UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad Tecnología de la Construcción

Monografía

DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO DE AGUA POTABLE Y SISTEMA DE SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD LAS CRUCES MUNICIPIO DE YALAGÜINA, DEPARTAMENTO DE MADRIZ.

Para optar al Título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. José Alejandro Pérez Vílchez

Br. Josseline Anielka Quintero Paz

Br. Kenneth Orlando Jirón Manzanares

Tutor

Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón

Managua, Mayo 2021

DEDICATORIA

Mi trabajo es dedicado con el infinito agradecimiento a:

Nuestro divino creador por darme fuerzas, salud, conocimientos y ser esa fuente de inspiración para continuar día a día en este proceso que por su gracia y bondad se está a un paso de lograr.

A mis padres, Carolina Vílchez y Adonis Pérez por estar brindándome su amor incondicional, apoyo en las buenas y en las malas, por confiar plenamente en mi a lo largo de estos 5 años y siempre estuvieron motivarme para que todo fuese posible y por fin culminar mi carrera universitaria.

Y a la familia Pérez Talavera que ha sido uno de los apoyos principales en mi vida y en mis estudios universitarios.

A todos en general estaré siempre agradecido.

Todo lo que soy y seré se lo debo a él (Dios).

José Alejandro Pérez Vílchez

DEDICATORIA

Con todo amor y cariño dedico este trabajo:

A Dios nuestro señor, por darme salud, sabiduría y voluntad para seguir siempre adelante; por ser mi fortaleza y mi guía y estar conmigo en los momentos felices e inciertos de mi vida, gracias por todo.

A mi madre Lydia Marina Paz Ferrufino, por brindarme su apoyo incondicional, por estar ahí siempre para mí y aguantarme todos estos años, espero que sea así por mucho más.

A mi papá del corazón Mario Bernal, porque desde que llegó a mi vida ha tomado ese lugar especial, gracias por sus consejos y apoyo.

A mis hermanos, Roger, Deborah y Kenny, porque siempre quise ser ejemplo para ellos y me motivaron a llegar hasta aquí de una u otra manera.

A mis abuelos, Roger y Celina, por cuidarme todos estos años.

A mis tíos(as), Jairo, Denis, Noel, Ariel, Walter, Nereyda, Rafaela, Elisa, Sandra y Ericka por darme ánimos, apoyarme, regañarme, cuidarme y estar en cada etapa hasta este momento, y a mis primos(as) que me han hecho porras y animado siempre.

Josseline Anielka Quintero Paz

DEDICATORIA

De todo corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

El forjador de mi camino, mi padre celestial, el que me acompaña y siempre está conmigo en momentos difíciles, el me guía y me cuida, gracias Dios mío por llevarme a esta etapa en mi vida.

A mi madre, Melba Manzanares que ha sido un pilar fundamental en esta etapa de mi vida ya que con sus principios morales he comprendido que todo esfuerzo tiene su recompensa así como la que hoy en día estoy viviendo.

A la memoria de mi padre, Orlando Jirón que con sus enseñanzas y consejos me inculcó que los estudios superiores son de mucha importancia no solo por el hecho de ser un ingeniero o un licenciado, sino porque la formación se cultiva día a día, tanto profesionalmente como intelectualmente y es de gran ayuda a lo largo de tus días en tu vida personal.

A mis amigos, en especial a Josseline Quintero que con sus regaños y consejos siempre estuvo día a día motivándome para que llegáramos a esta etapa juntos; no fue nada fácil pero hoy en día podemos decir que luchamos juntos a pesar de tantos obstáculos y adversidades que se presentaron a lo largo de nuestra carrera universitaria.

Kenneth Orlando Jirón Manzanares

AGRADECIMIENTO

A Dios Nuestro Señor, por darnos la vida, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante, tendiéndonos su mano.

A nuestros padres y familiares, por inculcarnos buenos valores, habernos guiado cuando lo necesitamos, cuidarnos con amor, paciencia y dedicación; por habernos brindado su apoyo y confianza, sin ellos no hubiese sido posible el recorrer este camino tan largo.

A nuestros compañeros, por haber compartido con nosotros toda nuestra formación universitaria en un ambiente de respeto y amistad.

A la Alcaldía Municipal de Yalagüina, por brindarnos apoyo y proveernos la información necesaria para la realización de este trabajo.

En especial un cordial agradecimiento a nuestra tutora, Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón, por su amable atención, apoyo y ayuda en todo momento, por estar siempre pendiente de nuestro avance y darnos ese empujón que siempre necesitamos; y a todos los docentes que nos impartieron con paciencia y dedicación, sus enseñanzas durante estos cinco años de carrera.

Alejandro, Josseline y Kenneth

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo consiste en el diseño de un mini acueducto de agua potable y sistema de saneamiento para la comunidad Las Cruces, municipio de Yalagüina, departamento de Madriz utilizando un pozo perforado existente. El sistema fue diseñado a partir de las normas rurales para el abastecimiento de agua potable establecido por las normas de INNA, a través de un análisis a fondo, de estudio socioeconómico de la comunidad con el objetivo de que se construya un sistema que pueda ser apto y sostenible para la comunidad.

El documento también contiene la memoria de diseño y demás aspectos considerados durante la etapa de estudio, diseño y además los datos recolectados durante investigación de campo. Esta estructura en cinco capítulos el cual son los siguientes:

Capitulo I. en este se presenta la información general del municipio y la comunidad, la situación actual de ella así como los antecedentes de la comunidad.

Capitulo II. Aquí se describe el área de estudio, además de que se habla del clima y relieve en general todo lo que se refiere a conocer el municipio y comunidad.

Capítulo III. En este capítulo se presenta la parte conceptual adecuada al proyecto.

Capítulo IV. Aquí se definen los pasos a seguir para generar la información que el proyecto requiera, así como fórmulas y pasos a realizar en la elaboración del documento para obtener resultados, cabe recalcar que se cumple con las normas técnicas de abastecimiento y potabilización del agua NTON 09 003-99.

Capítulo V. Abarca todos los resultados obtenidos y cálculos realizados en cada una de las etapas del proyecto. El proyecto consta de seis etapas para su realización:

1- Estudio socioeconómico: mediante este conocemos la comunidad y la situación de esta, Las Cruces cuenta con 144 viviendas y 568 habitantes, donde el 47.18% de hombres y un 52.82% de mujeres.
2- Evaluación de la fuente de abastecimiento: se conoce el caudal de la fuente y se identifica si esta apropiada para abastecer la comunidad. El pozo apropiado es el Nance Dulce ubicado en las coordenadas X-554612 y Y-1493766.
3- Calidad de agua: se define si el agua esta apta para consumo humano por medio de un análisis físico químico, metales pesados y microbiológico; el método de desinfección a utilizar es la aplicación de hipoclorito de calcio.
4- Cálculos hidráulicos: se desarrollan las ecuaciones y la modelación en el programa EPANET para valorar el sistema listo se comprueban que las presiones y las velocidades en las tuberías cumplen con la norma tomando en cuenta tipo de tubería en este caso PVC, diámetro de 2 pulgadas en ambas líneas conducción y distribución y longitudes 363 metros en línea de conducción y 6888.32 metros en la línea de distribución.
5- Sistema de saneamiento: se propone el más adecuado para la comunidad y las familias, mediante la evaluación apropiada a la comunidad se proponen letrinas semielevadas para las familias que no optan con opción de saneamiento.
6- Presupuesto: el costo estimado del proyecto en base a precios que mantiene y actualiza el Nuevo FISE llamado guía de catálogo de costos unitarios primarios, donde en cada actividad ya va incluida la mano de obra en este caso el proyecto se estima a $280,275.94 pércapita.

Capitulo V. Conclusiones y recomendaciones: es la parte final del proyecto donde con argumentación y en forma resumida se datan los resultados del análisis efectuado. En las recomendaciones se muestran sugerencias respecto a la forma de mejorar y optimizar el proyecto en general. Las conclusiones son en base a los resultados por cada objetivo y recomendaciones para mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio y cuidar la fuente de abastecimiento.

INDICE DE CONTENIDO

I. GENERALIDADES 1
1.1. INTRODUCCIÓN 1
1.2. ANTECEDENTES 2
1.3. JUSTIFICACIÓN 3
1.4. OBJETIVOS 5
1.4.1. Objetivo general 5
1.4.2. Objetivos específicos 5
II. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO 6
2.1. Macro localización 6
2.2. Micro localización 6
2.3. Demografía 6
2.4. Clima 6
2.4.1. Temperatura 6
2.4.2. Precipitación 6
2.4.3. Antecedentes 6
2.5. Geografía y geología 7
2.5.1. Relieve 7
2.5.2. Conformación del suelo 7
III. MARCO TEÓRICO 8
3.1. Estudio socioeconómico 8
3.2. Caracterización hidrogeológica 8
3.3. Prueba de bombeo 8
3.4. Fuente de abastecimiento 8
3.4.1. Tipos de abastecimiento de agua potable 9
3.5. Calidad de agua 9
3.5.1. Análisis físico-químico 9
3.5.2. Análisis bacteriológico 10
3.6. Sistema de agua potable 10
3.7. Cálculo hidráulico 10

3.7.1. Levantamiento topográfico 10
3.7.2. Factores de diseño 10
3.8. Obras de captación 11
3.9. Línea de conducción 11
3.10. Red de distribución 12
3.11. Tanque de almacenamiento 12
3.11.1. Tipos de tanques de almacenamiento 12
3.11.2. Planos constructivos y de detalles 13
3.12. Saneamiento 13
3.13. Presupuesto 14
3.14. Cloración 15
3.15. Golpe de ariete 15
3.16. Carga estática 16
3.17. Carga total dinámica 16
3.18. Sistema de bombeo 17
3.19. Obras de captación 18
3.20. Conexiones domiciliares 18
3.21. Sistemas de válvulas 19
3.22. Sarta de bombeo 19
IV. DISEÑO METODOLÓGICO 20
4.1. Tipo de Investigación 20
4.1.1. Muestra 20
4.1.2. Variables a estudiar 20
4.2. Recorrido de campo 20
4.2.1. Levantamiento de información socioeconómica 21
4.2.2. Técnicas para el procesamiento de datos 21
4.3. Caracterización hidrogeológica 21
4.3.1. Fases del estudio 21
4.3.2. Fase de campo 21
4.3.3. Partes de la caracterización 22

4.4. Fuente de abastecimiento 22
4.4.1. Cantidad 22
4.4.2. Calidad 23
4.5. Estudio Poblacional 23
4.5.1. Tasa de crecimiento 23
4.5.2. Proyección de la población 24
4.6. Variaciones de consumo 25
4.6.1. Diseño de obra de captación 25
4.7. Línea de conducción 25
4.7.1. Pérdidas en la línea de conducción 25
4.7.2. Golpe de ariete 26
4.8. Cloración 27
4.9. Almacenamiento 28
4.9.1. Elaboración de planos constructivos y de detalles 29
4.10. Saneamiento 29
4.11. Cálculo de presupuesto 30
4.11.1. Pasos para elaborar un presupuesto 30
V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 31
5.1. Estudio socioeconómico 31
5.1.1. Encuesta socioeconómica 31
5.1.2. Características de la población 31
5.1.3. Estructura de la población 32
5.1.4. Nivel de educación 32
5.1.5. Economía y empleo 33
5.1.6. Rango de ingresos 34
5.1.7. Tendencia de la propiedad 35
5.1.8. Estados de las viviendas 36
5.1.9. Saneamiento 36
5.2. Evaluación de la fuente de abastecimiento 38
5.2.1. Aforo a la fuente de Abastecimiento 39

5.2.2. Resultados de la prueba de bombeo 40
5.2.3. Caracterización hidrogeológica 42
5.3. Calidad del agua 43
5.3.1. Análisis físico químico 43
5.3.2. Observaciones Generales 45
5.3.3. Análisis bacteriológico 45
5.3.4. Sustancias toxicas inorgánicas 46
5.3.5. Tratamiento y desinfección del sistema agua potable 46
5.4. Estudio poblacional 46
5.4.1. Proyección de la población 47
5.4.2. Dotaciones, demanda y estimación de consumo 49
5.4.3. Diseño de obra de captación 51
5.4.4. Línea de conducción 52
5.4.5. Golpe de ariete 58
5.4.6. Calculo de la sobrepresión por el golpe de ariete 58
5.4.7. Calculo de la presión máxima 58
5.4.8. Estimación del equipo de bombeo 59
5.4.9. Cálculo de tanque de almacenamiento 60
5.4.10. Dosificación de cloro 61
5.5. Análisis hidráulico con el sistema EPANET 62
5.5.1. Elaboración de planos constructivos 63
5.6. Propuesta de sistema de saneamiento 63
5.6.1 Situación del saneamiento e higiene 63
5.6.2. Condiciones de las letrinas en la comunidad 63
5.6.3. Aguas Grises 64
5.6.4. Desechos Sólidos 64
5.6.5. Demanda de saneamiento 64
5.6.6. Selección de alternativas de saneamiento 65
5.6.7. Higiene 68
5.7. Presupuesto 69

CONCLUSIONES 70
RECOMENDACIONES 71
BIBLIOGRAFÍA 72
Bibliografía Física 72
Bibliografía Virtual..... 72
ANEXOS
ANEXO N° I-Plano de macro localizacion del proyecto I
ANEXO N° II-Plano de micro localizacion del proyecto II
ANEXO N° III-Encuesta socioeconómica..... III
ANEXO N° IV-Datos de levantamiento de campo-prueba de bombeo IV
ANEXO N° V-Analisis fisico quimico y microbiologico y metales pesados para agua de pozo. V
ANEXO N° VI-Fuente de abastecimiento. VI
ANEXO N° VII-Resultados de software epanet VII
ANEXO N° VIII-Planos de proyecto VIII
ANEXO N° X-Presupuesto del proyecto X
ANEXO N° XI-Curva de bomba sumergible XI

LISTA DE GRÁFICAS

Grafica N° 1 : Distribución de la población por sexo 31
Gráfica N° 2: Estructura de la población por edad 32
Gráfica Nº 3: Nivel de educación..... 33
Gráfica N° 4: Ocupación de las familias de la comunidad..... 34
Gráfica N° 5: Ingresos de las familias Las Cruces 35
Gráfica N° 6: Estado legal de la vivienda 35
Gráfica N° 7: Estado de la vivienda..... 36
Gráfica N° 8: Porcentaje de las familias con letrina en la comunidad 37
Gráfica N° 9: Condiciones de las letrinas en la comunidad..... 37
Gráfica N° 10: Eliminación de aguas servidas..... 38
Gráfica N° 11: 45 GPM..... 41
Gráfica N° 12: 60 GMP..... 41

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Valores de K en la fórmula de Allievi 27
Tabla Nº 2: Población Las Cruces 32
Tabla Nº 3: Descripción de los pozos existentes en Las Cruces 38
Tabla Nº 4: Resumen de datos de campo 40
Tabla N° 5: Clasificación de cuerpos de agua de acuerdo a sus usos 44
Tabla N° 6: Estimación de tasa de crecimiento 47
Tabla N° 7: Proyección de población para la Comunidad Las Cruces 2019-2020 47
Tabla N° 8: Proyección de población para la Comunidad Las Cruces 2020-2040. ... 48
Tabla N° 9: Demanda y estimación de consumo. 50
Tabla N° 10: Datos pozo 51
Tabla N° 12: Características del equipo de bombeo 53
Tabla N° 13: Información de la columna de bombeo 53
Tabla N° 14: Sarta de la bomba 54
Tabla N° 15: Pérdidas en la línea de conducción 55
Tabla N° 16: Pérdidas en la entrada del tanque 55
Tabla N° 17: Pérdidas totales 56
Tabla N° 18: Comparación de pérdidas con otros diámetros de tubos 57
Tabla N° 20: Calculo de celeridad 58
Tabla N° 21: Sobrepresión por el golpe de ariete 58
Tabla N° 22: Presión máxima 58
Tabla N° 23: Resumen de resultados de golpe de ariete 59
Tabla N° 24: Cálculo de volumen del tanque 60
Tabla N° 25: Dimensiones del tanque 60
Tabla N° 26: Dosificación de cloro 61
Tabla N° 27: Revisión de aplicación soluciones húmedas. 66
Tabla N° 28: Revisión de aplicación soluciones secas. 67
Tabla N° 29: Resumen de los costos del proyecto 69

LISTA DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Mapa hidrogeológico regional..... 42
Imagen N° 2: Datos del pozo Nance Dulce 52
Imagen N° 3: Vista de lavandero y pozo de absorción propuesto. 68

ABREVIATURAS

Acrónimos

AINSA: Agro Irrigaciones del Norte S.A.

ANA: Alianza Nacional del Agua.

CAPS: Comités de Agua Potable y Saneamiento.

COSUDE: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

FISE: Fondo de Inversión Social.

GPS: Sistema Global de Posicionamiento Satelital.

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

INETER: Instituto Nicaragüense de Estados Territoriales.

INIDE: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

MABE: Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico.

NTON: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense.

OMS: Organización Mundial de Salud.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

PNUD: Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo.

SERFIQ-CETEAL: Servicios de la Facultad de Ingeniería Química - Centro Tecnológico de Agroindustrias-Alimentos.

Unidades de medida

gpd: galón por día.

gpm: Galón por minuto.

LAD: Litros alumno día

LPS: Litros por segundo.

Diversos

a: celeridad de la onda elástica del fluido de la tubería.

C: Coeficiente de rugosidad de la tubería.

CAE: Costo anual de energía.

CAEq: Costo anual equivalente.

CAT: Costo anual tubería.

CMD: Consumo máximo día.

CMH: Consumo máximo hora.

CPD. Consumo promedio diario.

CRF: Factor de recuperación de capital.

CTD: Carga total dinámica.

D: Diámetro de tubería de descarga.

E: Modulo de elasticidad de la tubería.

Le: Longitudes equivalentes.

N/C: No cumple.

n: Período de diseño.

NEA: Nivel estático de agua.

NF: Nivel Freático.

P: densidad del líquido.

Pb: Población.

Pn: Población proyectada o del último censo.

Po: Población base inicial.

PP1: Pozo Perforado sector central.

PP2: Pozo Perforado sector Aceituna.

PP3: Pozo Perforado El Guanacaste.

PP3: Pozo Perforado Nance Dulce.

Q: Caudal.

Qf: Perdidas.

rg: Tasa de crecimiento de población.

SDR: Standar dimension ratio.

T: Capacidad del acuífero para almacenar y ceder agua.

V.P: Valor presente.

VT: Volumen total del tanque o capacidad del tanque.

δ: Espesor de la tubería.

Δs: Diferencia de descenso en un ciclo logarítmico en pies.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

"La ciencia puede divertirnos y fascinarnos, pero es la Ingeniería la que cambia el mundo"

Isaac Asímov

I. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el agua potable es un recurso importante en la vida humana, y se encuentra inaccesible para la mayoría de las personas. El agua y saneamiento se ha tornado como un problema de salud mundial, por ello se trabaja en el mejoramiento de este.

En Nicaragua el agua se encuentra accesible para las principales cabeceras departamentales, pero las comunidades de estos departamentos se ven afectadas por el acceso de esta; por ello se cataloga como deficiente en cantidad y calidad.

La entrega de servicios de agua potable y saneamiento es principalmente dada por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ENACAL y el Fondo de Inversión Social de Emergencia Nuevo FISE, donde en el sector rural la tarea es compartida con los Comités de Agua Potable y Saneamiento CAPS.

En el Departamento de Madriz la mayoría de municipios y sus comunidades cuentan con pozos para abastecer a los habitantes de estos, debido a que los sistemas por gravedad en verano se secan y la población carece de agua; así como, a diario las familias recorren varios kilómetros para abastecerse de esta.

Es por este fin que se propone el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento, que sea ideal para solventar la necesidad del recurso en la comunidad Las Cruces en el Municipio de Yalagüina, durante todo el año y con un periodo de diseño que cumpla con los requisitos de las Normas técnicas obligatorias nicaragüenses.

1.2. ANTECEDENTES

En la comunidad Las Cruces en el año 2004 se llevó a cabo la realización de dos pozos equipados con bombas de mecate, construidos en el sector Central y sector Aceituna, el cual fueron financiados y aprobados por la Alcaldía Municipal de Yalagüina y el Nuevo FISE. En el año 2005 el Nuevo FISE siempre en conjunto con la Alcaldía Municipal de Yalagüina, realizaron la construcción de otro pozo equipado con bomba de mecate, en el sector Guanacaste de dicha comunidad.

La población del sector Nance Dulce, debido a la escases de agua en dicho sector, solicitó a la Alcaldía Municipal, el apoyo para la elaboración y financiamiento de un pozo público; su solicitud fue aprobada y llevada a cabo construyendo así un pozo perforado y equipado con bomba de mecate con una profundidad de 91 metros, en Diciembre del 2006; siendo este el único pozo perforado en la comunidad.En el 2014 se construyeron 92 letrinas las cuales abastecieron el 63% de la comunidad, este proyecto fue realizado y financiado por El Nuevo FISE.

Actualmente, la población de la comunidad Las Cruces de Yalagüina se abastece de los pozos perforados existentes por cada sector para evitar las grandes distancias recorridas para obtener agua y realizar actividades domésticas, y en cuanto al saneamiento el 37% no tienen letrinas lo que les obliga a defecar en campo libre, llevando a una contaminación para la comunidad; es por ello que este sistema se cataloga como funcional para el mejoramiento de esta comunidad.[1]En nuestro país tenemos 2791 sistemas de abastecimiento legalizados; en la región donde pertenece el departamento de estudio existen 518 sistemas de abastecimiento y en Madriz hay

[1] “Fuentes de abastecimiento de la comunidad Las Cruces” Alcaldía Municipal de Yalagüina-Caracterización Municipal 2017

158 sistemas legalizados, este dato es actualizado a la segunda semana de Enero de año 2021.[2]

1.3. JUSTIFICACIÓN

El incremento poblacional, y la disminución de las fuentes de agua producto de la reducción del régimen de lluvia a nivel local y global, ocasiona el eminente riesgo de desabastecimiento de agua para consumo humano en barrios y comunidades del municipio; como es el caso de Las cruces.

La escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes.

Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y accesible para todos en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene en todos los niveles. (Nicaragua, 2021)

Si bien se ha conseguido progresar de manera sustancial a la hora de ampliar el acceso a agua potable y saneamiento, existen miles de millones de personas (principalmente en áreas rurales) que aún carecen de estos servicios básicos. En todo el mundo, según datos estadísticos de los objetivos de desarrollo sostenible ODS-PNUD afirman que 3 de cada 10 personas carecen de acceso a servicios de agua potable seguros y 6 de cada 10 carecen de acceso a instalaciones de saneamiento

[2] Dato recuperado de ANA “Autoridad Nacional del Agua”.

gestionadas de forma segura y 4 millones de personas carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento, como retretes o letrinas.[3]

La población de esta comunidad tiene problemas con recolectar a diario el agua necesaria tanto para consumo humano como para las actividades domésticas que se realizan en cada hogar, de tal manera el proyecto se enfoca en diseñar un sistema que abastezca a cada familia hasta sus hogares y así beneficiar a la población tanto como de agua potable también con un nuevo sistema de saneamiento.

La comunidad organizada a través de un Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), han gestionado al gobierno municipal de Yalagüina la construcción de un nuevo sistema de agua potable, el cual reemplazará el actual sistema que ya agotó su vida útil resultando ser ineficiente. Con esta iniciativa de inversión se pretende mejorar el sistema de abastecimiento de agua a la comunidad del municipio, logrando abastecer a todas las viviendas. En esta comunidad se encuentran 52 viviendas sin acceso a saneamiento, el cual enfrentan un problema grave en cuanto a la salud y desarrollo intelectual, porque es una situación de riesgo para la salud de los pobladores por la contaminación al medio ambiente afectando principalmente a las embarazadas, niñ@s y ancianitos que son los más vulnerables en cuanto a las enfermedades.

[3] Dato recuperado de ODS-PNUD “Objetivos de Desarrollo Sostenible-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo”.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Diseñar el mini acueducto de agua potable y sistema de saneamiento en la comunidad las cruces municipio de Yalagüina, departamento de Madriz, para un periodo de diseño de 20 años.

1.4.2. Objetivos específicos

1) Describir la comunidad mediante un estudio socioeconómico que identifique las condiciones de acceso a saneamiento e higiene de los pobladores.

2) Evaluar la fuente de abastecimiento y la disponibilidad del recurso hídrico.

3) Definir la calidad del agua por medio de un análisis físico-químico y bacteriológico.

4) Desarrollar los cálculos hidráulicos del mini acueducto de agua potable mediante el software EPANET.

5) Proponer un sistema de saneamiento e higiene que contribuya a la calidad de vida de la comunidad.

6) Elaborar el presupuesto para la realización del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

"Sobre toda cosa guardada, guarda tu corazón: porque de él mana la vida"

Proverbios 4:23

II. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

2.1. Macro localización

El municipio de Yalagüina se encuentra ubicado en el la República de Nicaragua en el departamento de Madriz, a 229 km de la ciudad de Managua y a 68 km de la cabecera departamental de Somoto. (Ver anexo Nº I).

2.2. Micro localización

La comunidad Las Cruces, se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas 13° y 29 “de latitud norte y 86° y 30” de longitud oeste, ubicado en el sector sur de la cabecera departamental de Somoto, a una distancia de 68 Km. (Ver anexo Nº II).

2.3. Demografía

La población total del municipio es de: 12,602 habitantes. Población urbana 2,655 habitantes. Población rural 9,947 habitantes. Densidad poblacional 177.69 hab/km².

2.4. Clima

2.4.1. Temperatura

La temperatura anual en todo el territorio municipal oscila entre los 28° y 32° (grados).

2.4.2. Precipitación

La precipitación promedio anual, presenta rangos de 650 mm a 800 mm. Caracterizándose por una buena distribución durante todo el año. Cabe mencionar que actualmente las aguas se han profundizado, debido a la falta de lluvia, el despale indiscriminado, las quemas que se siguen desarrollando.

2.4.3. Antecedentes

Inundaciones: Los eventos climáticos extremos (huracanes) en el municipio de Yalagüina, han generado pérdidas de infraestructura y de recursos naturales. Las lluvias intensas provocan inundaciones en tierras planas y crecidas súbitas de ríos

(escondido el jícarito de san Antonio) y quebradas con arrastre de detritos y escombros que arrasan sus terrazas aluviales hasta el lecho menor o mayor.

Deslizamientos: El municipio presenta actividad por deslizamientos superficiales de cáscara de naranja, terracetas y varios cuerpos de deslizamientos profundos, en las faldas del cerro Quisuca, Piedra, La Burra y Cerro Grande existen algunas elevaciones donde habita población, quedan expuestas a sufrir un deslizamiento de tierra. Entre las principales causas generadoras de estos eventos se encuentran, la Sobreutilización de los suelos en un 95% con actividades agropecuarias (67.27 Km^2), el relieve de montaña con pendientes de hasta el 75% y fuertemente deforestadas y las quemas agrícolas que provocan la ruptura de la estructura del suelo por la intensidad del calor, degradándolo y volviéndolo susceptible a su remoción por coladas o deslizamientos peculiares.

2.5. Geografía y geología

2.5.1. Relieve

Se caracteriza por su relieve de montaña que abarca aproximadamente el 80% del territorio municipal, presentando en dominio una topografía inclinada con rangos de pendientes entre los 30% y 75%, con elevaciones mayores a los 1,000 msnm. Las principales alturas del territorio son: La Ceiba, El Escobal, Palo de Arco, Agua Zarca, El Cobre y el Cerro de Santa Ana que alcanza los 1,664 msnm.

2.5.2. Conformación del suelo

Los suelos que predominan en el municipio están representados por entisoles, caracterizándose por ser jóvenes sin desarrollo del perfil. Los entisoles son típicos de laderas donde la escorrentía no permite la evolución de los suelos en profundidad a causa de la erosión hídrica.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

"Mía es la plata, y mío es el oro, dice Jehová de los ejércitos"

Hageo 2:8

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Estudio socioeconómico

Un estudio socioeconómico es un trabajo de investigación sobre un individuo o sociedad, que se lleva a cabo empleando técnicas métricas acerca de la situación social y económica para constatar o descartar hipótesis sobre las necesidades y características de una persona o grupo de personas. (LIDEFER, s.f.)

3.2. Caracterización hidrogeológica

Los Estudios hidrogeológicos definen el rendimiento, calidad y caudal óptimo para la captación de agua o las condiciones, limitaciones y concentraciones máximas de posibles vertidos que puedan dañar las cuencas subterráneas. Además, se determinan las direcciones de flujo subterráneo para asegurar la sustentabilidad del acuífero, tanto en rendimiento como en calidad.

3.3. Prueba de bombeo

Es la realización del aforo de un pozo relacionado con la cantidad de agua que se está bombeando con el equipo instalado, monitoreando variación de los niveles dentro del pozo (nivel dinámico), es ideal que se llegue a estabilizar este nivel con un caudal determinado.

3.4. Fuente de abastecimiento

Se entiende por fuentes de abastecimiento de agua aquel punto o fase del ciclo natural del cual se desvía o aparta, temporalmente para ser usada regresando finalmente a la naturaleza. Esta agua puede o no volver a la fuente original, lo cual depende de la forma que se disponga de las aguas de desperdicio.[4]

[4] “ (Fuentes de Abastecimiento, Aprovechamiento y Consumo de Agua, 2018)”. Recuperado de http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/5772/Capitulo2.pdf

3.4.1. Tipos de abastecimiento de agua potable

Existen dos tipos: por gravedad y por bombeo.

- Por gravedad: consiste en un conjunto de estructuras que llevan el agua desde una fuente elevada, hasta los puntos de consumo ubicado más abajo. Funciona debido a la energía potencial que te tiene el agua, esto debido a su altura.[5]
- Por bombeo: la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado.

3.5. Calidad de agua

La calidad del agua, es un estado de esta, caracterizado por su composición físico-química y biológica. Este estado deberá permitir su empleo sin causar daño, para lo cual deberá reunir dos características:

1.- Estar exenta de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores.

2.- Estar exenta de sustancias que le comuniquen sensaciones sensoriales desagradables para el consumo (color, turbiedad, olor, sabor). (El Agua Potable, 2018)

3.5.1. Análisis físico-químico

Este análisis se indica cuales han de ser los análisis de autocontrol y los análisis en el grifo del consumidor para ver la calidad del agua y determina: aspecto, color, olor, sabor, turbiedad, sólidos disueltos totales, dureza total, alcalinidad F, alcalinidad M, cloruros (Cl), sulfatos (SO4), hierro (Fc), manganeso (Mn), amonio (N114), nitritos (NO2), nitratos (NO3), fluoruro (F), arsénico (As), plomo (Pb) y vanadio (V).

[5] “Distribución por gravedad”. Recuperado de https://es.slideshare.net/Jorge77c44/distribucion-por-gravedad-38725925

3.5.2. Análisis bacteriológico

Es el que determina si el agua contiene microrganismos fecales, cuya presencia indica la contaminación de origen animal o humano, y con solo la presencia de un microrganismo patógeno provoca la enfermedad a un ser vivo.

3.6. Sistema de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, ya que como se sabe los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia. Uno de los puntos principales de este capítulo, es entender el término potable.[6]

3.7. Cálculo hidráulico

3.7.1. Levantamiento topográfico

Se define como el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder confeccionar una correcta representación gráfica o plano. Este plano resulta esencial para situar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como para elaborar cualquier proyecto técnico. (Franquet & Querol, 2011)

3.7.2. Factores de diseño

- **Periodo de diseño:** Es el tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar satisfactoriamente, el establecimiento del periodo de diseño o año horizonte del proyecto se puede establecer para cada par de componente del proyecto. (Apuntes Ingeniería Civil, 2018)

[6] Manual de Diseño para proyectos de Hidráulica

- **Vida útil: La** "vida útil" se considera al tiempo en que las obras estarán en servicio al 100% sin que tengan unas erogaciones de operación y mantenimiento elevadas. El tiempo está determinado por la duración de los materiales de que estén hechos los componentes de la obra.[7]

- **Variaciones de consumo:** El consumo no es constante durante todo el año, inclusive se presentan variaciones durante el día, esto hace necesario que se calculen gastos máximos diarios y máximos horarios, para el cálculo de estos es necesario utilizar Coeficientes de Variación diaria y horaria respectivamente.[8]

3.8. Obras de captación

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud.

3.9. Línea de conducción

Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora, o bien hasta el tanque de regularización, dependiendo de la configuración del sistema de agua potable.

Una línea de Conducción debe seguir, en lo posible, el perfil del terreno y debe ubicarse de manera que pueda inspeccionarse fácilmente. Esta puede diseñarse para trabajar por gravedad o bombeo.

---

[7] Manual para diseño de agua potable y alcantarillado. Universidad Veracruzana

[8] "Variación de consumo-Sistema de agua potable". Recuperado de https://civilgeeks.com/2010/10/07/variacion-de-consumo-sistema-de-agua-potable/

3.10. Red de distribución

Un sistema de distribución de agua debe ofrecer un suministro seguro de agua potable en cantidad suficiente y a una presión adecuada para usos domésticos y de protección contra incendios. Los sistemas de distribución suelen tenderse en forma de red, con conexiones transversales a diversos intervalos. (Capítulo 3-Diseño de línea de conducción y red de distribución., 2018)

3.11. Tanque de almacenamiento

Depósito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión internas relativamente bajas.

3.11.1. Tipos de tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización. Los tanques de almacenamiento, se clasifican en:

- **Tanques sobre el suelo (superficiales)**

Los tanques superficiales están construidos sobre la superficie del terreno. La construcción de este tipo de tanques es común cuando el terreno es "duro" o conviene no perder altura y se tiene la topografía adecuada.

Los tanques superficiales se sitúan en una elevación natural en la proximidad de la zona por servir de manera que la diferencia de nivel del piso del tanque con respecto al punto más alto por abastecer sea de 15 m y la diferencia de altura entre el nivel del tanque en el nivel máximo de operación y el punto más bajo por abastecer sea de 50 m.

Se recomiendan este tipo de tanques en los siguientes casos:

a) Cuando lo permita la topografía del terreno lo permita.

b) Cuando los requisitos de capacidad sean mayores de 250.000 galones.[9] (regulador).

- **Tanques elevados**

Los tanques elevados son aquellos cuya base está por encima del nivel del suelo, y se sustenta a partir de una estructura. Generalmente son construidos en localidades con topografía plana donde no se dispone en su proximidad de elevaciones naturales con altimetría apropiada. El tanque elevado se refiere a la estructura integral que consiste en el tanque, la torre y la tubería de alimentación y descarga. [10]

3.11.2. Planos constructivos y de detalles

Los planos constructivos son la representación gráfica del proceso constructivo de un proyecto arquitectónico. En ellos se dibujan todas las exigencias constructivas del proyecto, como lo son las plantas de distribución arquitectónicas, cortes, fachadas, planta de cimientos, planta de entrepisos (para proyectos de más de un nivel), planta de estructural de techos, planta de agua pluvial, planta de instalaciones mecánicas, planta de instalación eléctrica. Además se le suma a estos planos los detalles constructivos, notas estructurales, la ubicación y la localización del proyecto. (Monografias.com, 2018)

3.12. Saneamiento

Según OMS (Organización Mundial de Salud) se entiende por saneamiento a “los suministro de instalaciones y servicios que permiten eliminar sin riesgo la orina y las heces, también, el término saneamiento hace referencia al mantenimiento de buenas

---

[9] “Tanques sobre el suelo (superficiales)”. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99) INAA

[10] “Manual de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento”. Recuperado por http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/13DisenoConstruccionyOperacionDeTanquesDeRegulacion.pdf

condiciones de higiene gracias a servicios como la recogida de basura y la evacuación de aguas residuales.” (OMS, 2015).

El saneamiento constituye la base de muchos otros desafíos de desarrollo, ya que las deficiencias en este ámbito tienen impactos en la salud pública, la educación y el medio ambiente. Cerca de 1000 niños menores de 5 años mueren diariamente a raíz de diarreas causadas por servicios de agua, saneamiento e higiene inadecuados. Sin instalaciones de saneamiento adecuadas, es más probable que las niñas abandonen la escuela o sean vulnerables a ataques mientras buscan un lugar privado para hacer sus necesidades. Análisis recientes indican que poner fin a la práctica de defecar al aire libre puede salvar la vida de los niños al disminuir el contagio de enfermedades, el retraso del crecimiento y la desnutrición, todos factores importantes para el desarrollo cognitivo infantil y la productividad económica futura.[11]

3.13. Presupuesto

El presupuesto es una herramienta de control, permite correlacionar la ejecución presupuestal con el avance físico, su comparación con el costo real permite detectar y corregir fallas y prevenir causales de variación por ajuste en alcances o cambios en actividades. No debe concebirse como un documento estático, cuya función concluye una vez elaborado. El presupuesto de construcción se debe estructurar como un instrumento dinámico, que además de confiable y preciso sea fácilmente controlable para permitir su actualización sistemática y evitar que se convierta en una herramienta obsoleta y de poca utilidad práctica.

Presupuestar una obra, es establecer de qué está compuesta (composición cualitativa) y cuántas unidades de cada componente se requieren (composición cuantitativa) para,

[11] “Saneamiento”. Recuperado de https://www.bancomundial.org/es/topic/sanitation

finalmente, aplicar precios a cada uno y obtener su valor en un momento dado. (Cueva del Ingeniero Civil, 2018).

3.14. Cloración

La cloración del agua es un proceso empleado en los tratamientos de aguas para lograr la desinfección de bacterias y organismos patógenos.

La cloración se emplea en las partes finales de los tratamientos de potabilización, desalación, incluso depuración. En este proceso se busca eliminar los microorganismos que puedan haber sobrevivido a los procesos anteriores. Para esto se añade una sustancia oxidante (cloro o compuestos de cloro), que garantiza la calidad del agua ante posibles contaminaciones accidentales o durante su recorrido a través de la red de abastecimiento o saneamiento.

Además de lograr la destrucción de patógenos, también sirve para eliminar sólidos minerales y orgánicos no deseados. En este grupo se encuentran las sustancias que provocan olores y sabores desagradables en el agua.

Debido a estos casos y otros similares, se emplea el proceso de desinfección con cloro. El cloro es un producto químico de gran poder bactericida y remanente. Este compuesto químico logra destruir las enzimas fundamentales para la vida de estos agentes patógenos. Es decir, el cloro consigue eliminar los microorganismos patógenos que pueden existir en el agua, y en consecuencia, disminuye la probabilidad de transmisión de enfermedades por medio del agua. (TECPA, 2020)

3.15. Golpe de ariete

El fenómeno del golpe de ariete, también denominado transitorio, consiste en la alternancia de depresiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, es decir, básicamente es una variación de presión, y se puede producir tanto en impulsiones como en abastecimientos por gravedad.

El valor de la sobrepresión debe tenerse en cuenta a la hora de dimensionar las tuberías, mientras que, en general, el peligro de rotura debido a la depresión no es importante, más aún si los diámetros son pequeños. No obstante, si el valor de la depresión iguala a la tensión de vapor del líquido se producirá cavitación, y al llegar la fase de sobrepresión estas cavidades de vapor se destruirán bruscamente, pudiendo darse el caso, no muy frecuente, de que el valor de la sobrepresión producida rebase a la de cálculo, con el consiguiente riesgo de rotura.

Los principales elementos protectores en este caso serían las ventosas y los calderines, como estudiaremos posteriormente. Por lo tanto, el correcto estudio del golpe de ariete es fundamental en el dimensionamiento de las tuberías, ya que un cálculo erróneo puede conducir a:

- Un sobredimensionamiento de las conducciones, con lo que la instalación se encarece de forma innecesaria.
- Tubería calculada por defecto, con el consiguiente riesgo de que se produzca una rotura.[12]

3.16. Carga estática

Se denomina carga estática a la diferencia de altura entre el punto de toma de agua hasta donde se entrega.

3.17. Carga total dinámica

La Carga dinámica total (CDT) es la suma de 2 partes, la carga estática y la carga dinámica. La carga estática representa la resistencia en un sistema de bombeo antes de que el líquido entre en movimiento. (Fesmex, 2020)

[12] “Golpe de ariete” Recuperado de https://previa.uclm.es/area/ing_rural/trans_hidr/tema10.pdf

3.18. Sistema de bombeo

Los sistemas de bombeo se aplican para trasiego de fluidos entre depósitos o para camiones de descarga como camiones cisterna. Es muy importante, saber seleccionar cual es la mejor bomba según el tipo de operación que quieras realizar.

El material de la bomba depende del fluido a trasegar y de las condiciones de bombeo y temperatura ambiente. En función del fluido y de las condiciones de proceso, puede ser necesario instalar un acoplamiento magnético entre bomba y motor, o un cierre mecánico con sistema de enfriamiento y lubricación.

Cuando se trata de un depósito enterrado hay cuatro tipos de bombas posibles:

1. Bombas centrifugas horizontales ubicadas en la parte superior del depósito con sistema de cebado. Tienen la ventaja de que el mantenimiento se hace en la superficie y el inconveniente de que se puede dañar si no se ceban correctamente y que no se opere bien a partir de 8 metros de profundidad.

2. Bombas centrifugas enterradas a una profundidad similar al depósito. La ventaja de estar siempre cebadas tiene el inconveniente de que no siempre es posible dispone de espacio enterrado para ellas y conseguir que ese espacio o se inunde por lluvias.

3. Bombas verticales en las que el motor está más alto que la superficie de fluido y el impulsor en la parte inferior. Tiene ventaja económica y de cebado, siendo por el contario bombas de mayor longitud vertical que precisar para su mantenimiento sistemas de izado.

4. Bombas sumergibles en las que el motor y el impulsor están sumergidos en el fondo del depósito. Tiene ventaja en precio y cebado, además de poder operar en automático mediante nivel de boya. La desventaja es que necesitan un

sistema de izado para su mantenimiento. Son habituales para el vaciado de depósitos enterrados de recogida de lluvia o por filtración. (fluideco, 2020)

3.19. Obras de captación

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud.

3.20. Conexiones domiciliares

Las conexiones domiciliarias se definen como la conexión del servicio público, un predio urbano o un espacio público determinado, desde la red principal hasta la fachada o vereda adyacente, que incluye la instalación de un elemento de control o registro de consumo de servicio que será supervisado y contabilizado por la empresa concesionaria.

Las conexiones domiciliarias son gestionados, a través de las entidades responsables (Entidad de saneamiento municipal), debiendo prohibirse cualquier obra de intervención de particulares en la red pública. Estas conexiones deben realizarse bajo el control municipal.

Como reglad e seguridad de utilización adecuada de la red interna domiciliar (privada), la sección adoptada de conexión debe tener un diámetro inferior a la del conector público, buscando que en caso de producirse una obstrucción por uso indebido, el efecto se produzca en la trama de la conexión o el interior de la conexión.

Toda conexión domiciliaria de agua potable consta de trabajos externos hasta la caja del medidor de agua potable, su instalación se hará de manera perpendicular a la red matriz.

No se permite instalar conexiones domiciliarias en líneas de impulsión conducción, salvo casos excepcionales con aprobación previa de la empresa. (Heredia, 2020).

3.21. Sistemas de válvulas

Los sistemas de válvulas se usan con la intención de proteger las tuberías y equipo de bombeo, principalmente el fenómeno llamado golpe de ariete. [13]

3.22. Sarta de bombeo

La sarta, conjunto de válvulas, accesorios, niples medidor maestro, representa lo que se llama la conexión de bombas. La capacidad máxima de diseño para operación continúa del medidor. (ENACAL, 2020)

[13] “Sistema de válvulas" Recuperado de https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.

CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

"Para el optimista, el vaso está medio lleno. Para el pesimista, el vaso está medio vacío. Para el ingeniero, el vaso es el doble de grande de lo que debería ser"

Anónimo

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de Investigación

De acuerdo los objetivos propuestos, la investigación que se realizó será analítica aplicada ya que realizará una metodología de cálculo de las diferentes variables que contiene el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable cumpliendo las normas establecidas en Nicaragua, tomando en cuenta sus características, funcionamiento e interrelación del contenido de las variables de diseño. Y a la vez será descriptiva porque se dan a conocer las características socioeconómicas de la población.

4.1.1. Muestra

La muestra para la realización del presente trabajo, está constituido por los pobladores de la Comunidad Las Cruces, Municipio de Yalagüina, departamento de Madriz.

4.1.2. Variables a estudiar

Condiciones de las viviendas, saneamiento e higiene, manejo de desechos sólidos, composición de las familias, acceso al agua, condiciones de salud, educación y organización comunitaria.

4.2. Recorrido de campo

La visita de campo, tiene como objetivo recabar información, principalmente visual, que permita conocer el modo de vida de la población y las principales problemáticas que presenta. Sin ser excluyentes, la visita tendrá como objetivo realizar las siguientes actividades de reconocimiento:

a) Observación general de las condiciones socioeconómicas de la comunidad.
b) Observación del mecanismo actual para el abastecimiento de agua.
c) Observación de los sistemas de disposición de excretas utilizados.
d) Reconocimiento de la infraestructura pública, en especial la vial.

e) Reconocimiento de la fuente de abastecimiento y el estado de esta.

4.2.1. Levantamiento de información socioeconómica

La información será obtenida por medio de una encuesta a la población que permitirá desarrollar la problemática que afecta al sector e información socioeconómica.

Dicha encuesta será realizada con la ayuda de la Alcaldía Municipal de Yalagüina, la que se denominará encuesta socioeconómica a la comunidad Las Cruces del Municipio de Yalagüina, departamento de Madriz. También se aplicarán entrevistas a ingenieros (Alcaldía de Yalagüina). Esta información identificará las necesidades básicas y situación actual de la población en base a condiciones de vida, salud, economía y abastecimiento actual de agua. (Ver anexo Nº III).

4.2.2. Técnicas para el procesamiento de datos

Los datos obtenidos en las encuestas serán procesados mediante el programa Microsoft Excel, asignándoles un valor numérico mediante gráficas, para clasificar la información. Los resultados de la encuesta y observaciones serán procesados con el uso de técnicas de resumen, que permiten priorizar la información básica de interés para la redacción de este documento.

4.3. Caracterización hidrogeológica

4.3.1. Fases del estudio

Se delimitan las zonas de afección del proyecto. Recopilación de la información existente de la comunidad Las Cruces, realización de levantamiento de campo y estudios previos al mismo. A continuación, con ayuda del software Word se contrastará la información obtenida.

4.3.2. Fase de campo

Se utilizó la hoja topográfica 2856-2 de Somoto y la hoja topográfica 2956-3 de Condega, a escala 1: 50000, edición INETER 1998. Impresas para ser utilizada en el campo. Para la ubicación espacial en el terreno se utilizará el Sistema Global de

Posicionamiento Satelital (GPS), aparato electrónico, Digital-portátil, Marca: Garmin, Modelo: GPSmap-60CSx. Se utilizará el software AutoCAD y civilCAD, para obtener los planos topográficos.

4.3.3. Partes de la caracterización

Incluye varios apartados, entre ellos:

- Una caracterización climática.
- Una caracterización geológica.
- Prueba de bombeo
- Determinación del caudal hidrológico.
- La preparación del modelo hidrológico por medios electrónicos.
- La elaboración de la cartografía que analiza las secciones de una cuenca, etc.

Se realizó un reconocimiento hidrológico en toda el área del proyecto, con el objetivo de determinar la factibilidad de la fuente subterránea existente y establecer su potencial hidrológico y calidad de la misma como futura fuente de abastecimiento para esta comunidad durante los siguientes 20 años.

4.4. Fuente de abastecimiento

Existen dos tipos de fuentes de abastecimiento en el sector rural de nuestro país y son: superficial y subterránea. Las aguas subterráneas se encuentran localizadas en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo.

Se analizaron las posibles alternativas tomando en cuenta los aspectos técnicos; tipo de fuente, condiciones de suelo y capacidad hídrica, para que el diseño se adapte a la situación de la comunidad.

4.4.1. Cantidad

La fuente de abastecimiento deberá proporcionar en conjunto el gasto máximo diario, sin embargo, se deberán establecer las necesidades inmediatas de la localidad siendo

necesario que, cuando menos que la fuente proporcione el gasto máximo diario sin peligro de reducción por sequía o cualquier otra causa; por lo tanto, deberá cumplir la necesidad inmediata de la comunidad. Por lo que se realiza aforo para determinar la cantidad de consumo en la comunidad a beneficiar.

4.4.2. Calidad

Para determinar tratamiento y los contaminantes específicos en el agua deben ser identificados y ser medidos. Los contaminantes del agua se pueden dividir en dos grupos: contaminantes disueltos y sólidos suspendidos. Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por media deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua.

Se identificarán las alternativas más viables para la fuente en la comunidad las Cruces de Yalagüina. Para conocer la calidad del agua de la fuente propuesta para el proyecto, se tomarán muestras de agua para llevar a un laboratorio y se procederá a realizar el análisis físico químico, y bacteriológicos para determinar si esta apta para consumo humano, con las normas aprobadas por el INAA, tomando como referencia NTON 05 007-98.

4.5. Estudio Poblacional

4.5.1. Tasa de crecimiento

Dado que se está utilizando el método geométrico que es el más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas basándose en el crecimiento histórico.

1. Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.
2. Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento menor del 2.5%.

3. Si el promedio de la población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
    a. Mayor del 4% la población se proyectara en base al 4% de crecimiento anual.
    b. Menor del 2.5% la población final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
    c. No menor del 2.5% ni mayor del 45, la población final se hará basada en el promedio obtenido.[14]

4.5.2. Proyección de la población

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

$$rg = \left(\frac{P_n}{P_o}\right)^n - 1 \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

rg: Tasa de crecimiento de población geométrica

Pn: Población proyectada o del último censo

Po: Población base o inicial

n: Período de diseño

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.[15]

---

[14] INAA – NTON 09003-99 Normas Técnicas para el Abastecimiento y Potabilización del Agua

[15] INAA – NTON 09001-99 Normativas relativas al Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural.

4.6. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD) = 1.5 CPD + pérdidas (Consumo promedio diario)

(Ecuación 2)

Consumo máximo hora (CMH) = 2.5 CPD + pérdidas (Consumo promedio diario)

(Ecuación 3)

4.6.1. Diseño de obra de captación

Se propone realizar análisis bacteriológico, químico (arsénico) y físico químico y prueba de bombeo que determinara el tipo de bomba a utilizar y el caudal disponible. Por medio del software Excel se evaluará la prueba de bombeo y se analizaran en gráficos de perfil del pozo.

4.7. Línea de conducción

4.7.1. Pérdidas en la línea de conducción

a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas en el sistema se utilizará la siguiente ecuación:

$$Qf = 20\%CPD \qquad \text{(Ecuación 4)}$$

CPD: consumo promedio diario.

b) Para determinar el diámetro más económico se aplicará la fórmula tipo Bresse con

K =0.9 Y n =0.45 detallado a continuación.

$$D = 0.9(Q)^{0.45} \qquad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

D: Diámetro de tubería de descarga (m)

Q: Caudal de bombeo (m3/s)

Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estimará en 1.5 del consumo promedio (CMD =1.5 CP, más las pérdidas).

4.7.2. Golpe de ariete

Para este cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$h = \frac{a*V}{g} \qquad \text{(Ecuación 6)}$$

h: sobrepresión del golpe de ariete.

a: es la celeridad de la onda elástica del fluido en la tubería, [m/s].

V: velocidad media del flujo (m/s).

g: valor de la gravedad.

La llamada fórmula de Allievi, para el cálculo de la celeridad de la onda en el golpe de ariete, no es más que una particularización de la fórmula de Joukowski. La velocidad del sonido en el agua tiene un valor de 1425 m/s, y su módulo de elasticidad es k = 2,03· 109 N/m 2, a la temperatura de 10 ºC.

La fórmula anterior queda simplificada, la llamada fórmula de Allievi para el agua:

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3 + K*\frac{D}{e}}} \qquad \text{(Ecuación 7)}$$

c: celeridad de la onda elástica del fluido en la tubería, [m/s].

D: diámetro de la tubería;

e: espesor de la tubería.

K: coeficiente según material.

En la siguiente tabla se recogen módulos de elasticidad E y valores de K, de algunos materiales.

Tabla N° 1: Valores de K en la fórmula de Allievi

Material	E módulo de elasticidad Kp/cm^2	*K*
Acero	2.000.000	0,5
Aluminio	700.000	1,43
Fundición dúctil	1.700.000	0,50
Fundición laminar	1.000.000	1
Hormigón	200.000	5
Plomo	200.000	10
Polietileno alta densidad (HDPE)	9000	111,11
Polietileno baja densidad (LDPE)	2000	500
PVC	30.000	33,33

Fuente: Cidta.usal.es>calgolpe PDF

4.8. Cloración

El cloro usado nacionalmente para desinfección del agua puede ser como solución de hipoclorito de sodio (líquido) o como cloro gas. En general, el hipoclorito se recomienda para abastecimiento de pequeñas poblaciones.

La selección del tipo de cloro a utilizar debe hacerse tomando en cuenta los siguientes aspectos:

La capacidad requerida de la estación de cloración:

$$Ca=(Q*C)/1000 \qquad \text{(Ecuación 8)}$$

Donde:

Ca: capacidad de diseño de la estación de cloración Kg. Cloro/día.

Q: caudal de agua, máximo horario m^3/día.

C: dosis de cloro mg/L.

En general se recomienda hipocloración para capacidades menores de 1 kg/dia y caudales de 130 gpm como máximo. (8.20 L/s). Capacidad de sostén de la tecnología a instalar, una pequeña comunidad puede reparar por sus propios medios un hipoclorador de carga constante. El tiempo de almacenamiento del hipoclorito no debe ser mayor de un mes.

Concentración de cloro en el envase: el hipoclorito tiene 120 gr/L de cloro: en el caso de los cilindros, se puede considerar que su peso neto corresponda al cloro puro.[16]

4.9. Almacenamiento

El método de diseño se hará según las Normas (NTON 09 002-99), se deben diseñar los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que éstos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento.

a) Volumen compensador

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo. Se estimará en 15% del consumo promedio diario.

---

[16] INAA – NTON 09003-99 Normas Técnicas para el Abastecimiento y Potabilización del Agua

b) Volumen de reserva

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en la 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 en:

$$\mathrm{VT} = 35\%\mathrm{CPD} \qquad \text{(Ecuación 9)}$$

4.9.1. Elaboración de planos constructivos y de detalles

Para la creación de los planos se usará el software especializado en elaboración de planos AutoCAD y CivilCAD, tomando en cuenta los datos de campo obtenidos a través de la realización del levantamiento topográfico.

Con los resultados del análisis hidráulico a realizarse en EPANET, se plasmarán los planos de los diferentes elementos que conforman un diseño hidráulico, referentes a la red de distribución y líneas de conducción detallados a continuación: obra de captación; sistema de bombeo; obra de almacenamiento; ductos o tuberías; accesorios.

Todos estos planos y diseño cumplirán con las normas técnicas vigentes para el desarrollo de proyectos de agua potable emitido por el INAA.

4.10. Saneamiento

Según OMS “Se ha probado que la mejora del saneamiento tiene efectos positivos significativos en la salud tanto en el ámbito de los hogares como el de las comunidades” (OMS, 2015).

Se implementó como propuesta para el sistema de saneamiento letrinas de fosa seca semi elevada, a través de la encuesta aplicada a la comunidad se evaluará las condiciones de saneamiento de cada familia utilizando la técnica de observación, para

elegir a la población que será beneficiada con este proyecto priorizando a las familias de escasos recursos.

4.11. Cálculo de presupuesto

Se realizó una memoria de cálculo (take-off) para determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas y se elaborará el presupuesto consultando el catálogo de etapas y sub-etapas que proporciona el Nuevo FISE. Se hará uso del programa Microsoft Excel y se establecerán el total de costos directos de acuerdo a cada una de las actividades, los costos indirectos, además de los impuestos correspondientes.

4.11.1. Pasos para elaborar un presupuesto

a. **Listado de precios básicos:** El presupuesto debe incluir la lista de precios básicos de materiales, equipos y salarios utilizados.
b. **Análisis unitarios:** Incluye indicaciones de cantidades y costo de materiales, transporte, desperdicios, rendimientos, costo de mano de obra, etc.
c. **Presupuesto por capitulo:** Los costos de la obra se presentan divididos por capítulos de acuerdo con el sistema de construcción.
d. **Componentes del presupuesto:** Se presenta el desglose del presupuesto con las cantidades y precios totales de sus componentes divididos en materiales, mano de obra, subcontratos, equipos y gastos generales. Finalmente, en costos directos y costos indirectos.
e. **Fecha del presupuesto:** Se debe indicar la fecha en la que se hace el estimativo, en caso de haber proyecciones de costos en el tiempo, se deben indicar

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

"Porque mis pensamientos no son vuestros pensamientos, ni vuestros caminos mis caminos, dijo Jehová"

Isaías 55:8

V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Estudio socioeconómico

Este estudio se realizó especialmente con la finalidad de conocer la población actual y describir la situación socioeconómica de los habitantes de la comunidad.

5.1.1. Encuesta socioeconómica

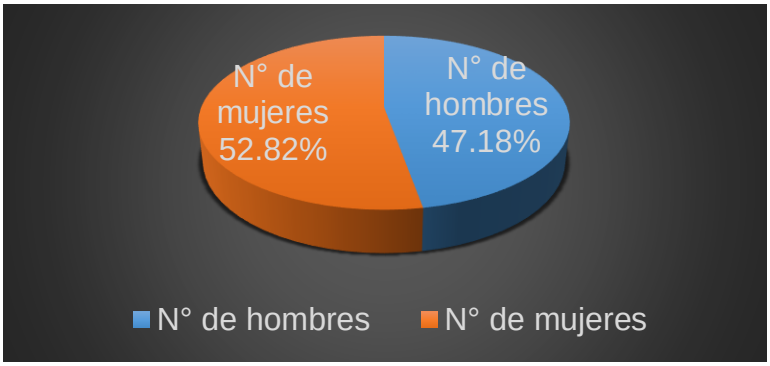
La encuesta socioeconómica en la comunidad Las Cruces del Municipio de Yalagüina fue realizada en el mes de junio del 2019, casa a casa con el fin de obtener datos reales actualizados de la población, viviendas y aspectos socioeconómicos de la población para la realización del estudio.

Con la información recaudada se generaron datos básicos para desarrollar los cálculos y proyecciones necesarias para el proyecto. La información recopilada en el campo mediante la encuesta socioeconómica fue procesada y los resultados obtenidos están representados por medio de gráficos y se pueden apreciar a continuación.

5.1.2. Características de la población

La comunidad cuenta con un total de 144 viviendas y por ende 144 familias, en las cuales habitan 568 personas con un promedio de 3.95 habitantes por vivienda. (Véase Gráfica N°1 y Tabla N° 2).

Grafica N° 1 : Distribución de la población por sexo



Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla Nº 2: Población Las Cruces

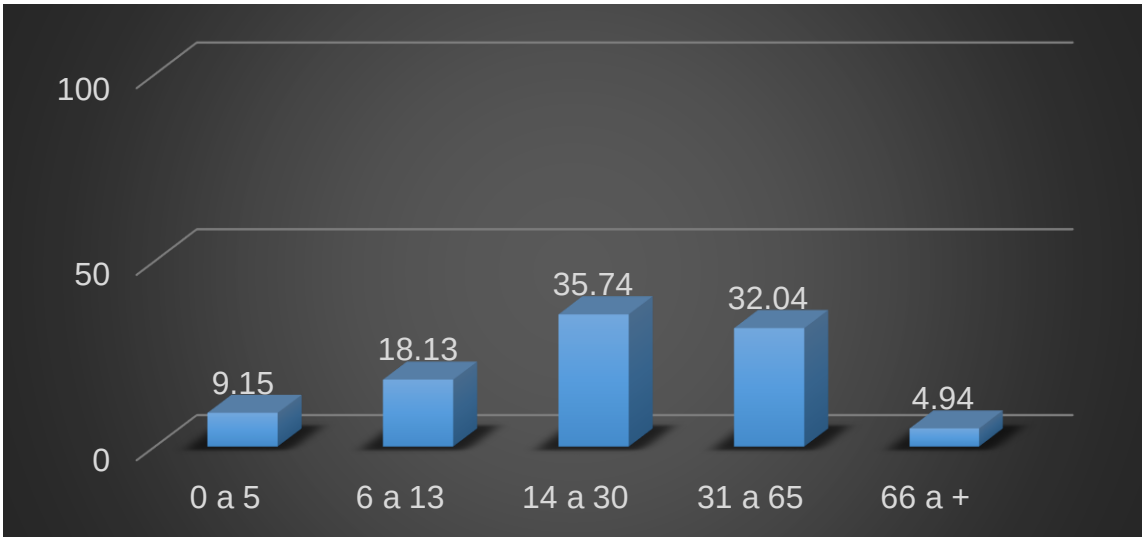
Comunidad	Viviendas	Total	Mujeres	Hombres
Las Cruces	144	568	300	268
Porcentaje de la población (%)			47.18%	52.82%

Fuente: Elaboración propia (2019)

5.1.3. Estructura de la población

En la Gráfica N° 2 se puede observar que el 35.74% de la población son de las edades de 14 a 30 años y solamente el 4.94% de la población es adulto mayor, lo que quiere decir que la mayoría de la población es joven.

Gráfica N° 2: Estructura de la población por edad

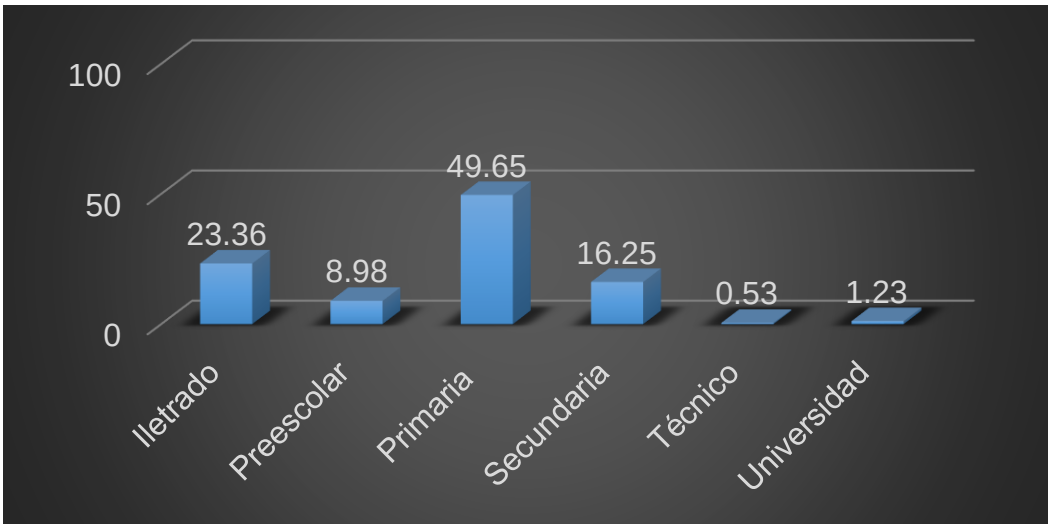


Fuente: Elaboración propia (2019)

5.1.4. Nivel de educación

En la comunidad existe una escuela donde se imparte educación preescolar, primaria y secundaria; los niveles de escolaridad de esta población se estructuran en el Gráfica N° 3.

Gráfica Nº 3: Nivel de educación



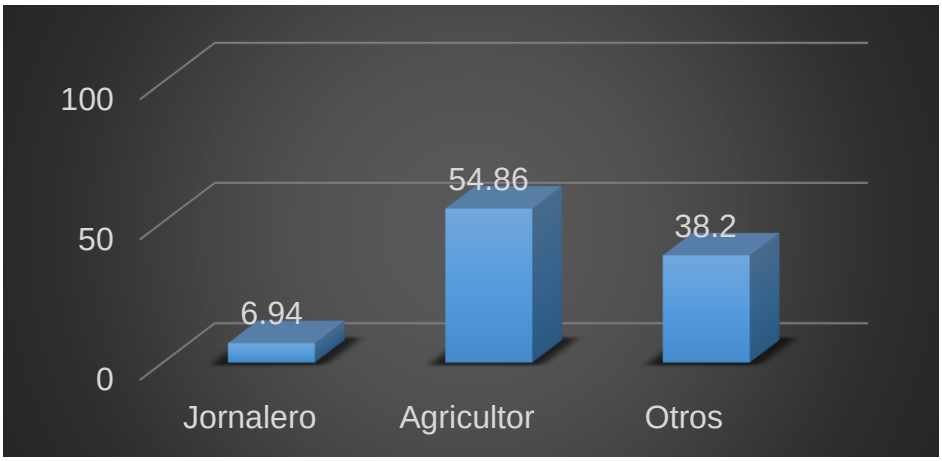
Fuente: Elaboración propia (2019)

Hay un 49.65% de la población que ha culminado la primaria con un 1.23% de los pobladores que han culminado alguna carrera universitaria, evidenciando un 23.36% de personas iletradas.

5.1.5. Economía y empleo

La economía de los miembros de las familias está mayormente basada en la agricultura, mostrando un 54.86% de la población dedicada a esta actividad, los jornaleros que para el caso son personas que trabajan al día en otras fincas, muestran un 6.94%. Otros corresponden a personas que trabajan en Fábricas de tabaco. (Ver Gráfica N° 4).

Gráfica N° 4: Ocupación de las familias de la comunidad



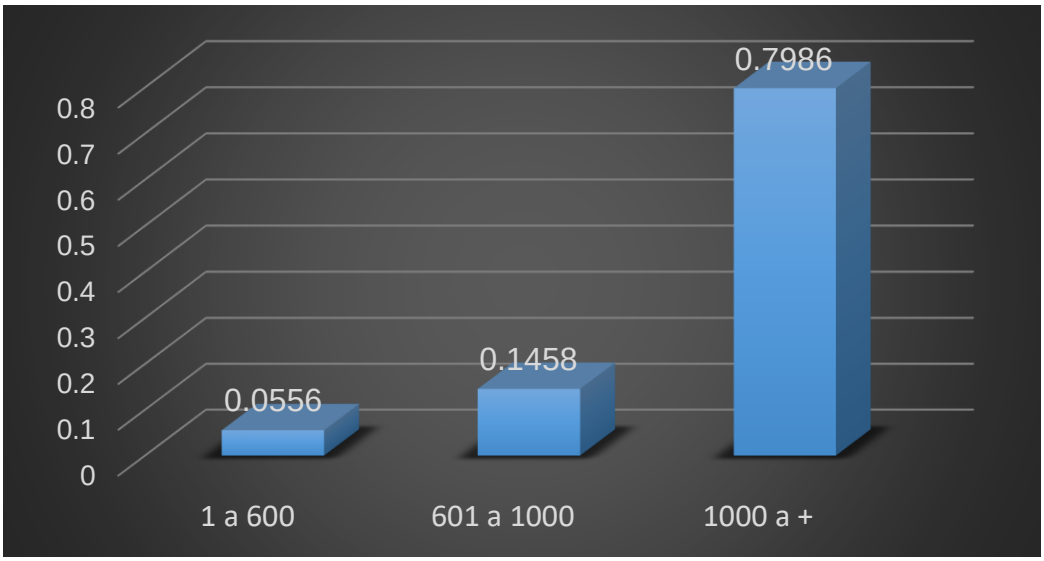
Fuente: Elaboración propia (2019)

Los principales rubros de producción de las familias son, maíz y frijol y en menor medida se dedican a la producción de sorgo. Generalmente la producción agrícola es para el consumo familiar y el intercambio local, considerándose como un aspecto limitante para el desarrollo económico productivo de las comunidades, los altos costos del transporte de sus productos hacia otros mercados.

5.1.6. Rango de ingresos

Según los datos obtenidos se observa que un 79.86% tiene un ingreso mayor a C$ 1,000 y el resto de la población tiene un ingreso menor C$ 1,000. El ingreso mensual de las familias de esta comunidad se estructura de la siguiente manera. (Ver gráfica N° 5).

Gráfica N° 5: Ingresos de las familias Las Cruces

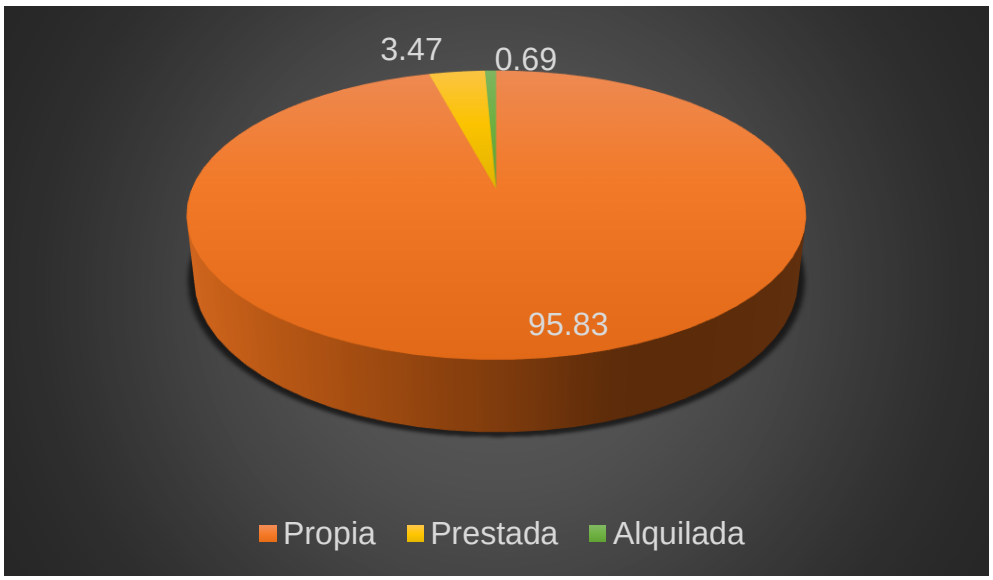


Fuente: Elaboración propia (2019)

5.1.7. Tendencia de la propiedad

El 95.83% de las familias poseen casa propia, el 3.47% de las familias habitan en casa prestada a familiares o amigos y el 0.69% de las familias habitan en casa alquiladas (Véase Gráfica N° 6).

Gráfica N° 6: Estado legal de la vivienda

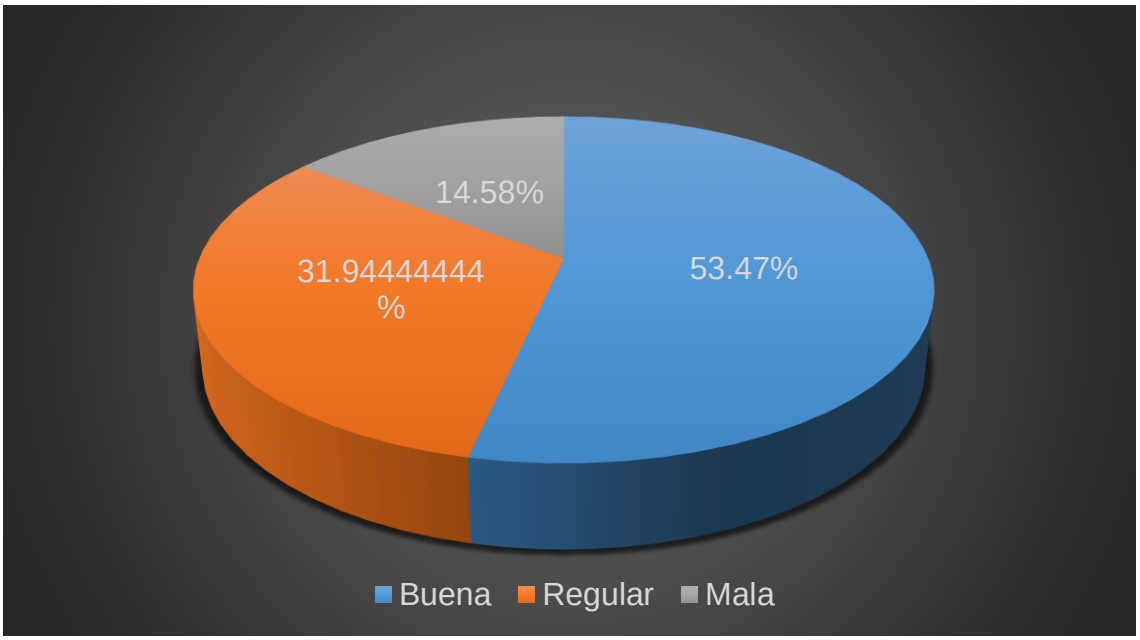


Fuente: Elaboración propia (2019)

5.1.8. Estados de las viviendas

El 53.47% de las casas están en buen estado, el 31.94% se encuentran en estado regular y el 14.58% en mal estado (Véase gráfica N° 7).

Gráfica N° 7: Estado de la vivienda



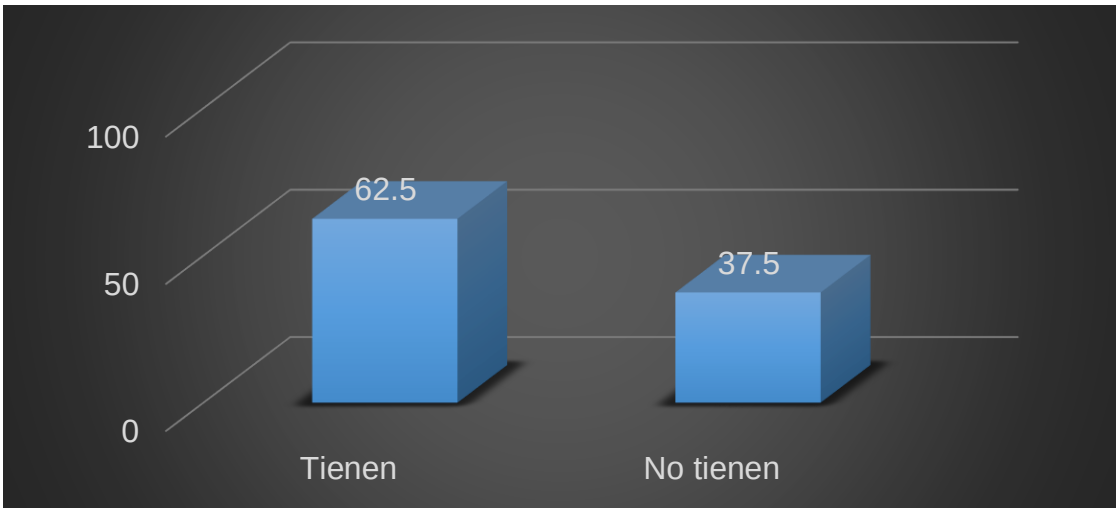
Fuente: Elaboración propia (2019)

5.1.9. Saneamiento

Se registra un 62.5% de familias que afirman tener alguna opción de saneamiento, frente a 37.50% que no tienen; de los que afirman tener saneamiento, el estado del mismo es bueno en el 11.81% de los casos, malo o caído el 88.19%.

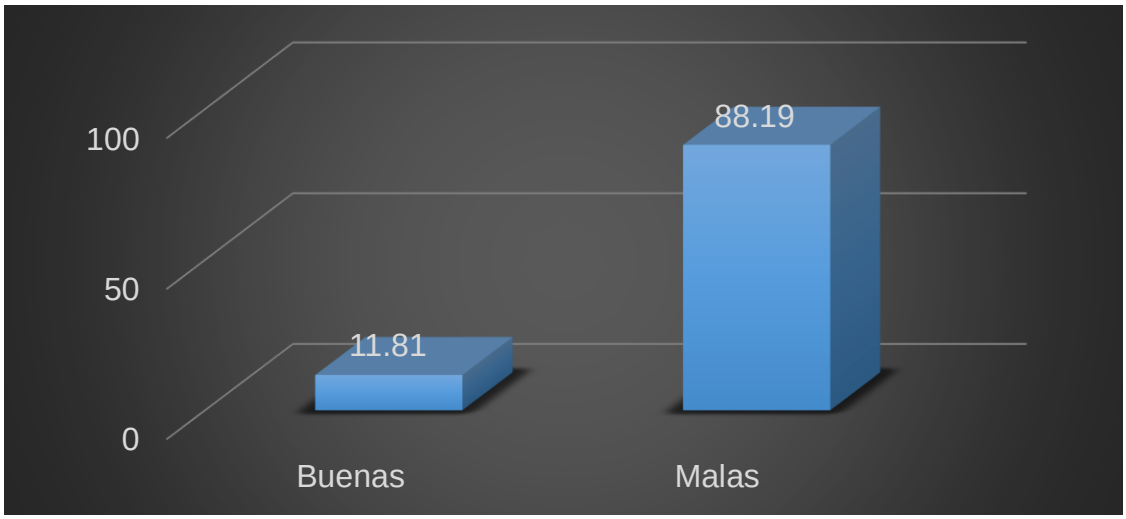
La opción de saneamiento con que cuentan estas familias es generalmente tradicional. (Ver Gráfica 8 y Gráfica 9).

Gráfica N° 8: Porcentaje de las familias con letrina en la comunidad



Fuente: Elaboración propia (2019)

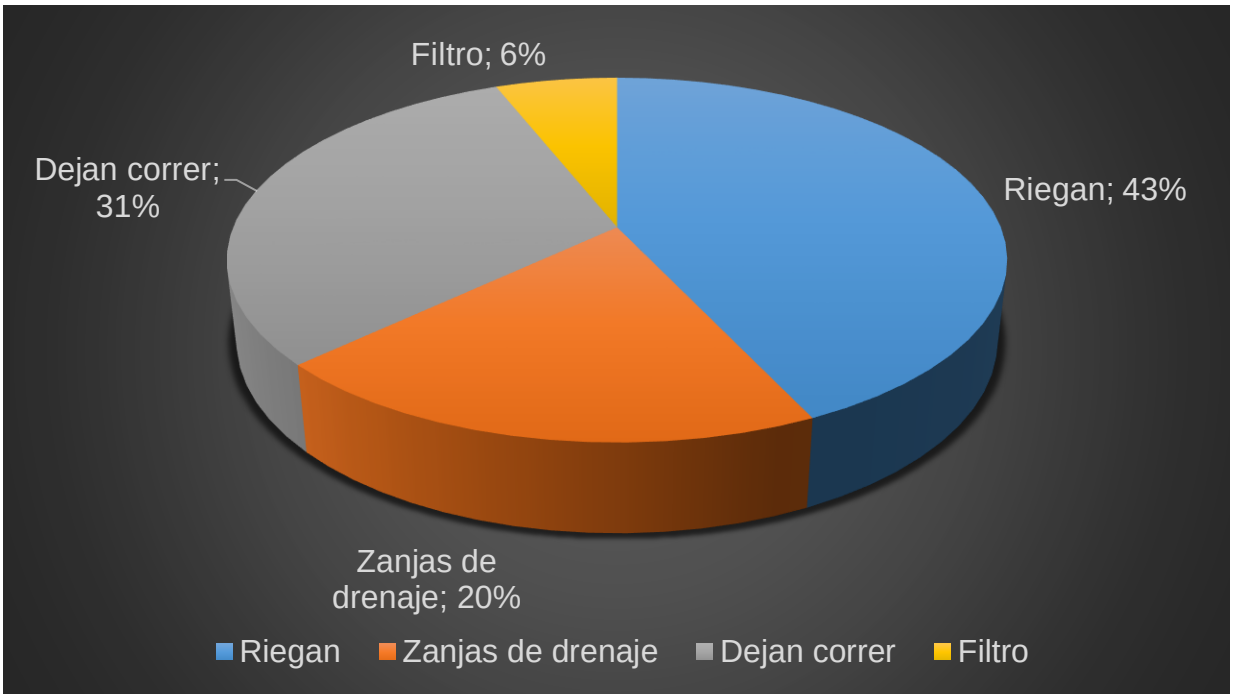
Gráfica N° 9: Condiciones de las letrinas en la comunidad



Fuente: Elaboración propia (2019)

El agua proveniente de las labores diarias del hogar (baño, cocina y otras actividades), el 43 % de las viviendas utilizan esta agua para regarla, el 20% utilizan zanjas para drenarla, el 31% la dejan correr libremente y un 6% utiliza filtro (Véase Gráfica N° 10).

Gráfica N° 10: Eliminación de aguas servidas



Fuente: Elaboración propia (2019)

5.2. Evaluación de la fuente de abastecimiento

En la evaluación de las diferentes alternativas de fuentes de abastecimiento, se consideraron los 4 pozos existentes, entre los cuales resulto más apto para abastecer a la comunidad el PP4 sector Nance Dulce con una capacidad de 60 gpm según inventario de la Alcaldía Municipal de la comunidad. (Ver Tabla Nº 3).

Tabla Nº 3: Descripción de los pozos existentes en Las Cruces

N°	Descripción	Coordenadas			NEA (m)	Prof (m)	Diam (m)	Q (GPM)
		X	Y	Z				
1	PP1 Sector Central	554862	1493980	745	30	45.87	4	9.55
2	PP2 Sector Aceituna	554825	1494244	755	9	45.87	6	6
3	PP3 El Guanacaste	555016	1494413	757	12	45.87	6	23
4	PP4 Nance Dulce	554612	1493766	771	48.59	91.46	6	60

Fuente: Alcaldía Municipal de Yalagüina, (Inventario de fuentes de abastecimiento).

La presente tabla es información facilitada por la Alcaldía Municipal de Yalaguina, dado que en la comunidad ya consta una solicitud para mejorar el sistema de abastecimiento existente; con respecto al caudal de bombeo del pozo a usar, ver el Anexo IV: Datos de levantamiento de campo-Prueba de Bombeo.

5.2.1. Aforo a la fuente de Abastecimiento

Este aforo se realizó con la empresa AINSA perforaciones & sistemas de riegos, el bombeo se efectuó el día 14 de agosto del año 2019, en un tiempo de 15 horas de bombeo continuo (900 min), el pozo tiene una profundidad de 91.46m y diámetro de 6 pulgadas.

Se consideraron 15 horas de bombeo ya que como indica la norma el acuífero se recupera en un tiempo mínimo de 8 horas; en las normas rurales “Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural” y “Saneamiento Básico Rural” en el acápite 5.3.3. Dice textualmente; b). El caudal de explotación de bombeo estará en función de un periodo de bombeo mínimo de 12 horas a 16 horas, por ende estamos dentro de lo establecido.

La prueba de bombeo se efectúa iniciando con un caudal de 30 gpm, 40, 45, 60 gpm (Ver Anexo IV: Datos de levantamiento de campo-Prueba de Bombeo). Para tal efecto, esta prueba se realizó con un equipo sumergible de capacidad de 30 a 100 gpm acoplado a un motor de 5 HP trifásico 230 voltios, instalado con una longitud de columna de 220 pies.

Está prueba es necesaria para saber el aporte del caudal que alimenta esta fuente y poder aprovechar dicha aportación para nuestro propósito, sin que se sufra una disminución significativa.

5.2.2. Resultados de la prueba de bombeo

Se presentan los datos tomados en el campo las cuales varían de 168.2 pies hasta 177.10 pies con los diferentes caudales de prueba y sus diferentes capacidades específicas. En la Tabla N° 4 se resumen los resultados según el caudal.

Tabla Nº 4: Resumen de datos de campo

GPM CAUDAL	N. BOMBEO (PIE)	DESCENSO (PIE)	CE (GPM/PIE)
30	169.09	1.07	2.8
40	179.05	6.03	6.34
45	176	7.1	6.3
60	177.1	9.08	6.6

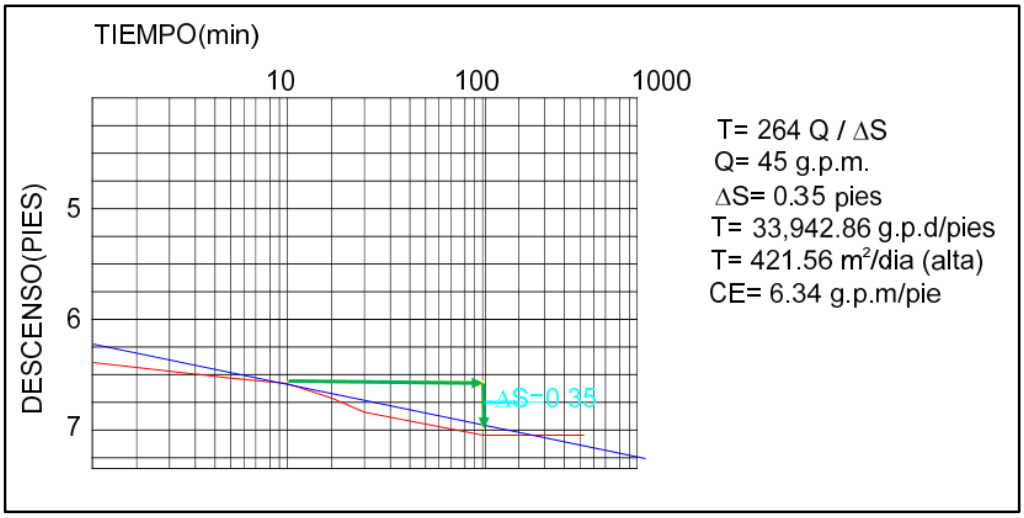
Fuente: Elaboración propia (2019)

La prueba se evalúo con método gráfico analítico de Jacob; donde se gráfica descenso en la escala X (escala normal) contra tiempo (escala logarítmica). (Ver Gráfica N° 11 y Gráfica N° 12).

Según los datos levantados en campo sabiendo que la capacidad específica se obtiene con el caudal máximo se consideró analizar la capacidad específica con 2 caudales de explotación para un mejor estudio obteniendo lo siguiente:

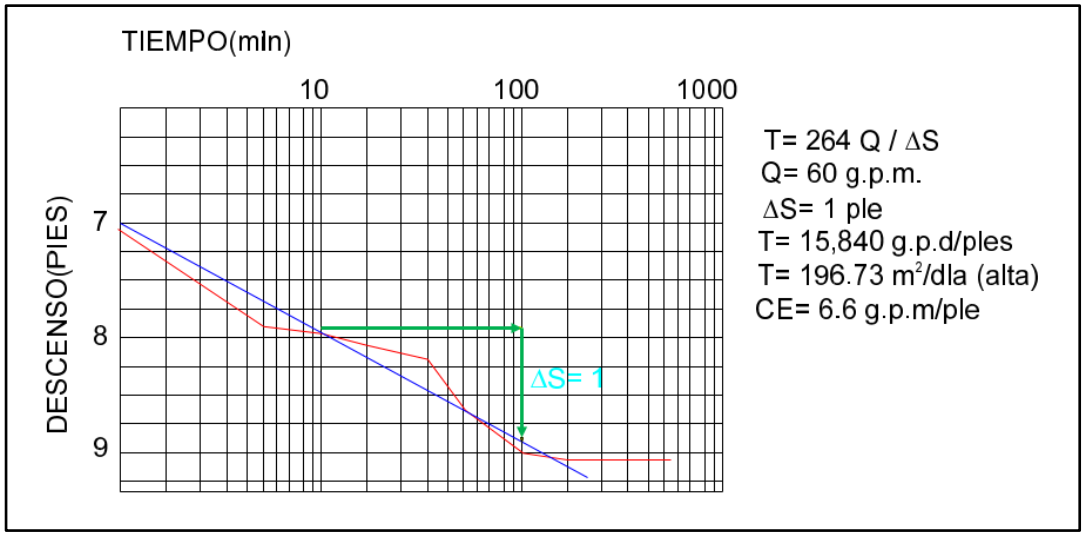
El pozo tiene capacidad específica con 45 gpm de 6.3 gpm/pie (ver gráfica N°11); y con 60 gpm es de 6.6 gpm/pie (ver gráfica N°12), es decir, una capacidad específica promedio de 6.4 gpm/pie, el cual es un valor alto y nos indica que estamos bombeando en un vaso de agua llenado desde años anteriores; con las gráficas de los caudales vemos como la transmisibilidad disminuye a medida que sacamos mayor caudal y nos indica que el vaso está lleno pero su abastecimiento o la recarga de la cuenca no es tan significante debido a que la recuperación es lenta. Por tal motivo lo indicado es explotarlo con 40 GPM debido a lo antes expuesto.

Gráfica N° 11: 45 GPM



Fuente: AINSA Perforaciones & Sistemas de Riegos.

Gráfica N° 12: 60 GMP



Fuente: AINSA Perforaciones & Sistemas de Riegos.

La transmisibilidad (T) se evalúa con la formula T= 264 * Q/ Δs donde:

Q: caudal de bombeo en gpm para este caso se graficaron los caudales de 45 gpm y 60 gpm

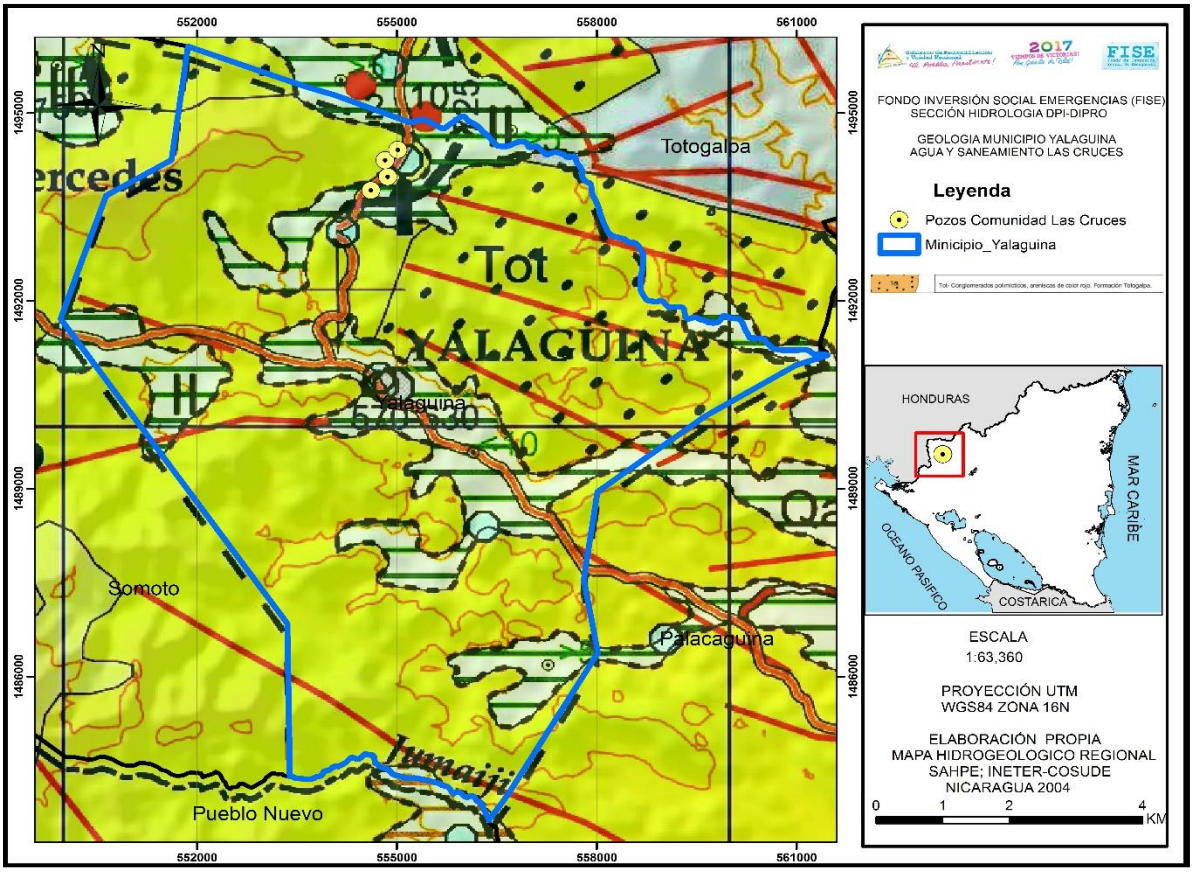
Δs: diferencia de descenso en un ciclo logarítmico en pies.

T: resulta en gpd/pie, indica la capacidad del acuífero para almacenar y ceder agua.

5.2.3. Caracterización hidrogeológica

Se tomó como referencia el mapa hidrogeológico regional de Madriz, escala 1:250,000, realizado por INETER-COSUDE 2004, el agua subterránea se almacena en acuíferos con permeabilidad secundaria, de conglomerados polimiciticos, areniscas de color rojo, de la formación totogalpa (TOT), los cuales son acuíferos discontinuos porosos, fracturados; con rendimientos variables de bajos a altos, dependiendo su rendimiento del grado de fisuramientos que puedan tener las rocas presentes; la calidad del agua presente del área de estudio es de un solo tipo, correspondiendo a Bicarbonatada–Cálcica, la cual es aceptable para consumo humano. (Ver Imagen N° 1: Mapa hidrogeológico regional).

Imagen N° 1: Mapa hidrogeológico regional



Fuente: INETER-COSUDE 2004. Nuevo FISE.

5.3. Calidad del agua

La muestra fue tomada del pozo perforado existente en la comunidad, conocido como Pozo Perforado Nance Dulce, ubicado en una de las zonas más céntricas de la comunidad.

La muestra se entregó en los laboratorios de química de la universidad Nacional de Ingeniería SERFIQ-CETEAL el mismo día de su captación y la toma se realizó según los procedimientos técnicos recomendados por Laboratorio Químico.

5.3.1. Análisis físico químico

El análisis físico-químico realizado consideró (pH), conductividad eléctrica, dureza, Cloruros, nitratos, calcio, magnesio, hierro, manganeso, sulfuro, nitratos, nitritos, bicarbonato, carbonatos, cloruros, hierro total, sulfatos, dureza cálcica, sodio, potasio, flúor, cianuro, amonio, arsénico.

Según los resultados del análisis realizado por el laboratorio, cuya muestra fue tomada el 20 de agosto del 2019, los parámetros realizados indican que la mayoría de los elementos se encuentra dentro de los rangos de las Norma NTON 05 007-98. (Ver Tabla N° 5: Clasificación de cuerpos de agua de acuerdo a sus usos (NTON 05 007-98).

Tabla N° 5: Clasificación de cuerpos de agua de acuerdo a sus usos (NTON 05 007-98)

Parámetro	Valor obtenido	Categoría 1 A	Categoría 1 B
.Oxígeno disuelto (OD)	-	> 4.0 mg/l (*)	> 4.0 mg/l (*)
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5, 20)	-	2.0 mg/l	5.0 mg/l
pH	7.85	mín. 6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5
Color real	5,20	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	2.8	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	-	mín. 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro Total	0.01	0.3 mg/l	3 mg/l
Mercurio Total	-	0.001 mg/l	0.01 mg/lt
Plomo Total	-	0.01 mg/l	0.05 mg/lt
Sólidos Totales disueltos	294	1000 mg/l	1,500 mg/lt
Sulfatos	50.4	250 mg/l	400 mg/lt
Zinc	-	3 mg/l	5 mg/lt
Cloruros	9.8	250 mg/l	600 mg/lt
Coliformes Totales	19	(**)	(***)
Coliformes Fecales	8	(**)	(***)
Cianuro total	-	0.1 mg/l	
Cobre total	-	2.0 mg/l	
Cromo total	-	0.05 mg/l	
Detergentes	-	1.0 mg/l	
Dispersantes	-	1.0 mg/l	
Dureza como CaCO3 (Calcio)	235.6	400 mg/l	
Extracto de carbono al cloroformo	-	0.15 mg/l	
Fenoles	-	0.002 mg/l	
Manganeso total	0.51	0.5 mg/l	
Nitritos + Nitratos (N)	3.75	10.0 mg/l	
Plata total	-	0.05 mg/l	
Selenio	-	0.01 mg/l	
Sodio	-	200 mg/l	
Organofosforados y Carbonatos	-	0.1 mg/l	
Organoclorados	-	0.2 mg/l	
Actividad	-	Máx. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l)	
Actividad	-	Máx. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l)	
Arsénico	0.005	mg/l	

Fuente: Elaboración propia (2019).

5.3.2. Observaciones Generales

Los parámetros de los resultados físico-químicos: Cloruros y sulfatos se encuentran por debajo de lo establecido de la norma NTON 05 007-98, no así, el contenido de conductividad eléctrica está por encima del valor recomendado, aunque esto no es causa de preocupación para la población ya que no afectan en la salud humana por que no contienen sustancia inorgánica como el Arsénico, ni sustancias no deseadas como el hierro, amonio ni fluoruros entre otros.

Cloruros: en concentraciones por encima de 250 mg/L producen un sabor salado en el agua, el cual es rechazado por el consumidor; para consumo humano el contenido de cloruros se limita a 250 mg/L, sin efectos adversos gracias a la adaptación del organismo; por ello es aceptable que este debajo de lo establecido en la norma.

Sulfatos de sodio y de magnesio: tienen un efecto purgante, especialmente entre los niños, se recomienda un límite en aguas potables de 250 mg/L a 400mg/lt de sulfatos según la norma, el contenido de sulfatos es también importante porque las aguas son alto contenido de este compuesto tienden a formar incrustaciones en las calderas y en los intercambiadores de calor.

5.3.3. Análisis bacteriológico

El análisis bacteriológico fue realizado, considerando los parámetros que miden las características bacteriológicas del agua para consumo: Coliformes totales y fecales.

Coliformes totales: son las *enterobacteriaceae* lactosa positiva y constituyen un grupo de bacterias que se definen por más pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos.

Coliformes fecales: son Coliformes totales que además fermentan la lactosa con producción de ácido, principalmente comprenden de *escherichia coli* y algunas cepas de

*enterobacte*r y *klebsiella;* su origen es fecal y por eso se consideran de contaminación fecal.

Según los resultados del análisis bacteriológico indica que las fuentes presentan nivel de contaminación, pero el agua puede ser acondicionada con adicción de desinfectantes (Ver Anexo N° V: Análisis Físico Químico, Microbiológico y Metales Pesados para agua de pozo).

5.3.4. Sustancias toxicas inorgánicas

La cantidad de Arsénico (AS) de esta fuente es de 0.005 mg/L y la norma indica 0.05 el cual cumple. (Ver los resultados de todo el análisis de laboratorio efectuado en el Anexo N° V).

5.3.5. Tratamiento y desinfección del sistema agua potable

Los resultados del análisis físico químico, y análisis bacteriológicos, obtenidos en la muestra del pozo existente utilizado como referencia de las fuentes de agua disponibles en la zona, indican que el recurso hídrico propuesto corresponde a la categoría 1 - A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes, en este caso mediante la aplicación de hipoclorito de calcio.

5.4. Estudio poblacional

Seguir las normas de diseño permite realizar los cálculos para el final del período y las proyecciones de población, dotación y consumo, caudales del sistema, volumen útil de almacenamiento y además, evaluar las características y capacidad de la fuente. Se ha tomado como marco de referencia poblacional los datos del resumen censal del INIDE de 1995 y 2005.

Para poder determinar la tasa de crecimiento se realizaron los respectivos cálculos (ver Tabla N° 6: Estimación de tasa de crecimiento) resultando ser menor a lo que dicta la

norma, por tanto y en lo sucesivo para efectos de cálculo se adopta la tasa mínima recomendada 2.5%.

Tabla N° 6: Estimación de tasa de crecimiento

Estimación de la tasa de crecimiento		CENSOS (habitantes)			TASA DE
		Posterior	Anterior	actual	CRECIM.
		2005	1995	2019	
DEPARTAMENTO (rural)	**MADRIZ**	91,778	80,156		1.36%
MUNICIPIO (rural)	**YALAGUINA**	7,961	5,824		3.18%
COMUNIDAD	**LAS CRUCES**	**464**		**568**	**1.70%**
TASA DE CRECIMIENTO A USAR					2.50%

Fuente: Elaboración propia (2019).

5.4.1. Proyección de la población

En la Tabla N° 7 comparamos la población actual con la proyectada del año siguiente, esto para el evaluar el índice de crecimiento en la población, utilizando el método geométrico.

Tabla N° 7: Proyección de población para la Comunidad Las Cruces 2019-2020

Nº	Año	Población inicial	TC	Población final
0	2019	568	2.5	568
1	2020			582

Fuente: Elaboración propia (2019).

La proyección futura, para el período de diseño a 20 años resulto de 954 habitantes. (Ver Tabla N° 8: Proyección de población para la comunidad Las Cruces 2020-2040). Según la proyección de la población y estimando la tasa de crecimiento según la norma, el crecimiento de la población anda en un promedio de 19 habitantes por año.

Tabla N° 8: Proyección de población para la Comunidad Las Cruces 2020-2040.

Nº	Año	Población inicial	TC	Población final
0	2020	582	2.5	582
1	2021			597
2	2022			612
3	2023			627
4	2024			643
5	2025			659
6	2026			675
7	2027			692
8	2028			709
9	2029			727
10	2030			745
11	2031			764
12	2032			783
13	2033			803
14	2034			823
15	2035			843
16	2036			864
17	2037			886
18	2038			908
19	2039			931
20	2040			954

Fuente: Elaboración propia (2019).

5.4.2. Dotaciones, demanda y estimación de consumo

Según NTON 09 003-99 “Para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las ciudades o poblaciones proyectadas”; se calcula la demanda. La estimación se refiere a los cálculos de consumo de la población, ver Tabla N° 9: Demanda y estimación de consumo.

Tabla N° 9: Demanda y estimación de consumo.

Año	Dotación	Población	Demandas - Caudales para Diseño											
			CD	CP	CPD	Pérdidas en el sistemas	CMD		CMH		CMD + pérdidas		CMH + pérdidas	
			PobD.*Dota.	7%* CD	CD+CP	20%*CPD	1.5*CPD		2.5*CPD					
	LPPD		L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	GPM	L/s	GPM	L/s	GPM	L/s	GPM
2020	60	582	0.40	0.03	0.43	0.09	0.65	10.29	1.08	17.14	0.74	11.66	1.17	18.52
2021	60	597	0.41	0.03	0.44	0.09	0.67	10.54	1.11	17.57	0.75	11.95	1.20	18.98
2022	60	612	0.42	0.03	0.45	0.09	0.68	10.81	1.14	18.01	0.77	12.25	1.23	19.45
2023	60	627	0.44	0.03	0.47	0.09	0.70	11.08	1.16	18.46	0.79	12.55	1.26	19.94
2024	60	643	0.45	0.03	0.48	0.10	0.72	11.35	1.19	18.92	0.81	12.87	1.29	20.44
2025	60	659	0.46	0.03	0.49	0.10	0.73	11.64	1.22	19.40	0.83	13.19	1.32	20.95
2026	60	675	0.47	0.03	0.50	0.10	0.75	11.93	1.25	19.88	0.85	13.52	1.35	21.47
2027	60	692	0.48	0.03	0.51	0.10	0.77	12.23	1.29	20.38	0.87	13.86	1.39	22.01
2028	60	709	0.49	0.03	0.53	0.11	0.79	12.53	1.32	20.89	0.90	14.20	1.42	22.56
2029	60	727	0.50	0.04	0.54	0.11	0.81	12.85	1.35	21.41	0.92	14.56	1.46	23.12
2030	60	745	0.52	0.04	0.55	0.11	0.83	13.17	1.38	21.95	0.94	14.92	1.50	23.70
2031	60	764	0.53	0.04	0.57	0.11	0.85	13.50	1.42	22.49	0.96	15.30	1.53	24.29
2032	60	783	0.54	0.04	0.58	0.12	0.87	13.83	1.45	23.06	0.99	15.68	1.57	24.90
2033	60	803	0.56	0.04	0.60	0.12	0.89	14.18	1.49	23.63	1.01	16.07	1.61	25.52
2034	60	823	0.57	0.04	0.61	0.12	0.92	14.53	1.53	24.22	1.04	16.47	1.65	26.16
2035	60	843	0.59	0.04	0.63	0.13	0.94	14.90	1.57	24.83	1.07	16.88	1.69	26.82
2036	60	864	0.60	0.04	0.64	0.13	0.96	15.27	1.61	25.45	1.09	17.31	1.73	27.49
2037	60	886	0.62	0.04	0.66	0.13	0.99	15.65	1.65	26.09	1.12	17.74	1.78	28.17
2038	60	908	0.63	0.04	0.67	0.13	1.01	16.04	1.69	26.74	1.15	18.18	1.82	28.88
2039	60	931	0.65	0.05	0.69	0.14	1.04	16.44	1.73	27.41	1.18	18.64	1.87	29.60
2040	60	954	0.66	0.05	0.71	0.14	1.06	16.86	1.77	28.09	1.21	19.10	1.91	30.34

Fuente: Elaboración propia, (2020).

5.4.3. Diseño de obra de captación

Para determinar la fuente de abastecimiento de agua para el sistema de la comunidad de las Cruces se ha realizado una evaluación a la fuente de abastecimiento y la disponibilidad del recurso hídrico, el cual ha arrojado como fuente optima la utilización de las aguas subterráneas de la zona, a ser aprovechadas mediante el uso de un pozo perforado ya existente de 297.25 pies de profundidad (91.46 metros), con un diámetro efectivo de Ø 6". En el pozo se instalará un equipo de bombeo de 3 HP para impulsar el agua hacia un tanque sobre suelo.

El Pozo perforado denominado Nance Dulce fue perforado en diciembre 2006, por medio de sistema de perforado rotativo con inyección directa de aire. (Ver Anexo VI: Fuente de abastecimiento).

Para el cálculo del nivel mínimo de bombeo se ha considerado los valores propuestos por la evaluación de la fuente de abastecimiento, que considera el rebajamiento del pozo por bombeo y el nivel estacionario, ver tabla N°10.

Tabla N° 10: Datos pozo

Nivel estático de agua	168.03 pies – 51.23 m
Profundidad total del pozo	297.25 pies - 91.46 m
Espesor saturado (a partir del NEA al fondo del pozo)	111.94 pies – 34.13 m
Nivel mínimo de bombeo	240 pies – 73.18m
Elevación nivel mínimo de bombeo	697.82msnm

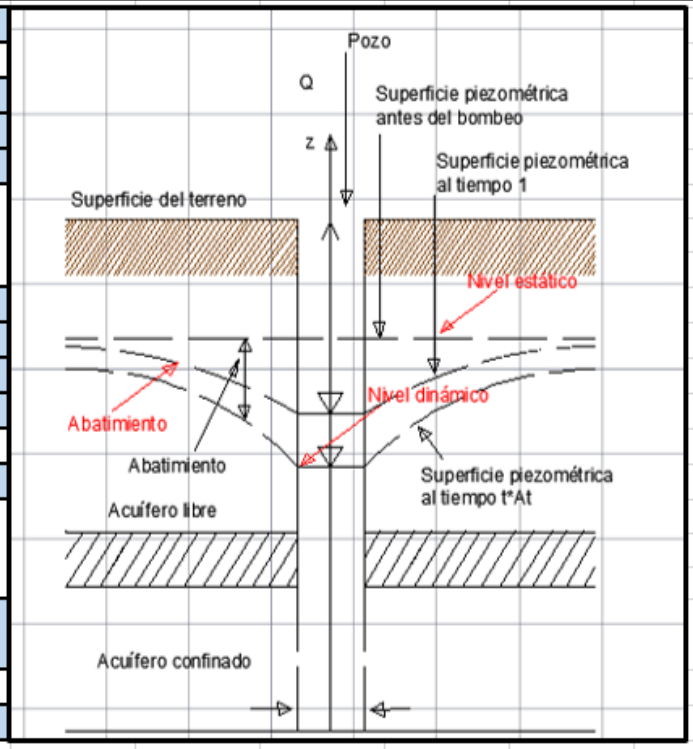
Fuente: Elaboración propia (2019).

De acuerdo a la ubicación esquemática de los diferentes niveles de agua en el pozo, el equipo de bombeo sumergible se deberá instalar a una profundidad de 73 m, a partir del nivel natural del terreno, siendo la cota topográfica de 697.82 msnm.

De acuerdo al caudal de bombeo requerido de 30 gpm y según establece la norma del INAA, se requiere un diámetro en la tubería de succión de Ø 2 pulgadas Ho.Go. (Ver Imagen N° 2: Datos del pozo Nace Dulce).

Imagen N° 2: Datos del pozo Nance Dulce

Cota de terreno de pozo	771 msnm
NEA INV	719.77 m
NEA verano	713.67 m
Rebajamiento	15.85 m
NEA	51.23 m
Variaciones estacionales	6.10 m
Nivel mínimo de bombeo	697.82 m
Espesor saturado	34.13 m
Sumergencia	6.10 m
Profundidad libre despues de sumergencia	12.18 m
Cota de fondo	679.54 msnm



Fuente: AINSA Perforaciones & Sistemas de Riegos.

5.4.4. Línea de conducción

Dado que la línea de conducción debe diseñarse para conducir el agua desde la obra de toma (pozo perforado) hasta el tanque de almacenamiento mediante el uso de energía externa, en este caso un equipo de bombeo eléctrico, se ha considerado estimar el diámetro más económico mediante la siguiente formula:

$$D = 0.9(Q)^{0.45} \qquad \text{(Ecuación 10)}$$

$$D = 0.9(0.00181 m^3/seg)^{0.45} = 0.052m \approx 2.04" \approx \mathbf{2}"$$

Q = caudal Máximo Día en m^3/seg

D = diámetro de la tubería5.4.5. Cálculo de pérdidas

Tabla N° 11: Características del equipo de bombeo

Características del Equipo de bombeo			
Tipo de bomba	Sumergible		$Q_{bombeo} = Q_{CPD} * \frac{24}{t_{bombeo}}$
CPD	1.21	L/s	
T Bombeo	16	hrs	ΔE = N Rebose - N Bom
Q Bombeo	1.81	lps	
Nivel de rebose	793	m	$Eff\ total = Eff\ bomba * Eff\ motor$
Nivel mínimo de bombeo	697.82	m	
ΔE	95.18	m	
Eff bomba	70%		
Eff motor	75%		
Eff total	53%		

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Tabla N° 12: Información de la columna de bombeo

Columna de bombeo			
Material	PVC	100	$v = \frac{Q_{bombeo}}{\frac{\pi * \varphi_{columna}^{2}}{4}}$
Nivel de terreno de pozo	771	msnm	
Nivel mínimo de bombeo	697.82	msnm	
L. Columna	73.18	m	
ø Columna	2	pulg	
Velocidad	0.89	m/s	
Pérdida en la columna de succión	3.66	m	
	12.00	pies	

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Tabla N° 13: Sarta de la bomba

Sarta de bombeo					
Diámetro de sarta		**2**		$v = \frac{Q_{bombeo}}{\frac{\pi * \varphi_{columna}^2}{4}}$	
Material		HGº	100		
Q Bombeo		1.81	lps		
L. Sarta		**3**	**m**		
ø Sarta		2	pulg		
Velocidad		0.89	m/s		
Pérdidas por accesorios de la sarta					
Cantidad	Accesorios	K	hf(m)	hf(pies)	
1	Val. ángulo abierta	5	0.203 m	0.665	pies
1	Controlador de caudal	2.5	0.101 m	0.332	pies
1	Valv. de retención	2.5	0.101 m	0.332	pies
1	Válvula de check	2.5	0.101 m	0.332	pies
1	Tee pase directo	0.6	0.024 m	0.080	pies
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.008 m	0.027	pies
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.020 m	0.066	pies
1	Valv. de retención	2.5	0.101 m	0.332	pies
1	Codo de 90°	0.9	0.036 m	0.120	pies
2	Codo de 45°	0.4	0.032 m	0.106	pies
1	Salida de tubo	1	0.041 m	0.133	pies
Total pérdidas por accesorio en sarta			0.770 m	2.526	pies
hf en tubería de sarta			0.107 m	0.350	pies
Pérdidas en sarta (hf tubería+hf accesorios)			0.877 m	2.877	pies

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla N° 14: Pérdidas en la línea de conducción

Pérdidas en la línea de conducción			
Material	PVC	150	$v = \frac{Q_{bombeo}}{\frac{\pi * \varphi_{columna}{}^2}{4}}$
Q Bombeo	1.81	lps	
Long. Conducción	**363**	m	
ø Tubo	2	pulg	
Velocidad	1.35	m/s	
Pérdidas en conducción	16.67	m	OK

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla N° 15: Pérdidas en la entrada del tanque

Pérdidas en la entrada del tanque						
Material		PVC	150		OK	
L.columna		2	m			
ø Tubo		2	pulg			
Velocidad		0.92	m/s			
Cantidad	Accesorios	K	hf(m)		hf(pies)	
3	Codo 90°	0.3	0.0389	m	0.1275	pies
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.0216	m	0.0708	pies
1	Salida de tubo	1	0.0432	m	0.1417	pies
1	Rejilla	0.75	0.0324	m	0.1063	pies
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.0086	m	0.0283	pies
Total pérdidas por accesorio en sarta			0.1447	m	0.4747	pies
hf en tubería de sarta			0.0336	m	0.1103	pies
Pérdidas en sarta (hf tubería+hf accesorios)			0.1783	m	0.5849	pies

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla N° 16: Pérdidas totales

Pérdidas totales				
hf columna de succión	3.66	m	12.00	pies
hf línea de conducción	16.67	m	54.67	pies
hf sarta de bombeo	0.88	m	2.88	pies
hf tanque	0.18	m	0.58	pies
hf Total	21.38	m	70.14	pies
Carga total dinámica CTD	116.56	m	382.33	pies

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla N° 17: Comparación de pérdidas con otros diámetros de tubos

Comparación con otros diámetros					
Para diámetro de	1.5	pulg	Para diámetro de	3	pulg
φ	1.5	pulg	φ	3	pulg
Velocidad	1.586	m/s	Velocidad	0.40	m/s
Hf accesorios sarta	2.114	m	Hf accesorios sarta	0.155	m
Hf tub sarta	0.433	m	Hf tub sarta	0.015	m
Hf Total sarta	2.548	m	Hf Total sarta	0.170	m
hf linea de conduccion	24.769	m	hf linea de conduccion	0.847	m
hf accesorios entrada al tanque	0.333	m	hf accesorios entrada al tanque	0.027	m
hf tub entrada al tanque	0.136	m	hf tub entrada al tanque	0.005	m
hf total entrada al tanque	0.470	m	hf total entrada al tanque	0.032	m
hf total	**31.445**	**m**	hf total	**4.708**	**m**
Condición de la velocidad	OK		Condición de la velocidad	OK	

Fuente: Elaboración propia (2020).

Observación:

- Como se puede ver las menores perdidas se obtiene para el diámetro de 2” en la línea de conducción.
- Los valores de pérdidas para los diámetros de 1 ½” son mayores.
- Para los diámetros de 3”. Aunque las pérdidas disminuyen, las velocidades también se disminuyen quedando las mismas bajo los valores establecidos por las normas nacionales.

5.4.5. Golpe de ariete

Tabla N° 18: Cálculo de celeridad

GOLPE DE ARIETE				
Datos de la línea de conducción				
Diámetro exterior (mm)	50	$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K * \frac{D}{e}}}$		
Espesor (mm)	2.31			
Diámetro interno (mm)	47.69			
Material	PVC			
Ɛ (km/m2)	3.00E+01			
Longitud (m)	363			
K	33.33	**a**	**356.83**	m/s

Fuente: Elaboración propia (2020).

5.4.6. Cálculo de la sobrepresión por el golpe de ariete

Tabla N° 19: Sobrepresión por el golpe de ariete

SOBREPRESIÓN POR GOLPE DE ARIETE					
a	356.83	m/s	$h = \frac{a * v}{g}$		
v	1.35	m/s			
g	9.81	m/s2	**h**	**49.02**	m/s

Fuente: Elaboración propia (2020).

5.4.7. Calculo de la presión máxima

Tabla N° 20: Presión máxima

CÁLCULO DE PRESIÓN MÁXIMA				
$P_{Máx} = Presión\ estatica + Sobrepresión$		$P_{Máx} < P_{tubería}$		
h	49.016	**Pmáx**	**144.20**	m
Presión Estática	95.18	OK		

Fuente: Elaboración propia (2020).

Se propone utilizar SDR 17 en el diámetro de la línea de conducción porque la presión pasa el límite para usar SDR 26 que es 160PSI que equivalen a 112m.

Tabla N° 21: Resumen de resultados de golpe de ariete

Golpe de ariete		
Celeridad	356.83	m/s
Sobrepresión del golpe de ariete	49.02	m/s
Presión máxima	144.20	m
Presión máxima del trabajo de la tubería de conducción	175	m

Fuente: Elaboración propia (2020).

5.4.8. Estimación del equipo de bombeo

- Potencia hidráulica de la bomba

$$P = \frac{Q_{bombeo} * CTD}{3960} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

$$P = \frac{28.68GPM*382.33pies}{3960} = 2.76$$

$$P = 2.76HP \longrightarrow 3HP$$

- Potencia del freno

$$Pf = \frac{P_{bomba}}{Effbomba} \quad \text{(Ecuación 12)}$$

$$Effbomba = 70\%$$

$$Pf = \frac{3HP}{70\%} = 4.28 \longrightarrow 4HP$$

- Potencia del motor

$$HPm = 1.15 * PBomba \quad \text{(Ecuación 13)}$$

$$HPm = 1.15 * 3HP = 3.45HP$$

$$HPm = 3.45HP \approx 3\text{HP}$$

5.4.9. Cálculo de tanque de almacenamiento

Tabla N° 22: Cálculo de volumen del tanque

Tanque de almacenamiento			
CPD	0.71	L/s	$V = 35\%CPD$
Volumen total de almacenamiento	0.25	L/s	
	21.44	**m^3**	

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla N° 23: Dimensiones del tanque

Tanque cuadrado			
Dimensiones calculadas			
Altura del tanque	7.85	m	$h=\frac{V}{3}+k$
Sección transversal del tanque	1.65	m	
Área del tanque	2.73	m	
Volumen total de tanque	21.44	**m^3**	
Dimensiones propuestas			
Altura del tanque	2.50	m	
Sección transversal del tanque	3.00	m	
Área del tanque	9.00	m	
Volumen total de tanque	22.50	**m^3**	

Fuente: Elaboración propia (2020).

Se propone un tanque de almacenamiento cuadrado de mampostería (concreto ciclópeo), sobre el suelo con capacidad de 21,436.44 litros.

Según las normativas de saneamiento rural NTON 09 002-99 sección 8.4.1, para los tanques de mampostería la altura máxima recomendada es de 2.50m, por ello consideramos esta altura.

5.4.10. Dosificación de cloro

Tabla N° 24: Dosificación de cloro

Año	Dosis promedio		Concentración comercial		Concentración solución		
	D=1.5mg/L		Cc=0.65		a		
	CMH	Volumen cloro	Volumen de hipoclorito de calcio		Volumen de solución		Dosificación
	GPM	Lb/día	Lb/día	gr/día	L/día	Gpd	got/mín
2020	18.52	0.33	0.51	231.33	15.42	4.07	139.19
2021	18.98	0.34	0.52	235.87	15.72	4.15	141.9
2022	19.45	0.35	0.54	244.94	16.33	4.31	147.41
2023	19.94	0.36	0.55	249.48	16.63	4.39	150.12
2024	20.44	0.37	0.57	258.55	17.24	4.55	155.62
2025	20.95	0.38	0.58	263.08	17.54	4.63	158.33
2026	21.47	0.39	0.60	272.16	18.14	4.79	163.75
2027	22.01	0.4	0.62	281.23	18.75	4.95	169.25
2028	22.56	0.41	0.63	285.76	19.05	5.03	171.96
2029	23.12	0.42	0.65	294.83	19.66	5.19	177.47
2030	23.70	0.43	0.66	299.37	19.96	5.27	180.18
2031	24.29	0.44	0.68	308.44	20.56	5.43	185.59
2032	24.90	0.45	0.69	312.98	20.87	5.51	188.39
2033	25.52	0.46	0.71	322.05	21.47	5.67	193.81
2034	26.16	0.47	0.72	326.59	21.77	5.75	196.51
2035	26.82	0.48	0.74	335.66	22.38	5.91	202.02
2036	27.49	0.49	0.75	340.19	22.68	5.99	204.73
2037	28.17	0.51	0.78	353.80	23.59	6.23	212.94
2038	28.88	0.52	0.80	362.87	24.19	6.39	218.36
2039	29.60	0.53	0.82	371.95	24.8	6.55	223.87
2040	30.34	0.55	0.85	385.55	25.7	6.79	231.99

Fuente: Elaboración propia (2020).

5.5. Análisis hidráulico con el sistema EPANET

Los resultados obtenidos del sistema hidráulico, permitieron conocer, analizar y comprobar los diferentes elementos como: diámetros, longitudes y tuberías de pvc, en función de los resultados obtenidos como fueron las velocidades y presiones del sistema.

Se realizó y diseñó el equipo de bombeo a extraer y transportar un caudal de 1.91 lps (CMH) en red de distribución, que cubrirá los 20 años de explotación del sistema de abastecimiento propuesto. El equipo de la sarta y sus accesorios será instalado en un pozo perforado ubicado en la cota topográfica 771 msnm. La profundidad total del pozo es de 91.46 m.

La red de distribución es de tubería PVC de 2 pulg. SDR 26. En los ramales se presentan los diámetros, longitud y velocidades analizadas en el programa EPANET. (Ver Anexo N° VII- Resultados del software EPANET-Resultados de longitudes, diámetros y velocidades con consumo).

Con relación a las velocidades se evidencia la necesidad de colocar válvulas de limpieza para prevenir la acumulación de sedimentos, pues parte de las tuberías presenta velocidades por debajo de los 0.4 m/s establecidos por norma. Ver Anexo N° VII- Resultados del software EPANET- Análisis de la línea de conducción y red de distribución con las velocidades con consumo).

Esto es causado por la densidad poblacional, lo que ocasiona que la demanda de agua resultante sea pequeña, y combinado con la dispersión de las viviendas en algunos sectores de la comunidad, lo que ocasiona que los caudales nodales calculados resulten insignificantes en comparación con las longitudes y el diámetro de las tuberías.

La mayoría de las presiones de la red de distribución cumplen con los recomendados por el INAA en la tres de los nodos que componen el sistema presiones menores a 5mca. Ver Anexo N° VII- Resultados del software EPANET- Análisis de la línea de conducción y red de distribución con las presiones con consumo y Ver Anexo N° VII- Resultados del software EPANET- Resultados demanda base, alturas y presiones con consumo.

5.5.1. Elaboración de planos constructivos

Se realizó toda la elaboración en planos de los diferentes elementos que componen el diseño hidráulico con sus respectivos detalles, mediante los resultados obtenidos del análisis en EPANET.

Se cumplieron las respectivas especificaciones técnicas recomendadas de las Normas obligatorias nicaragüenses (NTON). (Ver planos en Anexo N° VIII: Planos de proyecto).

5.6. Propuesta de sistema de saneamiento

5.6.1 Situación del saneamiento e higiene

El acceso a los servicios de saneamiento se refiere a la cantidad de personas con acceso al menos a una letrina utilizada por los beneficiarios. Se registra un 62.5% de familias que afirman tener alguna opción de saneamiento, frente a 37.50% que no tienen. De los que afirman tener saneamiento, el estado del mismo es bueno en el 11.81% de los casos, malo o caído el 88.19%. (Ver Gráfica Nº 8: Porcentaje de las familias con letrina en la comunidad).

5.6.2. Condiciones de las letrinas en la comunidad

La opción de saneamiento con que cuentan estas familias es generalmente tradicional. De las familias que cuentan con alguna opción de saneamiento 100% afirma hacer uso de estas unidades. Solamente 17 letrinas de las familias que dicen tener una

opción de saneamiento se encuentran buenas. (Ver Gráfica Nº 9: Condiciones de las letrinas en la comunidad).

Consultados sobre la disponibilidad para participar en proyecto para la ejecución de su opción de saneamiento, el 100 % de los encuestados dijo estar dispuesto. (Ver Anexo N° IX: Fotografías que muestran el estado de las letrinas en la comunidad Las Cruces).

5.6.3. Aguas Grises

De acuerdo a los resultados del estudio socioeconómico y visita de campo se verificó que en la comunidad existe problemática con las aguas grises, debido a que algunas viviendas cuentan con agua proveniente de pozos excavados a mano, esto debido a que los niveles freáticos en la zona se encuentran bastante someros. En su mayoría las viviendas cuentan con áreas para lavado y baños rústicos en sus patios que generan corrientes de agua que terminan escurriendo en los suelos, el problema alcanza los sitios de pozos comunales en los que también el agua escurre libremente sin control, formando charcas en sus inmediaciones.

5.6.4. Desechos Sólidos

Los desechos sólidos, no tienen ningún tratamiento específico, sino que la gran mayoría la amontonan en los patios para después quemarla o enterrarla.

5.6.5. Demanda de saneamiento

A partir de la encuesta socioeconómica realizada, se determinó que la demanda total en saneamiento en la comunidad es de 55 unidades sanitarias que se desglosan de la manera siguiente:

- 55 unidades para 55 viviendas que durante la encuesta se verificaron que no cuentan con ninguna opción de saneamiento y/o que cuentan pero que están en muy malas condiciones.

Lo anterior debido a que la comunidad fue objeto de beneficio por parte de un proyecto FISE reciente, el cual construyó más de 75 letrinas que aún se encuentran en buen y regular estado.

5.6.6. Selección de alternativas de saneamiento

Como primer paso se realizó valoración técnica, social, económica, ambiental de la comunidad.

Entre los parámetros analizados se consideraron aspectos socioeconómicos, condiciones y criterios técnicos hidrológicos, hidrogeológicos, geotécnicos y ambientales descritos a continuación:

- Disponibilidad de agua en cantidades suficientes y permanentes.
- Características geotécnicas de los suelos.
- Permeabilidad de los suelos.
- Profundidad del nivel freático, riesgo de contaminación de las fuentes de aguas y obras de agua potable.

Entre las Soluciones Básicas de Saneamiento se mencionan:

1. Soluciones Secas.

2. Soluciones Húmedas, (solución de saneamiento con arrastre hidráulico).

En este caso se debe mencionar que la comunidad cuenta con serias limitaciones técnicas que definitivamente inciden en la selección del sistema de saneamiento, tales como la presencia de niveles estáticos de agua sumamente someros, lo cual junto al uso masivo de pozos excavados a mano hace imposible disponer de aguas residuales en los patios de las viviendas ya que los efluentes estarían llegando directamente hasta los pozos contaminándolos, por tal razón únicamente se han analizado las opciones de saneamiento seco.

A continuación, se presenta el análisis de cada una de los tipos de soluciones planteadas:

Tabla N° 25: Revisión de aplicación soluciones húmedas.

No	CONCEPTO	C	N/C	OBSERVACIONES
1	Las viviendas cuentan o contaran con un suministro de agua suficiente y permanente.		**x**	El sistema a construir podrá proveer agua suficiente para garantizar una dotación de patio
2	El Nivel Freático (NF) se encuentra a una profundidad mayor o igual que 9 metros.		**X**	El nivel freático (NF) en la comunidad se localiza a escasos 4 mts en invierno y 8 m en verano.
3	Los suelos investigados exhiben tasas de infiltración efectivas iguales o mayores que 10 litros/m2/día.	**X**	X	El tipo de suelo predominante en la comunidad es permeable con alto índice de infiltración.
4	1. Las fuentes de agua (pozos excavados, perforados o corrientes de agua superficial), se encuentran a distancias mayores que 20 metros del punto de localización final del pozo séptico.		**X**	La comunidad cuenta con pozos excavados a mano y por el tamaño de los patios de cada vivienda resulta imposible localizar un sistema de tratamiento a más de 20 m
5	El terreno donde se construirá el pozo séptico está libre de riesgo de inundaciones, derrumbes o anegamiento periódico.		**X**	En invierno los niveles freáticos alcanzan niveles altamente someros, de hecho, algunas letrinas se llenan de agua.
6	Las familias beneficiadas aportan el ambiente necesario para la instalación de los aparatos sanitarios (inodoro + lavamanos), preferiblemente dentro de la vivienda.		**X**	La mayoría de las viviendas son de escasos recursos y no prestan las condiciones técnicas para albergar este tipo de ambiente
7	Las familias ya cuentan con lavanderos, duchas o están dispuestos a proporcionarlos		**X**	La mayoría de familias no cuentan con lavanderos. No cuentan con duchas.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla N° 26: Revisión de aplicación soluciones secas.

No	CONCEPTO	C	N/C	OBSERVACIONES
1	Las viviendas o comunidad, no cuentan con un suministro de agua suficiente y permanente.	**X**		El proyecto a construir suministrara agua en una dotación rural de 60 lppd
2	Los suelos investigados exhiben tasas de infiltración efectivas nulas o menores que 10 litros/m2/día.	**X**		El tipo de suelo predominante en la comunidad es del tipo impermeable(arcillas consolidadas)
3	2. Las fuentes de agua (pozos excavados, perforados o corrientes de agua superficial), se encuentran a distancias mayores que 20 metros del punto de localización final de la letrina.		**X**	La comunidad cuenta con pozos y los patios no cuentan con áreas suficientes para alejar las letrinas hasta 20 m por lo que las mismas deben ser selladas para evitar infiltración de efluentes al NEA.
4	. El terreno donde se construirá la letrina está libre de riesgo de inundaciones, derrumbes o anegamiento periódico.	**X**		En algunos sitios se deberá tener especial cuidado por las pendientes de los terrenos
5	1. La vivienda cuenta con suficiente espacio para garantizar una separación mínima con relación a la vivienda de no menos de 5 metros.	**X**		
6	1. Las soluciones de arrastre hidráulico no resultan viable técnica ni económicamente.	**X**		

Fuente: Elaboración propia (2019).

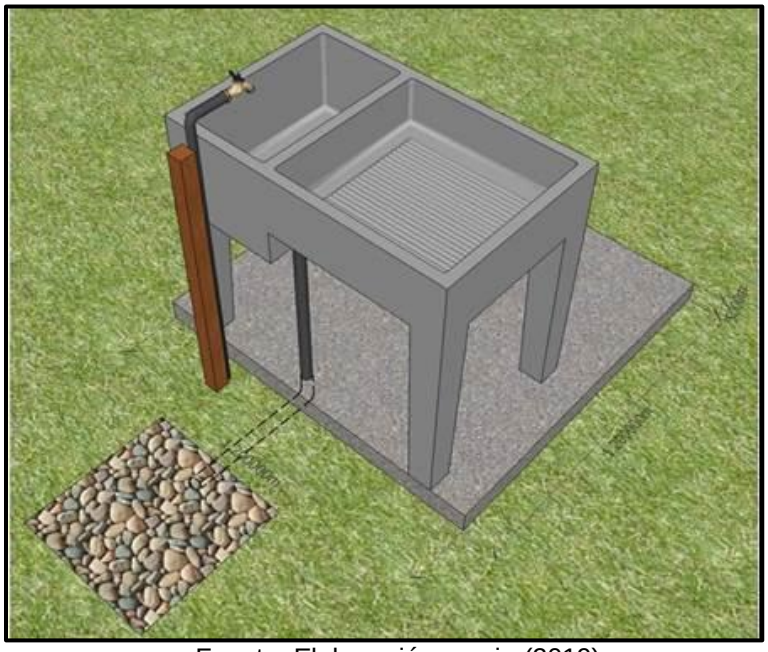
A partir de este análisis se propone implementar una solución del tipo Seca, en este caso una letrina semielevada, ya que como se puede observar en el cuadro de revisión de condiciones de implementación de ambas alternativas la opción de saneamiento a través de solución seca (letrina seca mejorada) es la que presenta condiciones técnicas para su ejecución.

Las letrinas semielevadas se deberán construir cuando el nivel freático en invierno es muy somero o los suelos investigados en estado natural son extremadamente arcillosos, (sonsocuite) o muy inestables (arenosos o gravosos sueltos), rocosos o muy difíciles de excavar. (Ver plano de detalle en Anexo N° VIII: Planos de proyecto, lamina N°20).

5.6.7. Higiene

A partir de la información obtenida en la encuesta socioeconómica y la verificación de campo, se determinó que la mayoría de la población no practica el lavado de manos, esto debido a aspectos culturales, falta de capacitación, y a la vez porque no disponen de una infraestructura adecuada. Por lo cual se propone un dispositivo que consiste en un lavadero de concreto de fabricación nacional, colocado en una base de concreto, las aguas grises provenientes de los quehaceres domésticos se depositaran en un foso de absorción. (Ver Imagen N° 3: Vista de lavandero y pozo de absorción propuesto). (Ver plano de detalle en Anexo N° VIII: Planos de proyecto, lamina N° 19).

Imagen N° 3: Vista de lavandero y pozo de absorción propuesto.



Fuente: Elaboración propia (2019).

5.7. Presupuesto

Se realizó la estimación del costo total del proyecto del sistema mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), se tomó en cuenta precios aproximados actualmente basados en precios que mantiene y actualiza el Nuevo FISE llamado guía de catálogo de costos unitarios primarios, donde en cada actividad ya va incluida la mano de obra. En la tabla N° 27 se presenta un resumen de los mismos. (Ver Anexo N° X: Presupuesto del proyecto).

Tabla N° 27: Resumen de los costos del proyecto

ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANT.	COSTO TOTAL C$	
310	PRELIMINARES	GLB	1	C$	291,648.22
315	LINEA DE CONDUCCION	ML	363	C$	193,192.72
320	LINEA DE DISTRIBUCION	ML	6888.32	C$	3,143,536.31
325	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	C.U	1	C$	632,318.85
330	FUENTE Y OBRAS DE TOMA	GLB	1	C$	401,207.13
335	ESTACION DE BOMBEO	GLB	1	C$	859,330.08
340	CONEXIONES	C/U	144	C$	602,916.13
345	PLANTA PURIFICADORA	C/U	1	C$	29,159.82
SUB TOTAL AGUA POTABLE				**C$**	**6,322,279.37**
355	SISTEMA DE SANEAMIENTO	GLB	55	C$	165,266.00
360	LETRINAS SEMI - ELEVADAS	C/U	55	C$	759,542.22
SUB TOTAL SANEAMIENTO E HIGUIENE				**C$**	**924,808.22**
COSTOS DIRECTOS SIN INCLUIR TRANSPORTE DE MATERIALES				**C$**	**7,247,087.58**
MONTO DE MATERIALES				C$	5,797,670.07
FACTOR ESTIMADO TRANSPORTE					1.16
MONTO DE TRANSPORTE DE MATERIALES				C$	927,627.21
COSTO DIRECTO INCLUIDO TRANSPORTE DE MATERIALES				**C$**	**8,174,714.80**
FACTOR DE VENTA ESTIMADO					1.20
PRECIO TOTAL DE VENTA				**C$**	**9,809,657.75**
PRECIO TOTAL DE VENTA				**$**	**280,773.31**

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tasa de cambio oficial tomada del Banco Central de Nicaragua al día 1 mayo del 2021 =C$34.9380.

CONCLUSIONES

Y RECOMENDACIONES

"No basta tener un buen ingenio, lo principal es aplicarlo bien"

René Descartes

CONCLUSIONES

1. Mediante el estudio socioeconómico se conoció la comunidad tanto en el aspecto financiero como físico, evaluando con este, el nivel de vida que presentan los pobladores y también conocer la población actual mediante este; la comunidad corresponde a 582 habitantes y al culminar el periodo de diseño será de 954 habitantes.
2. Según lo evaluado, la fuente de abastecimiento presenta una capacidad de 40GPM dato que se obtuvo mediante el aforo de bombeo a la misma, cumpliendo así el requerimiento de la población proyectada de 1.91 LPS que equivale a 30.27 GPM y garantizando que la comunidad sea abastecida en su totalidad.
3. Los resultados del análisis físico químico y bacteriológico, obtenidos en la muestra de la fuente de abastecimiento determinan que las aguas corresponde a la categoría 1 - A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes, en este caso mediante la aplicación de hipoclorito de calcio.
4. Después de realizar los cálculos hidráulicos, se desarrolla el sistema de abastecimiento mediante el software EPANET donde se refleja que las presiones cumplen con los rangos establecidos, la presión máxima que presenta el sistema es de 51.52m y la mínima de 2.95m, pero las velocidades son bajas, para compensar estas se concluye colocar válvulas de limpieza; la tubería a utilizar para línea de conducción es PVC SDR 17 y en la línea de distribución PVC SDR 26.
5. Según el análisis de lo obtenido en el estudio socioeconómico con respecto a sistema de saneamiento con la que cuentan los habitantes de la comunidad y evaluando las condiciones de esta, se propone usar letrinas semielevadas y también un lavandero nacional para las familias beneficiadas.
6. El costo total del proyecto se realizó con el catálogo de costos unitarios primarios del Nuevo FISE resultando de este un estimado de C$9, 809,652.75 pércapita.

RECOMENDACIONES

1. Se deberá construir caseta de protección al pozo Nance Dulce, para garantizar que no se de ningún tipo de contaminación o derrame de aceites etc.
2. Se recomienda la implementación de una desinfección con hipoclorito de calcio en el pozo a ser utilizado como fuente de abastecimiento y en los pozos excavados a mano existentes en la comunidad a fin de corregir los parámetros de Coliformes totales y fecales, de igual forma impartir talleres de capacitación en salud e higiene hacer énfasis en la urgente necesidad de revisar la ubicación de las letrinas respecto a las actuales fuentes de agua.
3. No permitir el consumo de agua sin cloración para evitar que se presente enfermedades en la comunidad.
4. La vivienda debe de disponer terrenos suficientes que permita la ubicación de la letrina como mínimo a 10 metros de la vivienda.
5. Para proteger la recarga del acuífero se deberá monitorear la comunidad con el trato de la basura y aguas residuales especialmente las que estén ubicadas cerca del pozo.

BIBLIOGRAFÍA

"Encomienda a Jehová tus obras, y tus pensamientos serán afirmados"

Proverbios 16:3.

Bibliografía Física

1999 (Inaa). *Normas tecnicas para el diseño de abastecimiento y potabilizacion del agua (NTON 09 003-99).* Nicaragua.

2017 (Alcaldía Municipal Yalagüina). *Caracterizacion Municipal Yalagüina 2017.* Yalagüina.

Bibliografía Virtual

77c44, J. (02 de Diciembre de 2018). *SlideShare*. Obtenido de https://es.slideshare.net/Jorge77c44/distribucion-por-gravedad-38725925

Agua, C. N. (05 de Diciembre de 2018). *Conagua.* Obtenido de http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/13DisenoConstruccionyOperacionDeTanquesDeRegulacion.pdf

Apuntes Ingeniería Civil. (02 de Diciembre de 2018). Obtenido de http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/04/periodo-de-diseno-de-la-red-de.html

Banco Mundial. (03 de Diciembre de 2018). Obtenido de Banco Mundial: https://www.bancomundial.org/es/topic/sanitation

Capítulo 3-Diseño de línea de conducción y red de distribución. (03 de Diciembre de 2018). Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/deschamps_g_e/capitulo3.pdf

Civilgeeks.com. (17 de 07 de 2020). *Civilgeeks.com*. Obtenido de https://civilgeeks.com/2010/10/08/obras-de-captacion-sistema-de-agua-potable/

Civilgeeks.com Ingeniería y Construcción. (03 de Diciembre de 2018). Obtenido de https://civilgeeks.com/2010/10/08/obras-de-captacion-sistema-de-agua-potable/

Cueva del Ingeniero Civil. (05 de Diciembre de 2018). Obtenido de Cueva del Ingeniero Civil: https://www.cuevadelcivil.com/2010/06/presupuesto-de-obra.html

El Agua Potable. (06 de Diciembre de 2018). Obtenido de El Agua Potable: http://www.elaguapotable.com/calidad_del_agua.htm

ENACAL, B. V. (18 de 07 de 2020). *Bibiloteca.enacal.com.ni*. Obtenido de Bibiloteca.enacal.com.ni>enacal>Acervo>Cap05

Fesmex. (15 de 07 de 2020). *fesmex*. Obtenido de www.fesmex.com.mx>article>carga-dinamica-total

fluideco. (17 de 07 de 2020). Obtenido de https://fluideco.com/funcionamiento-sistemas-de-bombeo/

Franquet, M., & Querol, A. (2011). *eumed.net Enciclopedia virtual*. Obtenido de http://www.eumed.net/libros-gratis/2011b/967/el%20levantamiento%20topografico%20y%20la%20taquimetria.html

Fuentes de Abastecimiento, Aprovechamiento y Consumo de Agua. (06 de Diciembre de 2018). Obtenido de http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/5772/Capitulo2.pdf

Guia de Orientacion en Saneamiento Basico para Alcaldias en Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades. (06 de Diciembre de 2018). Obtenido de Guia de Orientacion en Saneamiento Basico para Alcaldias en Municipios Rurales y Pequeñas Comunidades: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-2sas.htm#2.2_____Fuentes_de_agua_y_m%C3%A9todos_de_aforo

Heredia, M. M. (17 de 07 de 2020). *SCRIBD*. Obtenido de https://es.scribd.com/document/180883683/CONEXIONES-DOMICILIARIAS

La Cueva del Ingeniero Civil. (06 de Diciembre de 2018). Obtenido de https://www.cuevadelcivil.com/2010/06/presupuesto-de-obra.html

LIDEFER. (s.f.). Obtenido de https://www.lifeder.com/estudio-socioeconomico/

Monografias.com. (07 de Diciembre de 2018). Obtenido de https://www.monografias.com/docs/Planos-Constructivos-PKMUGGFCDUNZ

Nicaragua, P. (12 de 01 de 2021). *PNUD Nicaragua*. Obtenido de PNUD Nicaragua: https://www.ni.undp.org/content/nicaragua/es/home/sdgoverview/post-2015-development-agenda/goal-6.html#:-:text0

OMS. (2015). *Organizacion Mundial de Salud*. Obtenido de https://www.who.int/topics/sanitation/es/

Rea, E. U. (15 de 07 de 2020). Obtenido de https://previa.uclm.es/area/ing_rural/trans_hidr/tema10.pdf

regulador, I. N. (s.f.). *Normas tecnicas para el diseño de abastecimiento y potabilizacion del agua (NTON 09 003-99).* Nicaragua.

Rodrigez, P. (06 de Diciembre de 2018). *Civilgeeks.com Ingeniería y Construcción.* Obtenido de https://civilgeeks.com/2010/10/07/variacion-de-consumo-sistema-de-agua-potable/

TECPA. (15 de 07 de 2020). *info@tecpa.es*. Obtenido de info@tecpa.es: https://www.tecpa.es/cloracion-tratamiento-aguas/

welserle. (28 de Septiembre de 2012). *SlideShare.net.* Obtenido de https://es.slideshare.net/welserle/analisis-fisicos-quimico-y-bacteologico-de-aguas

Yalaguina, A. M. (2017). *Caracterizacion Municipal Yalaguina 2017.*

ANEXOS

"Nunca me he tenido por ingeniero o inventor, solamente me considero un promotor y agitador de ideas"

Enzo Ferrari

ANEXO N° I

PLANO DE MACRO LOCALIZACION DEL PROYECTO

ANEXO N° II

PLANO DE MICRO LOCALIZACION DEL PROYECTO

ANEXO N° III

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

ANEXO N° IV

DATOS DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO-PRUEBA DE BOMBEO

ANEXO N° V

ANALISIS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO Y METALES PESADOS PARA AGUA DE POZO.

ANEXO N° VI

FUENTE DE ABASTECIMIENTO.

ANEXO N° VII

RESULTADOS DE SOFTWARE EPANET

- Esquema de red línea de conducción y línea de distribución.
- Distribución de caudal en el esquema de red línea de conducción y línea de distribución.
- Resultados de longitudes, diámetros y velocidades sin consumo.
- Análisis de la línea de conducción y la línea de distribución con las velocidades sin consumo.
- Resultados de demanda base, altura y presiones sin consumo.
- Análisis de la línea de conducción y la línea de distribución con las presiones sin consumo.
- Resultados de longitudes, diámetros y velocidades con consumo.
- Análisis de la línea de conducción y la línea de distribución con las velocidades con consumo.
- Resultados de demanda base, altura y presiones con consumo.
- Análisis de la línea de conducción y la línea de distribución con las presiones con consumo.

ANEXO N° VIII

PLANOS DE PROYECTO

- 1-Portada
- 2-Plano con proyecto
- 3-Línea de conducción-Planta y perfil longitudinal
- 4-14 -Línea de distribución-Planta y perfil
- longitudinal.
- 15-Plano de predio de tanque.
- 16-Tanque de 20m3
- 17-Plano de predio de sarta de bombeo-Diseño preliminar de pozo.
- 18-Detalles constructivos de sarta.
- 19-Lavandero y cerco.
- 20-Letrina semielevada

ANEXO N° IX

FOTOGRAFIAS QUE MUESTRAN EL ESTADO DE LAS LETRINAS EN LA COMUNIDAD LAS CRUCES

ANEXO N° X

. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO N° XI

CURVA DE BOMBA SUMERGIBLE