivencia de los ecosistemas.

El agua es una sustancia que se compone por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H₂O) y se puede encontrar en estado sólido (hielo), gaseoso (vapor) y líquido (agua). Las propiedades físicas y químicas del agua son muy importantes para la supervivencia de los ecosistemas. Su distribución es muy variable: en algunas regiones es muy abundante, mientras que en otras escasea. Sin embargo, la cantidad total de agua en el planeta no cambia. El agua existe en forma sólida (hielo), líquida y gaseosa (vapor de agua) que podemos observar en océanos, ríos, nubes, lluvia y otras formas de precipitación en frecuentes cambios de estado. Así, el agua superficial se evapora, el agua de las nubes precipita, la lluvia se infiltra en el suelo y corre hacia el mar (SAGUAPAC , 2023).

Figura 1
¿Que es el agua?



Fuente: SAGUAPAC

Características del agua

Las características del agua pueden ser químicas, físicas o biológicas y según el contenido puede clasificarse en diferentes tipos (agua dulce, salada, blanda, dura).

A continuación, se describen las principales características del agua:

- La densidad del agua es 1.
- El agua es la sustancia con mayor calor específico (4.180 J/Kg/°C), aunque varía según la temperatura.
- El calor latente que el agua requiere para romper un puente de hidrógeno y formar vapor es muy elevada (539 Kcal/Kg).
- La tensión superficial del agua es muy alta.

Además, las características del color, la turbidez y la conductividad se utilizan como parámetros de la calidad del agua.

Estados del agua en el planeta

El agua está presente en todo el universo. Diversos cuerpos celestes la tienen como principal componente: cometas de hielo que viajan por el espacio; lunas, como Titán, que tienen más agua que la Tierra; y, claro, planetas como el nuestro, donde el agua fluye armoniosamente en las tres formas en que la conocemos: sólida, líquida y gaseosa. La cantidad de agua en cada estado está determinada por la energía que recibe del Sol y nosotros tenemos la fortuna de estar a una distancia perfecta. De estar más lejos, el agua estaría permanentemente congelada y, de estar más cerca, el agua estaría continuamente en fase de vapor y, peor aún, saldría de la atmósfera para perderse en el espacio (Aguilar, 2024).

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.

El ciclo del agua y su interacción con el cambio climático

Toda el agua concentrada en nuestro planeta se reparte entre mares y océanos, ríos y lagos, glaciares y el hielo de los casquetes polares. Gracias al ciclo del agua, se produce un efecto de traslado de las masas de un punto a otro, interviniendo varios procesos físicos (TODOAGUA, 2022).

El ciclo del agua es el movimiento continuo del agua a través de la Tierra y la atmósfera. El agua se evapora de los océanos y otros cuerpos de agua, se condensa en las nubes y cae como lluvia o nieve, y vuelve a caer a la Tierra para regresar a los océanos o a otras fuentes de agua. Este ciclo es esencial para la vida en la Tierra, ya que proporciona la humedad necesaria para los ecosistemas y para que las plantas y los animales puedan sobrevivir. Además, el ciclo del agua también juega un papel importante en el clima y en el equilibrio de la temperatura en la Tierra.

¿Cuáles son las 4 fases o etapas del ciclo del agua?

La manera más sencilla de explicar el ciclo del agua en la naturaleza es mediante las cuatro fases o pasos del ciclo del agua, que son estos:

- ✓ Etapa de evaporación
- ✓ Etapa de condensación
- ✓ Etapa de precipitación
- ✓ Etapa de recolección

Fase de evaporación

Las masas de agua de nuestro planeta, mares y océanos, además de ríos y lagos, están sometidos en mayor o menor medida al calentamiento del sol. Esto hace que esas masas de agua se vayan evaporando de manera lenta, es un proceso que no se aprecia a simple vista, pero que existe. Este vapor de agua, por diferencia de densidad, va subiendo a las capas superiores de la atmósfera (TODOAGUA, 2022).

Fase de condensación

Cuando han alcanzado una temperatura lo suficientemente baja, las gotas de agua se condensan y forman nubes. Estas nubes pueden formar más a mayores y ser arrastrada por el viento. Algunas terminan provocando precipitaciones y otras no son lo suficientemente potentes y se disipan (TODOAGUA, 2022).

Fase de precipitación

Cuando se dan las circunstancias adecuadas, se produce el fenómeno de precipitación. Estas gotas regresan a la tierra en forma de lluvia, o en forma de granizo o nieve si la temperatura es lo suficientemente baja. El agua volverá de nuevo, pasado un tiempo a ser vapor, mediante el proceso primigenio, el de la evaporación. Recuerda lo que son las aguas pluviales y la importancia de su recolección (TODOAGUA, 2022).

Fase de recolección

Hemos comentado que el ciclo del agua es un proceso circular, pero no acaba aquí. Para que se complete, el agua, una vez que ha llegado al suelo, tiene otros procesos (TODOAGUA, 2022).

El ciclo del agua o “ciclo hidrológico” es un proceso bioquímico continuo que pasa por los diferentes estados (sólido, líquido y gaseoso), y permite que se den lugar los procesos naturales del planeta.

¿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 condensa 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. Por el contrario, la otra parte de esta precipitación cae en forma de nieve,

y se acumula en capas de hielo en los casquetes polares y en los glaciares impidiendo su consumo.

Importancia del agua

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

- El ciclo hidrológico es de vital importancia para el funcionamiento de los ecosistemas naturales y la regulación del clima.
- 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.

7. Conservación y uso sostenible del agua

Debido a la importancia del agua para la vida en la Tierra y la creciente demanda de este recurso limitado, 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.
- Proteger y restaurar ecosistemas acuáticos, como humedales y ríos, que desempeñan un papel crucial en la regulación del ciclo del agua y en la conservación de la biodiversidad.
- Fomentar la educación y la concienciación sobre la importancia del agua y la necesidad de un uso sostenible y responsable de este recurso vital.

- **8. El acceso al agua limpia y al saneamiento**

El acceso al agua potable y al saneamiento adecuado es esencial para la salud, el bienestar y el desarrollo sostenible de las comunidades. A pesar de los avances en los últimos años, aproximadamente 2.000 millones de personas en todo el mundo aún carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento, como inodoros o letrinas, y más de 673 millones practican la defecación al aire libre. La falta de acceso a un saneamiento adecuado tiene consecuencias graves para la salud, la dignidad y la seguridad, y contribuye a la propagación de enfermedades transmitidas por el agua.

- **9. Desafíos y soluciones en la gestión del agua**

El suministro de agua dulce se enfrenta a diversos desafíos, como la creciente demanda debido al aumento de la población, la contaminación de las fuentes de agua y los efectos del cambio climático. Algunas soluciones para enfrentar estos desafíos incluyen:

- **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.
- **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.
- **Desalinización:** Utilizar tecnologías de desalinización para convertir agua de mar en agua dulce, especialmente en regiones áridas y con escasez de agua.
- **Educación y concienciación:** Fomentar la educación y la concienciación sobre la importancia del agua y su gestión sostenible para asegurar la disponibilidad de este recurso vital para las generaciones futuras.
- **La cooperación entre gobiernos, organizaciones internacionales, empresas y ciudadanos es esencial para garantizar la disponibilidad y el acceso al agua**

para las generaciones futuras, así como para proteger y preservar los ecosistemas que dependen de este recurso insustituible.

Diez datos clave sobre el agua

- A continuación, se presenta una lista de 10 hechos clave sobre el agua que destacan su importancia y características únicas:
- El agua cubre aproximadamente el 71% de la superficie de la Tierra, pero solo el 2,5% de toda el agua del planeta es dulce, siendo el resto agua salada.
- De toda el agua dulce en la Tierra, más del 68% está almacenada en glaciares y casquetes polares, mientras que menos del 1% es accesible en ríos, lagos y acuíferos subterráneos para satisfacer las necesidades humanas y de los ecosistemas.
- El agua es esencial para la vida; un ser humano puede sobrevivir aproximadamente tres semanas sin comida, pero solo unos pocos días sin agua.
- El cuerpo humano está compuesto en un 60-70% de agua, y la deshidratación puede tener efectos perjudiciales para la salud.
- La agricultura consume alrededor del 70% del agua dulce disponible en el mundo, seguida por la industria (19%) y el uso doméstico (11%).
- El agua es un excelente disolvente debido a su polaridad, lo que permite que numerosas sustancias se disuelvan en ella y facilita diversas reacciones químicas en los seres vivos y en el medio ambiente.
- El agua tiene un alto calor específico y calor latente de vaporización, lo que permite regular el clima de la Tierra y mantener una temperatura adecuada para la vida.
- Según la Organización Mundial de la Salud, alrededor de 2.200 millones de personas en el mundo carecen de acceso a agua potable segura y gestionada de manera sostenible.
- La contaminación del agua, el consumo excesivo y el cambio climático están poniendo en peligro la disponibilidad y calidad del agua en muchas regiones del mundo, lo que amenaza la vida, los ecosistemas y el desarrollo sostenible.

- El agua es fundamental para la producción de energía, ya que se utiliza en la generación de energía hidroeléctrica, en la producción de combustibles fósiles y en la industria nuclear.

Agua potable: Es uno de los principales recursos que necesitamos los seres humanos para sobrevivir día a día. Las características del agua potable son las que hacen que esta sea la única apto consumo humano, ya que no supone un riesgo para la salud al estar libre de microorganismo y sustancias tóxicas. Son muchas las personas que no tienen una fuente de agua potable de fácil acceso a la que recurrir diariamente y para conseguirla se ven obligadas a recorrer kilómetros diarios.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que existe un acceso cuando la fuente de agua potable más cercana se encuentra a menos de un kilómetro de distancia. La OMS también establece que es necesario que se pueda conseguir un mínimo veinte litros de agua diarios por cada componente de una unidad familiar para hablar de un acceso de agua potable.

Principales características del agua potable

Las principales características del agua son comunes a sus diferentes tipos, pero el agua potable resultar muy particular debido al consumo humano que se hace de ella y sus implicaciones en la salud. Además de tener en cuenta la calidad del agua para medirla, para considerar que cierta agua es potable se deben evaluar una serie de características concretas.

- Debe ser limpia y segura. Para su consumo y su uso en la producción de otros alimentos no pueden presentar ningún riesgo de contraer cualquier enfermedad.
- Debe ser incolora. El agua potable ha de ser transparente, aunque a veces, por el cloro, pueda parecer blanquecina.
- Debe ser inodora. No puede incluir nada en su composición que pueda generar olor en ella.
- Debe ser insípida. No puede tener sabor. Si lo tiene, existe algún elemento en la composición que lo está generando.

- Carecer de elementos en suspensión. El agua potable no puede presentar turbiedad alguna, salvo aquella que provoque la presión de las tuberías. En este caso, deberá desaparecer en un breve lapso de tiempo.
- Libre de contaminantes orgánicos, inorgánicos o radiactivos.
- Mantener una proporción determinada de gases y sales inorgánicas disueltas.
- No debe contener microorganismos patógenos que puedan poner en peligro la salud. Para ello se deben realizar análisis exhaustivos sobre la concentración de bacterias coliformes y otras de origen fecal.

Aguas Subterráneas: Las aguas subterráneas son un recurso natural de agua dulce que se sitúan a nivel superficial en la corteza terrestre. Suelen encontrarse en formaciones geológicas impermeables llamadas acuíferos. El agua subterránea tiene un papel fundamental en la actividad humana y en el mantenimiento de los ecosistemas.

Captación: Estructura para captar el agua para la captación de aguas subterráneas se habla de pozos.

Caudal Hidráulico: Cantidad de fluido que circula a través de una sección de tubería, por unidad de tiempo, se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Conducción por Bombeo: La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para obtener la carga dinámica asociada con el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua.

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. **Conexiones Domiciliares de Agua Potable:** Es el tramo de tubería de la instalación domiciliar, comprendida entre el punto de su conexión a la red de distribución hasta el medidor inclusive.

Dimensionamiento de Tuberías: Una dimensión es una variable física utilizada para especificar o describir el comportamiento o naturaleza de un sistema o partícula.

Distribución: Puede hacerse de la forma más simple; un suministro a través de una pileta o por medio de una forma más compleja a través de una serie de tuberías o redes de distribución que llevan el agua a cada domicilio.

Estación de Bombeo: Las estaciones de bombeo son estructuras o conjuntos de estructuras que tienen como objetivo impulsar el agua hacia una red de almacenamiento o hacia una red de distribución.

Fuente de Abastecimiento: Que pueden ser ríos, lagos, embalses, agua de lluvias o aguas subterráneas. Las fuentes dependen de la calidad del agua y de la localización de la fuente con respecto a la población a suministrar.

Manto Freático: Los mantos freáticos son las capas de agua libre que se acumulan en el suelo a una determinada profundidad, saturándolo. Es equivalente a nivel freático, capa freática, tabla freática o capa freática, y puede ser la capa superior de un acuífero o tratarse del límite de la zona de saturación del suelo.

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.

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. Esto es el parteaguas una línea imaginaria la cual tomará en cuenta la parte superior de las elevaciones para así tomar en cuenta hacia donde escurrirá el agua.

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: Una prueba de bombeo esencialmente consiste del bombeo de agua desde un pozo, normalmente a caudal constante y la medición de cambios en los niveles de agua (descensos) en el mismo pozo y en los puntos de observación, o sectores de afloramiento o cauce superficial de flujo de agua. Asimismo, 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.

Red de Abastecimiento de Agua Potable: Sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable.

Redes de Recolección: Son aquellas a las que se empalman las instalaciones domiciliarias de alcantarillado sanitario.

Sistema: Es el conjunto de instalaciones y equipos interconectados entre sí para proveer un servicio público de agua potable o de alcantarillado sanitario.

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

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. La característica principal de estos sistemas es que la fuente está localizada en una posición más alta que aquella donde está la comunidad que hará uso del agua captada. (Perez, L. R. , 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.

Considerar el tipo de terreno y las características de la capa de rodadura en calles y en vías de acceso.

Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará fórmulas racionales. En el caso de aplicarse la fórmula de Hazen William se utilizarán los coeficientes de fricción establecidos a continuación:

Fierro galvanizado: 100 PVC: 140.

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. No se permite por ningún motivo el contacto de las tuberías de agua potable con líneas de gas, polductos, teléfonos, cables u otras.

En cuanto a 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

maniobras de reparación del sistema de distribución de agua sin perjudicar el normal funcionamiento de otros sectores. (OPS, 2005)

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. (OPS, 2005)

Presiones Mínimas y Máximas.

Las presiones mínimas residuales en cada punto, están determinadas en base a los diámetros seleccionados, perdidas por fricción en el tramo de tubería, caudal concentrado en el nodo y la ubicación del tanque. Las presiones mínimas residuales permitidas en ciudades, serán 14m y la presión máxima será de 50m. en sistema rurales la mínima es de 8m y la máxima de 60m. (OPS, 2005)

Diámetro Mínimo.

El diámetro mínimo recomendado como tubería de relleno es de 2" y el permisible es de 1 ½" en áreas rurales. (OPS, 2005)

Sistema de Red de Distribución por Gravedad:

De acuerdo con la ubicación de la fuente respecto a la red y tanque de almacenamiento el análisis tratándose de una sola red se hace en base, al consumo de máxima hora y caso de incendio. (OPS, 2005)

Sistema de Red de Distribución por Bombeo:

Existen dos alternativas: bombeo directo del tanque de almacenamiento y distribución por gravedad. Bombeo contra red de distribución, almacenamiento por la cual se hace el análisis del CMH (consumo de máxima hora), CI (consumo por incendio) con bombeo de máximo día, bombeo de máximo día sin consumo de la red. (OPS, 2005).

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. (OPS, 2005)

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. (OPS, 2005)

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.

Pese a poseer la mayor cantidad de fuentes de agua dulce de Centroamérica, Nicaragua ya se enfrenta a una crisis extrema del recurso, debido al cambio climático y la falta de reforestación, que cada vez hace menos posible la infiltración de agua en el subsuelo desde donde se abastece el noventa por ciento del país mediante pozos.

Actualmente el país se está dando el lujo de consumir el agua subterránea al igual que los países desarrollados y contaminar las aguas superficiales.

De esta manera, aunque haya abundancia de ríos, lagunas y lagos, la contaminación y la deforestación le están quitando el agua a las futuras generaciones.

Mientras tanto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación advierte que, para el 2050 la crisis de agua puede ser mayor debido al fuerte consumo de este vital líquido para riego.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) estima que el 77 por ciento aproximadamente de los hogares extremadamente pobres carece de agua potable y las zonas con mayor número de enfermedades diarreicas son las que cuentan con menor cobertura del servicio de agua potable.

2.2 Marco Legal.

Tabla 1
Marco Legal

Ítems	Norma	Capitulo	Aplicación
1	(NTON 09 007-19).	Capitulo I.	<p>Se incluye la proyección de población considerando los métodos más comunes que se utilizan y que son aplicables al sector rural, también se incluye dotación y población a servir en donde lo reflejado es la experiencia de muchos años, así como estudios realizados en el campo como soporte a lo señalado en el documento.</p> <p>El análisis de la línea de conducción y red de distribución se realizará aplicando la formula Hazen - Williams, y el método de Hunter. De acuerdo a las características físicas de la localidad los sistemas podrán ser abiertos o cerrados.</p>
		Capitulo II. Proyección de la población.	<p>Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:</p> $P_n - P_o. (1+r)^n.$ <p>Donde:</p> <p>P_n=Población del año "n".</p> <p>P_o= Población al inicio del periodo de diseño.</p>

Ítems	Norma	Capítulo	Aplicación
			<p>r= Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.</p> <p>n = Número de años que comprende el periodo de diseño.</p>
		<p>Capítulo III: Dotación y población a servir.</p>	<p>Para sistemas de abastecimiento de potable, por medio de públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.</p> <p>Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.</p> <p>Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará dotación de 20 a 30 lppd.</p>
		<p>Capítulo IV. Parámetros de diseños.</p>	<p>En los diseños de proyectos de Abastecimiento de Agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar que periodos de estos componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad. • Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas. <p>Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.</p>
		<p>Capítulo V. Fuentes de abastecimiento.</p>	<p>a) El caudal máximo de explotación será obtenido mediante una prueba de bombeo.</p> <p>b) El caudal máximo de explotación del pozo será igual o superior a 19 litros por minuto.</p> <p>El servicio brindado por Pozo Excavado a Mano (PEM) o Pozo Perforado (PP), será equipado con bomba manual, preferiblemente del tipo "mecate". Su ubicación será tal que quede equidistante de las viviendas y no mayor de 100 mts. de la más alejada.</p> <p>De acuerdo a la capacidad de los motores eléctricos se recomienda los tipos de energía siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 energía monofásica. • Para motores mayores de 5 HP y menores de 50 HP se usará 3/60/220 y mayores de 50 HP, se empleará 3/60/440, energía trifásica.
		<p>Capítulo VI: Estaciones de bombeo.</p>	<p>Caseta de control.</p> <p>La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.</p>

Ítems	Norma	Capitulo	Aplicación
			La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm a los 28 días.
		Capitulo VII. Línea de conducción y red de distribución.	<p>a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD).</p> <p>b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m por lo menos.</p> <p>La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 mts, incorporando en la línea taquillas rompe presión donde sea necesario.</p>
		Capitulo VIII. Almacenamiento.	<p>La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:</p> <p>a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.</p> <p>b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20% del consumo promedio diario. De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.</p> <p>c) Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución</p>
2	Ley general del medio ambiente y los recursos naturales y su reglamento.	Capítulo I. Disposiciones generales.	La presente ley general del medio ambiente y los recursos naturales tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la constitución política.
3	Ley general de aguas nacionales.	Capitulo I. Objeto y ámbito de aplicación.	La presente Ley tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo, uso, aprovechamiento sostenible, equitativo y de preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existentes en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales y de cualquier otra naturaleza,

Ítems	Norma	Capitulo	Aplicación
			garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.
4	Ley general de higiene y seguridad del trabajo.	Capitulo I. Objetivo y campo de aplicación.	La presente ley es de orden público, tiene por objeto establecer el conjunto de disposiciones mínimas que, en materia de higiene y seguridad del trabajo, el Estado, los empleadores y los trabajadores deberán desarrollar en los centros de trabajo, mediante la promoción, intervención, vigilancia y establecimiento de acciones para proteger a los trabajadores en el desempeño de sus labores.

Fuente: Elaboración propia

2.3 Marco Contextual Institucional.

Universidad de Ciencias Comerciales

Figura 2
Logo UCC



Fuente: UCC

Universidad de Ciencias Comerciales (UCC), fue fundada por el Dr. Carlos Narvéez 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.
- 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 es 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.

- **Presidenta de la Junta Directiva de UCC:** Nejama Bergman Padilla. nejama.bergman@ucc.edu.ni
- **Rector:** Eddy Baltodano. eddy.baltodano@ucc.edu.ni
- **Vicerrector General:** Marvin Jiménez. marvin.jimenez@ucc.edu.ni
- **Vicerrector Académico:** María Cuadra. maria,cuadra@ucc.edu.ni
- **Secretaria General:** Martha Potosme martha.potosme@ucc.edu.ni

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.

- **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 auto sostenibilidad 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.

2. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

Figura 3
Logo de ENACAL



Fuente: <https://www.enacal.com.ni/>

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) 1) Captar, tratar, conducir, almacenar, distribuir y comercializar agua potable; y recolectar, tratar y disponer finalmente de las aguas residuales. Obtener, comprar y vender agua cruda y potable, así como comercializar los servicios de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.
- 2) Tomar todas las medidas necesarias para que las descargas de los sistemas de alcantarillados sanitarios cumplan las normas de vertido establecidas por la Ley.
- 3) 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.
- 4) Elaborar las políticas y planes de expansión de la Empresa a corto, mediano y largo plazo.
- 5) Operar los sistemas públicos de agua potable y/o alcantarillado sanitario no concesionados a otras empresas por el Ente Regulador.
- 6) 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.

Al finalizar el 2012, se concibe que 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 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.

3. Alcaldía Municipal de Chichigalpa.

Figura 4

Logo de la Alcaldía de Chichigalpa



Teléfono: 84122450.

E-mail: alc.adquisiciones@gmail.com

Sitio Web de la Alcaldía:

<http://www.twitter.com/alcaldiachichigalpa>

Alcalde Municipal: Lic. Fanny Francisca Zambrana García.

Fuente: Alcaldía de Chichigalpa

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Proyecto:

- **Según la procedencia del capital: Proyecto de Inversión Pública.**
Es la asignación de un conjunto de recursos públicos orientados al mejoramiento del bienestar general y la satisfacción de las necesidades de la población, mediante la producción o prestación de bienes y servicios a cargo del Estado.
- **Según el ámbito o perfil profesional: Proyecto de Ingeniería Civil.** Es el conjunto de documentos mediante los cuales se define el diseño de una construcción antes de ser realizada. Es el documento base sobre el que se desarrolla el trabajo de los arquitectos, ingenieros y proyectistas de distintas especialidades.
- **Según el sector: Proyecto hidrosanitario.**
Estos trabajos consisten en el diseño de planos y calculo hidrosanitario a base a los criterios técnicos de estudios. La elaboración del proyecto abarca el sistema hidráulico, sanitario y pluvial, así como los sistemas especiales de GAS y Contraincendios. Se considera la elaboración de detalles isométricos, acometidas, memorias de cálculo y selección de equipos.
- **Según su orientación o según su área de influencia: Proyecto Social.**
Este tipo de proyecto tiene la finalidad de mejorar la vida de las personas a través de la satisfacción de sus necesidades básicas.

3.2 Método de estudio y unidades de análisis.

Para el desarrollo del presente trabajo se considera necesario realizar tres acciones, que pueden considerarse como métodos o metodologías de estudios:

I ACCIÓN: Como primera acción se considera realizar un diagnóstico situacional en la Comunidad Candelaria, que permita conocer en contexto la accesibilidad, infraestructura y equipamiento, así como, los problemas y necesidades existentes, analizando las causas que los generan y los efectos que provocan. Se espera, además, identificar las fortalezas y posibilidades que no se han aprovechado, y los recursos disponibles para implementar acciones, determinando cuáles son prioritaria y cuáles relevantes.

II ACCIÓN: En una segunda etapa, se realizarán los estudios de ingenierías, aplicados al proyecto, Topografía, Hidrología, Geología, con los resultados de estos se planificarán las actividades de diseño e instalación y supervisión de la ejecución, así como el mantenimiento de éstas, bajo la dirección de personal de ingeniería.

III ACCIÓN: En una tercera y última etapa, se realizarán el diseño y el cronograma de ejecución sustentados en los resultados obtenidos por los estudios de ingeniería.

3.3. Unidad de Análisis.

Como unidad de análisis se considera La Comunidad Candelaria, al ser la población de esta comunidad la que demanda el servicio de agua potable y serán por tanto los beneficiarios directos del proyecto.

3.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el diagnóstico situacional: En esta actividad se llevará el registro histórico del sitio de estudio, censo de población, encuestas, entrevistas, método observacional, visitas de campo.

Estudios de Ingeniería: Estos estudios se realizarán para obtener información determinante, para el diseño del sistema de abastecimiento, por lo que se incluyen:

- **Topografía:** Levantamiento topográfico, planimetría y altimetría, registro de datos, trabajos de gabinete, planos topográficos.
- **Hidrología:** Identificación de cuencas, registro de precipitaciones históricas y estimadas, la esorrentía, planos de zonas inundables y periodos de retorno.

- **Suelos:** Determinan la zona superficial del suelo y del subsuelo de cualquier extensión de terreno. Se clasifican los estratos, para determinar el proceso de excavaciones.

3.4 Confiabilidad y validez de los instrumentos:

Los instrumentos utilizados durante el desarrollo del presente trabajo, sostienen su confiabilidad y validez, en que son instrumentos oficializados por instituciones gubernamentales, por lo tanto, debidamente aprobados. A continuación, se detallan.

Diagnóstico situacional:

- Censo poblacional: Delegación Consejo supremo electoral / centro de salud de la comunidad.
- Educación y deportes: Ministerio de educación / deportes.
- Servicios básicos: Alcaldía municipal.
- Energía: ENATREL / UNION FENOSA
- Accesibilidad: MITRA
- Encuestas y entrevistas: Informantes claves.

Estudios de Ingeniería:

- Topografía: Informante clave, (topógrafo autorizado)
- Hidrología: Departamento de recursos hídricos INETER.
- Geología: Departamento de geología y vulcanismo INETER.

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.

El diagnóstico del sistema de abastecimiento existente en la comunidad de Candelaria, se realizó con la información brindada por la Alcaldía Municipal de Nagarote y el Centro de Estudios y Promoción Social (CEPS), e investigaciones de campos realizadas por el equipo de trabajo a fin de determinar las condiciones del sistema de abastecimiento de agua potable alternativo con el que actualmente se está estudiando por las autoridades competentes.

Figura 5
Abastecimiento de agua de la Comunidad Candelaria



Fuente: Elaboración propia

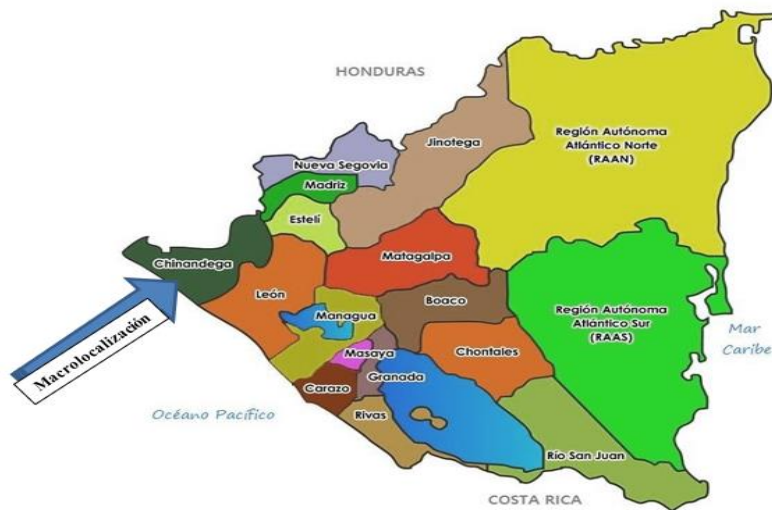
La fuente de suministro de agua potable para la los pobladores de La Comunidad Candelaria, la constituye la captación de aguas subterráneas mediante dos (2) pozos de tipo excavados construidos en 1982. Los pozos están localizados en el sector central del municipio de Chichigalpa, que es el emplazamiento de la captación al norte de la comunidad. Lo anterior se puede explicar desde el punto de vista ingenieril como un deterioro de las fuentes de abastecimiento, este deterioro afecta el flujo de agua de manera significativa, lo afecta directamente en los hogares de

cada usuario. Debido a que el caudal de salida es insuficiente para tal número de pobladores.

4.1 Ubicación:

- **Macrolocalización:** El presente trabajo se desarrolló en Nicaragua, ciudad de Chinandega municipio Chichigalpa.

Figura 6
Macrolocalización de Chichigalpa



Fuente: <https://travelguidenicaragua.com/mapa-nicaragua/>

- MICROLOCALIAZIÓN:

El presente trabajo se desarrolló en la ciudad de Chinandega, municipio Chichigalpa.

Figura 7

Microlocalización de Chichigalpa



Fuente: <https://travelguidenicaragua.com/mapa-nicaragua/>

El Sitio.

Figura 8

Ubicación de la Comunidad Candelaria



Fuente: Googlo Map

El proyecto habitacional de La Comunidad Candelaria es parte de los proyectos que impulsa el gobierno central de Nicaragua, desarrollado por la alcaldía municipal de Chichigalpa, Municipio de Chinandega.

El municipio se encuentra a dos horas tres minutos (02:03), y a unos 125.4 kilómetros de la ciudad de Managua.

Limites:

- **Norte:** Con el municipio de San Pedro del Norte.
- **Sur:** Con el municipio de Somotillo.
- **Este** Con el municipio de San Francisco del Norte.
- **Oeste** Con el municipio de Santo Tomás del Norte y República de Honduras.

4.2 Antecedentes:

La Comunidad Candelaria se funda en el año 2010, se proyectado para atender una población, de aproximadamente 1,024 habitantes y se proyectó además la construcción de 170 viviendas.

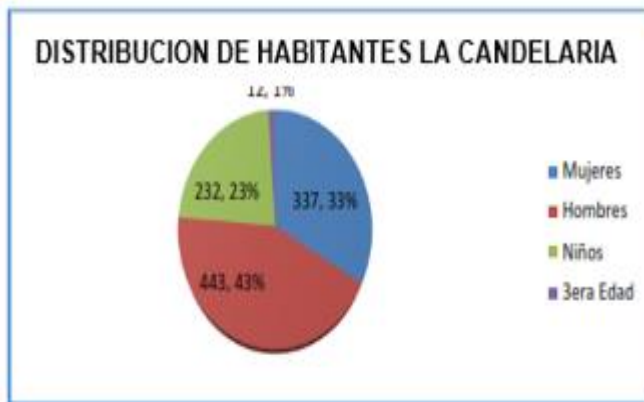
Figura 9
Abastecimiento de agua a través de pozo



Fuente: Elaboración propia

Su principal actividad económica es ser parte de los colaboradores en las zonas francas aledañas al sitio, así como en las actividades jornaleras del SER San Antonio. El proyecto está dividido en tres etapas, la primera etapa es la actual en la que se trabajan 100 viviendas para 600 familias.

Figura 10
Distribución de habitantes de la Comunidad Candelaria



Fuente: Alcaldía de Chichigalpa

Según los datos arrojados por las encuestas, hechas a los jefes de familias de la Comunidad, existen actualmente 225 familias, 43% (443) conformada por hombres, 33 % (337) mujeres y 23% (232) niños, y 12 Personas de la tercera edad. Para un total de 1,024 habitantes.

Actividad económica.

Además de las actividades que impulsan la economía en el municipio, la comunidad se rige principalmente por las siguientes actividades: Comercio, agricultura, obreros, pesca. Las personas que realizan estas actividades reciben un salario superior a los 1500 e inferior a los 2500 córdobas.

Servicios existentes.

Según la encuesta técnico-social del centro de Estudios y Promoción Social, la comunidad no cuenta con los servicios básicos de salud, centro de asistencia médica u hospitales, por lo que deben movilizarse hasta el hospital de León o al centro médico

más cercano, ubicado en la comunidad para cubrir cualquier tipo de eventualidad. Las enfermedades más comunes en la comunidad son: intestinales, fiebres, parasitosis, diarreas y enfermedades renales. Un gran número de habitantes señalan como causa principal de estas enfermedades, la escasez y mala calidad del agua que consumen.

Educación y vivienda

De los 232 niños que existen en la comunidad, 33 están en edad preescolar; 82, en edad primaria y 17 alumnos desertaron.

En esta comunidad la única educación que se imparte es la primaria y se aplica el método multigrado, lo que dificulta la culminación de la educación básica. Otro factor que incide en el abandono de los estudios son los costos del transporte.

Transporte.

Con relación al transporte colectivo es muy pobre. El único que existe sale de Candelaria 8 a.m. en dirección a Chichigalpa y a las 2 pm en retorna. Las condiciones de las vías de transporte están en excelentes condiciones tienen, 32 km. de carretera de asfalto y 14 km. de concreto hidráulico. Estas fueron construidas recientemente por la empresa mexicana Cemex. La entrada hacia la comunidad no se encuentra en las mejores condiciones, puesto que hay un trayecto de adoquinado de 2.7 km. El que está en pésimas condiciones.

4.3 Suelos:

Según el documento Catastro – NIC971, los suelos de Chichigalpa, clasifican en el 12º nivel y como la SERIE CHICHIGALPA (CC), los cuales se describen a continuación:

La serie Chichigalpa consiste de suelos profundos, bien drenados, francos permeables, con una superficie pardo oscuro y subsuelo pardo amarillento oscuro. Son derivados de ceniza volcánica reciente. Los suelos se encuentran en las planicies con pendientes casi planas a inclinadas que rodean la ciudad de Chichigalpa. Las elevaciones varían de 50 a 160 metros sobre el nivel del mar.

Perfil Representativo de Chichigalpa franco:

- 0 a 19 cm, pardo oscuro, franco friable; estructura granular fina y media; pocas raíces; ligeramente ácido; límite abrupto y uniforme.
- 19 a 44 cm, pardo oscuro, franco friable; estructura de bloques subangulares medios y gruesos, moderada; pocas raíces; neutro.
- 44 a 87 cm, pardo amarillento oscuro, franco friable; estructura de bloques subangulares medios y gruesos, moderada; pocas raíces; neutro.
- 87 a 115 cm, igual al horizonte anterior pero la textura es franco pesado.
- 115 a 139 cm, pardo amarillento oscuro, franco friable; estructura de bloques subangulares finos y medios, moderadamente fuerte; pocas raíces; neutro; límite abrupto y uniforme.
- 139 a + centímetros, capa de escoria gruesa.

4.5 El Clima.

Las condiciones climatológicas, del sitio de estudio, se presenta un clima subtropical cálido con marcada estación seca de más de seis meses. En esta zona se tiene temperaturas medias con temperaturas promedio anual entre 24°C y 28° C. Las precipitaciones anuales son en promedio, entre 750 y 2,000 milímetros.

4.6 Economía.

Su principal actividad económica está basada en la agricultura y comercio a través del ingenio azucarero, asimismo la pesca en sus zonas costeras. Su producción en los últimos 10 años, ha estado representada por cultivos tales como, el Banano, el Maní, la Caña de Azúcar, el Ajonjolí y la Camaronicultura en menor escala, siendo estos cultivos de procesamiento agroindustrial para la exportación lo cual contribuyen en gran medida al PIB del país.

4.7 Accesibilidad.

4.8 CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO NATURAL.

El entorno natural es el espacio constituido por los seres vivos y el conjunto de componentes físicos, químicos y biológicos con el que interactúan y en el que no ha intervenido directamente la acción humana. Suele equipararse con el de medio

ambiente natural y contrastarse con el de Entorno Construido, que sería aquel en el que ha intervenido la mano del ser humano, aunque no hay una separación tajante entre ambos entornos, debido a que no existe prácticamente ningún ecosistema en la Tierra sin algún grado de intervención humana.

También se puede relacionar este concepto con el de ecosistema, cuando se habla de un ser vivo y el contexto que lo rodea (el venado y su entorno natural, por ejemplo), de recursos naturales en general (como el agua), o de grandes unidades ecológicas (los océanos, el Amazonas, etc.).

CAPITULO V. ESTUDIOS DE INGENIERÍA.

5.1- Estudios de Topografía.

El estudio Topográfico del sitio se realizó con el acompañamiento del Asesor Técnico Ing.Víctor Edwin Alonzo Bermúdez, Ingeniero Civil con más de 10 años de experiencia, con N° de Licencia MTI 1775, utilizando un Nivel Óptico Leica NA300, el cual es uno de los instrumentos topográficos más importantes que se utiliza para medir desniveles entre puntos que se encuentran a diferentes o similares alturas. También se utilizó una Estadía la cual es una regla graduada que permite mediante un nivel topográfico, medir niveles, es decir, diferencias de alturas.

A continuación, se muestra la libreta de campo del levantamiento topográfico con el Nivel Óptico. La coordenada utilizada para el punto BM fue asumida con coordenada HI=100.

*Tabla 2
Estudio Topografico*

	P54	1+060.00		1.040	116.980	P66	1+300.00	1,300	110.050
	P55	1+080.00		1.286	116.734	P67	1+320.00	1,320	109.420
	P56	1+100.00		1.610	116.410	P68	1+340.00	1,340	108.630
ESCUELA	P57	1+120.00		2.110	115.910	P69	1+360.00	1,360	106.995
ERMITA	P58	1+140.00		2.590	115.430	P70	1+380.00	1,380	108.575
	P59	1+160.00		3.140	114.880	P71	1+400.00	1,400	109.000
	CAMBIO-13		0.080	114.960		P72	1+420.00	1,420	108.730
	P60	1+180.00		0.560	114.400	P73	1+440.00	1,440	108.425
	P61	1+200.00		1.420	113.540	P74	1+460.00	1,460	107.525
	P62	1+220.00		2.180	112.780	P75	1+480.00	1,480	105.685
	P63	1+240.00		2.810	112.150	P76	1+500.00	1,500	104.005
	CAMBIO-14		0.080	112.230		P77	1+520.00	1,520	102.665
	P64	1+260.00		0.560	111.670	P78	1+540.00	1,540	103.255
	P65	1+280.00		1.420	110.810	P79	1+560.00	1,560	105.655
	P66	1+300.00		2.180	110.050	P80	1+580.00	1,580	105.135
	P67	1+320.00		2.810	109.420	P81	1+600.00	1,600	102.655
	P68	1+340.00		3.600	108.630	P82	1+620.00	1,620	100.755
	CAMBIO-15		0.225	108.855		P83	1+640.00	1,640	99.380
FRENTE A POZO	P69	1+360.00		1.860	106.995	P84	1+660.00	1,660	98.085
	POZO			0.500	108.355	P85	1+680.00	1,680	97.425

CAMBIO-16		3.470	110.465			P86	1+700.00	1,700	96.755
P70	1+380.00			1.890	108.575	P87	1+720.00	1,720	95.965
P71	1+400.00			1.465	109.000	P88	1+740.00	1,740	94.895
P72	1+420.00			1.735	108.730	P89	1+760.00	1,760	96.095
P73	1+440.00			2.040	108.425	P90	1+780.00	1,780	96.524
P74	1+460.00			2.940	107.525	P91	1+800.00	1,800	95.540
PA				2.940	107.525	P92	1+820.00	1,820	95.750
CAMBIO-A		4.340	111.865			P93	1+840.00	1,840	96.320
PB				1.140	110.725	P94	1+860.00	1,860	96.608
CAMBIO-B		5.700	116.425			P95	1+880.00	1,880	96.110
PC				1.420	115.005	P96	1+900.00	1,900	96.830
CAMBIO-C		5.820	120.825			P97	1+920.00	1,920	97.600
PD				0.350	120.475	P98	1+940.00	1,940	98.340
CAMBIO-D		5.990	126.465			P99	1+960.00	1,960	98.905
PE				0.350	126.115	P100	1+980.00	1,980	98.935
CAMBIO-E		4.950	131.065			P101	2+00.00	2,000	98.700
PF				0.220	130.845	P102	2+020.00	2,020	98.427
CAMBIO-F		6.620	137.465			P103	2+040.00	2,040	98.340
TANQUE				1.580	135.885	P104	2+060.00	2,060	98.335

CAMBIO-17		0.050	107.575			P105	2+080.00	2,080	98.990
P75	1+480.00			1.890	105.685	P106	2+100.00	2,100	100.035
P76	1+500.00			3.570	104.005	P107	2+120.00	2,120	101.270
P77	1+520.00			4.910	102.665	P108	2+140.00	2,140	102.425
P78	1+540.00			4.320	103.255	P109	2+160.00	2,160	103.380
P79	1+560.00			1.920	105.655	P110	2+180.00	2,180	103.950
P80	1+580.00			2.440	105.135	P111	2+200.00	2,200	104.245
P81	1+600.00			4.920	102.655	P112	2+220.00	2,220	104.405
CAMBIO-18		0.200	102.855			P113	2+240.00	2,240	103.970
P82	1+620.00			2.100	100.755	P114	2+260.00	2,260	103.365
P83	1+640.00			3.475	99.380	P115	2+280.00	2,280	102.923
P84	1+660.00			4.770	98.085	P116	2+300.00	2,300	102.103
CAMBIO-19		0.780	98.865			P117	2+320.00	2,320	101.418
P85	1+680.00			1.440	97.425	P118	2+340.00	2,340	101.088
P86	1+700.00			2.110	96.755	P119	2+360.00	2,360	100.278
P87	1+720.00			2.900	95.965	P120	2+380.00	2,380	99.133
P88	1+740.00			3.970	94.895	P121	2+400.00	2,400	97.698
P89	1+760.00			2.770	96.095	P122	2+420.00	2,420	96.018
CAMBIO-20		1.985	98.080			P123	2+440.00	2,440	94.638
P90	1+780.00			1.556	96.524	P124	2+460.00	2,460	93.128
P91	1+800.00			2.540	95.540	P125	2+480.00	2,480	91.558
P92	1+820.00			2.330	95.750	P126	2+500.00	2,500	90.172
P93	1+840.00			1.760	96.320	P127	2+520.00	2,520	89.166
CAMBIO-21		1.250	97.570			P128	2+540.00	2,540	88.138
P94	1+860.00			0.962	96.608	P129	2+560.00	2,560	87.268
P95	1+880.00			1.460	96.110	P130	2+580.00	2,580	86.288
P96	1+900.00			0.740	96.830	P131	2+600.00	2,600	85.631
CAMBIO-22		3.360	100.190			P132	2+620.00	2,620	84.963

TERMINATUBO 1 1/2

P97	1+920.00			2.590	97.600	P133	2+640.00	2,640	84.325
P98	1+940.00			1.850	98.340	P134	2+660.00	2,660	83.868
P99	1+960.00			1.285	98.905	P135	2+680.00	2,680	83.355
P100	1+980.00			1.255	98.935	P136	2+700.00	2,700	82.430
P101	2+00.00			1.490	98.700	P137	2+720.00	2,720	81.365
P102	2+020.00			1.763	98.427	P138	2+740.00	2,740	80.625
P103	2+040.00			1.850	98.340	P139	2+760.00	2,760	81.025
CAMBIO-23		2.375	100.715			P140	2+780.00	2,780	80.435
P104	2+060.00			2.380	98.335	P141	2+800.00	2,800	79.405
P105	2+080.00			1.725	98.990	P142	2+820.00	2,820	79.385
P106	2+100.00			0.680	100.035	P143	2+840.00	2,840	79.605
CAMBIO-24		5.470	105.505			P144	2+860.00	2,860	79.805
P107	2+120.00			4.235	101.270	P145	2+880.00	2,880	80.005
P108	2+140.00			3.080	102.425	P146	2+900.00	2,900	79.755
P109	2+160.00			2.125	103.380	P147	2+920.00	2,920	79.655
P110	2+180.00			1.555	103.950	P148	2+940.00	2,940	79.525
P111	2+200.00			1.260	104.245	P149	2+960.00	2,960	79.305
P112	2+220.00			1.100	104.405	P150	2+980.00	2,980	79.405
P113	2+240.00			1.535	103.970	P151	3+000.00	3,000	79.105
P114	2+260.00			2.140	103.365	P152	3+020.00	3,020	79.005
CAMBIO-25		0.203	103.568			P153	3+040.00	3,040	78.955

Fuente: Elaboración propia

5.2. Estudios de Suelos.

Los suelos Chichigalpa tienen permeabilidad moderada, capacidad de humedad disponible moderadamente alta y una zona radicular profunda. El contenido de materia orgánica es moderadamente alto en la superficie y moderado en el subsuelo. Los suelos están bien provistos de bases y su saturación en el subsuelo es más del 80 por ciento. El potasio asimilable es medio, pero los suelos son deficientes en fósforo.

Los suelos Chichigalpa están asociados con los suelos de La Mora que tienen textura más gruesa. Están adyacentes a los suelos El Ingenio y Chinandega y son similares a éstos. Los suelos Chichigalpa difieren de los suelos El Ingenio por carecer del substrato de arcilla pesada. Difieren de los suelos de Chinandega por tener colores más oscuros y un substrato de textura más gruesa.

Los suelos Chichigalpa están en la zona de vida Bosque Subtropical Húmedo, transición a muy húmedo. En la actualidad estos suelos son usados principalmente para el cultivo de la caña de azúcar.

- **(CCa) Chichigalpa Franco, 0 a 1.5 por ciento de pendiente**

El suelo con pendientes casi planas tiene una extensión total de aproximadamente 20.98 kilómetros cuadrados. En 1989, alrededor del 66 por ciento del área total

estaba con algodón, 11 por ciento con caña de azúcar, 7 por ciento con maíz y sorgo, 4 por ciento con cultivos de subsistencia, 1 por ciento con bananos, 5 por ciento con pastos y 6 por ciento en áreas urbanas.

El suelo es bien adaptado para la mayoría de los cultivos de surco propios de la región. Es pobre para bananos y plátanos, pero con riego es apto para estos cultivos. Las prácticas comunes de buen manejo son suficientes para la conservación de este suelo. Debido a la deficiencia de fósforo, es esencial aplicar un fertilizante alto en fósforo para obtener buenos rendimientos. (Unidad de capacidad I-1)

- **(CCb) Chichigalpa Franco, 1.5 a 4 por ciento de pendiente**

El suelo típico de Chichigalpa con pendientes ligeramente inclinadas, es la unidad de mapeo más extensa de los suelos de Chichigalpa. La extensión total es aproximadamente 48.36 kilómetros cuadrados. En 1989, alrededor del 61 por ciento del área total estaba con algodón, 10 por ciento con caña de azúcar, 12 por ciento con maíz y sorgo, 7 por ciento con cultivos de subsistencia, 6 por ciento con pastos, 3 por ciento con bananos y 1 por ciento con bosques y áreas urbanas.

El suelo es bien adaptado para la mayoría de los cultivos propios de la región. En el caso de los cultivos anuales de surco se requieren prácticas simples de conservación, que incluyen el cultivo en contorno, mínimas labores de labranza, el uso de fertilizantes y la incorporación de residuos vegetales al suelo. Donde la superficie no está protegida por vegetación, se requiere un sistema de terrazas con desagües empastados. Los cultivos perennes de surco no necesitan prácticas especiales. (Unidad de capacidad IIe-1)

- **(CCc) Chichigalpa Franco, 4 a 8 por ciento de pendiente**

Este suelo con pendientes inclinadas es similar al suelo típico (CCb), pero algunas áreas están levemente erosionadas. La extensión total de esta unidad de mapeo es aproximadamente 0.84 kilómetros cuadrados. En 1989, alrededor del 51 por

ciento del área total estaba con pastos, 16 por ciento con maíz y sorgo, 3 por ciento con cultivos de subsistencia y 30 por ciento con algodón.

El suelo es apto para los mismos cultivos que el suelo típico con pendientes ligeramente inclinadas (CCb), y requiere las mismas prácticas de conservación para la mayoría de los cultivos, pero aplicadas con mayor intensidad debido a un mayor escurrimiento. Además, es necesario un sistema de terrazas con desagües empastados para cultivos anuales de surco. (Unidad de capacidad IIIe-1)

- **(CCd) Chichigalpa Franco, 8 a 15 por ciento de pendiente**

Este suelo con pendientes fuertemente inclinadas es similar al suelo típico (CCb), pero está más erosionado. La extensión total es aproximadamente 1.78 kilómetros cuadrados. En 1989, alrededor del 77 por ciento del área total estaba con caña de azúcar, 18 por ciento con bananos, 3 por ciento con algodón y 2 por ciento con pastos.

Debido al rápido escurrimiento superficial, el suelo es mejor adaptado para pastos, que protegen la superficie contra la erosión. Ciertos cultivos tales como higuera, henequén y yuca podrían sembrarse, pero requieren un sistema de terrazas para la conservación del suelo. (Unidad de capacidad IVe-1)

5.3. Estudio Hidrológicos.

Para efectos del proyecto y para hacer un estudio más realista se tomó como información básica para delimitar las cuencas que afectan el proyecto el programa de Google Earth y la observación del comportamiento de las aguas pluviales hacia el punto de interés considerando las variaciones que pudo haber experimentado la topografía producto de la infraestructura de cauces, calles etc. Construidos o existentes. De acuerdo con curvas de nivel y la observación en campo el proyecto se dividió en siete zonas dentro del área de la cuenca, que aportan la escorrentía a puntos específicos Consiste en dimensionar la obra de: alcantarilla, canal, y cunetas.

Se toma en cuenta la ecuación:

$$Q = CIIA$$

Para el cálculo del caudal de las precipitaciones en la zona.

Q: caudal de las precipitaciones.

C: coeficiente de escorrentía de acuerdo a la zona y ponderado.

I: precipitaciones en milímetro de la zona.

A: es el área de influencia

Los datos I y C son tomados de los datos de registrados de **INETER**, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

Criterios de Diseños

Para el cálculo de drenajes pluviales se siguió el método racional el cual para calcular el escurrimiento para utiliza la fórmula:

$$Q = 0.2778 CIA$$

Donde

Q = Caudal en m³/s.

C = Coeficiente de Escorrentías.

I = Intensidad de lluvia (mm/h).

A = Área tributaria (Km²).

Tabla 3
Coeficiente de Escorrentía

Coeficientes de escorrentía (\bar{C}), en Chow *et al.* (1988)

Tipo de superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Zonas urbanas							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Cemento, tejados	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (céspedes, parques, etc.)							
<i>Condición pobre (cobertura vegetal inferior al 50% de la superficie)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Pendiente media (2-7%)	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente alta (> 7%)	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
<i>Condición media (cobertura vegetal entre el 50% y el 75% del área)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<i>Condición buena (cobertura vegetal superior al 75%)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Pendiente media (2-7%)	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Zonas rurales							
Campos de cultivo							
Pendiente baja (0-2%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Pendiente media (2-7%)	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente alta (> 7%)	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales, prados, dehesas							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques, montes arbolados							
Pendiente baja (0-2%)	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Pendiente media (2-7%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Nota: Los valores de esta tabla son los utilizados en la ciudad de Austin (Texas, USA) para determinar caudales punta por el método racional en su término municipal.

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente C fue ponderado en cada uno de los casos aplicando el factor recomendado incluyendo las características de cada zona con un estimado de 12.12% correspondiente a zona urbana (techos), 13.64% de zona boscosa, 7.58% de zona verde en condición media, 18.18% de zona rural (pastizales), 4.55% para zona rural (campo de cultivos), 6.06% para zona urbana (verde en condiciones media), y un 37.87% de zona rural (prados con pendiente baja). Todo en un área de Cuenca de 0.66 km².

Tabla 4
Descripción de la Comunidad

A2	Bosques, montes y arbolados (pendiente media)	0.40	0.09
A3	Zona verde (Condicion media)	0.34	0.05
A4	Zona rural (Pastizales)	0.34	0.12
A5	Zona rural (Campo de cultivos)	0.40	0.03
A6	Zona urbana, verde en condiciones media	0.34	0.04
A7	Zona rural (Prados pendiente baja)	0.34	0.25

Fuente: Elaboración propia

De aquí se calcula el coeficiente de escorrentía ponderado ©,

$$C = 0.42$$

Luego, Se calcula el tiempo de concentración:

Donde: L: Longitud del cauce principal (km) desde el punto de inicio del cauce hasta el punto de medición, S: Pendiente media del cauce, T_c: Tiempo de concentración en horas.

Tabla 5

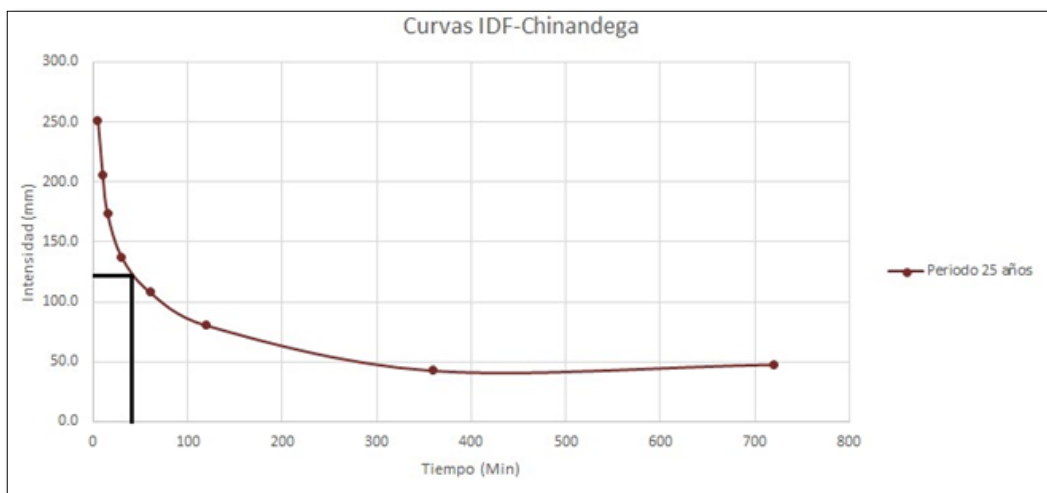
Promedio de velocidad de escurrimiento

Promedio de velocidades de escurrimiento para calcular el tiempo de concentración (m/s)				
Condiciones de la superficie	0-3 %	4-7 %	8-11 %	12-15 %
Aguas no concentradas				
Montes	0.3	0.61	0.9	1.07
Pasturas	0.45	0.91	1.22	1.37
Tierras cultivadas	0.61	1.22	1.52	1.83
Pavimentos	1.52	3.65	4.72	5.49

Nota: Las condiciones de la superficie se representan en porcentajes de pendientes.

Fuente: Elaboración propia

Figura 11
Curvas IDF -Chinandega



Fuente: Elaboración propia

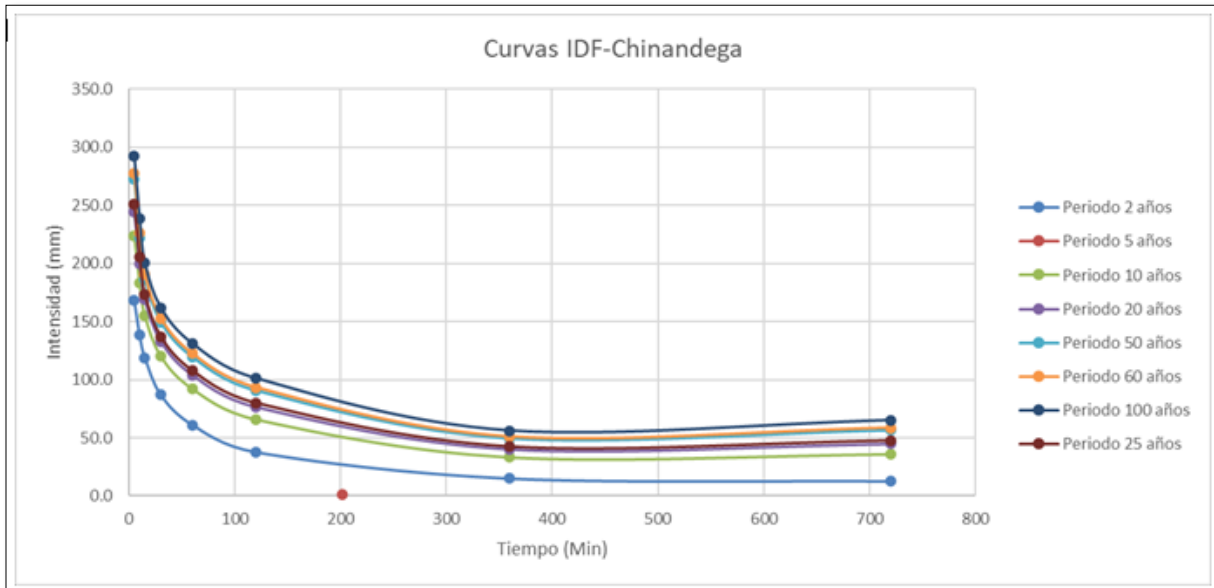
Tabla 6
Intensidades máximas anuales de precipitación

INTENSIDADES MÁXIMAS ANUALES DE PRECIPITACIÓN (mm) ESTACION: CHINANDEGA								
LATITUD: 12°38'00"			CODIGO: 64018			LONGITUD: 87°08'00"		
			1971-2009			ELEVACION: 60msnm		
			TIPO			HMP		
Año	Duración (min.)							
	5	10	15	30	60	120	360	720
1971	179.9	142.6	123.2	91.5	65.3	41.7	19.4	
1972	114.6	104.6	98	62.4	44.2	31.6	12.6	
1973	152.3	133.4	104	62.6	54	31.7	10.9	
1974	190.1	158.3	130.5	78.4	55.6	39.2	24.6	
1975	189.1	156.8	132.8	76.8	58.2	33.7	17.1	
1976	123.6	91.8	88.8	73.6	73.2	47	16.1	
1977	146.4	123	100.8	69.4	53.6	37.4	16.7	
1978	182.4	147	120	90	48.3	30.2	12.2	
1979	207.6	153	120	86.8	71.8	52.6	21.2	
1980	170.4	132	116.8	100	69.4	37.8	15	
1981	199.2	178.8	158.8	133	87.8	29	8.1	
1982	262.8	223.2	199.2	162.8	158.1	141.6	81	
1983	240	180	160	120	76.4	41.5	6.5	43.3
1984	164.4	132	120	100	80	49.2	16.8	
1985	242.4	181.2	148.8	105	74	62.3	34.9	
1986	172.8	114	108.4	66.4	42.7	26.5	11	
1987	206.4	134.4	117.6	78.2	45	24.8	6.7	

1988	194.4	115.2	103.2	76.6	54	16.9	10.4	
1989	232.8	184.2	148	99.6	85.9	48.6	14.5	
1990	159.6	133.8	118.4	78.6	40.7	34.9	7.4	
1991	156	156	156	121.6	92	56.8	21.1	
1992	162	116.4	104	63	44.8	32.1	3.3	
1993	132	105.6	80	80	68.9	34.7	18.8	
1994	168	129.6	103.6	66	45	30.6	15.2	
1995	216	166.2	132	115	75	53	25.1	
1996	122.4	119.4	103.6	85.4	53	44	22.5	
1997	157.2	156	121.2	84	43.3	26.8	15.7	
1998	120	112.2	104.4	66.2	40.4	29.7	16.5	
1999	168	133.8	121.2	84.6	58.6	41.3	16.5	
2000	212.4	174.6	154.8	107.4	65.7	26.1	9.9	
2001	168	150	119.6	110.2	78.4	41.8	23.9	
2002	170.4	144	114.4	84.6	63.5	47.9	11.8	8.6
2003	154.8	135	120	92.8	56.8	29.8	8.1	
2004	123.6	101.4	100	73.6	53.8	32.4	11.3	10.2
2005	169.2	123	104.4	98.2	71.4	45.3	24.1	4.6
2006	142.8	135.6	122	84.8	65	33.2	3.5	
2007	240	230.4	180	140.6	90.2	39.8	24.5	
2008	133.2	133.2	116.4	82.6	59	34.1	12.5	
2009	142.8	138.6	118.4	79.8	52.1	48.8	12	
Xmedia								
Desviación	174.1	143.1	122.9	90.6	64.5	40.7	16.9	15.1
alfa								
u	37.8	30.4	24.6	22.7	21.2	19.3	12.5	15.9
	29.4	23.7	19.2	17.7	16.5	15	9.7	12.4
	157.3	129.5	111.9	80.4	55	32.1	11.3	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7
Curva de Intensidades, Frecuencia y Duración (IDF).



Fuente: Elaboración propia

El análisis pluviométrico se realizó con la serie de datos históricos de precipitaciones máximas diarias del período 2010/2024 de la estación ubicada en el municipio de Chinandega.

5.4. Identificación de Riesgos y Afectaciones.

5.4.1. Riesgo Ambiental.

La industria de la construcción ha tenido alta influencia en el desarrollo de las naciones, tanto en sus estructuras económicas como en el bienestar de la comunidad. Sin embargo, inherente a sus acciones y a su actividad económica, dicha industria se encuentra continuamente en interacción con el medio ambiente teniendo como prioridad el respeto y la conservación del mismo.

La gestión ambiental es una necesidad y una estrategia para la sostenibilidad de la economía de un país. El punto de partida es la identificación de aspectos ambientales y la evaluación del impacto ambiental, en aras de analizar y evaluar los efectos y

modificaciones que puede llegar a tener un sistema, organización, proyecto o sitio de construcción.

Para el desarrollo de este estudio y teniendo presente los posibles impactos al medio ambiente, ya sea desde el diseño de la red o por el desarrollo y/o ejecución del proyecto se caracterizaron dos tipos de impactos ambientales:

A). Medio Abiótico: Para este medio se identificaron cuatro posibles afectaciones al medio ambiente, las cuales se describen a continuación:

1. Suelo:

Presenta alteración fundamentalmente por los residuos, ya sean sólidos, líquidos y/o peligrosos, que están asociados a actividades de desmonte, limpieza, descapote, excavaciones, demoliciones, obras hidráulicas y construcción de vías, entre otras. Los movimientos de tierra generan alteración de la geomorfología, la pérdida de cobertura vegetal, ocasionan procesos de erosión más rápidos y en ocasiones, cuando se usan explosivos para excavaciones en la industria de la construcción, se pueden generar inestabilidad de los taludes lo que conllevaría a un riesgo de deslizamientos y derrumbes que pueden generar tanto pérdidas en la infraestructura como pérdidas humanas.

2. Aire:

Sus alteraciones están asociadas al polvo, el ruido, las emisiones de CO₂ como consecuencia de, entre otras actividades, el uso de combustibles fósiles, uso de minerales, realización de excavaciones, corte de taludes y operación de máquinas y herramientas.

3. Los Combustibles Fósiles.

Carbón, gas y petróleo, hacen parte de las principales fuentes de energía, las emisiones de su combustión provocan cambios climáticos, pues al ser quemados se presenta liberación de dióxido de carbono a las capas más bajas de la atmósfera donde se forma una barrera que atrapa el calor liberado por la tierra, generando lo

que se conoce como efecto invernadero. Entre más dióxido de carbono hay en la atmósfera, más calor se acumula y este calentamiento provoca el cambio climático.

4. Agua.

El recurso hídrico está asociado a los movimientos de tierra, excavaciones y eliminación de la cubierta vegetal, generando así alteración de los cuerpos de agua, que en ocasiones son atravesados por la construcción de vías y en consecuencia, se presenta la modificación de los flujos y calidad de agua. El agua de lavado de las obras de construcción contiene una cantidad considerable de sólidos suspendidos, hecho que altera los sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento. El máximo permitido de cantidad de sólidos de alta densidad (por ejemplo, minerales) es de 200 mg l⁻¹. Teixeira (2005). Lo anterior también está acompañado de los consumos de agua que se presentan en la preparación de materiales, lavado de máquinas y equipos, y en el proceso en general.

B). Medio Biótico.

Si bien las distintas etapas y actividades de la industria de la construcción generan impacto ambiental en el medio abiótico, es importante, de la misma manera, observar el efecto que se presenta en el medio biótico, es decir, en la flora y la fauna. Arboleda (2005) define el medio biótico como el conjunto de organismos vivos (animales y plantas). La caracterización de este impacto incluye la mirada de las ciudades como un ecosistema susceptible a ser transformado por la actividad humana, comprendida por medios naturales urbanos como las calles arborizadas, los parques, los bosques urbanos y cursos de agua que generan beneficios para los habitantes, tales como regulación de gases, reducción de ruido y generación de cultura por el cuidado del medioambiente, entre otros.

1. Flora.

En los sitios tanto urbanos como rurales en donde se desarrollan los proyectos de construcción hay variedad de vegetación que se caracteriza, entre otros aspectos, por

la existencia de pastizales, matorrales, paisajes y conformación vegetal en general, que por acciones de la industria de la construcción resultan afectados.

En relación a la vegetación, Teixeira (2005) plantea que las actividades de construcción pueden dañar la vegetación en el sitio y en sus alrededores; uno de los componentes fundamentales es el que representan los árboles, teniendo en cuenta la importancia de estos. Cabe recordar que pueden llegar a morir dadas las actividades de compactación del suelo, aumento en el nivel del suelo, apertura de zanjas y trincheras, la remoción del suelo superficial y pérdida o daño de raíces. Al tener una vegetación alterada se genera erosión en sitios como laderas, pérdida de árboles y degradación hidrológica.

El polvo y la arena, los estudios existentes relacionados con la química y los efectos físicos del polvo incluyen destrucción celular, bloqueo de estomas y afectación de la fotosíntesis entre otros (Spellerberg, 1998), es aquí cuando toma alta importancia la protección de las plantas expuestas a la sedimentación de polvo y arena en las áreas de construcción, de tal manera que puedan desarrollar su ciclo de vida bajo parámetros normales.

Los Metales Pesados, el uso de la tierra y el tipo de metales pesados tienen relación con el polvo de las carreteras, la germinación de semillas y el crecimiento de la raíz en cultivos hortícolas. En China se encontró mayor crecimiento de raíces en sitios en donde el nivel de polvo generado por las obras es menor.

Los Gases, los efectos de los gases e hidrocarburos generados por la combustión de los vehículos utilizados en las construcciones tienen efectos en el proceso de crecimiento de las plantas y la salud y muerte de los árboles.

2. La Fauna.

En las diferentes condiciones climáticas y geológicas se establecen especies animales que se adaptan a las condiciones específicas de los distintos sitios en donde se desarrollan proyectos de construcción. Durante las diferentes etapas de

construcción se presentan acciones como la destrucción de madrigueras, nidos y dormideros, que a su vez pueden provocar la muerte de animales y por ende, reducir o desaparecer los sitios de refugio de estos.

El fenómeno más representativo es, precisamente, la migración de especies animales y por ende, la afectación del ecosistema. De igual forma, la operación y tránsito de vehículos y maquinaria pesada, al generar niveles importantes de ruido, producen ahuyentamiento en algunas especies como mamíferos y aves. Significa entonces, que la fauna, así como sucede con la flora, es susceptible a modificaciones que pueden alterar su vida de forma parcial o total. Las diferentes especies de animales tienden a responder a los distintos contaminantes de varias maneras e, incluso, en todas sus etapas de la historia de la vida pueden tener respuestas muy diferentes.

El ruido, los gases y el polvo, estos tres presentan incidencia en la vida silvestre si se tiene presente que, al ser modificado su hábitat por los distintos proyectos, se ven alterados su volumen de comunicación, su convivencia en grupo e individual, hábitos de sueño y alimentación entre otros, incluso (Spellerberg, 1998) para el caso de las aves reproductoras, se ha visto afectada entre otras variables su crecimiento.

Contaminación atmosférica, actividades como la remoción de escombros, excavaciones, tránsito de vehículos, corte de taludes, funcionamiento de maquinaria, entre otras, afectan la calidad del aire por la generación de polvo y los niveles de ruido, los cuales, además de tener efectos negativos en la población de trabajadores que opera en los sitios de trabajo, también lo hace en los residentes del entorno o área de influencia, (Medineckien, et. Al. 2010).

5.4.2. Impactos de los materiales usados:

Los materiales pueden ser observados desde su uso o como desechos o residuos generados en la construcción y en algunos casos, en el proceso de demolición. Analizados desde su uso, Medineckien, et. al. (2010) plantea que los materiales

usados pueden generar daños a la salud humana, se caracterizan por el cambio en el clima, efectos en la capa de ozono, sustancias que generan cáncer y efectos sobre la respiración, debido a la producción orgánica e inorgánica de sustancias.

1. Residuos:

Acosta (2002) se refiere a los residuos diciendo que “se trata de hacer más con menos y de librar una batalla frontal contra los desperdicios en la construcción, los cuales afectan doblemente a las familias: porque pagan materiales y trabajo desperdiciado, por los costos de bote de escombros y por los costos ambientales de los efectos degradantes de la gran cantidad de desechos de construcción, vertidos irresponsablemente al ambiente, de forma salvaje”.

El problema de los residuos de la construcción tiene dos consecuencias importantes (Figura 2). En primer lugar, el impacto ambiental de lo que se arroja al ambiente en términos de pérdida de recursos naturales, contaminación y desechos tóxicos.

En segundo lugar, el costo adicional originado por el material que se pierde y la mano de obra y energía necesarias en la recolección y transporte para su disposición final.

5.4.3 Construcción y salud:

Josa et. al. (2000) plantea que la relación entre calidad de vida y salud es muy obvia, y entre salud y construcción es muy directa en diferentes aspectos. Casos claros los constituyen las infraestructuras correspondientes a abastecimiento y depuración del agua de consumo, así como la recogida y tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos o las instalaciones sanitarias. Un efecto inmediato de las mismas es dificultar la diseminación de enfermedades, toxinas o sustancias peligrosas.

También la actividad humana, aparte de su influencia continua sobre el medio ambiente, tiene en ocasiones efectos desastrosos sobre el mismo en situaciones puntuales, en general causados por accidentes. Como ejemplos de ellas se pueden

citar los casos de vertidos químicos en mares y ríos, emisiones tóxicas a la atmósfera, incendios, o explosiones (Josa et. Al., 2000).

5.5. Riesgos Laborales Durante la Ejecución del Proyecto.

Por consultas realizadas se identificó que, en las actividades relacionadas con el movimiento de tierras como instalación de sistemas de saneamiento y abastecimiento, los trabajos de excavación representan un alto porcentaje de los accidentes graves o mortales, siendo una de las principales causas el sepultamiento o enterramiento provocado por los desplomes, hundimientos y corrimientos de tierra.

Los riesgos más importantes en la realización de trabajos en excavaciones son:

- Caídas de personal al mismo nivel.
- Caídas de personal al interior de la excavación.
- Desprendimientos de materiales, tierras, rocas.
- Derrumbamiento del terreno o de edificios colindantes.
- Atrapamientos.
- Inundaciones.
- Golpes con objetos y herramientas.
- Colisiones de vehículos.
- Vuelco de maquinaria.
- Atropellos con vehículos.
- Ruido.

Otros derivados de la interferencia con otras canalizaciones enterradas (electricidad, gas, agua, etc.).

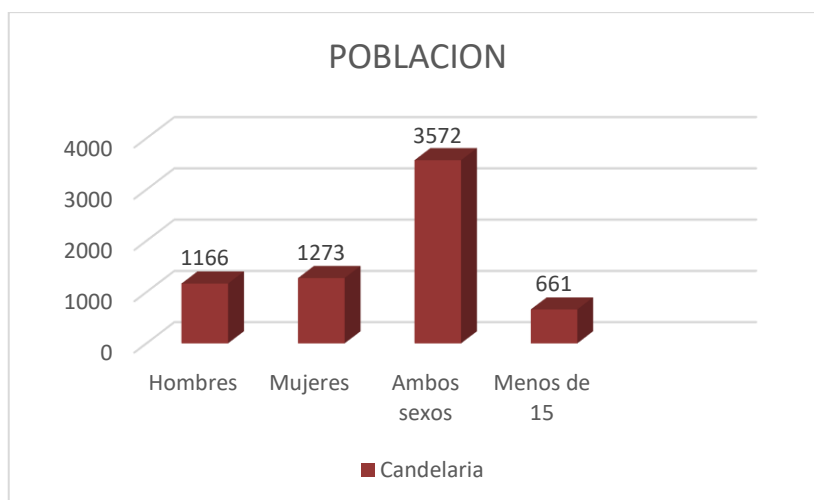
CAPITULO VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

6.1. Análisis de diagnóstico situacional.

Con base en los resultados alcanzados de los instrumentos aplicados para el diagnóstico situacional en la comunidad Candelaria, considerando como los indicadores más importantes del estudio las variables Población, Educación, Viviendas, Servicios y Seguridad, se presentan los siguientes resultados.

Población.

Figura 12
Población de la Comunidad Candelaria



Fuente: Elaboración propia

La gráfica presenta la distribución de la población de Candelaria dividida por sexo y edad. Cada barra representa una categoría y su altura indica la cantidad de personas que pertenecen a esa categoría.

Conclusiones clave:

Dominancia de la población femenina: El número de mujeres (1273) supera ligeramente al de hombres (1166). Esto sugiere que podría haber una mayor esperanza de vida para

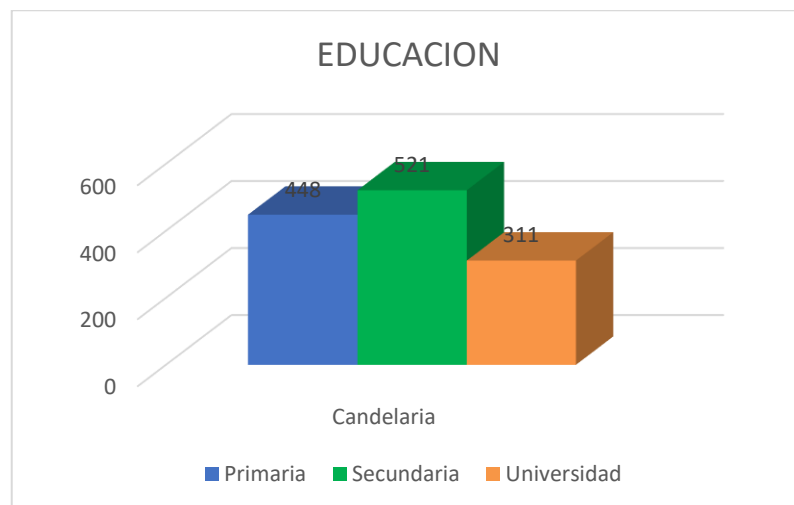
las mujeres en la comunidad, o bien, que podría haber una migración masculina hacia otras zonas.

Población joven: La categoría "Menos de 15 años" representa un porcentaje significativo de la población total (661). Esto indica que hay un número considerable de niños y adolescentes en la comunidad, lo que podría sugerir una alta tasa de natalidad y un potencial de crecimiento poblacional.

Población total: Sumando las tres primeras categorías (hombres, mujeres y ambos sexos), podemos estimar la población total de Candelaria. En este caso, la población total sería de aproximadamente 3572 habitantes.

Educación.

Figura 13
Nivel de escolaridad de la Comunidad



Fuente: Elaboración propia

La gráfica muestra la distribución de la población de Candelaria según el nivel educativo alcanzado. Podemos observar lo siguiente:

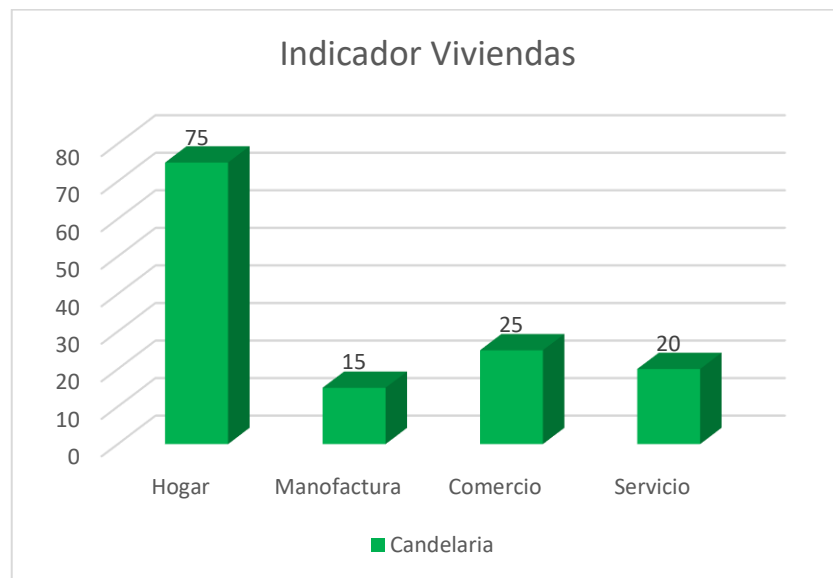
Mayor concentración en educación primaria: La barra más alta corresponde al nivel primario, lo que indica que una gran parte de la población ha completado al menos la educación básica.

Menor porcentaje en educación superior: La barra más baja corresponde al nivel universitario, lo que sugiere que el acceso a la educación superior es más limitado en la comunidad.

Tendencia decreciente: Se observa una tendencia decreciente a medida que avanzamos en los niveles educativos, lo que podría indicar una disminución en las oportunidades de continuar estudiando.

Viviendas.

Figura 14
Tipo de vivienda según la actividad de la comunidad



Fuente: Elaboración propia

La gráfica presenta una comparación de la cantidad de viviendas asociadas a diferentes sectores económicos en Candelaria. Cada barra representa un sector y su altura indica la cantidad de viviendas relacionadas con ese sector.

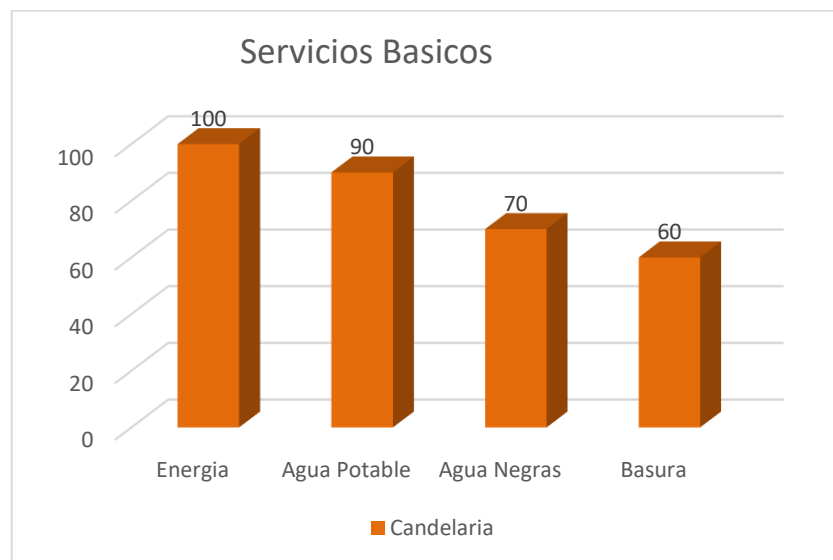
Conclusiones clave:

Dominancia del sector hogar: La barra correspondiente al "Hogar" es significativamente más alta que las demás, lo que indica que la mayoría de las viviendas en Candelaria están destinadas a la residencia familiar.

Baja representación de otros sectores: Los sectores de "Manufactura", "Comercio" y "Servicio" tienen una representación mucho menor en términos de cantidad de viviendas asociadas.

Servicios Básicos.

Figura 15
Servicios básicos



Fuente: Elaboración propia

La gráfica presenta un panorama general del acceso a servicios básicos en la comunidad de Candelaria. Cada barra representa un servicio específico (energía eléctrica, agua potable, gestión de aguas negras y recolección de basura) y su altura indica el porcentaje de la población que tiene acceso a ese servicio.

Conclusiones Clave:

Alto acceso a energía eléctrica: El servicio de energía eléctrica presenta el porcentaje más alto, lo que sugiere una buena cobertura en la comunidad.

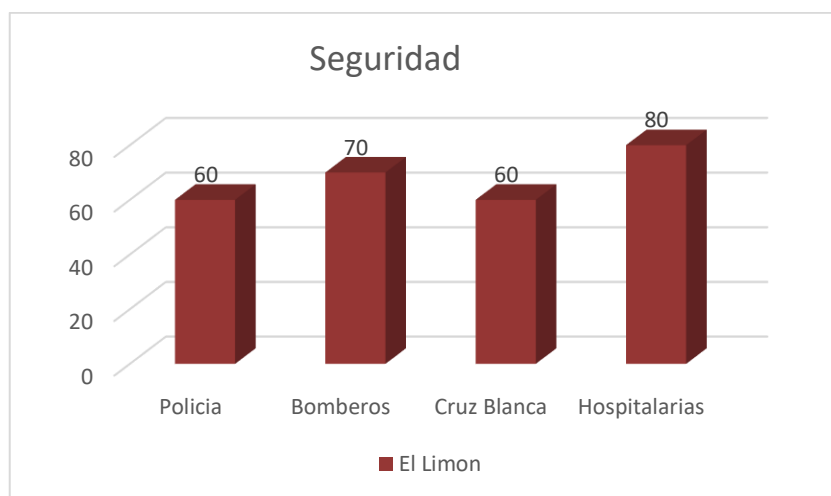
Buen acceso a agua potable: El servicio de agua potable también muestra un porcentaje elevado, indicando que la mayoría de los hogares tienen acceso a este recurso esencial.

Desafíos en gestión de aguas negras: El servicio de gestión de aguas negras presenta un porcentaje menor, lo que podría indicar que no todos los hogares cuentan con sistemas adecuados para el tratamiento de aguas residuales.

Recolección de basura: El servicio de recolección de basura también muestra un porcentaje menor, lo que sugiere que podría haber desafíos en la gestión de residuos sólidos en la comunidad.

Seguridad.

Figura 16
Tipo de seguridad que se le brinda a la comunidad



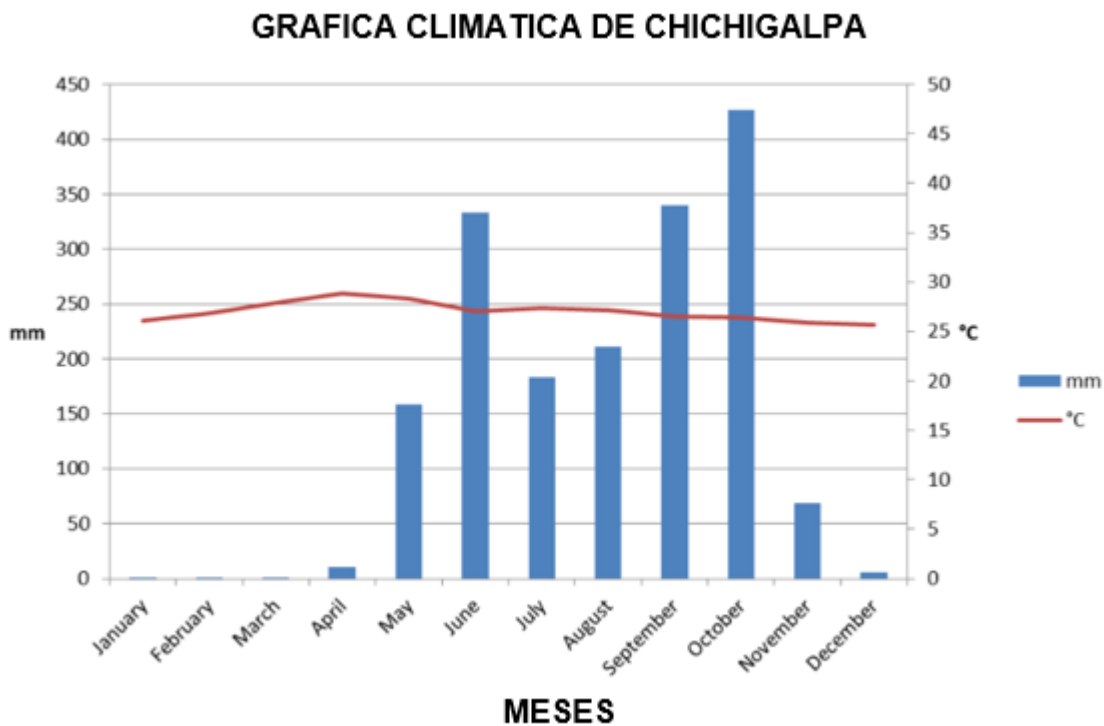
Fuente: Elaboración propia

La gráfica presenta un índice de seguridad en la comunidad de El Limón, evaluando la percepción de la población respecto a diferentes instituciones encargadas de garantizar la seguridad. Cada barra representa un servicio de seguridad (Policía, Bomberos, Cruz Roja y Hospitalarias) y su altura indica un nivel de percepción, aunque los valores numéricos no tienen una escala definida (por ejemplo, si se trata de un porcentaje, una calificación o una medida de frecuencia).

6.2 Análisis del Clima.

Chichigalpa está situado en un clima tropical húmedo y seco (clasificación climática de Köppen: Aw). La temporada seca dura de noviembre a abril, mientras que la temporada de lluvias se extiende de mayo a octubre. La precipitación media anual es de 1742 mm (68.58 pulgadas). Las temperaturas suelen ser las más altas en el mes de abril. La temperatura promedio es de 30 °C (89 °F). La humedad relativa es del 68% y los vientos fuertes soplan predominantemente en dirección noreste a sur.

Figura 17
Clima según el mes



Fuente: Elaboración propia

La gráfica climática de Chichigalpa nos presenta un patrón típico de clima tropical. Se caracteriza por una estación seca bien definida y otra lluviosa, con temperaturas relativamente constantes a lo largo del año.

Interpretación de los Datos:

Precipitaciones:

Época lluviosa: Se concentra entre mayo y octubre, con picos máximos de precipitación durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Esto indica una estación lluviosa intensa y prolongada.

Época seca: Abarca desde noviembre hasta abril, con muy pocas precipitaciones.

Temperaturas:

Constancia: Las temperaturas muestran una variación moderada a lo largo del año, sin grandes oscilaciones entre el invierno y el verano.

Mayor temperatura en la época seca: Las temperaturas más altas suelen coincidir con la época seca (de noviembre a abril), lo que es típico de los climas tropicales.

6.3 Análisis de estudios de ingenierías.

Topografía.

Por los estudios topográficos realizados en el presente trabajo, se obtienen los planos a continuación detallados.

Planimetría.

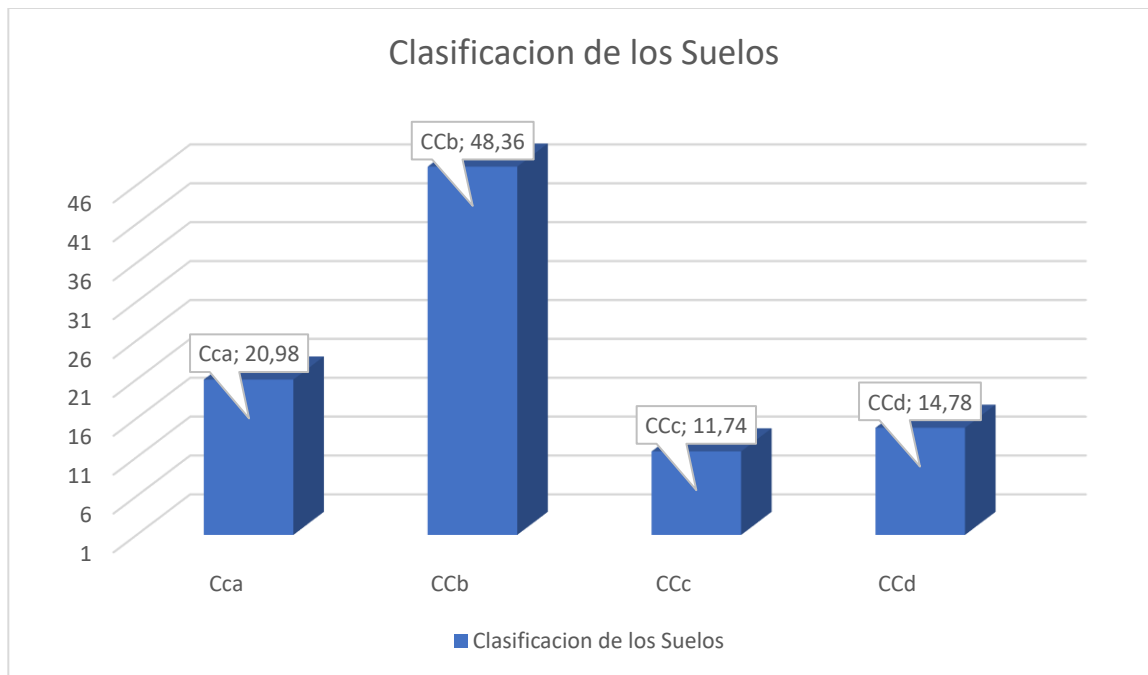
Del comportamiento planimétrico, se obtuvo que la comunidad Candelaria presenta pocas curvas horizontales y no existen curvas verticales, lo cual representa un terreno horizontalmente plano. De la medición planimétrica resultó una longitud de eje de camino de 3.04 km (3,040 mts) la cual es la misma longitud de recorrido de la tubería existente. Se encontraron cinco cañadas que cruzan el camino siendo la principal la que cruza en las coordenadas 560440.50 m E y 1404877.16 m N.

Altimetría.

Del levantamiento altimétrico se obtuvo que la pendiente máxima es de 17.55% en pendiente positiva y -12.39% en pendiente negativa, con un promedio de punto inicial a punto final de -0.65% de acuerdo a la longitud del camino. El cual es un porcentaje favorable para la instalación de la red de abastecimiento.

Análisis de suelos.

Figura 18
Clasificación del suelo



Fuente: Elaboración propia

La gráfica presenta una distribución de las diferentes clasificaciones de suelos en un área determinada, en este caso, aparentemente en la zona de Chichigalpa, Nicaragua. Cada barra representa una categoría de suelo (Cca, CCb, CCc y CCd) y su altura indica la extensión o proporción de cada tipo de suelo en la zona.

Conclusiones Clave:

Dominancia de CCb: La categoría CCb presenta la mayor extensión, lo que sugiere que este tipo de suelo es el más predominante en la zona.

Variedad de suelos: Existen otras tres categorías de suelos (Cca, CCc y CCd) presentes en menor proporción, lo que indica una cierta diversidad de suelos en el área.

CCa: Es un suelo con pendientes de 0% a 1.5%, casi planas tiene una extensión total de aproximadamente 20.98 kilómetros cuadrados.

CCb: El suelo típico de Chichigalpa con pendientes de 1.5% a 4%, ligeramente inclinadas, es la unidad de mapeo más extensa de los suelos de Chichigalpa. La extensión total es aproximadamente 48.36 kilómetros cuadrados.

CCc: Este suelo con pendientes inclinadas de 4% hasta un 8% es similar al suelo típico (**CCb**): pero algunas áreas están levemente erosionadas. La extensión total de esta unidad de mapeo es aproximadamente 11.74 kilómetros cuadrados.

CCc: Este suelo con pendientes fuertemente inclinadas de 8% a 15%, es similar al suelo típico (CCb), pero está más erosionado. La extensión total es aproximadamente 14.78 kilómetros cuadrados.

- **Según atlas nacional de suelos.**

Los suelos de Chichigalpa, clasifican como:

1. **Por su Textura Superficial:** De 0 a 30 cm, Arenoso grueso con muy baja retención de humedad

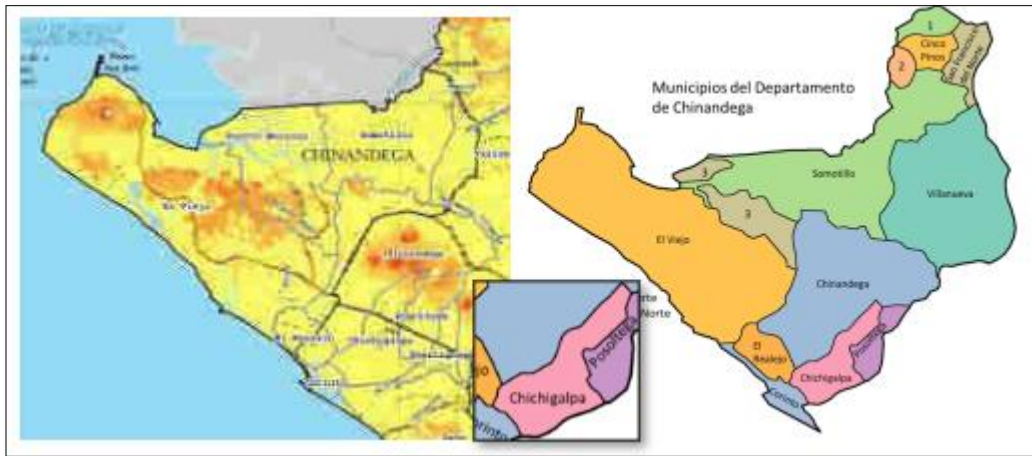
Figura 19
División política de Chinandega



Fuente: Alcaldía de Chichigalpa

2. **Por la pendiente del terreno:** Relieve plano entre 0% - 8% moderadamente inclinado u ondulado.

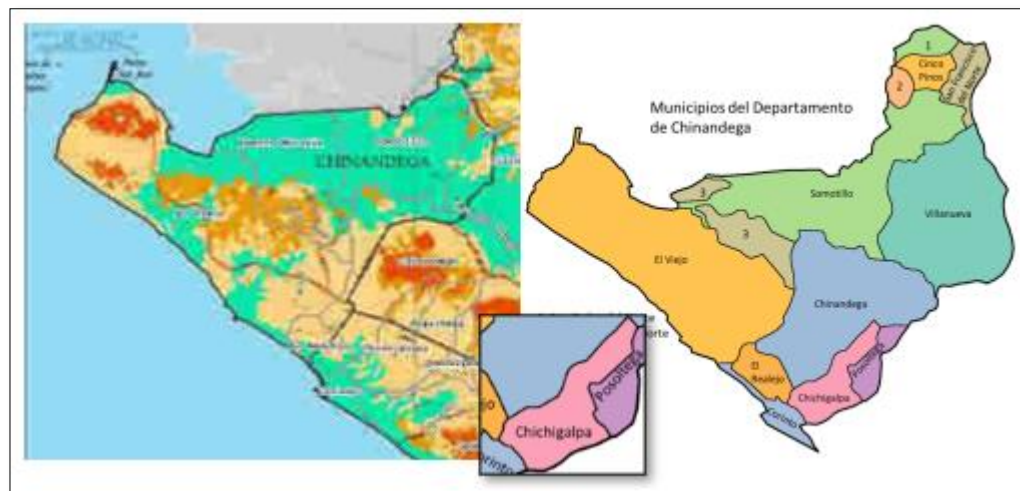
Figura 20
Municipio de Chichichigalpa



Fuente: Alcaldía de Chichigalpa

3. **Por su Erosion Hidrica: E2.** Erosion Hidrica Moderada, el suelo ha perdido hasta un 45% del horizonte superficial, perdida importante de nutrientes.

Figura 21
Erosión hidrica



Fuente: Alcaldía de Chichigalpa

6.3.2 Análisis de Riesgos (Según los identificados).

Tabla 8
Matriz de riesgo

		MATRIZ DE RIESGOS AMBIENTALES				
		PROBABILIDAD				
		Improbable	Posible	Ocasional	Moderada	Constante
SEVERIDAD		2	4	6	8	10
Insignificante	1	2	4	6	8	10
Menor	2	4	8	12	16	20
Moderado	3	6	12	18	24	30
Crítico	4	8	16	24	32	40
Catastrófico	5	10	20	30	40	50

Color	Nivel de Riesgo
2 a 8	Aceptable
10 a 18	Tolerable
20 a 24	Alto
30 a 50	Extremo

Riesgo	Severidad	Probabilidad	Nivel
1	Crítico	Improbable	8

Fuente: Elaboración propia

El análisis de riesgos ambientales se realizó utilizando una matriz IPER de riesgos, considerando un nivel de evaluación cualitativo. Esta matriz, puede considerarse aplicada para la evaluación de todo tipo de riesgos, está basada en la posibilidad y la severidad con que puede actuar un riesgo, se utiliza una escala y un color específico para cada nivel de riesgo evaluado, a continuación, se detallan tres de los posibles riesgos en cada medio, medio abiótico y medio biótico.

6.4. Propuesta de Diseño.

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona rural se requiere de una serie de normas y criterios que no necesariamente deber ser las normas del sector urbano, debido a que existen diferencias en ambos medios, considerando dentro de esas diferencias a los factores culturales, económicos y sociales.

- **Proyección de la población.**

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

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

Donde:

P_n= Población del año “n”.

P_o= Población al inicio del periodo de diseño.

r= Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

N= Número de años que comprende el periodo de diseño.

- **Población de diseño.**

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

$$P_n = 175 (1+2.5\%)^{20}.$$

$$P_n = 175 (1.025)^{20}.$$

$$P_n = 287 \text{ personas.}$$

Proyección de Población.

Tabla 9
Proyección de la población

Año	Periodo	Población de año 0	Tasa de crecimiento (%)	Población futura
2023	0	175	2.5%	175
2024	1	175	2.5%	180
2025	2	175	2.5%	185
2026	3	175	2.5%	190
2027	4	175	2.5%	195
2028	5	175	2.5%	200
2029	6	175	2.5%	205
2030	7	175	2.5%	210
2031	8	175	2.5%	215
2032	9	175	2.5%	220

2033	10	175	2.5%	226
2034	11	175	2.5%	232
2035	12	175	2.5%	238
2036	13	175	2.5%	244
2037	14	175	2.5%	250
2038	15	175	2.5%	256
2039	16	175	2.5%	262
2040	17	175	2.5%	269
2041	18	175	2.5%	275
2042	19	175	2.5%	281
2043	20	175	2.5%	287

Fuente: Elaboración propia

- **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.

Según el acápite 3.1 inciso “b)” de la Normativa de Abastecimiento Rural establece que para sistemas de abastecimientos de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

En este caso se usará $Q = 60$ 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).

- **Consumo Promedio Diario:**

$$CPD = P_n \times \frac{Dot}{86,400} =$$

$$CPD = 287 \times \frac{60}{86,400} = 0.20 \text{ lts/seg.}$$

$$CPD = 0.20 \text{ lts/seg.}$$

- **Consumo Máximo Hora:**

$$CMH = CPD \times F_{\text{max_hora}} = 0.20 \times 2.5 = 0.03 \text{ lts/seg.}$$

- **Consumo Máximo Día:**

$$CMD = CPD \times F_{\text{max_día}} = 0.20 \text{ lts/seg} \times 1.5 = 0.30 \text{ lts/seg.}$$

$$I_{\text{CMDL}} = \frac{CMD}{N_{\text{lot}}} = \frac{0.30 \text{ lts/seg}}{37} = 0.0081 \text{ lts/seg.}$$

- **Índice de consume máximo día por vivienda = 0.0081 lts/seg.**

- **Caudal por nodo en función de la longitud= 0.013 lts/seg.**

Tabla 10

Periodo de diseño de los componentes de un sistema de agua potable.

Tipos de componentes	Periodo de diseño
Pozos perforados	15 años
Lineas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: (NTON 09007-19, 2021)

- **Diseño del Tanque.**

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% x 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. (NTON 09007-19, 2021).

- **Volumen Compensador.**

$$V_c = 15\% \text{ CPD} = 15\% \times 0.20 = 0.03 \text{ lts/seg.}$$

$$T = 1 \text{ día}$$

$$V_c = V_c \times t = 0.03 \times 86,400 = 2,592 \text{ lts.}$$

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

- **Volumen para Eventualidades y Emergencias.**

$$V_E = 20\% \text{ CPD} = 0.04 \text{ lts/seg.}$$

$$0.20 \times 0.2 = 0.04.$$

$$T = 1 \text{ día}$$

$$V_E = V_E \times T = 0.04 \times 86,400 = 3,456 \text{ lts.}$$

$$V_E = 3,456 \text{ lts.}$$

- **Volumen de Almacenamiento del Tanque.**

$$V_{alm} = V_c + V_E + V_{inc.}$$

$$V_{alm} = 2,592 \text{ lts} + 3,456 \text{ lts.}$$

$$V_{alm} = 6,048 \text{ lts.}$$

(Se propone colocar un Tanque de 8,000 lts de la marca Rotoplast).

- **Diámetro Económico de la Línea de Conducción.**

$$CMD = CPD \times F_{\text{max_dia}} = 0.2 \times 1.5 = 0.3 \text{ lts/seg.}$$

$$Q = CMD = \frac{0.3}{1000} = 0.0003 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

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

$$\varnothing = 0.9 \times 0.0003^{0.45} = 0.023 \text{ mts} = 0.023 \times \frac{100}{2.54} = 1 \text{ pulg.}$$

Diámetro: 1 Pulg » 2 pulg

Según los cálculos de la determinación del diámetro óptimo de la sarta y la línea de conducción, se obtuvo un diámetro de 1 pulg. Según NTON 09007-19, 2021, para efectos de diseño se deberá utilizar 2 pulg de diámetro.

- **Perdida de Carga por la Formula Hazen – William.**

$$H_f = 10.67 \times L \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85}} \times \frac{1}{\phi^{4.87}}$$

$$H_f = 10.67 \times 205 \times \frac{0.0003^{1.85}}{140^{1.85}} \times 0.0254^{4.87}$$

$$H_f = 4.1756 \text{ mts.}$$

- **Diferencia de Cota Topográfica de la Bomba al Tanque.**

$$135.885 - 108.355 = 27.53 \text{ mts.}$$

- **Altura de Rebose del Tanque = 2.30 mts.**

$$H_{f_{succ}} = 4.17 \text{ mts } L_{succ}$$

- **Perdida de $H_{f_{conducción}}$.**

$$H_f = 10.67 \times L \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85}} \times \frac{1}{\phi^{4.87}}$$

$$H_f = 10.67 \times 69 \times \frac{0.0003^{1.85}}{140^{1.85}} \times 0.0254^{4.87}$$

$$H_f = 1.406 \text{ mts.}$$

- **Calculo de la Potencia Hidráulica de la Bomba.**

NEA: Nivel Estático del Agua.

D_{reg}: Descenso Regional.

V_{est}: Variación Estacionario.

A_{bomb}: Abatimiento por Bombeo.

$$N_{bomb} = NEA + D_{reg} + V_{est} + A_{bomb}$$

$$N_{bomb} = 15 \text{ mts} + 0.30 \text{ mts} + 1 \text{ mts} + 6 \text{ mts} = 22.3 \text{ mts.}$$

$$N_{bomb} = 22.3 \text{ mts.}$$

- **Carga Total Dinámica.**

$$CTD = \Delta + N_{bomb} + h_{f_{succ}} + h_{f_{cond}} =$$

$$CTD = 27.53 \text{ mts} + 22.3 \text{ mts} + 4.17 \text{ mts} + 1.406 \text{ mts} =$$

$$CTD = 55.40 \text{ mts.}$$

- **Determinando la potencia hidráulica de la Bomba.**

$$E = 60\%.$$

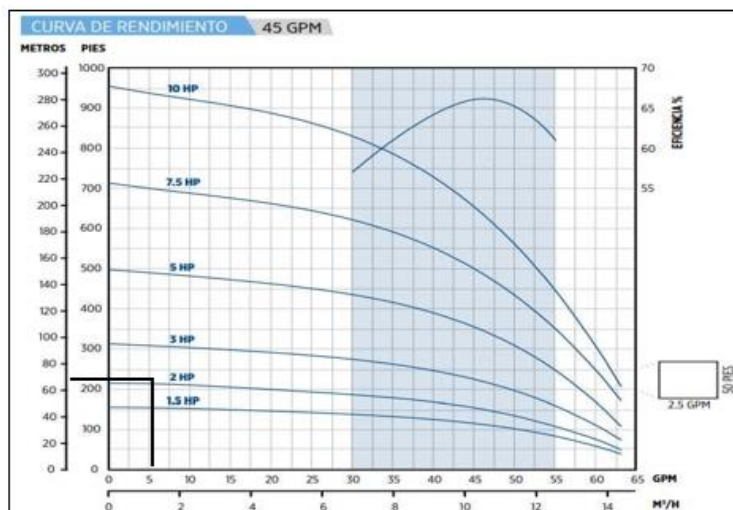
$$Q = 0.3 \text{ lts/seg.}$$

$$P_{\text{bomb}} = Q \times \frac{CTD}{75 \times E}$$

$$P_{\text{bomb}} = 0.3 \times \frac{55.40}{75 \times 0.6} =$$

$$P_{\text{bomb}} = 0.37 \text{ hp.}$$

Figura 22
Curvas de Rendimiento



Fuente: Ficha Técnica Franklin Electric.

Se propone una bomba de 2 hp de la Marca Franklin Electric para suministrar un caudal de 0.3 lts/seg e impulsar el agua a una altura de 60 mts como mínimo y asegurar estas condiciones cuando se tengan bajos voltajes en el suministro eléctrico. (Motores 2023 Franklin Electric S.A de C.V). Ver Anexo 15.

Presiones Máximas y Mínimas.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que estas se cumplan de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5.0 metros.

Presión Máxima: 50.0 metros (70 mts).

Se propone una presión máxima de 70.0 mts ya que la presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 mts, incorporando en la línea tanquillas rompe presión donde sea necesario.

Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Tabla 11
Coeficiente de Rugosidad.

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad
Tubo de Hierro Galvanizado (H°,G°)	100
Tubo de Concreto	130
Tubo de asbesto cemento.	140
Tubo de hierro fundido (H°,F°)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: (NTON 09007-19, 2021)

Se propone un Coeficiente de Rugosidad de 140 porque el sistema a medida que va envejeciendo la pared del tubo se va haciendo áspero, para que cuando el tubo tenga desgaste el sistema siga funcionando tal y como si estuviera nuevo.

- **Velocidades permisibles en tuberías.**

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 mts/seg.

Velocidad máxima = 2.0 mts/seg.

- **Cobertura de tuberías.**

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y camino con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 mts sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 mts sobre la corona del tubo.

- **Pérdidas de Agua en el Sistema.**

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%. (NTON 09007-19, 2021)

6.5 Presupuesto.

El presupuesto de Obras para el Proyecto: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (SAAP), para La Comunidad Candelaria del Municipio de Chichigalpa en Chinandega. Nicaragua.

Tabla 12
Presupuesto

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	
				Unitario	Total
1.0	OBRAS DE CAPTACIÓN				458,309.99
1.1	Movilización de equipo	global	1.00	4,902.65	4,902.65
1.2	Perforación de agujero del pozo de 12" para 8"	pies	250.00	1,358.73	339,683.43
1.3	Instalación de Keysing de tubo PVC SCH40	pies	250.00	126.07	31,517.02
1.4	Construcción de filtro de grava	pies	230.00	105.06	24,163.05
1.5	Construcción de sello sanitario	pies	20.00	101.55	2,031.10
1.6	Tubo piezométrico PVC ced. 26 de 3/4"	pies	230.00	24.51	5,638.04
1.7	Tubo de engravado PVC ced. 26 de 2"	pies	25.00	31.52	787.93
1.8	Construcción de base de concreto 1 m x 1 m x 1 m	Unidad	1.00	6,583.56	6,583.56
1.9	Desmovilización de equipo	global	1.00	4,902.65	4,902.65
1.10	Prueba de bombeo convencional	Unidad	1.00	29,415.88	29,415.88
1.1	Análisis bacteriológico del agua	global	1.00	2,521.36	2,521.36
1.1	Análisis físico-químico del agua	global	1.00	2,521.36	2,521.36
1.1	Análisis de materiales pesados del agua	global	1.00	3,641.97	3,641.97
2.0	ESTACIÓN DE BOMBEO				112,712.10
2.1	Equipo de bombeo sumergible de con las siguientes características: Bomba de 25 gpm y 615 pies de carga acoplado a motor eléctrico sumergible de 2 HP, 3/60/230 volts. Equipo con todo su sistema de arranque y protecciones eléctricas.	c/u	1.00	90,930.33	90,930.33
2.2	Columna y sarta de bombeo de 2" HG.	c/u	1.00	3,151.70	3,151.70
2.3	Sistema de cloración				
2.3.1	Clorador de inyección eléctrico de 12 GPD 250 psi	c/u	1.00	18,630.06	18,630.06
3.0	OBRAS CIVILES				215,672.74
3.1	CASETA DE VIGILANTE Y CONTROLES	m ²	26.00		
	Excavación	m ³	3.27	140.08	457.84
	Relleno y Compactación	m ³	2.02	98.05	197.67
	Acero de Refuerzo	lbs	847.00	28.02	23,728.81
	Formaletas para viga (area de contacto)	m ²	15.50	455.25	7,054.03
	Concreto	m ³	2.41	7,003.78	16,911.51
	Pared bloque de mortero 4x8x16 s/sisar	m ²	20.20	525.28	10,610.73
	Repello y fino corriente	m ²	20.20	84.05	1,697.72
	Pared bloque chiltepe .3x.15x.15	m ²	9.63	406.22	3,911.89
	Cubierta techo Zinc Corr. Cal 26/est. Met.	m ²	26.00	315.17	8,194.42
	Piso de concreto 2500 psi 2" (embalozado)	m ²	27.09	630.34	17,075.92
	Pintura de aceite standard	m ²	34.77	112.06	3,896.34
	Puerta de madera sólida 2.1 X 1.2 con marco y herrajes	C/U	1.00	7,353.97	7,353.97
3.2	Cercado perimetral con malla ciclòn de 8 pies	ml	60.00	1,610.87	96,652.19
3.3	Portòn de malla ciclòn	c/u	2.00	8,964.84	17,929.68

Fuente: Elaboración propia

4.0	LÍNEA DE CONDUCCIÓN				93,616.47
4.1	Trazo y nivelación	ml	300.00	14.01	4,202.27
4.2	Excavación	m ³	216.00	140.08	30,256.34
4.3	Tubería PVC 2" SDR-17 c/e	ml	50.00	126.07	6,303.40
4.4	Tubería PVC 2" SDR-26 c/e	ml	250.00	98.05	24,513.24
4.5	Accesorios	global	1.00	3,151.70	3,151.70
4.6	Válvula de aire de 3/4"	c/u	2.00	2,661.44	5,322.87
4.7	Relleno y compactación	m ³	194.40	63.03	12,253.82
4.8	Prueba hidrostática	ml	300.00	7.00	2,101.13
4.9	Desinfección de tubería	ml	300.00	10.51	3,151.70
4.10	Botado de tierra	m ³	28.08	84.05	2,359.99
5.0	RED DE DISTRIBUCIÓN				580,014.34
5.1	Tubería de 2" PVC SDR-26				
	Trazo y nivelación	ml	3,040.00	14.01	42,582.99
	Excavación con maquinaria	m ³	2,188.80	98.05	214,618.29
	Accesorios	global	1.00	17,509.46	17,509.46
	Relleno y compactación	m ³	1,969.92	112.06	220,750.24
	Prueba hidrostática	ml	3,040.00	8.40	25,549.80
	Desinfección de tubería	ml	3,040.00	10.51	31,937.25
	Botado de tierra	m ³	284.54	84.05	23,914.61
5.2	Suministro e instalación de válvula de 2" bronce	c/u	3.00	840.45	2,521.36
5.3	Suministro e instalación de válvula de 1 1/2" Bronce	c/u	1.00	630.34	630.34
6.0	ALMACENAMIENTO(TANQUE DE 8,000 LTS)				52,528.37
6.1	Tanque plástico de 8,000 lts con accesorios	Glb	1.00	52,528.37	52,528.37
7.0	CONEXIONES DOMICILIARES				47,461.13
7.1	Conexiones Domiciliares		37.00		
7.1.1	Trazo	ml	225.00	14.01	3,151.70
7.1.2	Excavación	ml	225.00	42.02	9,455.11
7.1.3	Silleta de PVC de 2" x 1/2"	c/u	37.00	84.05	3,109.68
7.1.4	Tee reducida de 1 1/2" x 1/2" PVC	c/u	37.00	45.52	1,684.41
7.1.5	Medidor domiciliario de 1/2" con llave de pase	c/u	37.00	315.17	11,661.30
7.1.6	Caja de concreto para protección de medidor	c/u	37.00	350.19	12,957.00
7.1.7	Tubería y accesorios de 1/2"	ml	222.00	24.51	5,441.94
7.2	PUESTOS PÚBLICOS	2			8,936.83
7.2.1	Silleta de 3" x 1/2" PVC	c/u	2.00	84.05	168.09
7.2.2	Tubería y accesorios de 1/2" PVC	ml	48.00	24.51	1,176.64
7.2.3	Tubería de HG de 1/2"	ml	6.00	168.09	1,008.54
7.2.4	Pedestal y delantal de concreto	c/u	2.00	3,151.70	6,303.40
7.2.5	Accesorios de HG	c/u	2.00	140.08	280.15
8.0	OBRA DE DRENAJE MENOR				73,539.71
8.1	Construcción de canal trapezoidal de concreto ciclópeo de b=0.50 m, B=1.50 m, h=0.90 m, t=15 cm	ml	50.00	1,470.79	73,539.71
COSTO TOTAL DIRECTO C\$ (A)					1,642,791.67
COSTO TOTAL INDIRECTO C\$ (B=10%A)					164,279.17
ADMINISTRACION Y UTILIDADES C\$ (C=10%(A+B))					180,707.08
SUB-TOTAL C\$ (D=A+B+C)					1,987,777.92
I.M+I.R C\$ (E=3%D)					59,633.34
IVA C\$ (F=15%D)					298,166.69
COSTO TOTAL DE LA OBRA C\$ (D+E+F)					C\$ 2,345,577.95
COSTO TOTAL DE LA OBRA \$ (D+E+F)					\$ 64,262.41

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VII. CONCLUSIONES.

El presente estudio ha demostrado la imperiosa necesidad de implementar un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Candelaria, Chichigalpa. La actual situación, caracterizada por la insuficiencia y la calidad deficiente del agua proveniente de pozos artesanales, pone en riesgo la salud de los habitantes y limita su desarrollo socioeconómico.

El diseño propuesto, basado en un análisis exhaustivo de la demanda y las condiciones locales, ofrece una solución integral y sostenible a esta problemática. La nueva infraestructura garantizará el suministro continuo de agua potable de calidad, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Al realizar los estudios de ingeniería la topografía presento porcentajes de pendientes permisibles para la instalación de la red, con los estudios hidrológicos se logró conocer el nivel de profundidad en el sector más cerca a la fuente de la red. Con los estudios geológicos se identificaron los distintos estratos del suelo presentes en la comunidad, lo que permitirá planificar debidamente los trabajos de excavación.

Se diseñó el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (SAAP), proyectado a 20 años (2023 – 2043) con una población de diseño de 287 habitantes, tomando en cuenta los criterios técnicos del (NTON 09007-19, 2021). La elaboración de los planos del diseño de abastecimiento de agua potable consta de 11 láminas donde se ilustra el pozo propuesto, línea de conducción, red de distribución, perfiles longitudinales y detalles de accesorios.

Del análisis del riesgo ambiental utilizando la matriz de riesgos, se concluye que las afectaciones al medio ambiente producto los trabajos a desarrollar, no alcanzan un nivel de afectación que pueda afectar el medio, o provocar algún tipo de temor, por

ubicarse todos los resultados entre el rango de aceptables y tolerables, es decir estos con facilidad se podrán mitigar.

Con los resultados del diseño se realizó el presupuesto teniendo en cuenta el catálogo de etapas y subetapas del nuevo FISE, siendo el costo total del proyecto C\$2,345,577.95, (Dos millones trescientos cuarenta y cinco mil quinientos setenta y siete córdobas con 95/100). Una vez finalizado el diseño y el presupuesto se elaboró el cronograma de ejecución de los entregables del proyecto, el cual alcanza un tiempo de ejecución total de 91 días calendarios.

CAPITULO VIII. RECOMENDACIONES.

En el marco contextual institucional se identificaron las organizaciones sociales y municipales, así como delegaciones que participan de las actividades del proyecto diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (SAAP), en la Comunidad Candelaria, Municipio de Chichigalpa, Chinandega, Nicaragua. Por lo que se les recomienda:

A la Alcaldía Municipal:

- Iniciar lo más pronto posible la ejecución del proyecto.
- Asegurar la calidad de la empresa que vaya a ejecutar el proyecto para evitar situaciones como las encontradas.
- Asignar un ingeniero que acompañe la supervisión del proyecto.

Al Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados:

- Coordinar con las autoridades municipales para que imparta a los beneficiarios capacitaciones que aborden el manejo, operación y mantenimiento del sistema, sus aspectos técnicos, financieros y de salud.
- Una vez perforado el pozo se recomienda elaborar estudios pertinentes de calidad del agua: fisicoquímicos, bacteriológico, metales pesados y plaguicidas, para que, de esta manera se pueda brindar un servicio de calidad y garantizar la salud de los pobladores beneficiados con este proyecto.
- Asignar un supervisor en compañía con la supervisión de la alcaldía para evitar vicios y anomalías ocultas en la ejecución del proyecto.

A la población de la comunidad:

- Formar un comité de agua potable y saneamiento (CAPS).
- Participar en las capacitaciones antes, durante y posterior a la ejecución del proyecto para su debido uso.
- Realizar actividades de operación y mantenimiento de cada uno de los elementos que integran el sistema de abastecimiento.

A las autoridades locales y civiles, incluir en el contrato de obras los siguientes Términos de Referencia (TDR), los cuales son el resultado, también, de los estudios realizados.

- El contratista constructor se compromete a conseguir oportunamente todos los materiales que se requieran para la construcción de las obras y a mantener permanentemente una cantidad suficiente que garantice el avance normal de la obra para evitar la escasez de materiales.
- Los materiales y demás elementos, que el contratista constructor empleé en la ejecución de las obras que se le encomienden deberán ser de primera calidad en su género y para el fin al que se le destiné.
- El contratante directamente o a través de la interventoría podrá rechazar los materiales si no los encuentra conformes a lo establecido en las normas.
- El material rechazado se retirará del lugar, reemplazándolo con material aprobado y la ejecución de la obra defectuosa se corregirá satisfactoriamente, todo esto sin lugar a pago extra.
- Toda obra rechazada por deficiencia en el material empleado o por defectos de construcción, deberá ser reparada por el contratista constructor a su costo.
- En caso de que se requiera por parte de la interventoría la verificación de las especificaciones técnicas de los materiales de acuerdo con las normas, el contratista constructor está obligado a realizar a su costo los ensayos necesarios y no representarán ningún costo adicional para el contratante.
- La responsabilidad por el suministro oportuno de los materiales es del Contratista Constructor y por consiguiente éste no puede solicitar ampliación del plazo, ni justificar o alegar demoras en la fecha de entrega de la obra por causa del suministro deficiente o inoportuno de los materiales.
- El Contratista Constructor será responsable por los materiales incluidos en el contrato hasta que sean entregados en el sitio acordado.
- Además, el Contratista Constructor tendrá a su cargo todos los riesgos de materiales rechazados después de recibir el anuncio del rechazo.

Bibliografía

- Aguilar, A. (15 de noviembre de 2024). *Los estados del agua*. Obtenido de secihti.mx: <https://secihti.mx/los-estados-del-agua/>
- Arboleda. (2005).
- NTON 09007-19. (28 de Septiembre de 2021). *Diseño de Sistemas de Agua Potable*. Obtenido de Diseño de Sistemas de Agua Potable: <http://legislacion.asamblea.gob.ni/>
- SAGUAPAC . (24 de mayo de 2023). *¿Qué es el Agua?* Obtenido de [saguapac.com.bo](https://www.saguapac.com.bo/): <https://www.saguapac.com.bo/que-es-el-agua/>
- Spellerberg. (1998).
- Teixeira. (2005).
- TODOAGUA. (15 de diciembre de 2022). *¿Qué es el ciclo del agua?* Obtenido de https://www.todoagua.es/que-es-ciclo-agua-fases-etapas/?srsItid=AfmBOorqaS6D63fHc88K41vmPCGYaGuSereC3pUkVqqQZ9MRTiI5Z12_