UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

MONOGRAFÍA

DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE) PARA LA COMUNIDAD EL JOBO, DEL MUNICIPIO DE TOTOGALPA, DEPARTAMENTO DE MADRIZ, PERIODO 2020-2040

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Yelka Patricia Castro Zeledón.

Br. Paola Noheli Gámez González.

Br. Bayron Arauz Hernández.

.

Tutor

Ing. Jimmy Sierra Mercado

Managua, Agosto 2021

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo en los momentos difíciles y llenarme de gran amor y esperanza, a mi familia, mi madre "Nimia Zeledón", mi padre "Enrique Castro" y mi hermana, por estar siempre conmigo dándome su apoyo incondicional para salir adelante.

Yelka Patricia Castro

A Dios nuestro señor por darme la sabiduría y fuerza necesaria durante todo este estudio monográfico.

A mi Madre por apoyarme incondicional, por ser la persona que me anima en los momentos más difíciles y me orienta hacia el camino del éxito.

A familiares y amigos quienes me brindaron su apoyo durante todo este proceso.

-Paola Gámez González

A Dios por ayudarme y darme la sabiduría a lo largo de mi vida, gracias a El pude terminar mis estudios, la gloria y la honra se para él, a mi madre Modesta Hernández por su gran apoyo a lo largo de mi vida, ayudándome a conseguir mis sueños, a mi esposa Tania Muñoz por ayudarme y apoyarme a lo largo de mi carrera y cada día motivarme a seguir adelante, y sobre todo a cada uno de mis hermanos por apoyarme.

-Bayron Arauz Hernández

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su infinito amor y misericordia.

A mis padres y mi hermana por su apoyo y amor que me ha brindado.

A nuestro tutor Ing. Jimmy Sierra Mercado y demás docentes por compartir sus conocimientos y experiencia que ha sido parte fundamental en la formación durante el transcurso de mi carrera.

-Yelka Patricia Castro

A Dios, por darme la vida y la sabiduría para poder llegar a la recta final de este largo procedimiento, sin el nada de esto hubiese sido posible.

A mi Madre por cuidarme y por su apoyo incondicional.

A nuestro tutor Ing. Jimmy Sierra Mercado por su amable atención disposición y apoyo.

-Paola Gámez Gonzalez

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mi madre a mi esposa y a mis hermanos, y cuñados por haber demostrado su amor, corrigiendo nuestras faltas y celebrando nuestros triunfos.

Al Ing. Jimmy Sierra Mercado por haber sido nuestro tutor de tesis por su gran apoyo durante todo este tiempo.

-Bayron Arauz Hernández

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe de graduación, describe en forma detallada el procedimiento a través del cual se desarrolló una propuesta de diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para la comunidad El Jobo, del municipio de Totogalpa, departamento de Madriz, para un periodo de 20 años (2020-2040), en el que se retoma como criterio principal la viabilidad y sostenibilidad; ya que el sistema quedará a cargo de la localidad.

La comunidad tiene una población de 589 habitantes distribuidos en 100 viviendas (5.89 hab/vivienda), con una proyección a 20 años de 980 personas; actualmente presenta problemas con el abastecimiento de agua, abasteciéndose de 3 pozos excavados a mano en mala calidad y secos durante el periodo de verano, con altos riesgos de contaminación; por lo que la población demandó un sistema de abastecimiento de agua potable que les garantice la salud. El estudio inicia con la identificación del proyecto donde se aborda la situación actual de la comunidad.

El sistema fue diseñado a partir de las normas rurales para el abastecimiento de agua potable establecidas por el INAA, en combinación con los estatutos establecidos por el FISE para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable en el sub sector rural, considerando las condiciones particulares que rigen esta propuesta a través de un análisis a fondo de las características socioeconómicas de la comunidad, y características topográficas e hidrológicas del área en cuestión.

Producto de la encuesta socioeconómica realizada y la recopilación de información, se determinó que el problema central de la comunidad El Jobo, es la incidencia de enfermedades diarreicas y parasitarias, provocadas por el consumo de agua de mala calidad, malos hábitos de higiene y la disposición de excretas al aire libre.

En el diseño del proyecto de agua potable se realizó un análisis de la demanda de consumo de agua, usando una dotación de 60 l/hab/día y un 20% de pérdidas como lo indican las normas técnicas rurales del INAA; determinando una demanda actual de 0.75 l/s y una demanda futura para el año 20 de 1.23 l/s.

Con el proyecto se garantizará el vital líquido al 100% de la población, partiendo con una demanda inicial de 64.59 m^3/d y alcanzando una demanda futura para el año 20 de 105.85 m^3/d correspondiente al consumo de máximo día. El análisis hidráulico se realizó en el programa EPANET y de acuerdo con los resultados del estudio realizado en la comunidad, ésta presenta condiciones favorables para la implementación de un sistema de agua potable.

INDICE

Capítulo I ASPECTOS GENERALES

1. Introducción....1

1.1 Antecedentes 3

1.2 Justificación....4

1.3 OBJETIVOS....5

1.3.1 Objetivo general 5

1.3.2 Objetivos específicos 5

1.4 Caracterización del municipio de Totogalpa 6

1.4.1 Límites de municipio....6

1.4.2 Referencia geográfica 6

1.5 Caracterización de la comunidad 6

1.5.1 Breve reseña de la comunidad....6

1.5.2 Macro localización....7

1.5.3 Micro localización 8

1.5.4 Limites....9

1.5.5 Clima y relieve predominante 9

1.5.5.1 Clima....9

1.5.5.2 Relieve (Geomorfología del área de estudio) 11

1.5.5.3 Geomorfología local 11

1.5.5.4 Geología 12

1.5.6 Hidrología....13

1.5.6.1 Referencia geográfica 15

1.5.6.1.1 Posición geográfica....15

1.5.7 Población 15
1.5.8 Categoría de pobreza.....15
1.5.9 Acceso a la comunidad y medios de comunicación.....17
1.5.9.1 Vialidad 17
1.5.9.2 Telefonía.....17
1.5.9.3 Energía eléctrica 17
1.5.9.4 Equipamiento social 17
Capítulo II MARCO TEÓRICO.....18
1. Marco teórico 19
2.1 Estudio socioeconómico.....20
2.2 Prueba de bombeo y calidad de agua 20
2.3 Demanda.....21
2.4 Topografía.....21
2.5 Obras de captación 21
2.5.1 Pozo.....21
2.5.2 Pozo perforado.....22
2.6 Bomba.....22
2.6.1 Bombas centrifugas verticales.....22
2.7 Estaciones de bombeo.....22
2.8 Conexión de bombas sarta.....22
2.9 Línea de conducción 23
2.9.1 Línea de conducción por bombeo 23
2.10 Tanque de alimentación 23
2.11 Red de distribución.....23

2.11.1 Diámetro mínimo 23
2.11.2 Presiones máximas y mínimas. 24
2.11.3 Velocidades permisibles en tuberías 24
2.11.4 Pérdidas de agua en el sistema 24
2.11.5 Sistemas de ramales abiertos 25
2.12 Golpe de ariete 25
2.13 Modelación en EPANET 25
2.14 Tratamiento 26
2.14.1 Filtración lenta 26
2.15 Cloración 28
2.16 Presupuesto del Proyecto 29
2.16.1 Estructura del presupuesto 29
Capítulo III DISEÑO METODOLÓGICO 32
3 Diseño metodológico 33
3.1 Estudio Socioeconómico 33
3.2 Prueba de bombeo y calidad del agua 34
3.2.1 Prueba de bombeo 34
3.2.2 Calidad del agua 34
3.3 Criterios técnicos de diseño 35
3.4 Diseño del sistema de agua potable y saneamiento 35
3.4.1 Levantamiento topográfico 35
3.4.2 Diseño hidráulico del sistema 35
3.4.3 Cálculo de población 36
3.4.4 Dotación de agua 36

3.4.5 Variaciones de consumo 36
3.4.6 Estaciones de bombeo 37
3.4.6.1 Fundaciones de equipos de bombeo 37
3.4.6.2 Equipo de bombeo y motor 38
3.4.6.2.1 Bombas verticales 38
3.4.6.2.2 Energía 38
3.4.6.2.3 Diseño de bomba 38
3.1.1 Golpe de ariete 39
3.1.2 Línea de conducción por bombeo 40
3.1.3 Almacenamiento 40
3.1.4 Tanque sobre el suelo de mampostería 40
3.1.5 Tratamiento y desinfección 41
3.1.5.1 Aplicación de cloro 41
3.1.5.2 Tiempo de contacto 41
3.1.6 Red de distribución 42
3.1.6.1 Diámetro mínimo 42
3.1.6.2 Análisis y cálculo hidráulico de la red 42
3.1.6.3 Cobertura de tuberías 43
3.1.6.4 Pérdidas de agua en el sistema 43
3.2 Golpe de ariete 43
3.3 Diseño hidráulico del sistema 43
3.4 Elaboración de planos 44
3.5 Presupuesto 44
3.5.1 Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto 44

Capítulo IV RESULTADOS DEL ESTUDIO 46
4 Resultados del estudio 47
4.1 Resultados socioeconómicos 47
4.1.1 Población y sus características 47
4.1.1.1 Población 47
4.1.1.2 Viviendas.....48
4.1.1.3 Situación actual del suministro de agua 49
4.1.1.4 Calidad del agua de consumo actual.....51
4.1.1.5 Disposición de excretas.....52
4.1.1.6 Educación 53
4.1.1.7 Organización comunitaria.....53
4.1.1.8 Información socioeconómica 54
4.1.1.9 Ingreso mensual por familia 54
4.1.1.10 Servicios básicos.....55
4.1.1.11 Prueba de bombeo.....55
4.1.1.12 Resultados calidad del agua 59
4.2 Construcción de un mini acueducto por bombeo eléctrico.....61
4.2.1 Estudios topográficos. 61
4.2.2 Componente de agua potable 61
4.2.3 Fuente de abastecimiento 62
4.2.4 Proyección de población y consumo 63
4.2.5 Obra de captación.....67
4.2.5.1 Diseño de bomba 68
4.2.5.1.1 Equipo de bombeo seleccionado.....70

4.2.5.2 Golpe de ariete 72
4.2.6.1 Presiones en la línea de conducción 74
74
4.2.7 Régimen de bombeo 75
4.2.8 Velocidades en la línea de conducción 75
4.2.9 Tanque de almacenamiento 75
4.2.9.1 Calculo de la altura del tanque 75
4.2.9.2 Calculo de la base del tanque 76
4.2.10 Tratamiento químico del agua (desinfección) 77
4.2.10.1 Dosificación 78
4.2.10.2 Red de distribución 81
4.2.10.2.1 Esquema red de distribución 82
82
4.2.10.2.2 Presiones en la red de distribución 83
4.2.10.2.3 Velocidades en la red de distribución 84
4.2.10.2.4 Nivel de servicio 88
4.3 Costos y presupuestos del proyecto 88
4.3.1 Costo total del proyecto 88
4.3.2 Costos administrativos, de operación y mantenimiento 89
CONCLUSIONES 90
5 Conclusiones 91
RECOMENDACIONES 93
7. Recomendaciones 94
Bibliografía 95

INDICE DE TABLAS

Tabla I-1 Micro cuencas del municipio 13

Tabla I-2 Descripción de los niveles de pobreza del municipio 15

Tabla I-3 Distribución de la pobreza extrema en el municipio 16

Tabla II-1 Periodo de diseño.....19

Tabla II-2 Coeficiente de rugosidad.....24

Tabla II-3 Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.P.P.M....28

Tabla IV-1 Población 48

Tabla IV-2 Rango de edades de la población 48

Tabla IV-3 Estado de la vivienda 48

Tabla IV-4 Abastecimiento de agua 49

Tabla IV-5 Fuentes de agua utilizadas por la población de la comunidad 50

Tabla IV-6 Calidad del agua 51

Tabla IV-7 Características físicas del agua.....52

Tabla IV-8 Estado de letrinas.....53

Tabla IV-9 Ingreso mensual por familias.....54

Tabla IV-10 Fuente de abastecimiento 62

Tabla IV-11 Datos para la proyección de la población y consumo 63

Tabla IV-12 Consumo promedio diario.....64

Tabla IV-13 Consumo máximo día.....65

Tabla IV-14 Consumo máximo hora y almacenamiento 66

Tabla IV-15 Características de la línea de impulsión 68

Tabla IV-16 Datos para el diseño de bomba y longitudes equivalentes 69

Tabla IV-17 Datos para el cálculo del golpe de ariete 72
Tabla IV-18 Tubería de línea de conducción.....73
Tabla IV-19 Dosificación de hipoclorito de calcio 79
Tabla IV-20 Permanencia del cloro residual.....80
Tabla IV-21 Tubería de red de distribución 81
Tabla IV-22 Velocidades en la red de distribución 85
Tabla IV-23 Análisis Hidráulico EPANET (Cero consumos) 86
Tabla IV-24 Análisis hidráulico en EPANET (Consumo máximo hora) 87
Tabla IV-25 Tablas de costos administrativos, de operación y mantenimiento....89

INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Macro localización de la comunidad El Jobo.....7
Ilustración 2. Micro localización de la comunidad El Jobo 8
Ilustración 3. Perfil litológico del pozo 56
Ilustración 4. Prueba de bombeo 57
Ilustración 5. Curva tipo del pozo El Jobo 58

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Clasificación climática del área de estudio 10
Mapa 2. Geología área de estudio.....12
Mapa 3. Microcuencas y ríos 14
Mapa 4. Pobreza extrema municipal.....16

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Población por edad y sexo 47
Gráfico 2. Estado de la vivienda 49
Gráfico 3. Abastecimiento de agua 50

Gráfico 4. Calidad del agua 51
Gráfico 5. Características físicas del agua 52
Gráfico 6. Estado de letrinas.....53
Gráfico 7. Ingreso mensual por familias.....54
Gráfico 8. Curva característica de bombas TPI Franklin Electric.....71
Gráfico 9. Presiones en la línea de conducción 74
Gráfico 10. Presiones en la red de distribución.....83

Capítulo I ASPECTOS GENERALES

1. Introducción

El proyecto tiene como fundamento la construcción de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad el Jobo, Municipio de Totogalpa departamento de Madriz, periodo 2020-2040.

El objetivo principal es realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable empleando bombeo eléctrico de tal forma que cumpla con tres aspectos importantes: Calidad, capacidad y continuidad, satisfaciendo las necesidades de los consumidores y solucionando la problemática de la falta del vital líquido en la zona.

Se elaboró una investigación basada en los aspectos socioeconómicos y como benefició este proyectó a la comunidad reflejando aspectos que fortalecieron en diferentes ámbitos cotidianos y laborales.

Por tanto, el diseño de este proyecto permitió dar soluciones y otorgar respuestas a las diferentes dificultades que se presentaron en la comunidad del Jobo, ya que desde años atrás han presentado problemas con el acarreo del agua debido al relieve del lugar, también con la calidad del agua, ya que su principal fuente de abastecimiento son pozos perforados y pozos excavados a mano.

La Encuesta Nicaragüense de Demografía y Salud (ENDESA) realizada por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) y el Ministerio de Salud (MINSA) en el año 2011, presenta que el 66% de las viviendas acceden a la red de agua potable y seguro.

Este porcentaje varía drásticamente según la zona geográfica, siendo el 91.20 % en zonas urbanas y el 30.5 % en zona rural. Dentro del área rural del municipio de Totogalpa se localiza la comunidad el Jobo, donde el 100% de la población no cuenta con servicio de agua potable.

El documento también contiene la memoria de diseño y demás aspectos considerados durante las etapas de estudio y diseño, además de los datos

recolectados durante la investigación de campo e información suministrada por entes competentes; está estructurado en cuatro capítulos:

Capítulo I: Aspectos Generales

Capítulo II: Marco Teórico

Capítulo III: Diseño Metodológico

Capítulo IV: Resultados del Estudio

Conclusiones

Recomendaciones

1.1 Antecedentes

El municipio de Totogalpa, departamento de Madriz está constituido por 5 barrios y 41 comunidades, todos organizados en 7 microrregiones. Dentro del micro-región III (Santo Domingo) se localiza la comunidad El Jobo situada a 6 km del casco urbano.

El municipio se ubica en una de las zonas más secas y áridas del país y según datos municipales su Índice de Desarrollo Humano Municipal Medio-Bajo. Totogalpa basa su economía en la actividad agropecuaria de subsistencia combinada con la cría de especies menores y la venta de trabajo en fincas aledañas o en zonas cafetaleras. La mayor parte de sus suelos presentan un bajo potencial agrícola, debido a sus pendientes pronunciadas, la erosión y las condiciones climáticas.

El servicio de energía eléctrica en el área de la intervención es inexistente y respecto a los recursos hídricos se han contabilizado 63 pozos con bombas artesanas para abastecer al 60% de la población mientras que el resto se abastece de manantiales naturales. No existe en el municipio ningún sistema de alcantarillado por lo que se hace uso de letrinas. La cobertura sanitaria alcanza al 90% de la población y la educación primaria es brindada a nivel municipal a través de 22 centros educativos. (Comunidades Indigenas Totogalpa, 2018)

La mayoría de la familia solamente acceden a salarios entre 1000 y 3000 córdobas, lo cual no garantiza la satisfacción de todas las necesidades básicas en el hogar dentro de las necesidades básicas se encuentra el recurso agua, en la actualidad la comunidad se suministra por medio de pozos perforados/excavados, acarreando el agua desde el pozo hasta su respectiva vivienda.

1.2 Justificación

Un dato relevante respecto al acarreo del agua, es que la mayoría de los habitantes en verano pasan 6 horas de su día acarreando agua desde el pozo hasta su vivienda, para poder solventar las necesidades básicas en su domicilio, al pasar tanto tiempo trasladando el agua, esto genera grandes inconvenientes ya que niños no pueden asistir a sus clases por ayudar a sus padres con el acarreo del agua, de igual manera afecta en el aspecto socioeconómico de la comunidad ya que la persona encargada del hogar por ende no puede trabajar puesto que debe suministrar el agua para satisfacer las necesidades básicas de su hogar.

Tomando en cuenta la información antes expuesta, se considera de vital importancia el diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable que cumpla con las normativas establecidas por el INAA y que a su vez satisfaga la necesidad inmediata y futura de la población, llevando a cabo este proyecto se pretende resolver la problemática del servicio de agua potable y beneficiar directamente a la comunidad llevando el vital líquido a sus casas, también establecer una cuota para labores de administración, operación y mantenimiento ejercida por miembros de la comunidad para obtener una óptima sostenibilidad y desarrollo del sistema.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Realizar el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) en la comunidad El Jobo del municipio de Totogalpa, departamento de Madriz, periodo 2020-2040.

1.3.2 Objetivos específicos

1) Desarrollar un estudio socioeconómico de la comunidad El Jobo, para conocer las necesidades básicas y situación actual de la población.
2) Realizar levantamiento topográfico del sitio con el fin de obtener la altiplanimetría del lugar.
3) Realizar el análisis físico, químico y bacteriológico a fin de determinar una alternativa de potabilización del agua para consumo humano.
4) Diseñar los componentes hidráulicos de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) tomando en consideración las normas del INAA.
5) Estimar costo y presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable.

1.4 Caracterización del municipio de Totogalpa

Totogalpa es un municipio ubicado al norte del departamento de Madriz de la República de Nicaragua está ubicado a 216 km de la capital Managua.

Topográficamente esta región es quebrada, sobresaliendo elevaciones que van desde 600 a 1.000 msnm, como El Castillo, El Cuje, El Chumpe, El Chiflon o El Cachón. La forma del municipio es irregular, su terreno es accidentado en la mayor parte del territorio, las comarcas menos escarpadas son Sabana Grande y Santo Domingo.

1.4.1 Límites de municipio

Limita al norte con el municipio de Macuelizo, Ocotal, y Mozonte, al Sur con Yalagüina y Palacagüina, al Este con el municipio de Telpaneca y al oeste con el municipio de Somoto.

1.4.2 Referencia geográfica

El municipio de Totogalpa pertenece al departamento de Madriz. Está ubicado a 216 km al norte de la ciudad de Managua, capital de la república y a 21 kms de la ciudad de Somoto, cabecera del departamento. Tiene una extensión territorial de 133.13 Km² y se localiza en las coordenadas 13º 33´ latitud Norte y a 86º 29´ longitud oeste.

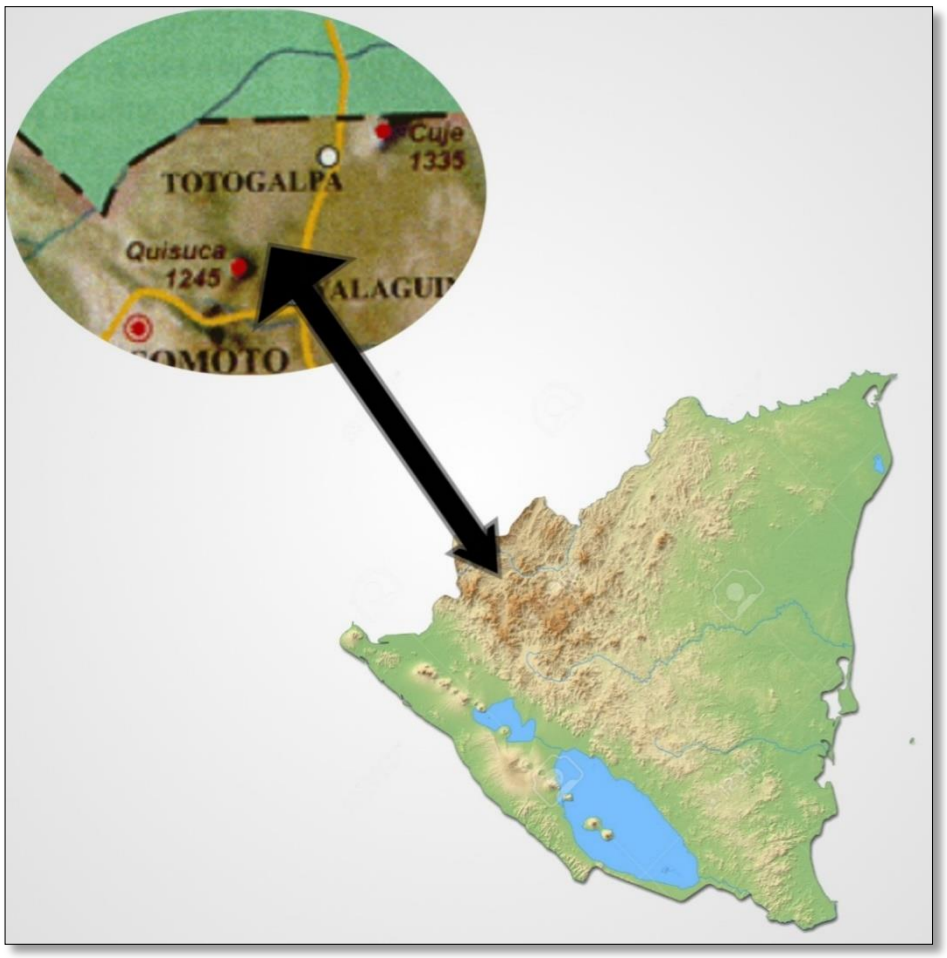
1.5 Caracterización de la comunidad

1.5.1 Breve reseña de la comunidad

La localidad El Jobo cuenta con una población aproximada de 589 habitantes, (100 familias) de los cuales 187 son mujeres y 228 son varones.98 niños, 76 niñas (174 niños en total). En la comunidad se encuentran 67 personas de la tercera edad y 0 con capacidades especiales diferentes. (Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad El Jobo)

1.5.2 Macro localización

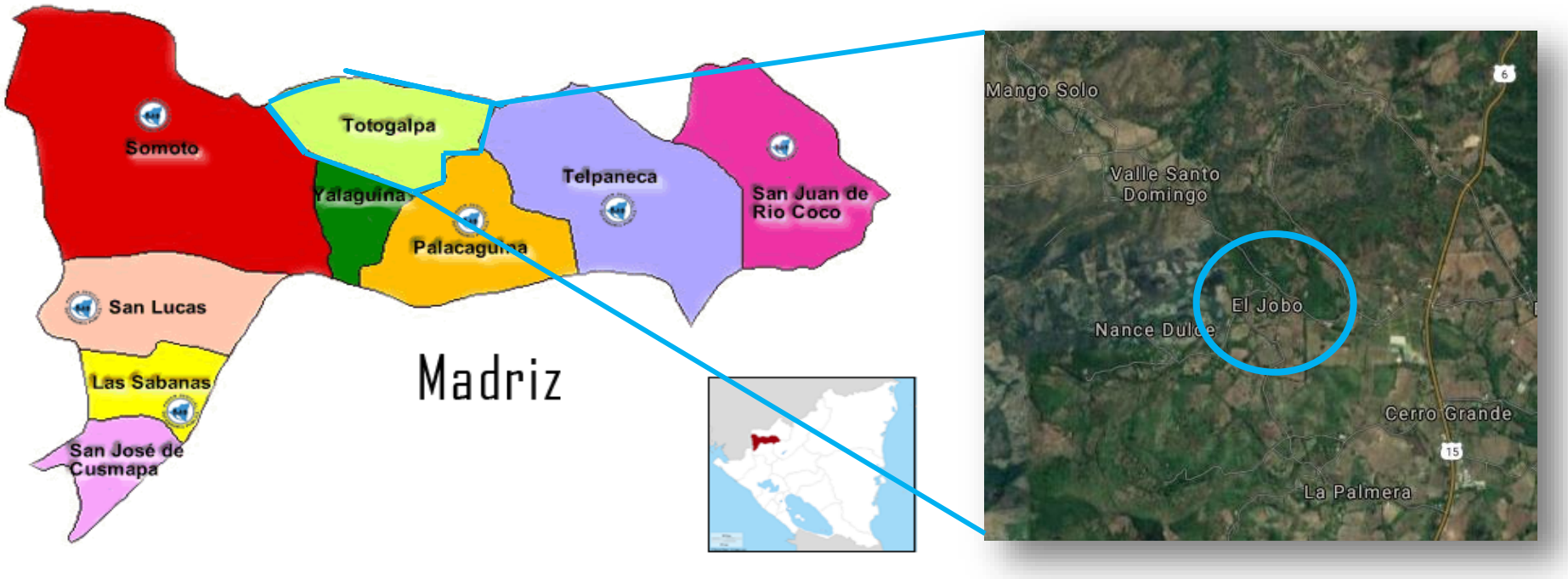
Ilustración 1. Macro localización de la comunidad El Jobo



Fuente: (Totogalpa C.)

1.5.3 Micro localización

Ilustración 2. Micro localización de la comunidad El Jobo



Fuente: (Totogalpa C.)

1.5.4 Limites

La comunidad de El Jobo, se ubica en el municipio de Totogalpa, departamento de Madriz y sus límites son:

Norte: Comunidad Buena Vista

Sur: Comunidad Valle Enoc Ortez

Este: Comunidad Sabana Grande

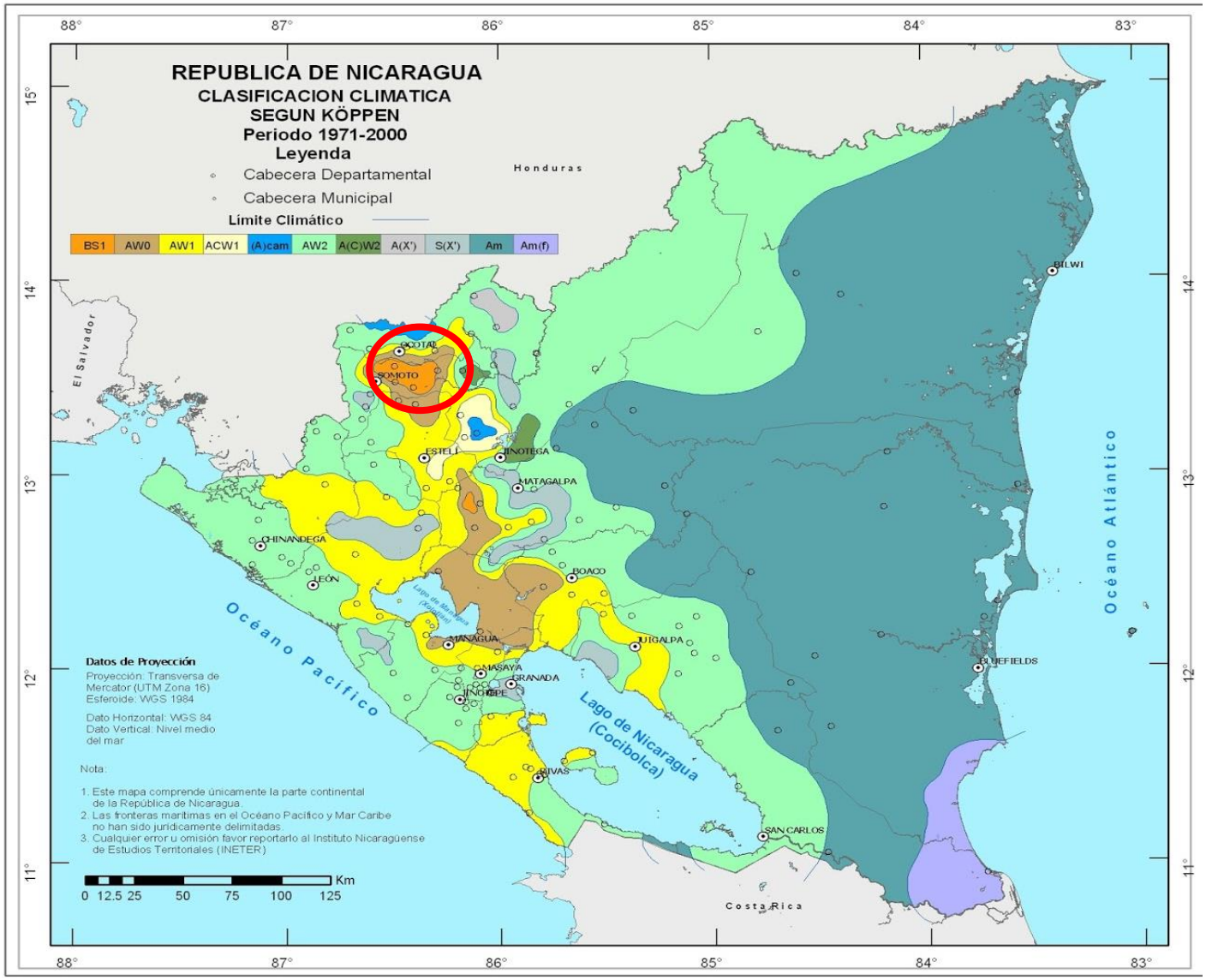
Oeste: San Juan de Somoto

1.5.5 Clima y relieve predominante

1.5.5.1 Clima

De acuerdo a la clasificación de Köppen el clima predominante en la zona es clima seco y árido, BS1, se presenta al oeste del municipio de Sebaco y en los municipio de Totogalpa, Telpaneca y Yalagüina, En la región norte se caracteriza por mostrar una estación seca muy severa, con temperaturas medias anuales que oscilan entren 23^{o}C y 27^{o}C, mientras que la precipitación promedio anual presenta rangos de 650mm a 800 mm.

Mapa 1. Clasificación climática del área de estudio



1.5.5.2 Relieve (Geomorfología del área de estudio)

Topográficamente este municipio se caracteriza por tener pendientes mayores de 30% las que cubren el 89% del territorio, es decir con relieves muy escarpados. Esto indica las grandes limitaciones que tiene el municipio en cuanto a desarrollo agrícola, de asentamientos humanos de infraestructura vial y los factores de riesgo y vulnerabilidad por deslizamientos o deslaves de suelos descubiertos de vegetación.

El resto del territorio (11%) presenta pendientes que oscilan del 2 al 30% y se manifiesta en zonas como Valle Enoc Ortéz, La Palmera, El Fraile, Casco Urbano, La Pita, San José, Caldera y Buena Vista de Santo Domingo. En otros sectores, hay peñascos y piedras medianas en la superficie y en el subsuelo.

Según CARE – MAGFOR en Totogalpa se presentan tres sistemas fisiográficos que son:

Depresión Montañosa de Somoto con un área de 8 697 hectáreas, o sea un 65% del territorio municipal. Se inicia en las inmediaciones de Cayantú hacia el Sur cubriendo Sabana Grande y se extiende hacia el Oeste, abarcando Verapaz, Santo Domingo y la zona urbana.

Planicie de Somoto comprende 33 hectáreas igual a 0.2% del territorio y se localiza en la zona de Palmira, a orillas del río Coco.

Serranías de Madriz y Nueva Segovia ocupan 4 583 hectáreas (34.4%) se manifiesta en las micro regiones de Cayantú, Cuje y Terrero grande.

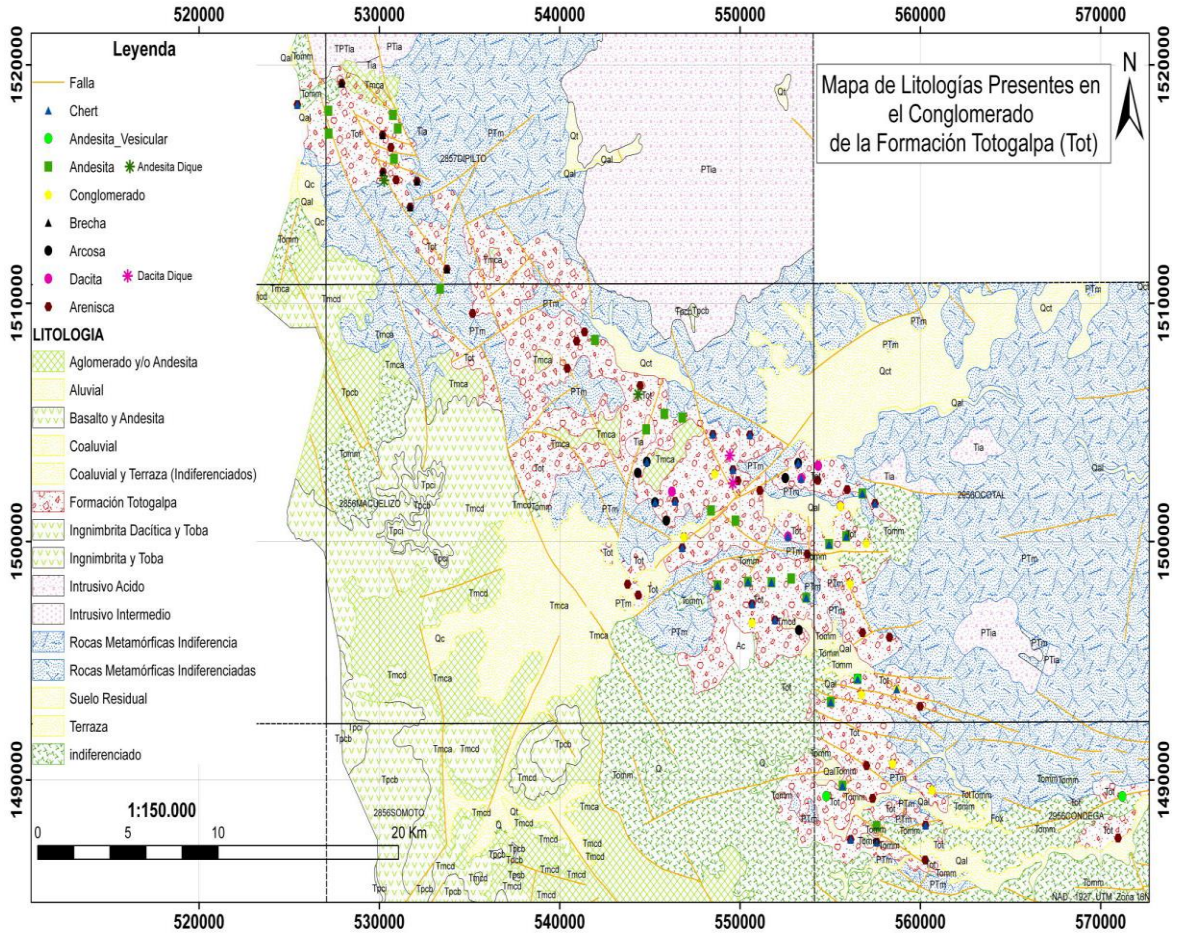
1.5.5.3 Geomorfología local

La comunidad El Jobo se encuentra ubicada en la depresión Montañosa de Somoto costado sur en la provincia geomorfológica de las Tierras Altas del Interior en la sub provincia Geológica del Norte de Nicaragua. La sub provincia comprende los terrenos del norte del departamento de Nueva Segovia, Madriz, ligeramente del departamento de Estelí y gran parte del área central y norte del departamento de Jinotega.

1.5.5.4 Geología

Geológicamente el municipio se encuentra ubicado entre las estructuras geológicas denominadas Provincia Volcánica Terciaria y la Plataforma Paleozoica Mesozoica lo que significa que sus suelos se hallan dentro de los más antiguos del País. La mayor parte de los suelos del Municipio de Totogalpa presentan un bajo potencial agrícola, debido a sus características de pendientes pronunciadas, lo que hace a los suelos susceptibles a la erosión y a las condiciones climáticas desfavorables. Además presentan baja fertilidad natural y están cubiertos de pastizales naturales y tacotales (58%).

Mapa 2. Geología área de estudio



Fuente: (UNAN)

1.5.6 Hidrología

La comunidad de El Jobo se ubica dentro de la cuenca No. 45 (951695) rio coco con un área de recarga estimada de 401.73 Km^2, dentro dela microcuenca de Santo Domingo con un área de 28.01 Km2. La Cuenca del Río Coco, la conforman 37 microcuencas, siendo una de ellas la microcuenca de Totogalpa, en su extremo noreste se ubica la cabecera municipal, muy cercana al Parteaguas, con una elevación de 660,8 msnm.

Tabla 0-1 Micro cuencas del municipio

MICROCUENCAS	Hectáreas	%
Las Petacas	75	0.6
Las Trojas	56	0.4
Quebrada Grande de Cuje	326	2.4
Cujilica	1676	12.6
El Limón	12	0.1
El Zapote	1442	10.8
Palencia	556	4.2
Pifalí	858	6.4
Sabana Grande	5049	37.9
Santa Ana	462	3.5
Santo Domingo	2801	21
Total	13313	99.9

Fuente: (CARE-MAGFOR, 2002)

Mapa 3. Microcuencas y ríos

Fuente: (CARE-MAGFOR, 2002)

1.5.6.1 Referencia geográfica

La comunidad El Jobo pertenece al municipio de Totogalpa, departamento de Madriz, ubicada a 6km del municipio de Totogalpa y a 222 km de Managua.

1.5.6.1.1 Posición geográfica

A mayor escala, podemos precisar que la comunidad El Jobo, se encuentra localizada en las coordenadas UTM 553832; 1495813.

1.5.7 Población

La población de la comunidad el Jobo es de 598 habitantes de los cuales 263 son mujeres y 326 son varones, equivalentes a 100 familias.

1.5.8 Categoría de pobreza

El municipio tiene una incidencia de pobreza extrema del 53.7%, reflejando con esto que los hogares de los barrios y/o comarca del municipio tiene una o más necesidades básicas descubiertas lo que lo ubica encima del segundo cuartil pero por debajo del tercer cuartil de los hogares de pobreza extrema lo que lo clasifica de **POBREZA MEDIA.** De acuerdo a información a INIDE, en promedio, tanto en la parte rural como en la parte urbana del municipio de Totogalpa el 53.7 % del total de la población padece de pobreza extrema el 29.4 % son pobre no extremo y el 16.9% son no pobres. En la parte rural, los pobres extremos sobrepasan el 90.0% y en la parte urbana son menores del 10.0%. En los cuadros siguientes se detalla esta información.

Tabla 0-2 Descripción de los niveles de pobreza del municipio

Descripción	Porcentaje
No pobres	16.9
Pobres no extremos	29.4
Pobres extremos	53.7
Totales	100

Fuente: (NBI/INIDE),2015

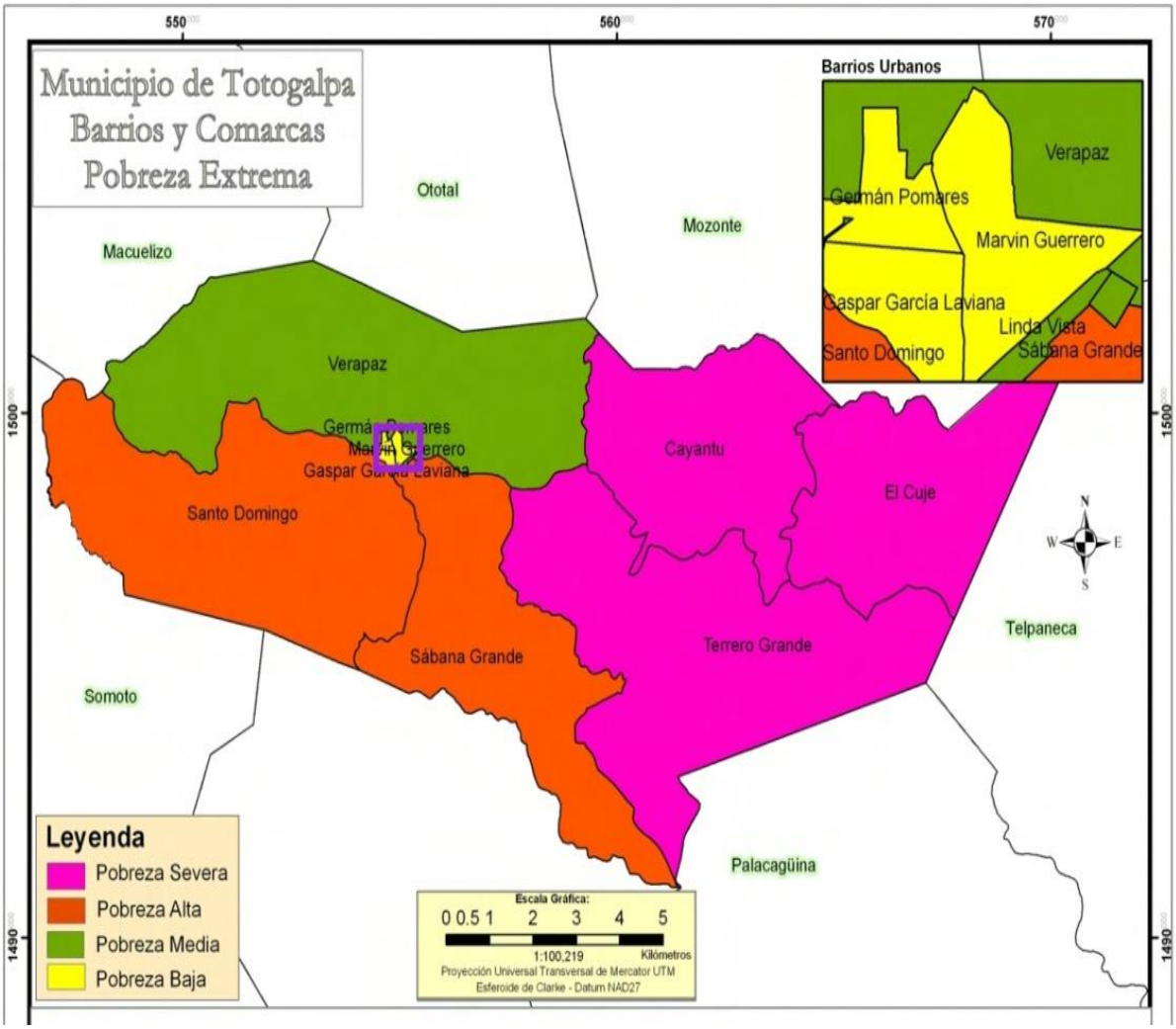
Tabla 0-3 Distribución de la pobreza extrema en el municipio

Descripción	Hogares en pobreza extrema	Población en pobreza extrema	%
Totogalpa	1090,0	7339,0	100%
Urbano	78,0	498,0	7%
Rural	1012,0	6841,0	93%

Fuente: (NBI/INIDE),2015

La comunidad El Jobo se encuentra en la categoría de pobreza alta, teniendo una o más necesidades básicas descubiertas, altos índices de hacinamiento y construcciones en lugares vulnerables.

Mapa 4. Pobreza extrema municipal



Fuente: (NBI/INIDE),2015

1.5.9 Acceso a la comunidad y medios de comunicación

1.5.9.1 Vialidad

En el caso del trasporte, la comunidad El Jobo no cuenta con acceso a transporte colectivo, debido a la pobreza extrema en que viven los habitantes y a la falta de recursos para facilitarles estos medios, ya que sólo cuentan ocasionalmente con el transporte privado de los dueños de propiedades, y los vehículos de médicos u otras Instituciones y ONG's que tengan presencia en la zona, por lo general se movilizan a pie o caballo.

1.5.9.2 Telefonía

No existe cableado para telefonía dentro de la comunidad, por tanto no hay cobertura de telefonía móvil.

1.5.9.3 Energía eléctrica

Por la comunidad pasa una línea principal que suple de energía a la comunidad, cuenta con acometidas eléctricas aunque a algunos de los pobladores aún les hace falta el servicio y para poder obtener el servicio deberán de pagar por su acometida a Disnorte, la banda principal de tendido se encuentra de norte a sur y la derivación hacia la comunidad de oeste a este

1.5.9.4 Equipamiento social

La comunidad cuenta con un puesto de salud y dos iglesias. En cuanto a educación, se cuenta con el servicio de una escuela primaria que imparte de primero a sexto.

Capítulo II MARCO TEÓRICO

1. Marco teórico

Los criterios utilizados en el diseño para los diferentes elementos del proyecto, están de acuerdo a lo establecido en los parámetros de diseños, comprendidos en los documentos siguientes:

NTON 09003-99: Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. Rural - INAA

NTON 09003-99: Normas técnicas rurales. Rural - INAA.

NTON 09003-99: Manual de operación y mantenimiento de sistemas de suministro de agua en el medio rural. Rural - INAA.

GUIA FISE: Guía metodológica para la formulación y diseño de proyectos de agua potable y saneamiento.

Se establecen los siguientes períodos para cada elemento del sistema:

Tabla II-1 Periodo de diseño

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

Fuente: Normas Rurales (NTON 09 003-99, 1999, pág. 14)[1]

[1]Normas Rurales (NTON 09 003-99, 1999, pág. 14)

2.1 Estudio socioeconómico[2]

Para obtener un óptimo desarrollo del proyecto, es necesario realizar un estudio socio-económico que permita conocer las necesidades básicas y situación actual de la población en esta comunidad. Esta información se basará en el Manual de Administración del Proyecto.

2.2 Prueba de bombeo y calidad de agua[3]

La necesidad creciente de utilizar el agua disponible, hace necesario que esta sea aprovechada con menores costos y sin desperdicio. Esto no puede lograrse si no se utilizan sistemas de medición adecuados.

Esto hace que para manejar el recurso hídrico de un curso de agua (rio, canal, etc.) con distintos propósitos (agua potable, energía, riego, atenuación de crecidas, etc.) de una manera eficiente, requiera del conocimiento de la cantidad de agua que pasa por un lugar en un tiempo determinado (el caudal), durante un periodo de años lo más largo posible. De ahí que es menester lograr datos de campo confiables y lo suficientemente precisos que permitan estudiar y proyectar manejos del agua con el menor grado de incertidumbre posible para satisfacer las demandas cada vez más crecientes que tiene la humanidad.

Así, para una utilización eficiente del recurso hídrico de un curso de agua en su área de influencia, como primer paso se deben colocar las necesarias estaciones de medición del caudal (Estaciones de Aforos). El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura. Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de estiaje (los meses secos) y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos. Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétricos y de velocidad área. El primero es utilizado

[2] Manual de administración del proyecto-MACPM. Capítulo II (FISE)
[3] Aforadores de corrientes de agua, (Bazán)

para calcular caudales hasta con un máximo de 10 l/s y el segundo para caudales mayores a 10 l/s.

2.3 Demanda

Se define como demanda por agua potable y saneamiento a la población de un área geográfica determinada que no dispone del servicio o, dispone de él en forma deficiente y lo requiere para múltiples usos, como bebestible, alimentación, higiene personal, lavado de ropa, etc.

2.4 Topografía[4]

Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (planimetría y altimetría). De "Topos" que significa lugar, y de "Grafos", descripción. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, se puede decir que para un topógrafo la tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es.

2.5 Obras de captación

Las obras de captación son todas aquellas que se construyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año la captación de gastos previstos

2.5.1 Pozo[5]

Es una obra de ingeniería y, como tal, debe proyectarse, calcularse y ejecutarse, de acuerdo con ciertas técnicas establecidas, que toman en consideración los factores siguientes: Condiciones geológicas locales, profundidad probable y gastos requeridos.

---

[4] Manual para la revisión de. estudios topográficos (CORASCO, 2008)

[5] Hidrogeología (Torres, 1982, pág. 105)

2.5.2 Pozo perforado

Es un pozo excavado total o parcialmente por medio de una máquina perforadora (ya sea de percusión o de barrena giratoria) y que opera por corte o abrasión. Los materiales que se excavan se llevan a la superficie por medio de cucharones, bombas de arena, barrenas huecas o mediante algún dispositivo hidráulico autolimpiador.

2.6 Bomba

Es un dispositivo mecánico que sirve para hacer que el agua u otro fluido fluyan, para elevarlos o para aplicarles presión.

2.6.1 Bombas centrifugas verticales[6]

También se les llama turbo bombas o bombas tipo pozo profundo. En realidad son bombas centrífugas cuyo eje es vertical y sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas.

2.7 Estaciones de bombeo

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en: Caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

2.8 Conexión de bombas sarta

Las conexiones de las bombas requieren de una serie de accesorios complementarios para lograr un funcionamiento satisfactorio del equipo de bombeo pueden ser los siguientes: Válvulas, supresores del golpe de ariete, juntos, derivaciones, manómetros, niples, tuberías etc. Son elementos que integrados a la estación mantienen el control de las diversas condiciones de operación.

---

[6] Apuntes de ingeniería sanitaria (Baldizón, 1999, págs. 35,36)

2.9 Línea de conducción

Se le conoce como línea de conducción o línea de transmisión, a la parte del sistema de abastecimiento de agua potable compuesta por un conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de captación hasta un punto que puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora o la red de distribución.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo, pero también es posible realizar una combinación de las dos.

2.9.1 Línea de conducción por bombeo

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

2.10 Tanque de alimentación

Son los que reciben de la fuente o planta de tratamiento el caudal de consumo máximo diario y sale del caudal que demande la población en el momento que se le exija incluyendo el consumo de máxima hora.

2.11 Red de distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías que se instalan subterráneamente en las calles de una población y de las que se derivan las tomas domiciliares que entregan el agua en la puerta de la casa del usuario.

2.11.1 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la

red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.

El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm)[7]

2.11.2 Presiones máximas y mínimas.

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

Presión mínima: 5.0 m.

Presión máxima: 50.0 m.

Tabla II-2 Coeficiente de rugosidad

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro galvanizado (Hº,Gº)	100
Tubo de hierro fundido (Hº,Fº)	130
Tubo de cloruro de polivinilo (PVC)	150

Fuente: Normas Rurales. (NTON 09 003-99, 1999, pág. 15)

2.11.3 Velocidades permisibles en tuberías

Las velocidades del flujo para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías estarán entre los valores permisibles siguientes:

Velocidad mínima = 0.40 m/s

Velocidad máxima= 2.00 m/s

2.11.4 Pérdidas de agua en el sistema

Las pérdidas totales se fijan como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%, para un sistema nuevo

[7]Normas técnicas para diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99, 1999, pág. 43)

2.11.5 Sistemas de ramales abiertos

Son redes de distribución constituidas por ramales troncales y una serie de ramificaciones o ramales que puede constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos.

Este tipo de red es usado comúnmente en comunidades de poca envergadura que entregan mayormente el agua a través de fuentes públicas o en localidades cuyo asentamiento se desarrolla longitudinalmente a lo largo de arterias de vías primarias de carreteras. También pueden utilizarse en poblados donde la topografía dificulta o no permite la formación de anillos.

2.12 Golpe de ariete

Se le llama golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado (presión) cuando el movimiento del fluido (líquido) es modificado. Ocurre cuando el bombeo es interrumpido bruscamente, la columna de agua escurrirá en sentido viajando hacia la bomba.

El cierre rápido y automático de la válvula de retención creará condiciones para la presión en el punto más bajo, la sarta de la bomba, se eleve bastante, comprimido por la columna restante, y animada por el movimiento invertido en el sentido de arriba hacia abajo (T-bomba). Es la fase de sobrepresión del golpe de ariete. Por las características elásticas de la tubería de la propia agua, la presión después de alcanzar el valor máximo será reducida hasta un mínimo. El fenómeno se repite con ondas de sobre presión sucediéndoles a las ondas de depresión, cuyos valores oscilan en torno al valor de presión estática en el punto hasta la amortiguación total de la sobre presión.[8]

2.13 Modelación en EPANET[9]

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de

[8]Apuntes de ingeniería sanitaria I. (Baldizón, 1999)

[9]Manual EPANET, (Valencia)

suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. Efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el tiempo de permanencia del agua en la red y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro.

EPANET se ha concebido como una herramienta de investigación para mejorar nuestro conocimiento sobre el avance y destino final de las diversas sustancias transportadas por el agua, mientras esta discurre por la red de distribución. Entre sus diferentes aplicaciones puede citarse el diseño de programas de muestreo, la calibración de un modelo hidráulico, el análisis del cloro residual, o la evaluación de las dosis totales suministradas a un abonado.

2.14 Tratamiento

2.14.1 Filtración lenta

La filtración lenta en arena (FLA) es el sistema de tratamiento de agua más antiguo del mundo. Copia el proceso de purificación que se produce en la naturaleza cuando el agua de lluvia atraviesa los estratos de la corteza terrestre y forma los acuíferos o ríos subterráneos. El filtro lento se utiliza principalmente para eliminar la turbiedad del agua, pero si se diseña y opera convenientemente puede ser considerado como un sistema de desinfección del agua.

Básicamente, un filtro lento consta de una caja o tanque que contiene una capa sobrenadante del agua que se va a desinfectar, un lecho filtrante de arena, drenajes y un juego de dispositivos de regulación y control. El filtro lento se caracteriza por ser un sistema sencillo, limpio y a la vez eficiente para el tratamiento de agua. Comparado con el filtro rápido, requiere de áreas más grandes para tratar el mismo caudal y, por lo tanto, tiene mayor costo inicial. Sin embargo, su simplicidad y bajo costo de operación y mantenimiento lo

convierte en un sistema ideal para zonas rurales y pequeñas comunidades, teniendo en cuenta además que los costos por área de terreno son comparativamente menores en estas zonas.

La filtración lenta, como se ha mencionado, es un proceso que se desarrolla en forma natural, sin la aplicación de ninguna sustancia química, pero requiere un buen diseño, así como una apropiada operación y cuidadoso mantenimiento para no afectar el mecanismo biológico del filtro ni reducir la eficiencia de remoción microbiológica. El agua cruda que ingresa a la unidad permanece sobre el medio filtrante de tres a doce horas, dependiendo de las velocidades de filtración adoptadas. En ese tiempo, las partículas más pesadas que se encuentran en suspensión se sedimentan y las partículas más ligeras se pueden aglutinar, lo que facilita su remoción posterior. Durante el día, bajo la influencia de la luz solar, se produce el crecimiento de algas, las cuales absorben bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y otros nutrientes del agua para formar material celular y oxígeno.

El oxígeno así formado se disuelve en el agua, entra en reacción química con las impurezas orgánicas y hace que éstas sean más asimilables por los microorganismos. En la superficie del medio filtrante se forma una capa constituida por material de origen orgánico, conocida con el nombre de “schmutzdecke” o “piel de filtro”, a través de la cual tiene que pasar el agua antes de llegar al propio medio filtrante. El schmutzdecke o capa biológica está formado principalmente por algas y otras numerosas formas de vida, como plankton, diatomeas, protozoarios, rotíferas y bacterias. La acción intensiva de estos microorganismos atrapa, digiere y degrada la materia orgánica contenida en el agua. Las algas muertas, así como las bacterias vivas del agua cruda son también consumidas en este proceso. Al mismo tiempo que se degradan los compuestos nitrogenados se oxigena el nitrógeno. También se remueve algo de color y una considerable proporción de partículas inertes en suspensión es retenida por cernido. Una vez que el agua pasa a través del schmutzdecke, entra al lecho filtrante y es forzada a atravesarlo en un proceso que normalmente toma varias horas y en el que se desarrollan

diversos procesos físicos y biológicos que constituyen el proceso final de purificación.[10]

2.15 Cloración[11]

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada. La desinfección significa una disminución de la población de bacterias hasta una concentración inocua, en contraste con la esterilización en la cual se efectúa una destrucción total de la población bacteriana.

Tabla II-3 Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.P.P.M (Una parte por millón de cloro a diferentes volúmenes de agua.)12

Volumen de agua por tratar en Litros	Volumen de la solución al 1%
100	10 mililitros
200	20
300	30
400	40
500	50
1000	100
2000	200
3000	300
10000	1.0 litros
15000	1.5
20000	2

Fuente: Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99, 1999)

[10] www.bvsde.paho.org/ (OPS, 2016)

[11] Manual de tratamiento de aguas (Opazo & Jenkins, 1998)
[12] Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99, 1999)

2.16 Presupuesto del Proyecto

Para el análisis de costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y sub-etapas del FISE para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario establecida por esta misma entidad.

2.16.1 Estructura del presupuesto

a) Costo directo

Son las atribuciones directas a la ejecución del proyecto y se definen en la mano de obra calificada y no calificada, materiales locales y no locales y costo de herramienta y transporte. Estos costos son integrados a través de los correspondientes costos unitarios.

b) Costos indirectos

Serán costos a los que se incurrirá de manera global para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un punto dañado de la red en un plazo establecido, sin que vayan a ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. Entre los costos indirectos tenemos los siguientes grupos:

c) Costos administrativos

Son los costos en que se incurre por mantener el personal administrativo de campo el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Salinos, prestaciones sociales, transporte, alimentación y dormida del personal de campo.
- Mobiliario y equipo de oficina.
- Formatos y papelería.
- Impresiones y fotocopias de informes y avalúos

d) Costos de Utilidad

Son los costos previos que un contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un "sitio crítico" de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 20% (no establecido). Este costo fluctúa en la medida en que se comporta oferta y la demanda del sector construcción.

e) Costos de operación

Son los costos en que se incurre permanentemente para operar el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Movilización y desmovilización.
- Equipo liviano y herramientas.
- Alquileres de bienes inmuebles.
- Combustibles y lubricantes.
- Señalamiento preventivo.
- Seguridad, protección e higiene ocupacional.

f) Costos por servicios especializados

Son los costos en que se incurre por la contratación de servicios profesionales. Estos generalmente son:

- Laboratorio de materiales.
- Informática de proyectos.
- Mantenimiento preventivo especializado de equipos.
- Supervisión de trabajos.
- Asesoría Jurídica.
- Asesoría técnica.

g) Costos imprevistos

Son los costos en que se incurre por acontecimientos o circunstancias no previstas. Estos generalmente son:

- Errores de diseño.
- Errores de presupuesto.
- Ampliación injustificada de plazo.
- Incremento de costos no reconocibles

h) Costos de administración central

Son los costos previstos en que puede incurrir un contratista al atender y monitorear con su administración central la construcción, reparación o mantenimiento de un "sitio crítico" de la red en un plazo establecido.

i) Impuestos

Se presentan en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos, de administración central y de utilidad, siendo actualmente el 1% del impuesto municipal y el 15% del impuesto de valor agregado, que se aplica a la misma sumatoria anterior, pero agregándole el impuesto municipal

Capítulo III DISEÑO METODOLÓGICO

3 Diseño metodológico

3.1 Estudio Socioeconómico

Se realizará por medio de encuesta tipo FISE aplicada casa a casa, con el apoyo de líderes de la comunidad, a través de entrevistas a los pobladores e información que nos facilitará la alcaldía municipal de Totogalpa. Con la información que se obtendrá se determinaran las necesidades básicas y las condiciones actuales de la comunidad, con la cual se calculará el número de beneficiarios directos, además se conocerán cuáles son las formas y costos del abastecimiento actual, la información acerca de la voluntad y disposición al pago de la tarifa por parte de los beneficiarios, tomando en cuenta la sostenibilidad del proyecto.

Con dicha información se identificarán las necesidades básicas y situación actual de la comunidad en base a condiciones de vida, salud, economía y abastecimiento actual de agua.

El estudio se realizará principalmente para obtener la población actual y realizar la proyección futura para un periodo de 20 años. Esta información será complementada con datos del Instituto Nicaragüense para la Información y Desarrollo (INIDE).

El censo y encuesta socioeconómica en la comunidad El Jobo del municipio de Madriz se realizará casa a casa con el propósito de obtener datos reales y actualizados de la población, aspectos socioeconómicos de la población para la realización del estudio.

Con esta información se obtendrán datos básicos para desarrollar los cálculos y proyecciones necesarias para el proyecto. La información recopilada en el campo mediante la encuesta socioeconómica será procesada y los resultados obtenidos estarán representados por medio de gráficos.

3.2 Prueba de bombeo y calidad del agua

3.2.1 Prueba de bombeo

La prueba comprenderá dos etapas: Bombeo y recuperación a caudal constante y bombeo y recuperación a caudal variable. El procedimiento para la realización de la prueba de bombeo es descrito en el anexo 1 de la NTON 09001-99, tomando en cuenta las siguientes consideraciones particulares:

a) La prueba a caudal constante tendrá una duración de 6 horas y el caudal mínimo de bombeo será de 30 gal/min.

b) La prueba a caudal variable será realizada en 3 etapas, con una duración de dos horas por etapa. El primer caudal de bombeo será de 30 gal/min y caudal final será seleccionado en base al comportamiento mostrado por el pozo.

c) Los intervalos entre mediciones serán de 15 minutos.

3.2.2 Calidad del agua

El procedimiento para la toma de muestras de agua es descrito a continuación:

- Toma de muestra para el análisis fisicoquímico:

1) La toma de muestra se realizara directamente de la salida del agua.

2) Dejar transcurrir un mínimo de 3 minutos después del inicio de la salida del agua.

3) Tomar la muestra en un envase de vidrio de boca ancha.

4) Enviar la muestra al laboratorio con un tiempo límite de 72 horas.

- Toma de muestra para el análisis bacteriológico:

1) Utilizar frascos de vidrio esterilizados

2) Durante el muestreo, sujetar el frasco por el fondo, no tocar el cuello ni la tapa.

3) Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejando un espacio de un tercio de aire.

4) Tapar y colocar la cubierta de papel.

5) Etiquetar con claridad los datos del remitente, localidad, nombre de la fuente, punto de muestreo, el nombre del muestreador y la fecha de muestreo

3.3 Criterios técnicos de diseño

Se tomaron de las normas técnicas de INAA.

3.4 Diseño del sistema de agua potable y saneamiento

3.4.1 Levantamiento topográfico

Se realizará el levantamiento topográfico mediante el método taquimétrico: con estación total Sokkia CX 105, con su correspondiente prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (altimetría, planimetría); para la ubicación espacial en el terreno, se utilizaron los sistemas global de posicionamiento satelital (GPS, GLONASS), aparato electrónico, digital-portátil, marca: Garmin, modelo: (GPSMAP 64sc) , designando el sistema de coordenadas y de navegación: UTM/UPS, DatumWGS84, con un margen de error ±3 metros.

Se marcará el punto donde está ubicado el pozo, luego se introducirán los datos de coordenadas manualmente del primer punto a la estación total y se procederá a iniciar con el levantamiento topográfico, se trazará la línea de conducción desde el pozo hacia donde estará ubicado el tanque de almacenamiento buscando la parte más accesible. Se continuará el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda la infraestructura existente (casas, postes de luz, cercas, ramales de caminos), dejando BM en los pozos; para su replanteo en la ejecución del proyecto.

3.4.2 Diseño hidráulico del sistema[13]

Se realizará un análisis hidráulico del sistema teniendo en cuenta el estudio topográfico y la demanda de la población. A partir de estas características se diseñaran las obras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable. El cálculo hidráulico se realizó siguiendo las Normas Técnicas obligatorias

[13]Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09 001-99, 1999)

Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99)

3.4.3 Cálculo de población

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico, proyectado a 20 años y se utilizará una tasa de crecimiento mínimo según normas de INAA del 2.5%, ya que el crecimiento proyectado según el INIDE del año (2015 al año 2020) es de 1.6% en el municipio de Totogalpa.

El crecimiento poblacional está expresado por la fórmula siguiente:

$$Pn = Po\ (1+r)^n \qquad (1)$$

- Dónde:

- Pn: Población del año “n”

- Po: Población al inicio del período de diseño

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

- n: Número de años que comprende el período de diseño.

3.4.4 Dotación de agua

Se considerará una población servida directamente del 100% en todo el período de diseño por conexiones domiciliares de patio, para lo cual el INAA establece un rango de caudal de 50 a 60 l/p-d.

Consumo destinado para las necesidades de la vivienda ya sea preparación de alimentos, bebida, lavado de ropa, baño etc.[14]

3.4.5 Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo se expresaran como factores de la demanda promedio diario, y servirán de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción, red de distribución y almacenamiento etc.

[14]Normas Rurales (NTON 09 003-99, 1999, págs. 9,10)

Estos valores son los siguientes:

$$CMD = (CPD + perdidas) * 1.5 \quad (2)$$

$$CMH = (CPD * perdidas) * 2.5 \quad (3)$$

Donde:

Consumo máximo día: CMD

Consumo máximo hora: CMH

Consumo promedio diario: CPD

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

- Determinación de la demanda

- Seleccionar la dotación de agua

- Proyección de la demanda para 20 años

- Dimensionamiento de línea del depósito de captación al tanque de almacenamiento

- Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

- Diseño de la red de distribución

3.4.6 Estaciones de bombeo

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

3.4.6.1 Fundaciones de equipos de bombeo

La fundación del equipo de bombeo se diseñará de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la comprensión de 210 kg/cm^2 a los 28 días.

3.4.6.2 Equipo de bombeo y motor

3.4.6.2.1 Bombas verticales

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible. El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.

3.4.6.2.2 Energía

Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 energía monofásica.

3.4.6.2.3 Diseño de bomba

Para el cálculo de las pérdidas en la succión y descarga de la bomba se aplicará la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$hf = 10.675 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * Le * D^{-4.87} \qquad (4)$$

Dónde:

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

Q= Gasto en m^3/s

D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

El cálculo de la carga total dinámica se realizará con las pérdidas en la tubería, la diferencia de nivel entre el tanque y el pozo, la altura de rebose del tanque y la profundidad del pozo.

$$CTD = Z + hf + hr + hp \qquad (5)$$

Z: Diferencia de Nivel.

hf: Pérdidas de carga.

hr: Altura de rebose de tanque.

hp: Profundidad del nivel de ubicación de la bomba en el pozo.

La potencia hidráulica de la bomba se calculó con la ecuación

$$PH = \frac{CTD*Q}{3960} \qquad (6)$$

Donde:

4 CTD: carga total dinámica (m).

Q: caudal de diseño m^3/s.

La potencia analítica del equipo de bombeo se realizó con la formula

$$PB = \frac{PH}{e} \qquad (7)$$

Donde:

PH: Potencia hidráulica.

e: Eficiencia

3.1.1 Golpe de ariete

Considerando un cierre brusco de energía la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea el que se ubica al nivel de la estación de bombeo, el golpe de ariete se calculará aplicando la fórmula de (Lorenzo Allievi):

$$H = \frac{145*V}{\sqrt{1+\frac{Ea*D}{Em*e}}} \qquad (8)$$

Dónde:

V: velocidad m/s

Ea: módulo de elasticidad del agua en kg/cm^2

Em: módulo de elasticidad del material en kg/cm^2

D: diámetro de la tubería en pulgadas

e: espesor de la pared de la tubería

3.1.2 Línea de conducción por bombeo[15]

En el diseño de la línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía y debe tener la capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día (CMD) de los próximos 20 años. Así mismo, deberán hacerse las consideraciones necesarias para prevenir las condiciones de golpe de ariete.

3.1.3 Almacenamiento

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimará un 15% del consumo promedio diario, (volumen compensador) y un 20% del consumo promedio diario, (volumen de reserva) de tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD. Estará ubicado lo más cercano posible de la comunidad, el área deberá estar cercada y se localizará a una altura que permita regular la presión de servicio.

3.1.4 Tanque sobre el suelo de mampostería

En el diseño de los tanques sobre el suelo de mampostería reforzada de ladrillo debe considerarse lo siguiente.

a) La entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
b) Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
c) La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
d) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.[15]

[15]Normas rurales (NTON 09 003-99, 1999)

e) Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
f) Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto.

3.1.5 Tratamiento y desinfección

a) A la fuente de agua a utilizarse en el proyecto se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: Coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
c) El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad del agua vigente aprobada por el INAA y MINSA.

3.1.5.1 Aplicación de cloro

En conformidad con los métodos y medios empleados por el ENACAL y FISE en sistemas rurales, el método de cloración consistirá en desinfección por inyección hidráulica de hipoclorito de Calcio, usando una concentración de cloro activo de 2 mg/lt, para obtener una concentración de cloro residual de 0.2 mg/lt

3.1.5.2 Tiempo de contacto

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos.[16]La concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá ser 0.2-0.5 mg/l después del período de contacto antes señalado.

[16] Normas Rurales (NTON 09 003-99, 1999, págs. 96-99)

3.1.6 Red de distribución

El sistema estará constituido por el esquema fuente-tanque-red. La red de distribución se diseñará para el consumo de máximo hora al final del período de diseño para determinar los diámetros de las tuberías y presiones mínimas de operación en el sistema de distribución.

3.1.6.1 Diámetro mínimo

Para la selección de los diámetros de tubería, será calculado a partir de la ecuación similar a la de Bresse, detallado a continuación

$$\Phi = 0.9(Q)^{0.45} \qquad (9)$$

Dónde:

Φ = Diámetro de tubería de descarga (m).

Q= Caudal (m3/s).

Para calcular el diámetro de la tubería de descarga se tendrá que cumplir la siguiente condición, la velocidad de succión deberá ser menor a 2 m/s y mayor a 0.6 m/s.

3.1.6.2 Análisis y cálculo hidráulico de la red

Para el análisis hidráulico de la red se utilizará el software EPANET español, utilizando la fórmula de Hazen-Williams que dispone el programa, se efectuará el análisis para CMH y cero horas de la red de distribución, CMD en la línea de conducción, determinando las velocidades, presiones a las que estarán sometidas las tuberías y el diámetro óptimo, para determinar la alternativa más viable técnicamente. Estas situaciones ayudaran a la toma de decisiones como la localización de válvulas, la posibilidad de limitar las horas de suministro en algunas áreas para aumentar las presiones en otras o la interrupción del servicio algunas horas del día para el llenado del tanque y disminuir de esta manera las horas de bombeo.

3.1.6.3 Cobertura de tuberías

En cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico, se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m sobre la corona de la tubería y en caminos de poco tráfico una cobertura de 1 m sobre la corona del tubo.[17]

3.1.6.4 Pérdidas de agua en el sistema

Las pérdidas totales se fijan como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%, para un sistema nuevo.

3.2 Golpe de ariete

Para conocer la presión máxima que tendrá la tubería en la parte más baja de la red al darse un cierre instantáneo utilizamos la fórmula de Lorenzo Allievi

$$H = \frac{145 * V}{\sqrt{1 + \frac{Ea * D}{Em * E}}} \qquad (10)$$

Donde:

V: Velocidad

Ea: Módulo de resistencia del agua

Em: Modulo de elasticidad de la tubería

D: Diámetro de tubería

E: Espesor de la pared de la tubería

3.3 Diseño hidráulico del sistema

Mediante los resultados que se obtendrán en el cálculo hidráulico, se procederá a diseñar cada uno de los componentes que conforman el sistema, así como tanque de almacenamiento, que corresponde al 35% del consumo promedio diario total, según normas técnicas rurales de INAA, línea de conducción y red de distribución diseñada para un periodo de 20 años.

[17]Normas Rurales (NTON 09 003-99, 1999, pág. 15)

3.4 Elaboración de planos

Se elaboraron los planos en Auto CAD según el levantamiento topográfico y los resultados que se obtuvieron de los análisis hidráulicos realizados en EPANET.

3.5 Presupuesto

El presupuesto será elaborado de la siguiente manera:

a) Los precios de materiales serán tomados de los costos promedios que se manejan en el mercado.
b) La mano de obra se determinará basándose en las normas de rendimiento horario del master de costos vigente elaborado por el FISE.
c) El costo total de una actividad es la sumatoria del costo de los materiales, la mano de obra, un 8% de la mano de obra para gastos de herramientas y equipo, más un 35% del costo directo adicional como costos indirectos.

El metrado será definido de la siguiente forma:

Identificación de obras correspondientes a: Edificación, habilitación. Saneamiento, carreteras, otros.

Formas para metrar:

1- Cotas: Escala.

2- Conteo: Unidades.

3- Isométricas: Sanitarias.

4- Fórmulas: Movimiento de tierra.

5- Coeficientes: Compactación.

6- Otras: Gráficos, planimetría, otros.

3.5.1 Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto

a) Materiales

El costo de materiales se determinó en base a cotizaciones con proveedores específicos (locales), en combinación con los valores de referencia encontrados en el manual de costo del FISE.

b) Mano de obra

Los costos de mano de obra fueron estimados teniendo como referencia el manual de costos del FISE del año 2013, proyectados al año 2015, a través de los reajustes hechos al salario mínimo en el sector construcción en los años 2014 y 2015.

c) Transporte

Los costos de transporte del material se estimaron como el 8% del total de costos de los materiales, considerando con esto el aumento de costos que implica el trabajar con proveedores no locales.

d) Equipos y herramientas

El costo en equipos y herramientas se incorporó considerando el 3% del costo de los materiales

e) Impuestos

- Costos indirectos de operación: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuestos sobre el valor agregado: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuesto municipal: 1% del sub total de los costos directos.
- Imprevistos: 10% del sub total de los costos directos.
- Gastos administrativos y utilidades: 15% del sub total de los costos directos.

Capítulo IV RESULTADOS DEL ESTUDIO

4 Resultados del estudio

4.1 Resultados socioeconómicos

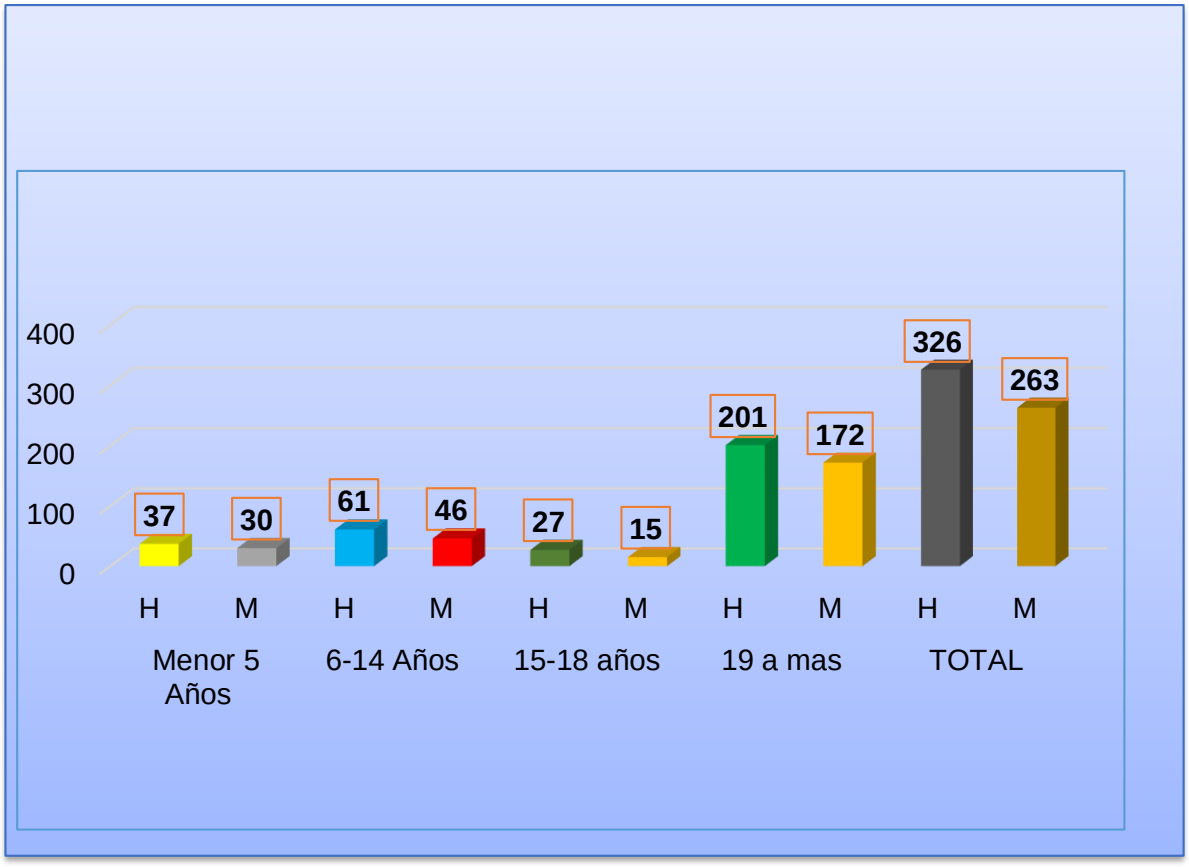
4.1.1 Población y sus características

La localidad el Jobo cuenta con una población aproximada de 589 habitantes, con una densidad de 5,89hab/vivienda. La población se encuentra ubicada en viviendas dispersas y semi-concentradas. La principal actividad de los pobladores es la agricultura, en menor escala el comercio. Según encuestas aplicadas a las familias, el ingreso promedio familiar es de C$ 3000/mes.

4.1.1.1 Población

La población de la comunidad el Jobo es de 589 habitantes de los cuales 263 son mujeres (44,65%) y 326 son varones (55,35%).

Gráfico 1. Población por edad y sexo



Fuente: (Elaboración propia)

Tabla IV-1 Población

Hombres (H)	326	44,65%
Mujeres (M)	263	55,35%
Total	589	100,00%

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

Tabla IV-2 Rango de edades de la población

Comunidad	Menor de 5 Años		6-14 Años		15-18 años		19 a más		TOTAL	
El Jobo	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
	37	30	61	46	27	15	201	172	326	263

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

En la comunidad El Jobo la mayor población se ubica en el rango de 19 años a más, teniendo este rango un 63,3% de la población, seguida por un 18,2% de la población entre 6 a 14 años, con un 11,4 % la población de 0 a 5 años de edad y con un 7,1% la población de 15 a 18 años de edad.

4.1.1.2 Viviendas

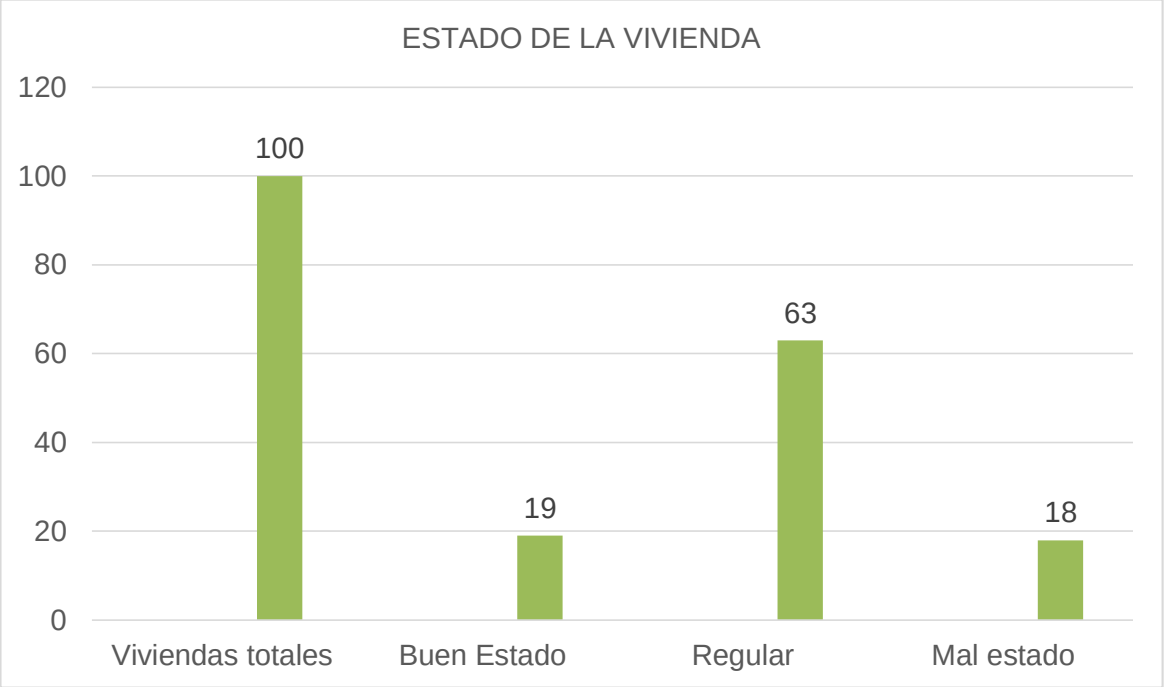
Las viviendas beneficiadas del proyecto de agua y saneamiento son un total de 100, que albergan a igual número de familias, de las cuales el 100% pertenecen a la comunidad El Jobo.

Tabla IV-3 Estado de la vivienda

Viviendas totales	100	100%
Buen Estado	19	19%
Regular	63	63%
Mal estado	18	18%

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

Gráfico 2. Estado de la vivienda



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.3 Situación actual del suministro de agua[18]

El 69,67% de la población de la comunidad El Jobo se abastece de agua de PP (Pozos perforados) y el 30,33% de PEM (pozos excavados a mano), en mal estado los pozos excavados a mano y sin ningún tipo de tratamiento; sin embargo, el 55% de PP se encuentran en buen estado y reciben tratamiento, aunque hay que recalcar que estos sistemas de agua presentan problemas graves en verano ya que no suministran el caudal necesario para la población actual de la comunidad debido a la sequía.

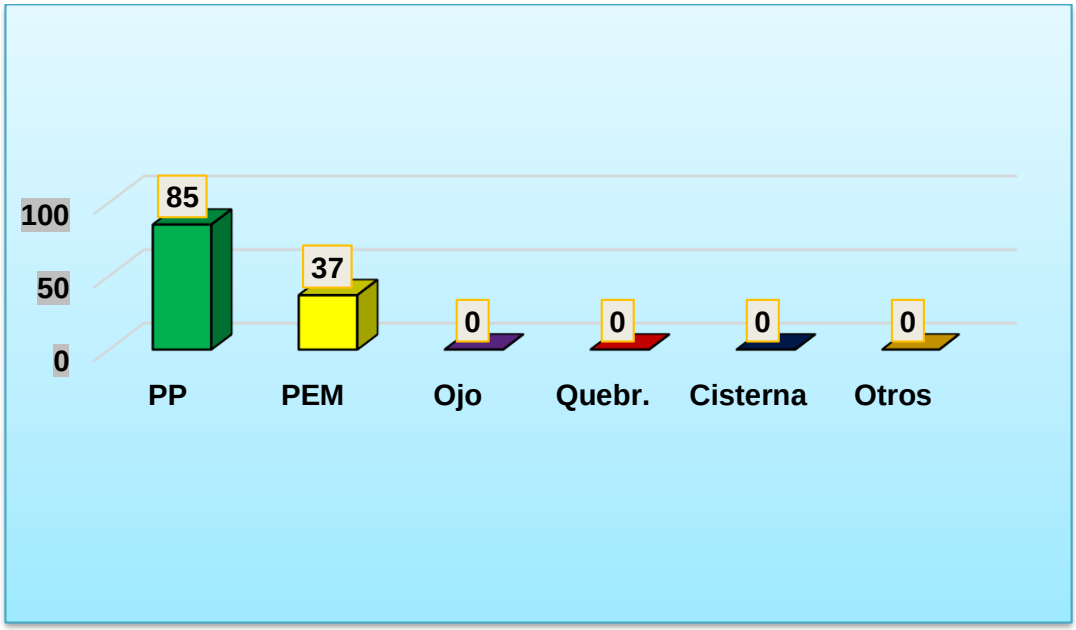
Tabla IV-4 Abastecimiento de agua

PP	PEM	Ojo de agua	Quebradas	Abastecimiento mediante cisterna	Otros
85	37	0	0	0	0

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

[18] (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

Gráfico 3. Abastecimiento de agua



Fuente: (Elaboración propia)

Tabla IV-5 Fuentes de agua utilizadas por la población de la comunidad

Descripción de la obra	Coordenadas		
	X	Y	Z
1. Pozo perforado donde se ubicará el MABE(1)	553832	1495813	755
2. Pozo perforado, en estado regular, casi seco en verano (2)	553997	1496188	734
3. Pozo perforado (3)	554219	1496484	734
4. Pozo excavado a mano (1)	553727	1495891	768
5. Pozo excavado a mano (2)	553281	1495774	802
6. Pozo excavado a mano (3)	554040	1496737	726

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

Las unidades en que se encuentran las coordenadas mostradas en la tabla son en UTM (universal transversal de mercator) y su sistema de referencia en el Datum

WGS84. Algunos pozos se encuentran en malas condiciones de funcionamiento y no han sido mantenidos ni tratados desde su construcción.

4.1.1.4 Calidad del agua de consumo actual

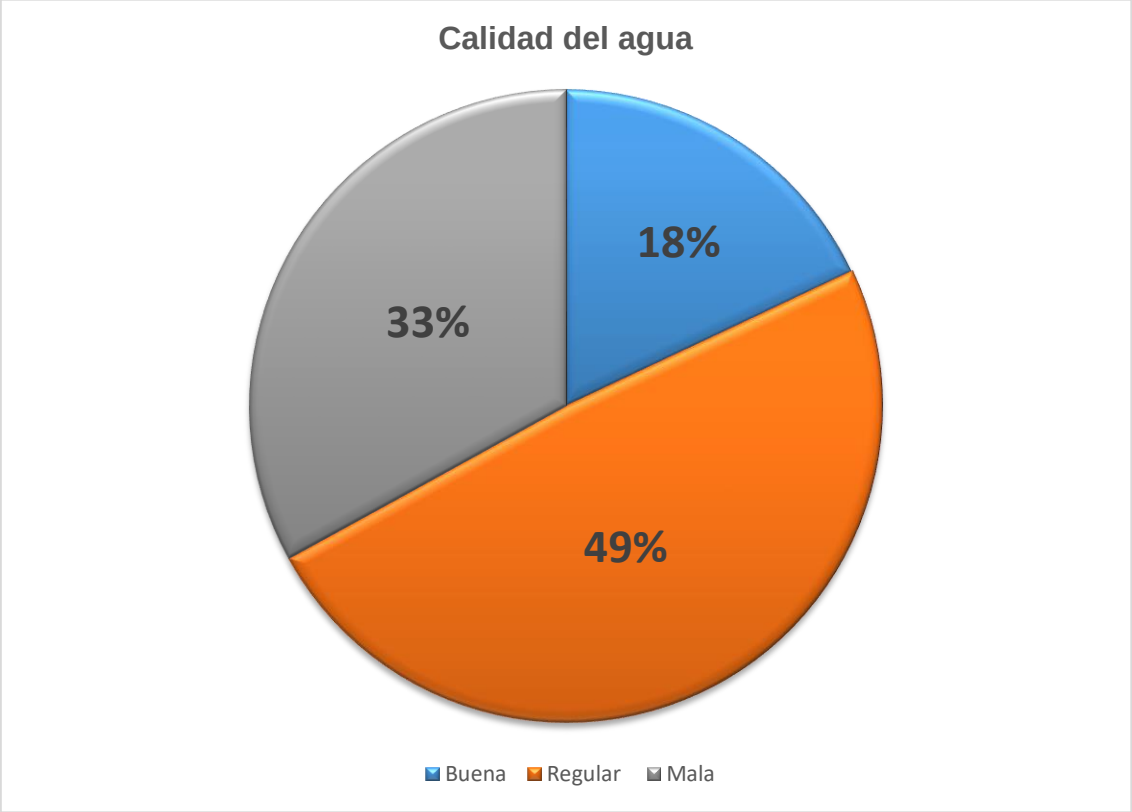
El agua que consume la población de la comunidad El Jobo, en ocasiones presenta mal sabor y un color gris, no es apta para consumo humano

Tabla IV-6 Calidad del agua

Buena	Regular	Mala	Total
18	49	33	100
22.13%	43.44%	34.43%	100%

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

Gráfico 4. Calidad del agua



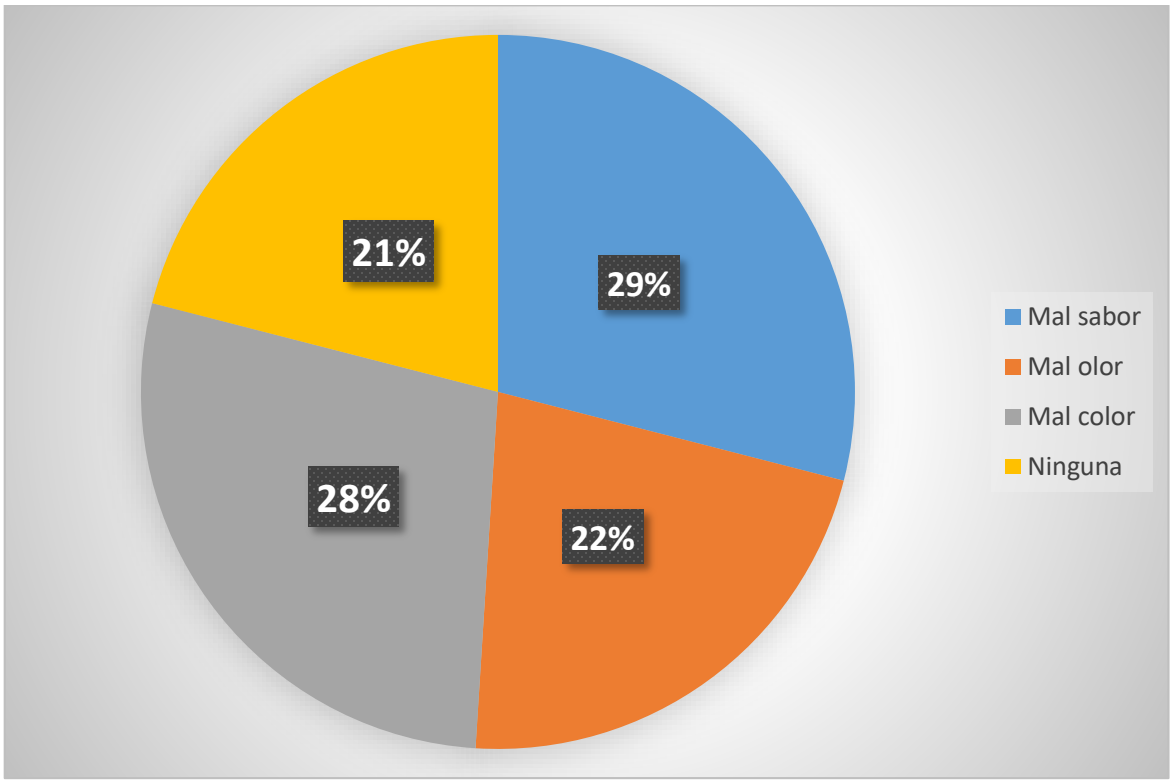
Fuente: (Elaboración propia)

Tabla IV-7 Características físicas del agua

Mal sabor	Mal olor	Mal color	Ninguna	Total
29	22	28	21	100
29%	22%	28%	21%	100%

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

Gráfico 5. Características físicas del agua



Fuente: (Elaboración propia)

4.1.1.5 Disposición de excretas

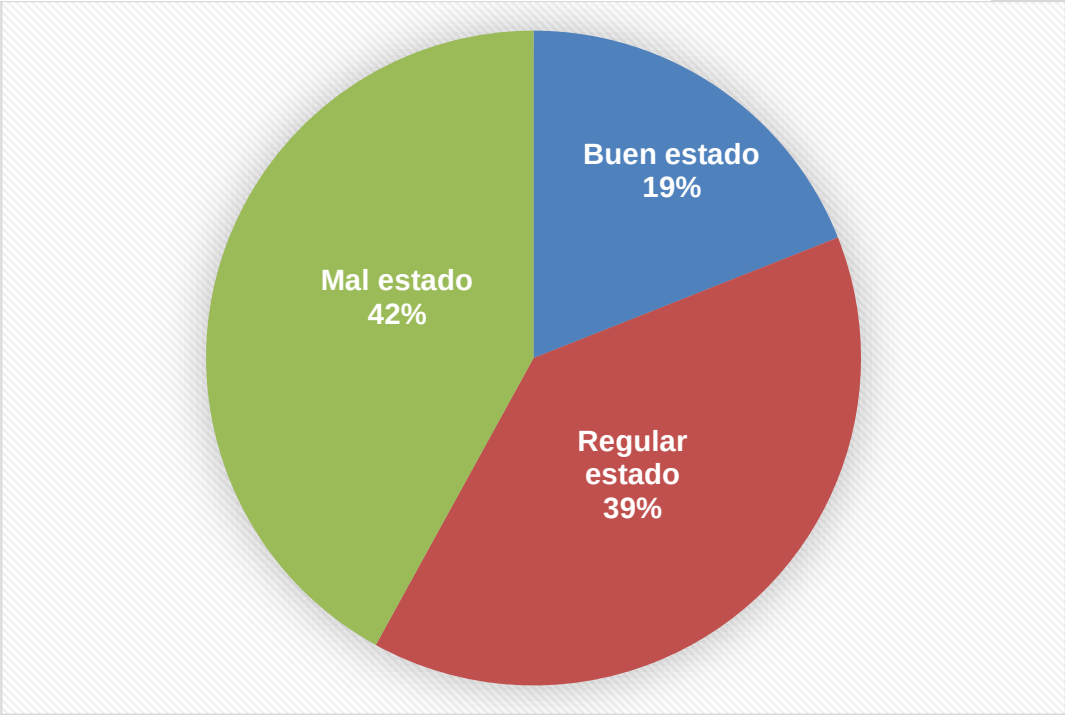
El 100% de la población de la comunidad El Jobo poseen letrina, pero la mayoría están en mal estado, 42%, el 39% en estado regular y el 19 % en buen estado.

Tabla IV-8 Estado de letrinas

Buen estado	Regular estado	Mal estado	Total
19	39	42	100
19.00%	39.00%	42.00%	100%

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

Gráfico 6. Estado de letrinas



Fuente: (Elaboración propia)

4.1.1.6 Educación

La comunidad cuenta con el servicio de una escuela primaria que se encuentra en buenas condiciones de infraestructura, en ella se imparten clases a 131 niños de la comunidad, las clases son impartidas desde primer grado hasta sexto grado de primaria.

4.1.1.7 Organización comunitaria

La comunidad cuenta con una iglesia evangélica y una católica que tienen infraestructura o templos para sus congregaciones religiosas.

4.1.1.8 Información socioeconómica

La comunidad pertenece a la categoría de alta pobreza, y sus principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería. En agricultura se da la siembra de granos básicos (maíz y frijoles) y la siembra de hortalizas como tomate, entre otros.

4.1.1.9 Ingreso mensual por familia

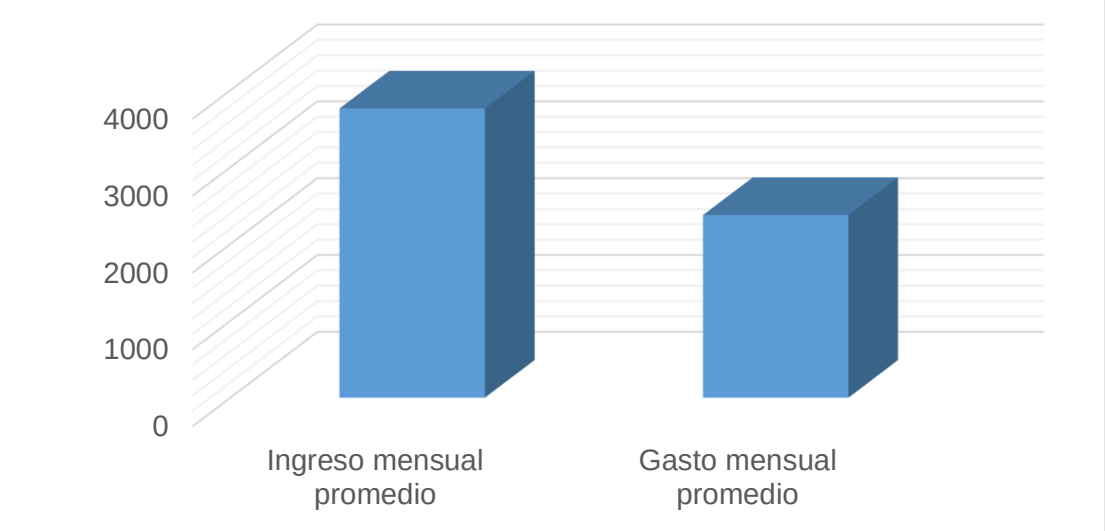
De acuerdo a resultados en análisis de censo y encuesta socioeconómica indica que el ingreso promedio mensual por familia es de C$ 3000.00 córdobas, además de esto el 100% de la población de la comunidad está de acuerdo en pagar el consumo mensual de la vivienda, siempre y cuando exista medición.

Tabla IV-9 Ingreso mensual por familias

Variables socio económicas	
Ingreso mensual promedio	Gasto mensual promedio
C$ 3763.11	C$ 2376.80

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

Gráfico 7. Ingreso mensual por familias



Fuente: (Elaboración propia)

4.1.1.10 Servicios básicos

Por la comunidad El Jobo pasa una línea principal que suple de energía a esta. En la actualidad un gran número de los pobladores cuentan con el servicio eléctrico, aunque cierto número no cuenta con éste. El poste más accesible al proyecto se ubica a 10 mts en su punto más cercano y a 200 mts en su punto más lejano. La portería se encuentra en buen estado. La banda principal de tendido se encuentra de norte a sur y la derivación hacia la comunidad de oeste a este.

No existe cableado para telefonía dentro de la comunidad, por lo cual no existe una buena cobertura de telefonía móvil, sólo en ciertos puntos. Por tanto, la comunicación vía celular no es muy buena.

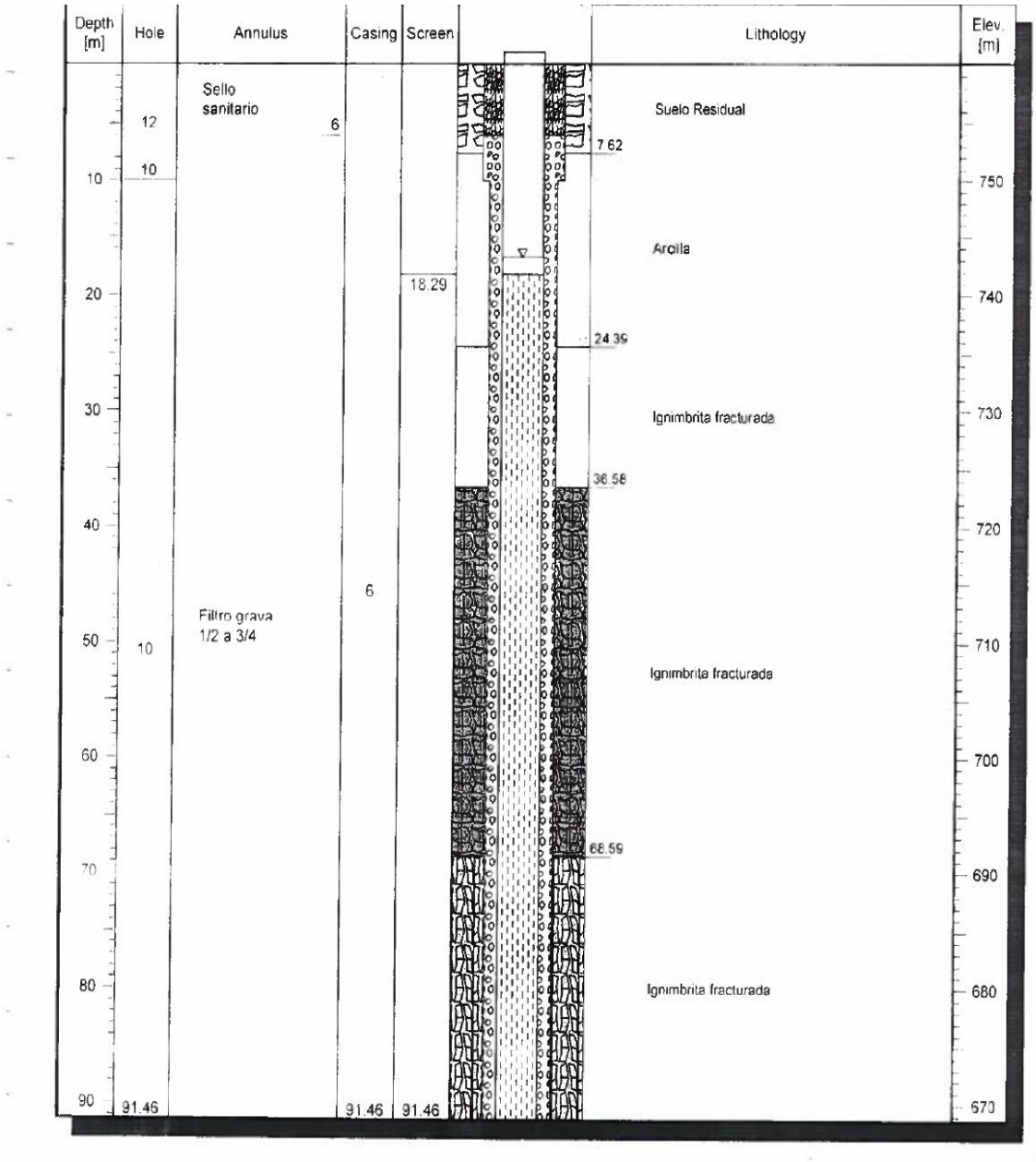
4.1.1.11 Prueba de bombeo

El tipo de fuente gestionada por la comunidad y seleccionada por el equipo técnico es un pozo perforado, el cual se encuentra en las coordenadas UTM X: 553832; Y: 1495813 a una altura de 755msnm (datum WGS84).

La alcaldía de la municipalidad de Totogalpa junto a INPRHU- Somoto realizó la prueba de bombeo en el año 2018 en la que recomiendan explotar el pozo con un caudal de 60 gpm.

En el año 2020 se realizó una prueba de bombeo escalonada donde se probaron tres (3) caudales diferentes, esta duró 6 horas por tanto cada caudal se mantuvo constante durante 2h. La relación de cada caudal con respecto al anterior fue de 1.2 a 1.64. Al terminar ésta, se hizo medidas de recuperación durante un tiempo mínimo de quince (15) minutos.

Ilustración 3. Perfil litológico del pozo



Fuente: (Informe Final Proyecto Pozo Peforado- Comunidad El Jobo, 2018)

Ilustración 4. Prueba de bombeo

PERFORACION REALIZADA POR Fredy OBANDO SORIANO

REGISTRO DE PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA

POZO # 1.

FECHA: 16 _ UNIDAD IMPULSORA: Equipo sumergible

LOCALIDAD: Totogalpa el Jobo, POZO No.: # 1 HORA INICIO: 5 pm

MUNICIPIO: Totogalpa HORA FINAL: 11 pm

DIÁMETRO REVESTIMIENTO: 6 PVC SDR

DIÁMETRO ORIFICIO DESCARGA: 2" DIAMETRO TUBO DESCARGA: 2"

PROFUNDIDAD DEL POZO: 300 pie Profundidad a que fue instalada la bomba 280 pie

NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 54 pie 16.46 metros

EQUIPO DE BOMBEO: Bomba sumergible FRANKLIN ELECTIC de HP, planta eléctrica de

Hora	Tiempo de Bombeo (minutos)	Q1 **30 gpm** Descenso(m)	Q2 **45 gpm** Descenso (m)	Q3 **80gpm** Descenso (m)	OBSERVACIONES
6.00: P.M	0	16.46			El agua salió clara durante toda la
	1	16.48			prueba.
	2	16.49			
	3	16.50			
	4	16.52			
	5	16.53			
	6	16.54			RECUPERACIÓN
	7	16.55			Tiempo (min) / S´(m) residual / s' (m) / Recuper. (m)
	8	16.56			
	9	16.57			1 / 0.84 / 1.20 / 17.66
	10	16.58			2 / 0.06 / 0.36 / 17.30
	30	16.60			3 / 0.20 / 0.30 / 17.00
	60	16.66			4 / 0.10 / 0.10 / 16.90
	120	16.66			5 / 0.00 / 0.00 / 16.90
	150		17.00		10 / 0.00 / 0.00 / 16.46
	180		17.01		15 / 0.00 / 0.00 / 16.46
	210		17.01		/ / / 1.20
	240		17.01		
	270			17.02	
	300			17.04	
	330			17.66	
	360			17.66	
		0.20	0.55	1.20	
S´		0.20	0.55	1.20	S´ = Es el abatimiento .

Fuente: (Informe Final Proyecto Pozo Peforado- Comunidad El Jobo, 2018)

Ilustración 5. Curva tipo del pozo El Jobo

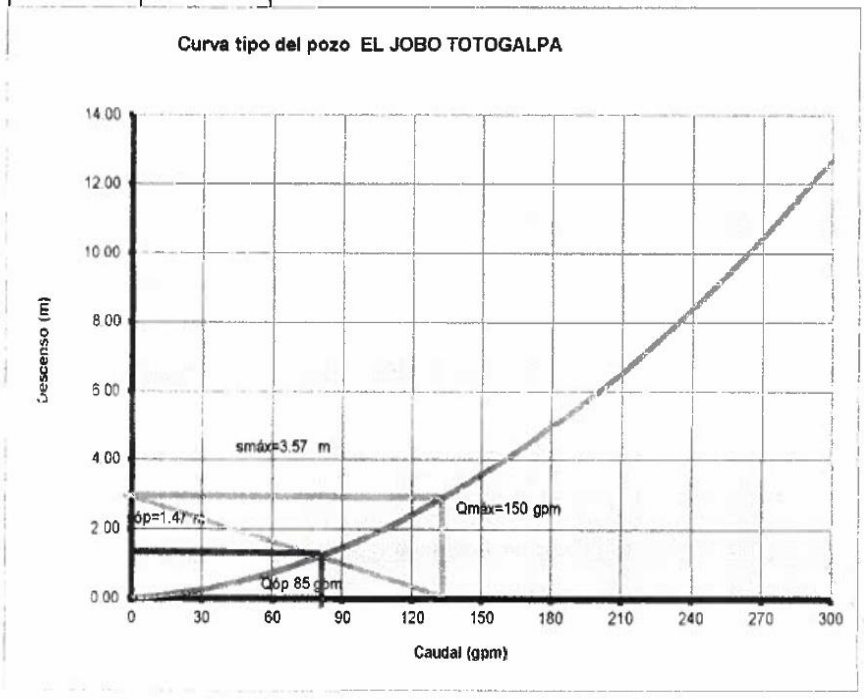
POZO Perforado comunidad el Jobo Totogalpa.
DEPARTAMENTO DE MADRIZ

CURVA TIPO DEL POZO EL JOBO
s =0.005198Q + 0.0001242Q^2
ESPESOR SATURADO:74.69 m

Caudal (gpm)	Descenso (m)
0	0.00
30	0.27
60	0.76
90	1.47
120	2.41
150	3.57
180	4.96
210	6.57
240	8.40
270	10.46
300	12.74

El caudal óptimo de explotación recomendado es de 90 gpm, para obtener un descenso de 1.47 m y una eficiencia del pozo mayor del 2%.

Por periodos cortos o de emergencia el pozo puede explotarse con una caudal máximo de 150 gpm. El descenso sería de 3.57 m, con una eficiencia menor del 5%.



Fuente: (Informe Final Proyecto Pozo Peforado- Comunidad El Jobo, 2018)

4.1.1.12 Resultados calidad del agua

Parámetro	Método	Unidad	Pozoperforado El Jobo	NORMA CAPRE Consumo Humano	
				VR	VMA
ResultadosFisicoquímicos					
Color	ColorímetroHACH	UnitsPt Co	2	**1,0**	**15,0**
Temperatura	2550-B	°C	24.7	**18**	**30**
ConductividadEléctrica	2510-B	µs/cm	547	**400**	**-**
pH	4500H+	**-**	7.29	**6,5-8,5**	
Sulfatos	4500-D	mg/l	21	**25**	**250**
Calcio	3500-B	mg/l	9.2	**100**	**-**
Cobre	HACHCu	mg/l	1.3	**1,0**	**2,0**
Magnesio	3500-B	mg/l	1.94	**30,0**	**50,0**
Sodio	HACHNa	mg/l	4.2	**25**	**200**
DurezaTotal	2340-C	mg/l	31.5	**400**	**-**
CloroResidual	8167-DPD	mg/l	ND	**NR**	
Cloruros	4500-D	mg/l	9.8	**25**	**250**
Potasio	HACHK	mg/l	2.4	**-**	**10,0**
Aluminio	HACHAl	mg/l	0.7	**-**	**0,2**
Zinc	HACHZn	mg/l	1.6	**-**	**3,0**
SolidosDisueltosTotales	2510-B	mg/l	268	**1000**	
Arsénico	HACHAr	mg/l	<0.001	**-**	**0,01**
ResultadosMicrobiológicos					
ColiformesTotales	**Filtraciónpormembrana**	UFC/100 ml	6	**Negativo**	
ColiformesFecales	**Filtraciónpormembrana**	UFC/100 ml	Negativo	**Negativo**	

Fuente: (Unidad de Servicios de la Facultad de Ingeniería Química / SERFIQ-CETEAL, 2021/02/23)

Resultados calidad del agua

Claves:

M1: Muestra de agua

NR: No reporta la norma,

Neg.: Negativo.

VR: Valor Recomendado, VMA: Valor máximo admisible.

ND: No detectado

<rd = menor del rango de detección

<ld = menor del límite de detección

Los exámenes se realizaron en La Facultad de Ingeniería Química de la UNI-IES a través de la Unidad de Servicios, SERFIQ-CETEAL

- El agua analizada del pozo perforado de la comunidad El Jobo cumple con los valores admisibles en la Norma CAPRE.

4.2 Construcción de un mini acueducto por bombeo eléctrico

4.2.1 Estudios topográficos.

Se realizó un levantamiento topográfico, en el cual se utilizó una estación totalSokkia CX 105 con su respectivo bastón prisma, brújula y una cinta métrica para medir la altura de la estación, se levantó la línea de conducción (impulsión), el sitio propuesto para el tanque de almacenamiento, viviendas del proyecto y red de distribución.

Según el levantamiento topográfico, se determinó que el proyecto atiende al 100% de la población de la comunidad del Jobo 100 viviendas 2 Iglesias, un puesto de salud y una escuela.

4.2.2 Componente de agua potable

Para solventar la necesidad de abastecimiento de agua en la comunidad El Jobo se ha analizado un mini acueducto por bombeo eléctrico, ya que cerca de la comunidad no existen ojos de agua a una elevación adecuada para el abastecimiento de agua por gravedad, se bombeará de una fuente subterránea (pozo perforado) hacia el tanque de almacenamiento ubicado en la parte más alta del sitio en estudio que cuenta con una elevación de 806 msnm y luego será distribuida por gravedad a la población con el objetivo de aprovechar la energía gravitacional, por medio de la red de distribución y conexiones domiciliares a cada vivienda, para conducir el agua de esta fuente, a la población, el proyecto consistirá de los siguientes componentes.

Componentes

- Obra de captación
- Línea de conducción
- Tanque de almacenamiento
- Clorador de inyección
- Red de distribución
- Conexiones domiciliares

4.2.3 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua ubicada en la comunidad de El Jobo, propiedad comunal, consiste en un pozo perforado que está situado a 408.5 metros del sitio donde se construirá el tanque de almacenamiento. Dicho tanque estará ubicado a una altura aproximada de 806 msnm en el sitio más alto de la comunidad.

Se ha considerado esta fuente fundamentalmente debido a que suministra agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado (20 años).

Para la caracterización de la fuente, se consideraron los siguientes criterios: Caudal, elevación topográfica, calidad del agua y disponibilidad legal. La fuente de la comunidad El Jobo ofrece un caudal de explotación de 3.7854 l/s según la prueba de bombeo.

Tabla IV-10 Fuente de abastecimiento

Pozo	Coordenadas UTM		Elevación (msnm)	Caudal (l/s)
El Jobo	553832	1495813	755	3.7854

Fuente: (Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo)

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 1.23 l/s, caudal que corresponde a la demanda de máximo día.

Se concluye que la fuente estudiada tiene capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de la población de la comunidad El Jobo, el caudal de la fuente es de 3.7854 l/s mayor que los 1.23 l/s que demanda la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% de las viviendas mediante 100 conexiones domiciliares.

4.2.4 Proyección de población y consumo

Por medio del método de progresión geométrica ($Pn = Po\ (1+r)^n$) se estimó que dentro de 20 años existirán un total de 980 habitantes en condiciones normales de crecimiento. Se estableció una tasa de crecimiento poblacional anual del 2.50% dado a que la tasa de crecimiento poblacional proyectada del año 2015 al año 2020, en el municipio de Totogalpa departamento de Madriz es de 1.6% según el INIDE

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 1.23 l/s, caudal que corresponde a la demanda de máximo día. Se concluye que la fuente estudiada tiene capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de la población de la comunidad El Jobo, el caudal de la fuente es de 3.7854 l/s mayor que los 1.23 l/s que demanda la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% de las viviendas, dos iglesias, un puesto de salud y una escuela mediante 100 conexiones domiciliares.[19]

Tabla IV-11 Datos para la proyección de la población y consumo

Datos para la proyección de población y consumo			
1.-	Tasa de crecimiento geométrico =	3%	(r)
2.-	Dotación=	60	lppd
3.-	Población comunidad el Jobo =	589	(Po)
4.-	Pérdidas Técnicas =	20%	
5.-	CPD= Dot*hab		
6.-	CMD = CPD*1.50		
7.-	CMH = CPD*2.5		
8.-	Período de Diseño =	20	años (n)
9.-	Consumo público	7%	%CP
10.-	Vol. Almacenamiento =	35%	CPD

Fuente: (Elaboración propia)

[19]Estimaciones y Proyecciones de población Nacional departamental y municipal (INIDE, 2007)

Tabla IV-12 Consumo promedio diario

CONSUMO PROMEDIO DIARIO (CPD)						
n	año	Proyección de población	CPD Dot*Hab (GPD)	20% x CPD Pérdidas por Fugas (GPD)	CPD Consumo Promedio Diario (GPD)	CPD (LPS)
0	2020	589.00	9479.52	1895.90	11375.43	0.50
1	2021	613.00	9717.31	1943.46	11660.77	0.51
2	2022	629.00	9970.94	1994.19	11965.13	0.52
3	2023	644.00	10208.72	2041.74	12250.46	0.54
4	2024	661.00	10478.20	2095.64	12573.84	0.55
5	2025	677.00	10731.84	2146.37	12878.20	0.56
6	2026	694.00	11001.32	2200.26	13201.59	0.58
7	2027	711.00	11270.81	2254.16	13524.97	0.59
8	2028	729.00	11556.14	2311.23	13867.37	0.61
9	2029	747.00	11841.48	2368.30	14209.78	0.62
10	2030	766.00	12142.67	2428.53	14571.20	0.64
11	2031	785.00	12443.86	2488.77	14932.63	0.65
12	2032	805.00	12760.90	2552.18	15313.08	0.67
13	2033	825.00	13077.94	2615.59	15693.53	0.69
14	2034	845.00	13394.98	2679.00	16073.98	0.70
15	2035	867.00	13743.73	2748.75	16492.47	0.72
16	2036	888.00	14076.62	2815.32	16891.94	0.74
17	2037	910.00	14425.36	2885.07	17310.44	0.76
18	2038	933.00	14789.96	2957.99	17747.95	0.78
19	2039	956.00	15154.56	3030.91	18185.47	0.80
20	2040	980.00	15535.01	3107.00	18642.01	0.82

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla IV-13 Consumo máximo día

n	AÑO	Consumo Maximo Día (CMD)			
		GPD	GPM	m3/d	LPS
0	2020	17063.14	11.85	64.59	0.75
1	2021	17491.15	12.15	66.21	0.77
2	2022	17947.69	12.46	67.94	0.79
3	2023	18375.69	12.76	69.56	0.81
4	2024	18860.77	13.10	71.40	0.83
5	2025	19317.31	13.41	73.12	0.85
6	2026	19802.38	13.75	74.96	0.87
7	2027	20287.45	14.09	76.80	0.89
8	2028	20801.06	14.45	78.74	0.91
9	2029	21314.66	14.80	80.68	0.93
10	2030	21856.80	15.18	82.74	0.96
11	2031	22398.94	15.55	84.79	0.98
12	2032	22969.62	15.95	86.95	1.01
13	2033	23540.29	16.35	89.11	1.03
14	2034	24110.96	16.74	91.27	1.06
15	2035	24738.71	17.18	93.65	1.08
16	2036	25337.91	17.60	95.91	1.11
17	2037	25965.65	18.03	98.29	1.14
18	2038	26621.93	18.49	100.78	1.17
19	2039	27278.20	18.94	103.26	1.20
20	2040	27963.01	19.42	105.85	1.23

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla IV-14 Consumo máximo hora y almacenamiento

n	AÑO	Consumo Máximo Hora		Almacenamiento		
		GPD	GPM	LPS	Galones	M^3
0	2020	28438.57	19.75	1.25	3981.40	15.08
1	2021	29151.92	20.24	1.28	4081.27	15.46
2	2022	29912.81	20.77	1.31	4187.79	15.86
3	2023	30626.16	21.27	1.34	4287.66	16.24
4	2024	31434.61	21.83	1.38	4400.85	16.67
5	2025	32195.51	22.36	1.41	4507.37	17.07
6	2026	33003.96	22.92	1.45	4620.55	17.50
7	2027	33812.42	23.48	1.48	4733.74	17.93
8	2028	34668.43	24.08	1.52	4853.58	18.38
9	2029	35524.44	24.67	1.56	4973.42	18.84
10	2030	36428.01	25.30	1.60	5099.92	19.32
11	2031	37331.57	25.92	1.64	5226.42	19.80
12	2032	38282.69	26.59	1.68	5359.58	20.30
13	2033	39233.82	27.25	1.72	5492.73	20.81
14	2034	40184.94	27.91	1.76	5625.89	21.31
15	2035	41231.18	28.63	1.81	5772.36	21.87
16	2036	42229.85	29.33	1.85	5912.18	22.39
17	2037	43276.09	30.05	1.90	6058.65	22.95
18	2038	44369.88	30.81	1.94	6211.78	23.53
19	2039	45463.67	31.57	1.99	6364.91	24.11
20	2040	46605.02	32.36	2.04	6524.70	24.71

Fuente: (Elaboración propia)

4.2.5 Obra de captación

La obra de captación está ubicada en la comunidad El Jobo, cuya elevación es de 755 msnm, estará conformado por un pozo perforado, con una profundidad de 300 pies, caseta de control de ladrillo de 2.10 m x 2.05 m, para un área de 4.305m^2, donde se instalarán los controles eléctricos, una sarta de bombeo de hierro galvanizado de 2".El pozo deberá equiparse con una bomba sumergible con una potencia de 5 HP, que conducirá el agua hasta el tanque de almacenamiento de 6525 galones a una distancia de 822.8 m y vencer una carga total dinámica de 542.38pies (C.T.D).

Se observa que el caudal de Consumo Máximo Día en el 2038 es de 1.17 l/s este caudal es el que se utiliza para diseñar la línea de impulsión y el cálculo de la bomba.

Para la selección de los diámetros de tubería, será calculado a a partir de la ecuación similar a la de Bresse, detallado a continuación

$$\Phi\text{Descarga} = 0.9(0.00117)^{0.45}$$

ϕ Descarga calculado: 0.0431m ≈ 1.69"

ϕ Descarga comercial: 0.0508m ≈ 2"

$$VDescarga = \left(\frac{4 * Q}{\pi * \Phi^2}\right)$$

$$VDescarga = \left(\frac{4 * 0.00117}{\pi * 0.0508m^2}\right)$$

VDescarga=0.6m/s

Condición = 0.6 m/s < $V_{descarga}$ < 1.5 m/s; OK

Tabla IV-15 Características de la línea de impulsión

Línea de Impulsión	Diámetro	Velocidad	Observaciones
Tubería de descarga	2"	0.6m/s	Condición = 0.4 m/s < ($V_{succión}$= 0.6 m/s) < 2 m/s; OK

Fuente: (Elaboración propia)

4.2.5.1 Diseño de bomba

Para el cálculo de las pérdidas en la succión y descarga de la bomba se aplicó la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\text{hf} = 10.575 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * \text{Le} * D^{-4.87}.$$

Donde:

hf: Pérdida de carga en metros

Le: Longitud en metros

Q: caudal de agua en la tubería (l/s)

C: Factor de fricción de Hazen-Williams

D: diámetro interior (mm)

Tabla IV-16 Datos para el diseño de bomba y longitudes equivalentes

Datos para el diseño de la bomba			
Q=	Caudal de diseño	0.00117 m3/s o 18.49gpm	
C=	Coeficiente de Hazen-Williams	140; Ho. Go. =100	
D=	Diámetro	0.0508m	
ɣ=	Peso específico del agua	9810N/m3	
ε_B=	Eficiencia de la bomba	60%	
FM=	Factor de mayoración	1.15	
hp=	Profundidad de ubicación de la bomba en el pozo	85.344m	
Z=	Diferencia de nivel entre el tanque y el pozo	51m	
Lr=	Altura de rebose del tanque	1.8m	
Ld=	Longitud de descarga	822.8m	
Longitudes equivalentes accesorios			
Vc=	Válvula de compuerta Diam. = 1 1/2”	Leq	0.3m (1)
Vr=	Válvula de retención Diam. = 1 1/2”	Leq	4.8m (1)
Mm=	Medidor maestro Diam. = 1 1/2”	Leq	10m (1)
Cr=	Cruz Diam. = 1 1/2”	Leq	7.5m (1)
C=	Codo de 90º Diam = 1 1/2”	Leq	1.1m (1)
C=	Codo de 45º Diam = 1 1/2”	Leq	0.6m (2)
Ud=	Unión dresserDiam = 1 1/2”	Leq	0.5m (1)
Pe=	Pérdidas por entrada Diam = 1 1/2”	Leq	0.5m
Pm=	Pérdidas por salida Diam = 1 1/2”	Leq	1 m

Fuente: (Elaboración propia)

La previsión de la carga total dinámica (CTD) se realizó con las pérdidas en la succión, la descarga, la diferencia de nivel entre la succión de la bomba y el tanque de almacenamiento.

$CTD = Z + hf + hr + hp \rightarrow CTD = 51 + 27.18m + 1.8 + 85.34\ m$

$CTD = 165.32\ m$

CTD = 542.38pies

La potencia hidráulica de la bomba se calculó con la ecuación.

$$PH = \frac{CTD * Q}{3960}$$

PH= 2.53hp

Se requiere un equipo de bombeo con una potencia hidráulica superior a los 2.53hp

Potencia analítica del equipo de bombeo

$$PB = \frac{2.53}{0.6}$$

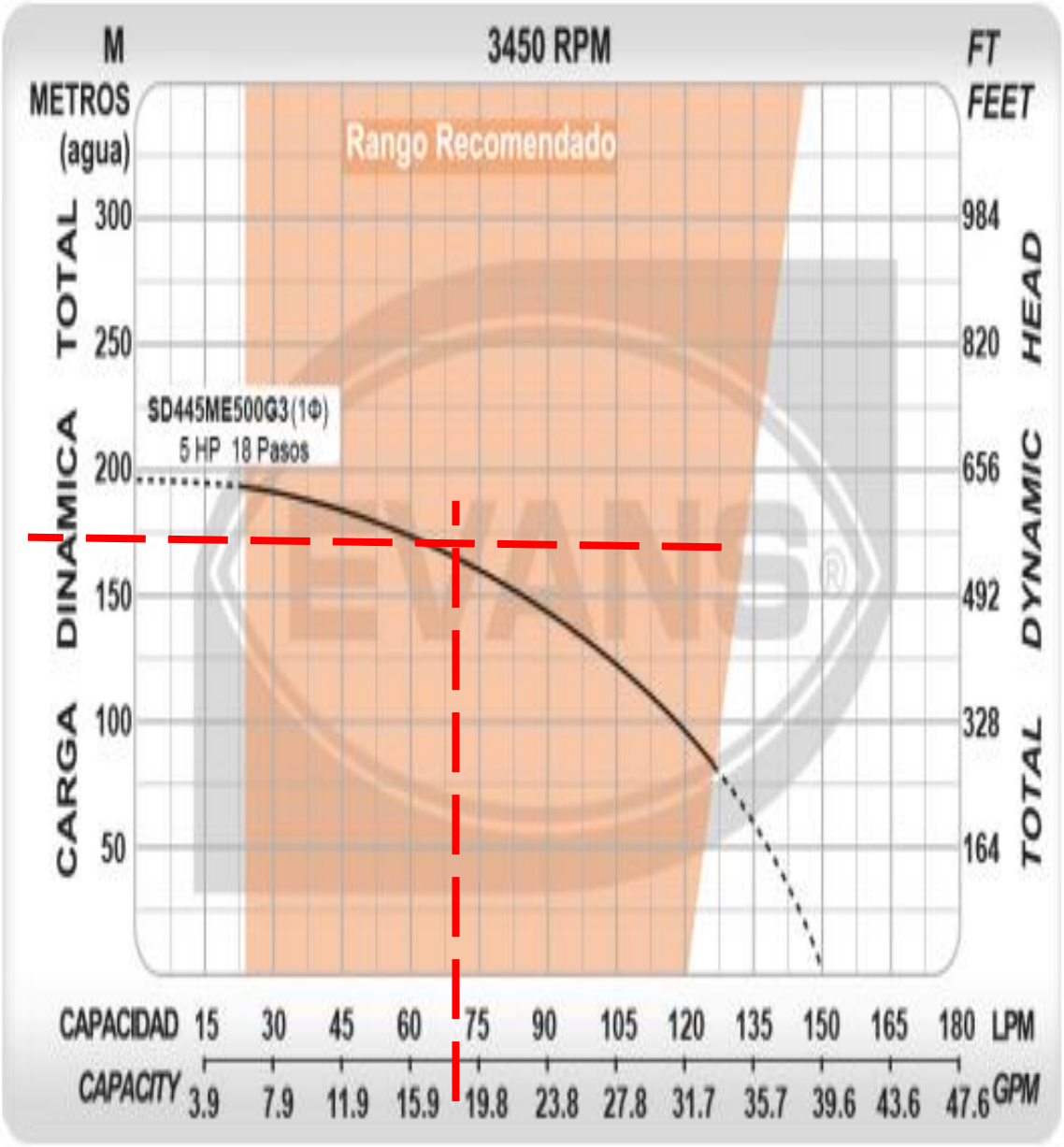
PB= 4.2HP ≈ 5HP

4.2.5.1.1 Equipo de bombeo seleccionado

Para la selección del equipo de bombeo se utilizó el catálogo EVANS de Sistemas de Bombeo 2021, apartado bombas sumergibles, bomba monofásica para pozos, de acero inoxidable, los cuales son accionados por motores Eléctricos EVANS, de acuerdo con el caudal de bombeo de 0.00117 m3/s equivalente a 18.94 gal/min, una Carga Dinámica Total de 165.32m optando por el modelo SD445ME500G3 siendo este el que mejor se adaptó a las condiciones establecidas por los cálculos de caudal y carga dinámica indicados anteriormente.

En la siguiente ilustración se muestra la curva de rendimiento del modelo seleccionado, así como el punto de operación de la bomba, de acuerdo con las características de la instalación.

Gráfico 8. Curva característica de bombas TPI Franklin Electric



Fuente: (Ficha técnica bombas EVANS, 2021)

4.2.5.2 Golpe de ariete

Considerando un cierre brusco de energía la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea, el que se ubica al nivel de la estación de bombeo, el golpe de ariete se calculó aplicando la fórmula 23 de Lorenzo de Allieví:

Tabla IV-17 Datos para el cálculo del golpe de ariete

V	Velocidad	0.6m/s
Ea	Módulo de resistencia del agua	20670kg/cm^2
Em	Módulo de elasticidad de la tubería	19672.59kg/cm^2
D	Diámetro de tubería	5.08cm
E	Espesor de la pared de la tubería	0.24cm

Fuente: (Elaboración propia)

Sobrepresión de inercia por el golpe de ariete

$$H = \frac{145 * V}{\sqrt{1 + \frac{Ea * D}{Em * E}}}$$

$$H = \frac{145 * 0.6 m/s}{\sqrt{1 + \frac{20670 kg/cm^2 * 5.08 cm}{19672.59 kg/cm^2 * 0.24 cm}}}$$

H= 18.04cm

4.2.5.2.1 Cálculo de la presión máxima

Pmax = Presión residual mínima + sobrepresión. Pmax<Ptubería

El tubo SDR- 26 soporta 160 lbs/plg$_2$

Ptubería = (160 lbs/ plg$_2$ * 2.307 pies/lbs/plg$_2$ * 0.3048 m/pies) = 112.51 m

Pmax = (806m – 755 m) + 18.04 m = **69.04m** < 112.51 **m OK**

4.2.6 Línea de conducción

Para el análisis de la línea de conducción por bombeo se consideró un período de diseño de 20 años de acuerdo a las normas de INAA (NTON 09 003-99), y un caudal de 1.17l/s que corresponde al CMD de acuerdo a la proyección de población y consumo. Tiene una longitud de 822.8 metros.

En los planos de las líneas de conducción se muestra el diseño hidráulico de la línea de conducción del MABE propuesto el cual se realizó bajo la condición de consumo máximo día.

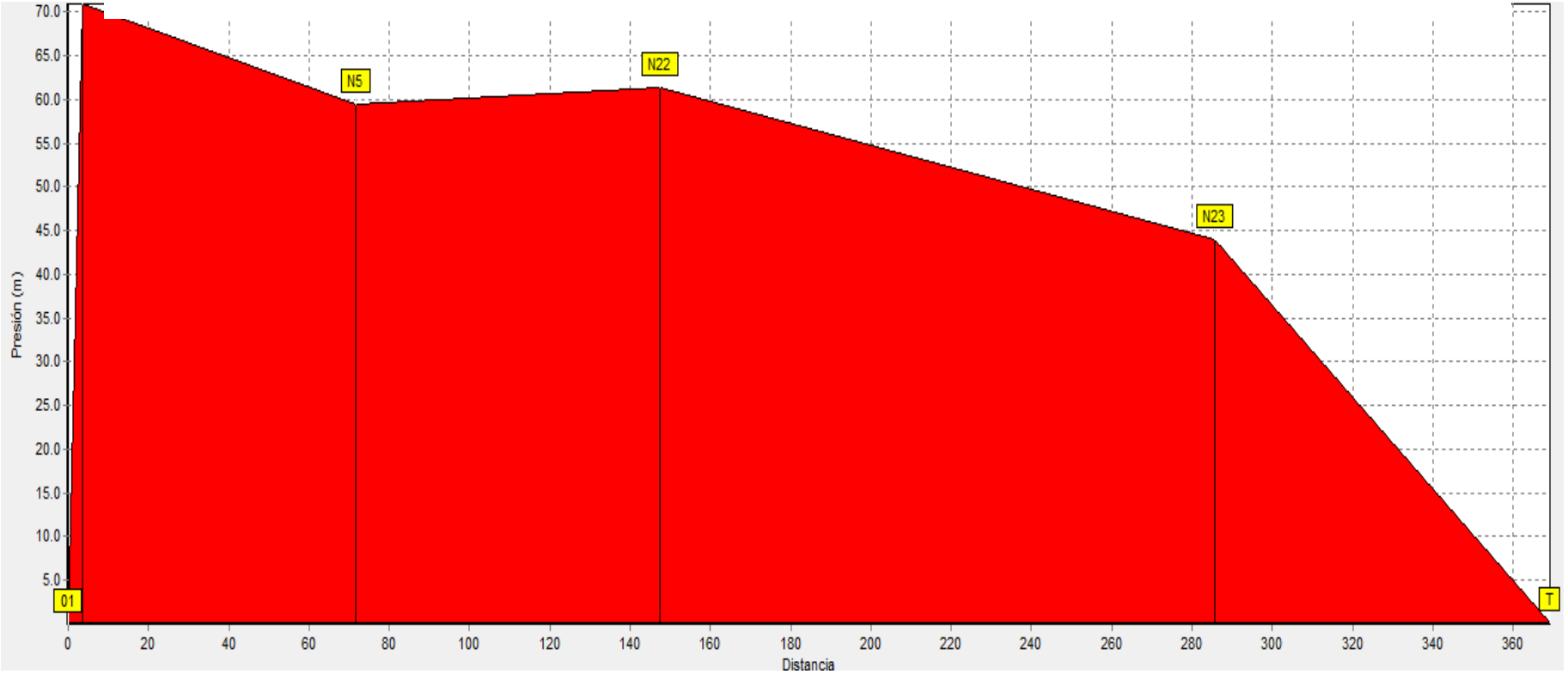
Tabla IV-18 Tubería de línea de conducción

Tubo PVC SDR-26	Longitud (m)	Numero de tubos
2"	822.8	138

Fuente: (Elaboración propia)

4.2.6.1 Presiones en la línea de conducción

Gráfico 9. Presiones en la línea de conducción



Fuente: (Analisis EPANET)

4.2.7 Régimen de bombeo

Las consideraciones que se emplearon para modelar el comportamiento de la bomba es que esta trabajara un máximo de 12 horas al final del periodo de diseño, para tomar en cuenta esto, se estableció un patrón donde se evidenciara el comportamiento del régimen de bombeo quedando del siguiente modo.

4.2.8 Velocidades en la línea de conducción

El agua en la línea de conducción tiene una velocidad de 0.6m/s.

4.2.9 Tanque de almacenamiento

En base a los perfiles altimétricos se optó por un sitio conveniente geológica y topográficamente, para asegurar que el sistema cubra con el servicio a toda la comunidad. Basado en los índices de consumo, las dimensiones internas del tanque de almacenamiento se han calculado de acuerdo al 35% del consumo promedio diario más perdidas, con una capacidad de 24.698 m^3 equivalente a 6524.703 galones

4.2.9.1 Calculo de la altura del tanque

Se determina que la constante de la capacidad de almacenamiento del tanque es k = 2. Aplicando la ecuación para determinar la altura económica:

$$h = \frac{\frac{24.698m^3}{100}}{3} + 2$$

h= 2.08m=2.5m

La altura total del tanque será de 2.5m, considerando la altura hasta la tubería de rebose, esto sin afectar la estabilidad de la estructura.

4.2.9.2 Calculo de la base del tanque

$$L = \sqrt{\frac{24.698m^3}{2.08m}}$$

L= 3.44m = 3.5m

El sitio donde se construirá dicho tanque presenta buenas condiciones de drenaje. El tanque tendrá las siguientes características:

Tipo de sección: cuadrado.

Dimensiones internas: 3.5 m de largo x 3.5 m de ancho x 2.5 m de altura.

Tipo de material: Mampostería concreto ciclópeo.

Para garantizar la adecuada operación y mantenimiento del tanque se tomaron en consideración todas las obras adicionales como: Válvulas en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, cajas de válvula y válvula de flotador.

4.2.10 Tratamiento químico del agua (desinfección)

Los exámenes se realizaron en La Facultad de Ingeniería Química a través de la Unidad de Servicios, SERFIQ-CETEAL, con la finalidad de abastecer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios, se debe incorporar un sistema de desinfección. Los resultados de los análisis físicos, químicos, bacteriológicos, organolépticos, hierro y arsénico determinaron que no se requiere de ningún tratamiento adicional más que la desinfección preventiva con cloro para garantizar la pureza del agua y eliminar las coliformes totales.

Se ha reconocido ampliamente la cloración del agua potable como uno de los avances más significativos en la protección de la salud pública. La filtración y la cloración prácticamente han eliminado las enfermedades transmitidas por el agua como el cólera, la tifoidea, la disentería y la hepatitis A, en los países desarrollados.

Los desinfectantes basados en cloro son los únicos con las propiedades residuales duraderas que previenen un nuevo crecimiento microbiano y proporcionan protección continua durante todo el proceso de distribución.

El cloro se presenta puro en forma líquida o compuesta, como hipoclorito de Calcio, el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de Sodio de configuración líquida. Cuando se usa hipoclorito de Calcio, la concentración de la solución debe ser entre 1% y 3% de cloro disponible para impedir la formación excesiva de depósitos y sedimentos de Calcio.

Las soluciones de hipoclorito de sodio pueden ser hasta de 10%. Las concentraciones mayores no son aconsejables porque pierden potencia rápidamente y si son muy altas se pueden cristalizar.

4.2.10.1 Dosificación

La efectividad de una desinfección se expresa como cloro residual después de cierto tiempo de contacto, el INAA establece concentraciones entre 0.2 y 0.5 mg/lt después de 30 minutos, mientras que la OMS recomienda una concentración de 0.5mg/l de cloro libre residual.

De conformidad con los métodos y medios empleados por el ENACAL y FISE en sistemas rurales, el método de cloración consistirá en desinfección por inyección hidráulica de hipoclorito de Calcio, usando una concentración de cloro activo de 2 mg/lt, para obtener una concentración de cloro residual de 0.2 mg/lt, Ante la ausencia de coniformes fecales, esta concentración será suficiente para desinfectar el agua de cualquier microorganismo restante y además permitirá que el agua mantenga un sabor agradable.

La aplicación al agua de la solución se efectuará mediante un hipoclorador de carga constante, que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido hasta alcanzar una concentración de solución del 1%. A inicios del primer periodo de 10 años de la vida útil del proyecto, se deberá realizar una inspección detallada para verificar el funcionamiento de la unidad y si es necesario reemplazarla.

A lo largo de la vida útil del proyecto deberán ser realizados estudio periódicos para evaluar la calidad del agua de la fuente, si los resultados arrojan que la calidad del agua no cumple con los parámetros establecidos por el INAA, entonces dependiendo de la severidad del caso, la dosificación deberá ser recalculada basado en los nuevos requerimientos o en el peor de los casos deberá ser considerada una nueva alternativa de desinfección. De lo contrario el tratamiento considerado en esta sección será aún vigente

En la siguiente tabla se detalla la dosificación del cloro a suministrar en el tanque:

Tabla IV-19 Dosificación de hipoclorito de calcio

Dosis promedio			Concentración comercial		Concentración solución		
d= 2mg/lt			CC=0.65		CS=0.01		
	CMD	Vol. cloro	Vol. hipoclorito de calcio		Vol. de solución		Dosificación
	Gpm	lb/dia	lb/dia	gr/dia	lt/dia	GPD	gotas/min
2020	11.85	0.28	0.44	198.87	19.89	5.25	179.54
2021	12.15	0.29	0.45	203.86	20.39	5.39	184.04
2022	12.46	0.30	0.46	209.18	20.92	5.53	188.84
2023	12.76	0.31	0.47	214.17	21.42	5.66	193.35
2024	13.10	0.31	0.48	219.82	21.98	5.81	198.45
2025	13.41	0.32	0.50	225.14	22.51	5.95	203.25
2026	13.75	0.33	0.51	230.80	23.08	6.10	208.36
2027	14.09	0.34	0.52	236.45	23.65	6.25	213.46
2028	14.45	0.35	0.53	242.44	24.24	6.41	218.87
2029	14.80	0.36	0.55	248.42	24.84	6.56	224.27
2030	15.18	0.36	0.56	254.74	25.47	6.73	229.97
2031	15.55	0.37	0.57	261.06	26.11	6.90	235.68
2032	15.95	0.38	0.59	267.71	26.77	7.07	241.68
2033	16.35	0.39	0.60	274.36	27.44	7.25	247.69
2034	16.74	0.40	0.62	281.01	28.10	7.42	253.69
2035	17.18	0.41	0.63	288.33	28.83	7.62	260.30
2036	17.60	0.42	0.65	295.31	29.53	7.80	266.60
2037	18.03	0.43	0.67	302.63	30.26	8.00	273.21
2038	18.49	0.44	0.68	310.28	31.03	8.20	280.11
2039	18.94	0.45	0.70	317.93	31.79	8.40	287.02
2040	19.42	0.47	0.72	325.91	32.59	8.61	294.22

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla IV-20 Permanencia del cloro residual

	Calidad inicial	Demanda	Cloro
ID Nudo	ml/L	LPS	ml/L
Conexión N10	0.20	0.05	1.10
Conexión N11	0.20	0.00	0.99
Conexión N12	0.20	0.09	0.85
Conexión N13	0.20	0.03	0.19
Conexión N1	0.20	0.00	1.00
Conexión N7	0.20	0.07	1.14
Conexión N8	0.20	0.01	0.89
Conexión N9	0.20	0.02	0.19
Conexión N2	0.20	0.03	1.19
Conexión N3	0.20	0.02	1.23
Conexión N4	0.20	0.09	1.25
Conexión N18	0.20	0.01	0.19
Conexión N15	0.20	0.03	0.88
Conexión N16	0.20	0.05	0.19
Conexión N17	0.20	0.00	0.19
Conexión N14	0.20	0.04	0.93
Conexión N19	0.20	0.01	0.19
Conexión N6	0.20	0.02	1.17
Conexión N22	0.20	0.00	0.99
Conexión N23	0.20	0.00	0.99
Conexión N5	0.20	0.00	1.00
Conexión N1	0.20	0.00	1.11
Embalse pozo	-	3.30	1.00
Deposito tanque	-	2.69	1.26

Fuente: (Elaboración propia)

4.2.10.2 Red de distribución

La red de distribución es circuito abierto que funcionará por gravedad y tiene una longitud de 6059.3 metros compuesta en su mayoría por tubería PVC SDR - 26. Para determinar la capacidad hidráulica de la red de distribución bajo la condición de máxima hora al final del periodo de diseño, se realizó un preliminar, análisis hidráulico considerando el levantamiento topográfico y la proyección de demandas de consumos

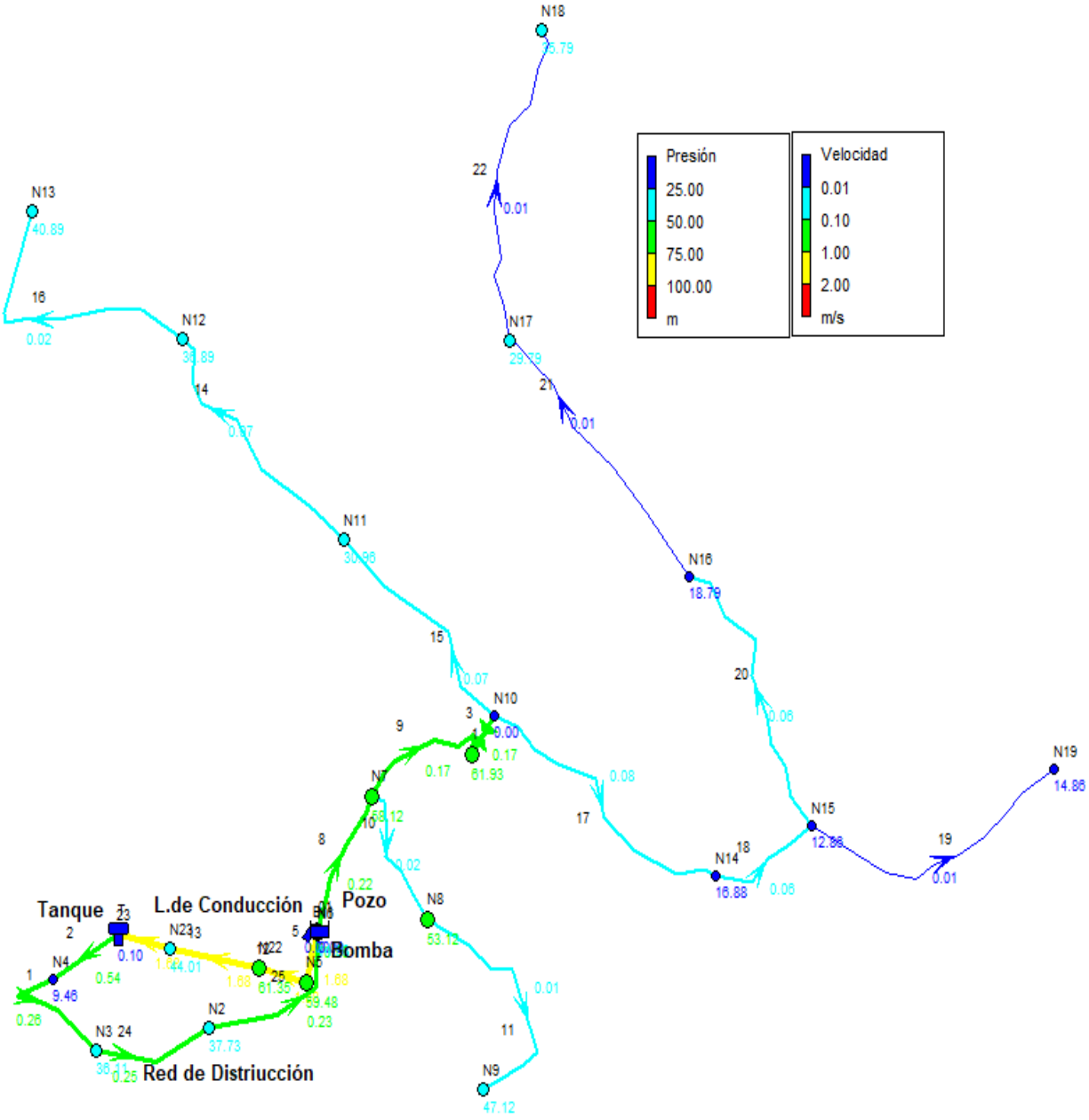
El consumo de máxima hora al año 2038 es de 1.94 l/s el cual se distribuyó en forma lineal en todos los nodos de la red de distribución, la presión está entre 5 m y 70 m según el análisis hidráulico realizado en EPANET, se propone instalar válvulas de limpieza en las partes más bajas de la red de distribución, como lo indican las normas rurales de INAA (NTON 09 003-99).

Tabla IV-21 Tubería de red de distribución

Tubo PVC SDR-26	Longitud (m)	Numero de tubos
2"	6059.3	1010

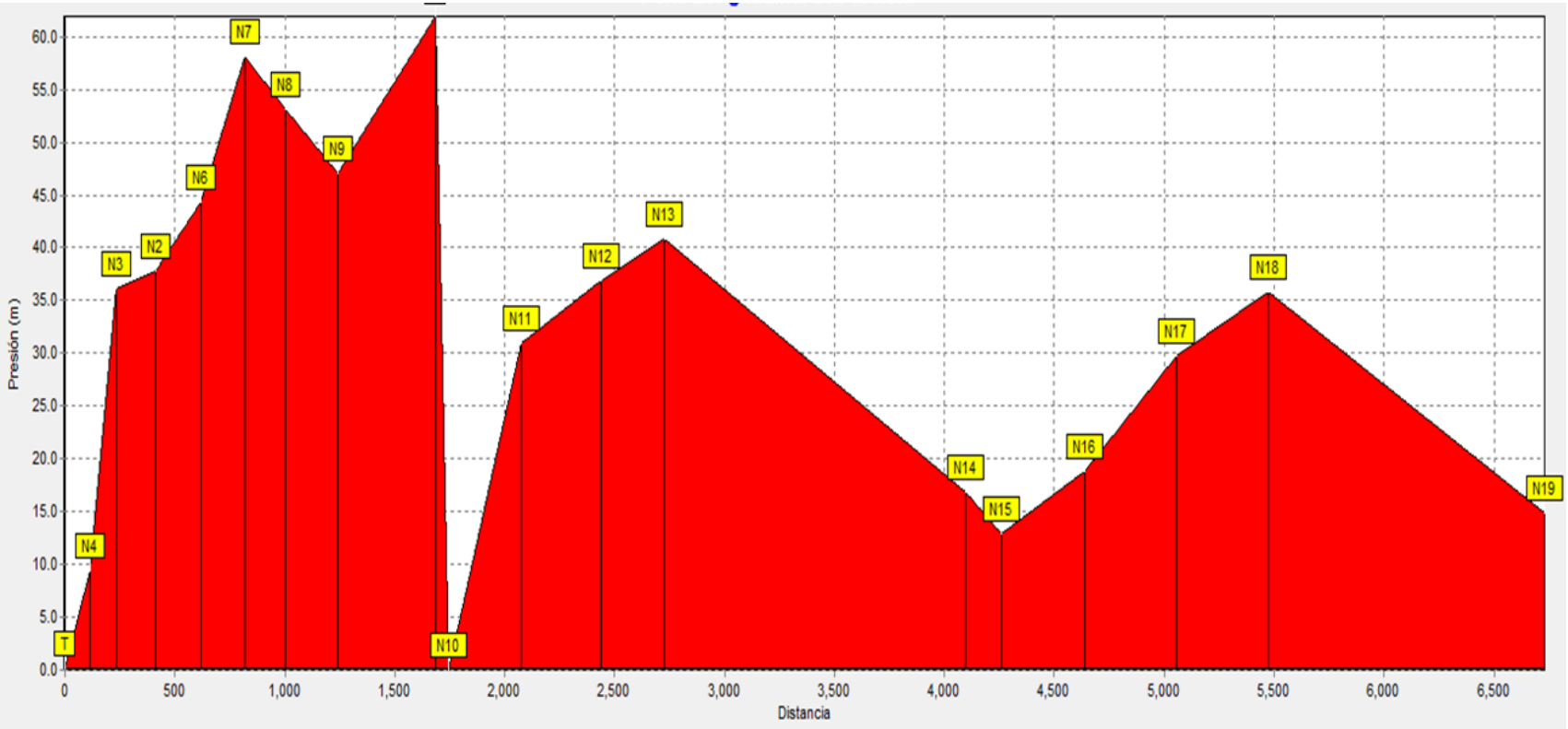
Fuente: (Elaboración propia)

4.2.10.2.1 Esquema red de distribución



4.2.10.2.2 Presiones en la red de distribución

Gráfico 10. Presiones en la red de distribución



Fuente: (Analisis EPANET)

4.2.10.2.3 Velocidades en la red de distribución

Basado en la simulación hidráulica realizada en EPANET se encontraron 17 tuberías que presentan velocidades por debajo de los 0.4m/s recomendados en la norma.

Con relación a las velocidades, se evidencia la necesidad de colocar, válvulas de aire en la parte alta de la red y válvulas de limpieza para prevenir la acumulación de sedimentos, pues la gran mayoría de las tuberías presenta velocidades por debajo de los 0.4 m/s establecidos por norma.

Esta situación es causada por la baja densidad poblacional, lo que ocasiona que la demanda de agua resultante también sea pequeña, esto combinado con la notablemente dispersión de las viviendas, (algunas tuberías fueron colocadas para servir solamente a una familia).

Tabla IV-22 Velocidades en la red de distribución

Tubería de red de distribución			
	Longitud	Diámetro	Velocidades
ID	m	mm	m/s
Tubería 8	197.2	50	0.22
Tubería 9	234.68	50	0.17
Tubería 10	201.19	50	0.02
Tubería 11	353.98	50	0.01
Tubería 14	470	50	0.07
Tubería 15	323.6	50	0.07
Tubería 16	557	50	0.02
Tubería 17	639.6	50	0.08
Tubería 18	170.1	50	0.06
Tubería 19	445.8	50	0.01
Tubería 20	415.1	50	0.06
Tubería 21	424.2	50	0.01
Tubería 22	474	50	0.01
Tubería 5	117.7	50	1.68
Tubería 12	75.1	50	1.68
Tubería 13	169.8	50	1.68
Tubería 23	89.3	50	1.68
Tubería 24	237	50	0.25
Tubería 25	242.6	50	0.23
Tubería 1	199.1	50	0.26
Tubería 2	178.9	50	0.54
Bomba	-	0	0
Válvula 3	-	50	0.17

Fuente: (Analisis EPANET)

Tabla IV-23 Análisis Hidráulico EPANET (Cero consumos)

Presiones en la red de distribución (Cero consumos)				
Cota		Demanda base	Altura	Presión
ID Nudo	m	lps	m	m
Conexión N10	760	0	760	0
Conexión N11	729	0	760	31
Conexión N12	723	0	760	37
Conexión N13	719	0	760	41
Conexión N1	760	0	830.95	70.95
Conexión N7	745	0	806.1	61.1
Conexión N8	750	0	806.1	56.1
Conexión N9	756	0	806.1	50.1
Conexión N2	766	0	806.1	40.1
Conexión N3	768	0	806.1	38.1
Conexión N4	795	0	806.1	11.1
Conexión N18	724	0	760	36
Conexión N15	747	0	760	13
Conexión N16	741	0	760	19
Conexión N17	730	0	760	30
Conexión N14	743	0	760	17
Conexión N19	745	0	760	15
Conexión N6	759	0	806.1	47.1
Conexión N22	759	0	820.35	61.35
Conexión N23	767	0	811.01	44.01
Conexión N5	765	0	824.48	59.48
Conexión N1	741	0	806.1	65.1
Embalse pozo	755	0	755	0
Deposito tanque	806	0	806.1	0.1

Fuente: (Analisis EPANET)

Tabla IV-24 Análisis hidráulico en EPANET (Consumo máximo hora)

Presiones en la red de distribución (consumo máximo hora)				
Cota		Demanda base	Altura	Presión
ID Nudo	m	lps	m	m
Conexión N10	760	0.05	760	0
Conexión N11	729	0	759.96	30.96
Conexión N12	723	0.09	759.89	36.89
Conexión N13	719	0.03	759.89	40.89
Conexión N1	760	0	830.95	70.95
Conexión N7	745	0.07	803.12	58.12
Conexión N8	750	0.01	803.12	53.12
Conexión N9	756	0.02	803.12	47.12
Conexión N2	766	0.03	803.73	37.73
Conexión N3	768	0.02	804.11	36.11
Conexión N4	795	0.09	804.46	9.46
Conexión N18	724	0.01	759.79	35.79
Conexión N15	747	0.03	759.86	12.86
Conexión N16	741	0.05	759.79	18.79
Conexión N17	730	0	759.79	29.79
Conexión N14	743	0.04	759.88	16.88
Conexión N19	745	0.01	759.86	14.86
Conexión N6	759	0.02	803.38	44.38
Conexión N22	759	0	820.35	61.35
Conexión N23	767	0	811.01	44.01
Conexión N5	765	0	824.48	59.48
Conexión N1	741	0	802.93	61.93
Embalse pozo	755	3.3	755	0
Deposito tanque	806	2.69	806.1	0.1

Fuente: (Analisis EPANET)

4.2.10.2.4 Nivel de servicio

La distribución del agua a las viviendas será mediante conexiones domiciliares de patio, en cada una de las 100 viviendas, dos iglesias, y una escuela con sus respectivos micro-medidores, para alcanzar una cobertura del 100% de la población.

Para definir el nivel de servicio por conexiones domiciliares, se ha tomado en cuenta el índice de Consumo de Máxima Hora es de 2.02 l/s y el caudal producido por la fuente seleccionada que es de 3.7854 l/s, la configuración de la comunidad, criterios técnicos y normas de diseño.

4.3 Costos y presupuestos del proyecto

4.3.1 Costo total del proyecto

Para el análisis de costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y sub etapas del FISE, para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario establecidas por la misma entidad. Las estructuras del costo y presupuesto del proyecto se definieron de la siguiente manera:

- Costos directos

Siendo todas las atribuciones directas a la propia ejecución del proyecto, definiéndose como la mano de obra directa calificada y no calificada, materiales, herramientas y flete, siendo integrados a través de los correspondientes costos unitarios, de tal manera el monto ascendió a: **C$3,036,722.89.**

- Costos indirectos

Se tomaron todos los costos a los que incurrirá de manera global para realizar la construcción mantenimiento o reparación de un punto dañado de la red en plazo establecido. Siendo esto establecido como el 9% de los costos totales directos obtenido como resultado **C$273,305.06.**

- Utilidad

Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos, directos e indirectos, estableciendo el 15%, el resultado **C$455,508.43.** También

se tomó en cuenta el impuesto sobre el valor agregado que está establecido como el 15% de sub-total de los costos directos y el impuesto municipal del 1% de estos.El costo total de proyecto asciende a los **C$4,368,022.20.** (Consultar presupuesto en anexo)

4.3.2 Costos administrativos, de operación y mantenimiento

Se detallan los costos de administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable para el periodo de diseño establecido, como se aprecia en la tabla anterior los costos proyectados de operación son mayores al pasar los años:

Tabla IV-25 Tablas de costos administrativos, de operación y mantenimiento

Año	Costo de administración	Costo de operación y mantenimiento	Costo total anual
2020	C$82,000.00	C$140,800.00	C$222,800.00
2021	C$82,000.00	C$142,237.57	C$224,237.57
2022	C$82,000.00	C$143,689.81	C$225,689.81
2023	C$82,000.00	C$145,156.89	C$227,156.89
2024	C$82,000.00	C$146,638.94	C$228,638.94
2025	C$82,000.00	C$148,136.12	C$230,136.12
2026	C$82,000.00	C$149,648.59	C$231,648.59
2027	C$82,000.00	C$151,176.50	C$233,176.50
2028	C$82,000.00	C$152,720.02	C$234,720.02
2029	C$82,000.00	C$154,279.29	C$236,279.29
2030	C$82,000.00	C$155,854.48	C$237,854.48
2031	C$82,000.00	C$157,445.75	C$239,445.75
2032	C$82,000.00	C$159,053.27	C$241,053.27
2033	C$82,000.00	C$160,677.21	C$242,677.21
2034	C$82,000.00	C$162,317.72	C$244,317.72
2035	C$82,000.00	C$163,974.99	C$245,974.99
2036	C$82,000.00	C$165,649.17	C$247,649.17
2037	C$82,000.00	C$167,340.45	C$249,340.45
2038	C$82,000.00	C$169,049.00	C$251,049.00
2039	C$82,000.00	C$170,774.99	C$252,774.99
2040	C$82,000.00	C$172,518.60	C$254,518.60

Fuente: (Elaboración propia)

CONCLUSIONES

5 Conclusiones

1. El estudio socioeconómico correspondiente al diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico para la comunidad El Jobo, refleja la calidad de vida de los integrantes de ésta, mostró que la población de comunidad el Jobo cuenta con la suficiente capacidad económica para hacer frente a un proyecto de MABE.

   Si bien los ingresos familiares son bajos por las características de los trabajos que se desempeñan, el ingreso familiar promedio es de C$ 3000.00 (Tres mil córdobas netos) resulta suficiente para cubrir la cuota establecida para labores de administración, operación y mantenimiento del sistema, cuota que convencionalmente oscila los C$ 60.00 (sesenta córdobas netos).
2. La topografía del sitio del proyecto es ondulada con pendientes pronunciadas.
3. La fuente de agua a explotar es un pozo perforado en la comunidad de El Jobo ubicado en las coordenadas UTM: 553832; 1495813; con una elevación de 755 msnm, con un caudal de 3.7854 l/s. El agua de este pozo es apta para consumo humano y abastece al 100% de la población de la comunidad.
4. Los resultados del análisis de la calidad del agua en términos generales son satisfactorios, los parámetros físico-químicos, organolépticos, hierro y arsénico, se encuentran dentro de los límites establecidos por el INAA; en cuanto a los parámetros bacteriológicos, la ausencia de coliformes fecales y coliformes totales asegura la utilización del agua del pozo para consumo humano.
5. En la red de distribución se analizó utilizando el software EPANET, dando como resultado que en la distribución se usaran tuberías de 2”.

   En algunos tramos de la red se encontraron velocidades inferiores a las permisibles, en este caso se propone utilizar válvulas de aire y vacío en las partes más altas y en las partes más bajas de la red utilizar válvulas de limpieza.

6. Se estimaron los costos necesarios para la implementación de este proyecto de agua potable para la Comunidad El Jobo, que corresponde a **C$4,368,022.20.**

Según todo lo abordado en este documento, se concluye que el sistema propuesto (MABE), es el más adecuado, habiendo considerado los escenarios que se desarrollan dentro de la comunidad, obtenido resultados satisfactorios por los habitantes.

RECOMENDACIONES

7. Recomendaciones

1) La Alcaldía de Totogalpa y la comunidad El Jobo, deberán trabajar conjuntamente en la organización adecuada a través de sus líderes comunitarios.
2) Es recomendable la coordinación con las autoridades responsables de ENACAL y el MINSA, para que se imparta a los beneficiarios, diversos cursos y seminarios que aborden el manejo, operación y mantenimiento del sistema, sus aspectos técnicos, financieros y de salud.
3) Se debe conformar un Comité de Agua Potable (CAP), que vele por el manejo, cuido y mantenimiento del servicio. El comité deberá sostener reuniones periódicas a lo interno.
4) Se sugiere realizar monitoreo consecuente del grado de contaminación de las aguas en la obra de captación, para regularizar la dosificación de cloro a usar. Estos análisis deben realizarse en coordinación con el departamento de higiene y epidemiología del MINSA.
5) Se deberá consumir el agua principalmente para las necesidades humanas y actividades domésticas, no utilizar el agua para el cultivo, ni para el baño de grandes animales; o cualquier actividad no considerada durante el diseño o que resulte inapropiada a saber por el CAP.
6) Se recomienda mantener un fondo monetario para enfrentar reparaciones eventuales del sistema.
7) Realizar la limpieza constantemente en las siguientes obras construidas: Tanque de almacenamiento e hipoclorador de carga constante.
8) Asegurar los insumos necesarios para el mantenimiento preventivo y correctivo, para garantizar un stock de repuestos que no sean posibles fabricar o comprar localmente.

Bibliografía

7Ing. María Elena Baldizón A. Apuntes de ingeniería sanitaria I. 1999, M. D.-F.-U.–R., & 35, 3. (s.f.).

ADASA. (1994). Monitorizacion en el tiempo real de la calidad de las aguas. Mexico.

Agüero Roger Pittman. (1997). *Agua Potable Para Poblaciones Rurales.* Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).

(s.f.). *Analisis EPANET.*

Baldizón, I. M. (1999). *Apuntes de ingeniería sanitaria I.* Managua: Dpto. de Hidráulica - FTC - UNI – RUPAP.

Bazán, I. M. (s.f.). *Aforadores de corrientes de agua.*

CARE-MAGFOR. (2002). *Hidrología Totogalpa.*

Comunidades Indigenas Totogalpa. (2018). Obtenido de https://www.jcyl.es/web/jcyl/AdministracionPublica/es/Plantilla100Detalle/1248367026092/_/1284886720728/Propuesta

CORASCO. (2008). *Manual para la revisión de estudios topográficos.*

(s.f.). *Elaboración propia.*

(s.f.). *Encuesta socioeconómica realizada en comunidad El Jobo.*

Ficha técnica bombas EVANS. (2021). Obtenido de https://www.evans.com.mx/specs/SD445ME500G3

FISE. (s.f.). *Manual de Administración del Proyecto – MACPM.*

fudeco. (2007). *Asociacion y procesamiento de censo socioeconomico para consejos comunales.* Bolivia.

igrac. (2001). *international Groundwater Resourses Assessment Centre.* Holanda.

(2018). *Informe Final Proyecto Pozo Peforado- Comunidad El Jobo.* Somoto: INPRHU.

INIDE. (2007). *Estimaciones y Proyecciones de población Nacional departamental y municipal .*

López, M. (s.f.). *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable.*

Lorenzo Allievi, N. J. (s.f.). *Golpe de Ariete o pulso de Joukowsky.* Obtenido de https://docs.google.com/presentation/d/1Sok915Ylt4snALd0xyyu8jCz8R6czg52I9vdzE20DoI/htmlpresent?hl=es

NBI/INIDE. (s.f.). *Capitulo II, Pobreza extrema municipal por el metodo de necesidades básicas insatisfechas.* Obtenido de www.inide.gob.ni.

NTON 09 001-99. (1999). *Normas Tecnicas Rurales para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua.* Managua: INAA.

NTON 09 003-99. (1999). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua.* Managua: INAA.

Opazo, F. U., & Jenkins, D. (1998). *Manual de tratamiento de aguas.* Mexico: LIMUSA S,A.

OPS. (2016). *Organizacion panamericana de la salud.* Obtenido de www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccion/capitulo5.pd

Orellana, I. J. (2005). *Abastecimiento de Agua Potable.* Argentina: UTN- FRRO.

PYMET. (2004). *PROYECTOS Y MEDICIONES TOPOGRAFICAS S.L*. Obtenido de https://www.pymet.es/levantamiento-topografico/

Torres, I. S. (1982). *Hidrogeología.*

Totogalpa, A. M. (2015). *Diagnostico Institucional del municipio de Totogalpa.* Madriz-Nicaragua.

Totogalpa, C. (s.f.). *totogalpa.com.ni.* Recuperado el febrero de 2021, de https://www.municipio.co.ni/municipio-totogalpa.html

UNAN, E. G. (s.f.). *Repositorio UNAN.* Obtenido de ESTUDIO DE PROCEDENCIA SEDIMENTARIA DE LOS CONGLOMERADOS DE TOTOGALPA: https://repositorio.unan.edu.ni/5664/1/94044.pdf

(2021/02/23). *Unidad de Servicios de la Facultad de Ingeniería Química / SERFIQ-CETEAL.* Managua: UNI-IES.

Valencia, U. P. (s.f.). Manual EPANET.

Anexo A. Modelo de encuesta socioeconómica.

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

I - DATOS GENERALES

Nombre y Apellidos _____Fecha _____

Nº de cédula: _____ Nivel escolaridad _____

Comunidad:_____ Micro Región_____

Datos demográficos:

Menores de 5 años		De 6-14 años		De 15 a 18 años		Adultos 19 años a +		TOTAL	
H:	M:	H:	M:	H:	M:	H:	M:	H:	M;

Personas vulnerables: III Edad_____ Embarazadas; _____ Discapacitadas:_____

II - AGUA Y SANEAMIENTO:

De donde se abástese de agua: PEM_____ PP: _____ Ojo de agua: _____
Quebrada: _____ Cisternas; _____Otros: _____

El agua que consume es de calidad: Si: _____ No: _____ Si es No cual es el problema:_____

Hace tratamiento del agua que consume: SI: _____NO: _____SI es Si cuales:

La hierve _____La clora_____ con sodio_____ otros _____

Cuanto consume promedio de agua al día: _____Aque distancia le toca acarrear el agua:_____ Km, Que tiempo tarda en acarrearla: _____Horas.

Quienes de la familia acarrean el agua:
_____

_____

_____

Existe problema de abastecimiento de agua en su comunidad: Si:____No: ____ Si es si cuales

_____

_____

_____

_____

Tiene Letrina: Si:___ No;____ si es Si; BE:_____, RE:_____ ME:_____

III – DATOS SOCIOECONOMICOS

Tiene empleo Si____ No____ Donde:_____ ingreso Mensual C$_____

Si no tiene empleo a que se dedica: _____ _____, cuanto es el ingreso Mensual C$:_____

Cuanto es su gasto promedio mensual: C$_____

Está de acuerdo en la construcción de un MABE: SI _____ No _____ Por qué? _____

Si la contra partida es mano de obra para la ejecución del proyecto, ¿Cuántos miembros de la familia participarían? Hombre: _____Mujer: _____

Observaciones:_____

Está de acuerdo de aportar el Fondo Social por cuota destinado para el mantenimiento del sistema; Si: ____No: ____Si es si cuanto será su aporte:_____

Cuanto seria su capacidad para pago de Tarifa: C$ 40-60:___ C$61-80:___ C$81-C$100___C$101-C$140: _____, C$150 a mas _____

Existe escuela	**Modalidad Educ.**	**Cantidad de Alumnos**	**Total**
		H: ____ M: ____	
		H: ____ M: ____	

		H: ____ M: ____	
Existe Pto de salud	**Especialidad**	**Cantidad pacientes**	**Total**
		H: _____ M: _____	
		H: _____ M: _____	
		H_____ M: _____	

Observaciones:_____

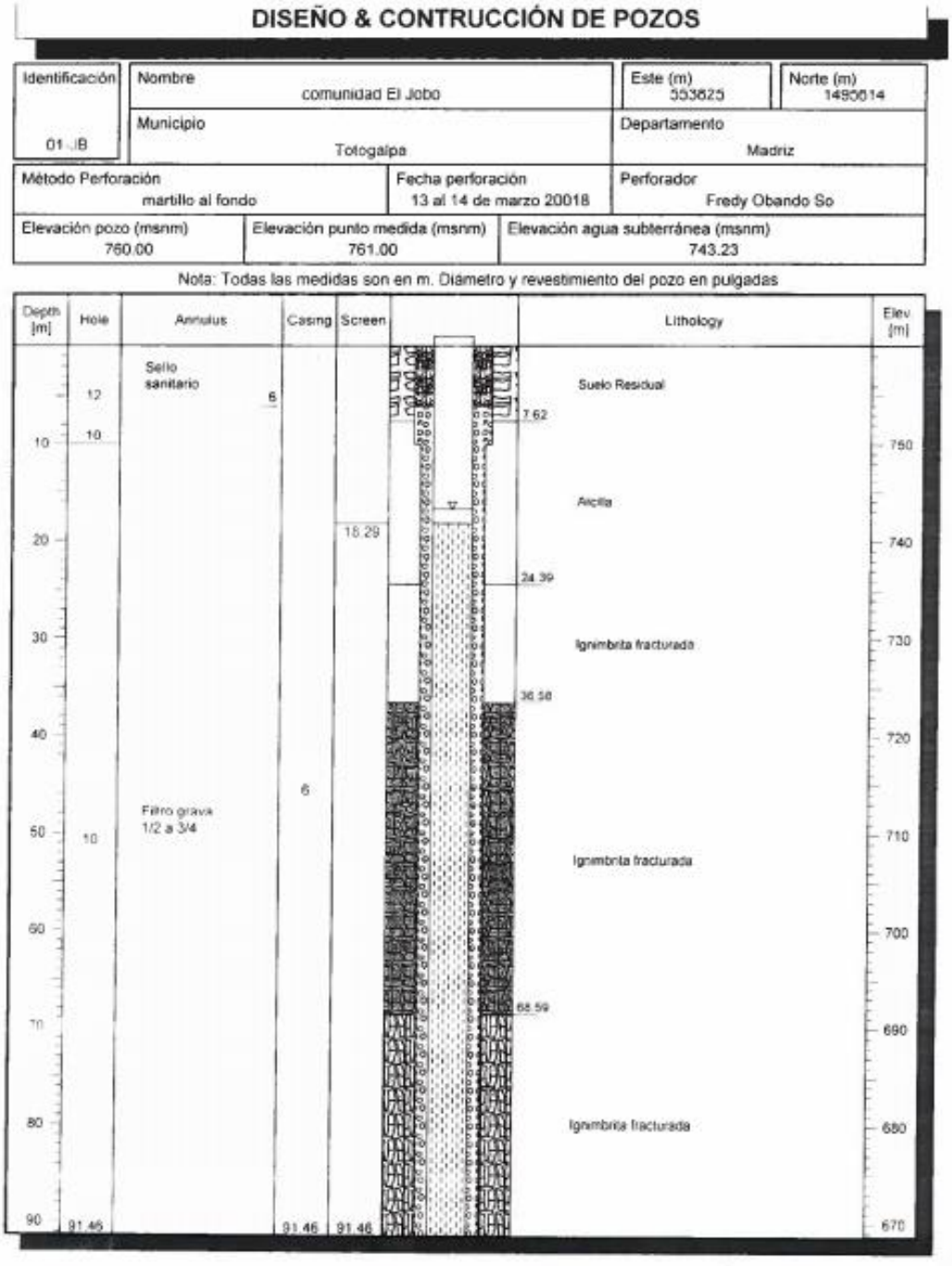
_____

_____

Firma del Protagonistas

----------GRACIAS----------

Anexo B. Informe de prueba de bombeo



Anexo B. Informe de prueba de bombeo

PERFORACION REALIZADA POR Fredy OBANDO SORIANO

REGISTRO DE PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA

POZO # 1.

FECHA: 16 . UNIDAD IMPULSORA: Equipo sumergible

LOCALIDAD: Totogalpa el Jobo, POZO No.: # 1 HORA INICIO: 5 pm

MUNICIPIO: Totogalpa HORA FINAL: 11 pm

DIÁMETRO REVESTIMIENTO: 6 PVC SDR

DIAMETRO ORIFICIO DESCARGA: 2" DIAMETRO TUBO DESCARGA: 2"

PROFUNDIDAD DEL POZO: 300 pie Profundidad a que fue instalada la bomba 280 pie

NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA: 54 pie 16.46 metros

EQUIPO DE BOMBEO: Bomba sumergible FRANKLIN ELECTIC de HP, planta eléctrica de

Hora	Tiempo de Bombeo (minutos)	Q1 **30 gpm** Descenso(m)	Q2 **45 gpm** Descenso (m)	Q3 **80gpm** Descenso (m)	OBSERVACIONES
6.00: P.M	0	16.46			El agua salió clara durante toda la
	1	16.48			prueba.
	2	16.49			
	3	16.50			
	4	16.52			
	5	16.53			
	6	16.54			
	7	16.55			
	8	16.56			
	9	16.57			
	10	16.58			
	30	16.60			
	60	16.66			
	120	16.66			
	150		17.00		
	180		17.01		
	210		17.01		
	240		17.01		
	270			17.02	
	300			17.04	
	330			17.66	
	360			17.66	
		0.20	0.55	1.20	
S'		0.20	0.55	1.20	S' = Es el abatimiento .

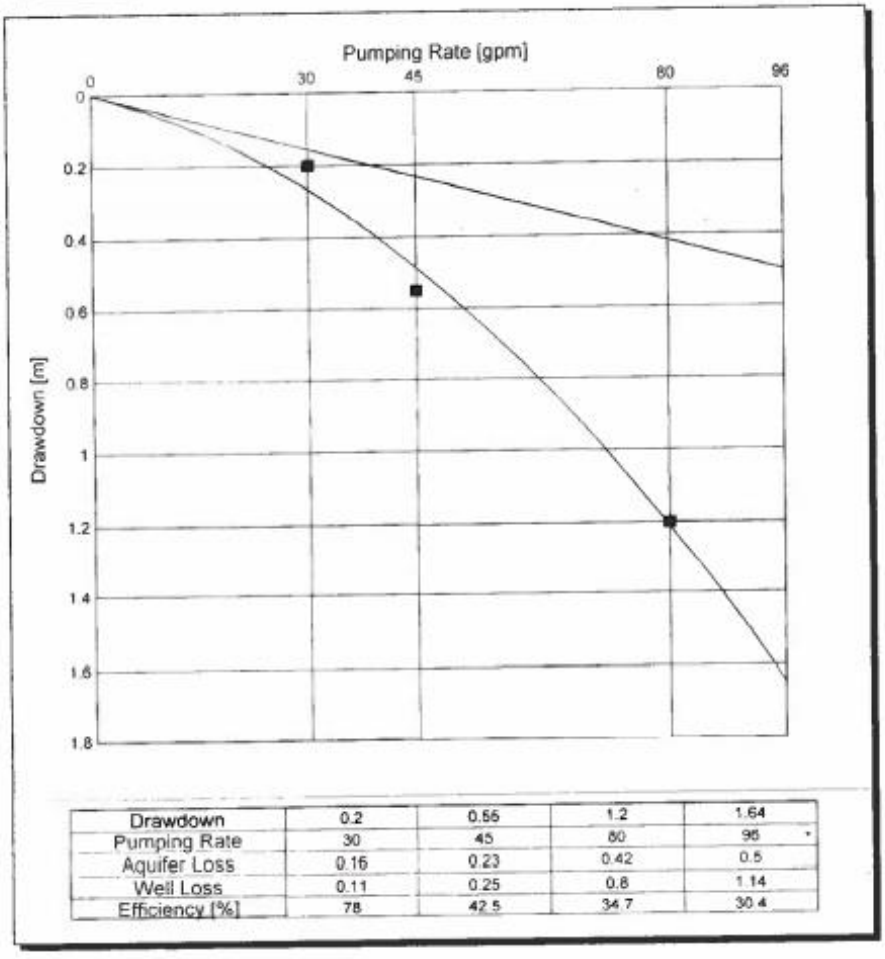
RECUPERACIÓN

Tiempo (min)	S´(m) residual	s' (m)	Recuper. (m)
1	0.84	1.20	17.66
2	0.06	0.36	17.30
3	0.20	0.30	17.00
4	0.10	0.10	16.90
5	0.00	0.00	16.90
10	0.00	0.00	16.46
15	0.00	0.00	16.46
			1.20

Anexo B. Informe de prueba de bombeo

Well Ident	Name
JOBO	COMUNIDAD EL JOBO

A	B	p	Efficiency (%)
0.005198	0.0001242	2.00	43.97



Drawdown	0.2	0.55	1.2	1.64
Pumping Rate	30	45	80	96
Aquifer Loss	0.16	0.23	0.42	0.5
Well Loss	0.11	0.25	0.8	1.14
Efficiency [%]	78	42.5	34.7	30.4

Anexo B. Informe de prueba de bombeo

POZO **Perforado comunidad el Jobo Totogalpa.**
DEPARTAMENTO DE MADRIZ

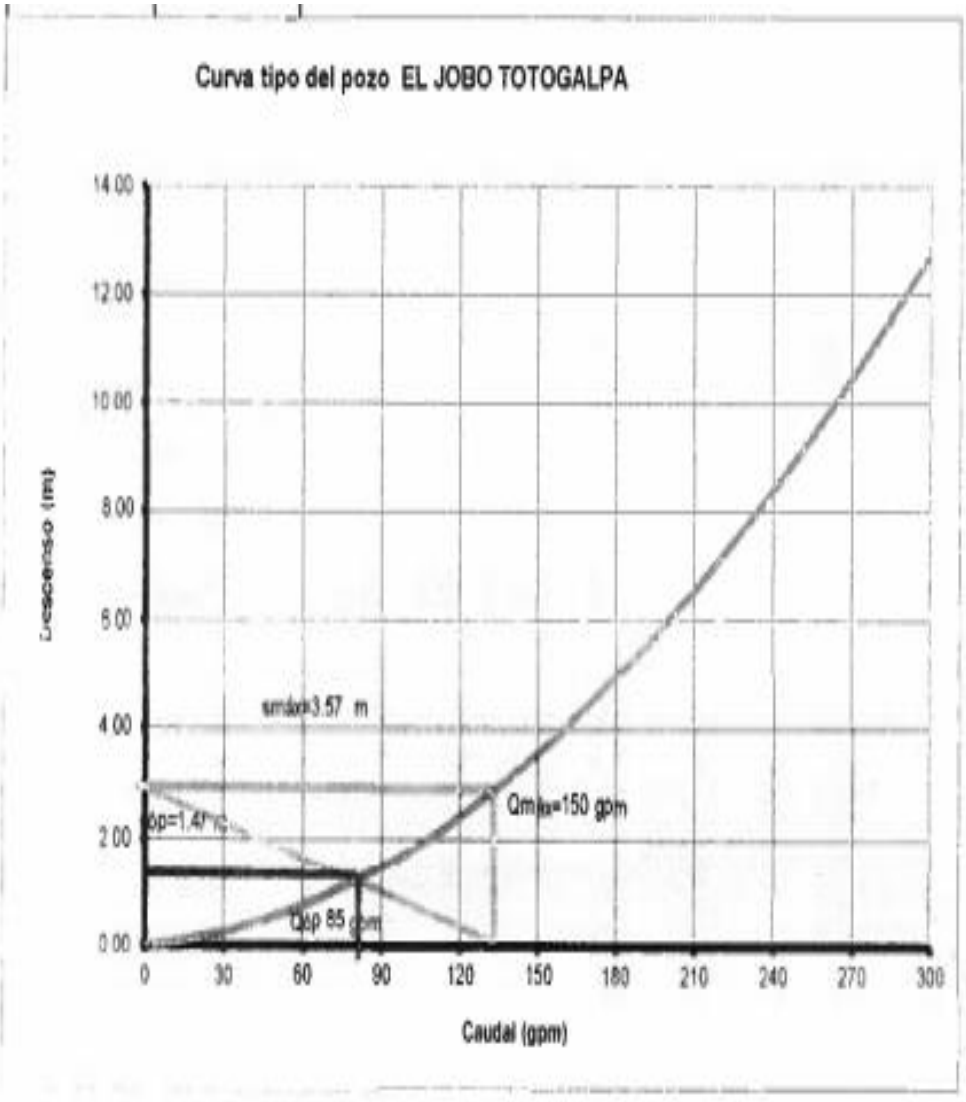
CURVA TIPO DEL POZO EL JOBO
s =0.005198Q + 0.0001242Q^2
ESPESOR SATURADO:74.69 m

Caudal (gpm)	Descenso (m)
0	0.00
30	0.27
60	0.76
90	1.47
120	2.41
150	3.57
180	4.96
210	6.57
240	8.40
270	10.46
300	12.74

El caudal óptimo de explotación recomendado es de 90 gpm, para obtener un descenso de 1.47 m y una eficiencia del pozo mayor del 2%.

Por periodos cortos o de emergencia el pozo puede explotarse con una caudal máximo de 150 gpm. El descenso seria de 3.57 m, con una eficiencia menor del 5%.

Anexo B. Informe de prueba de bombeo



Anexo C. Análisis físico, químico y bacteriológico

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Química
SERFIQ-CETEAL

INFORME DE RESULTADOS DE SERVICIOS DE LABORATORIOS

Tema de Tesis: Diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para las comunidades El Jobo-Totogalpa, Madriz, periodo 2020-2040
Atención: Yelka Castro Zeledón/ Pahola Nohelí Gamez/ Byron Arauz Hernández
Lugar y Fecha: Managua 23 de febrero de 2021

Servicios de Laboratorio: Fisicoquímico, Metales Pesados y Microbiológico para aguas de consumo.
La Facultad de Ingeniería Química a través de la Unidad de Servicios, SERFIQ-CETEAL, les presenta los resultados obtenidos de una muestra de Agua, traído por personal de Uds., a las instalaciones del laboratorio de Ingeniería Ambiental.

Detalles de los Resultados.

Parámetro	Método	Unidad	M1	NORMA CAPRE Consumo Humano	
				VR	VMA
Resultados Fisicoquímicos					
Color	Colorímetro HACH	Units Pt Co	2	1,0	15,0
Temperatura	2550-B	°C	24.7	18	30
Conductividad Eléctrica	2510-B	µs/cm	547	400	-
pH	4500 H+	-	7.29	6,5-8,5	
Sulfatos	4500-D	mg/l	21	25	250
Calcio	3500-B	mg/l	9.2	100	-
Cobre	HACH Cu	mg/l	1.3	1,0	2,0
Magnesio	3500-B	mg/l	1.94	30,0	50,0
Sodio	HACH Na	mg/l	4.2	25	200
Dureza Total	2340-C	mg/l	31.5	400	-
Cloro Residual	8167-DPD	mg/l	ND	NR	
Cloruros	4500-D	mg/l	9.8	25	250
Potasio	HACH K	mg/l	2.4	-	10,0
Aluminio	HACH Al	mg/l	0.7	-	0,2
Zinc	HACH Zn	mg/l	1.6	-	3,0
Solidos Disueltos Totales	2510-B	mg/l	268	1000	
Arsénico	HACH Ar	mg/l	< 0.001	-	0,01
Resultados Microbiológicos					
Coliformes Totales	**Filtración por membrana**	UFC/100 ml	6	**Negativo**	
Coliformes Fecales	**Filtración por membrana**	UFC/100 ml	Negativo	**Negativo**	

M1: muestra de agua. **NR:** no reporta la norma, **Neg.:** Negativo, **VR:** Valor Recomendado, **VMA:** Valor máximo admisible. **ND:** No detectado

Anexo C. Análisis físico, químico y bacteriológico

Descripción de las muestras y comentarios: La fueron presentadas en frascos plásticos.

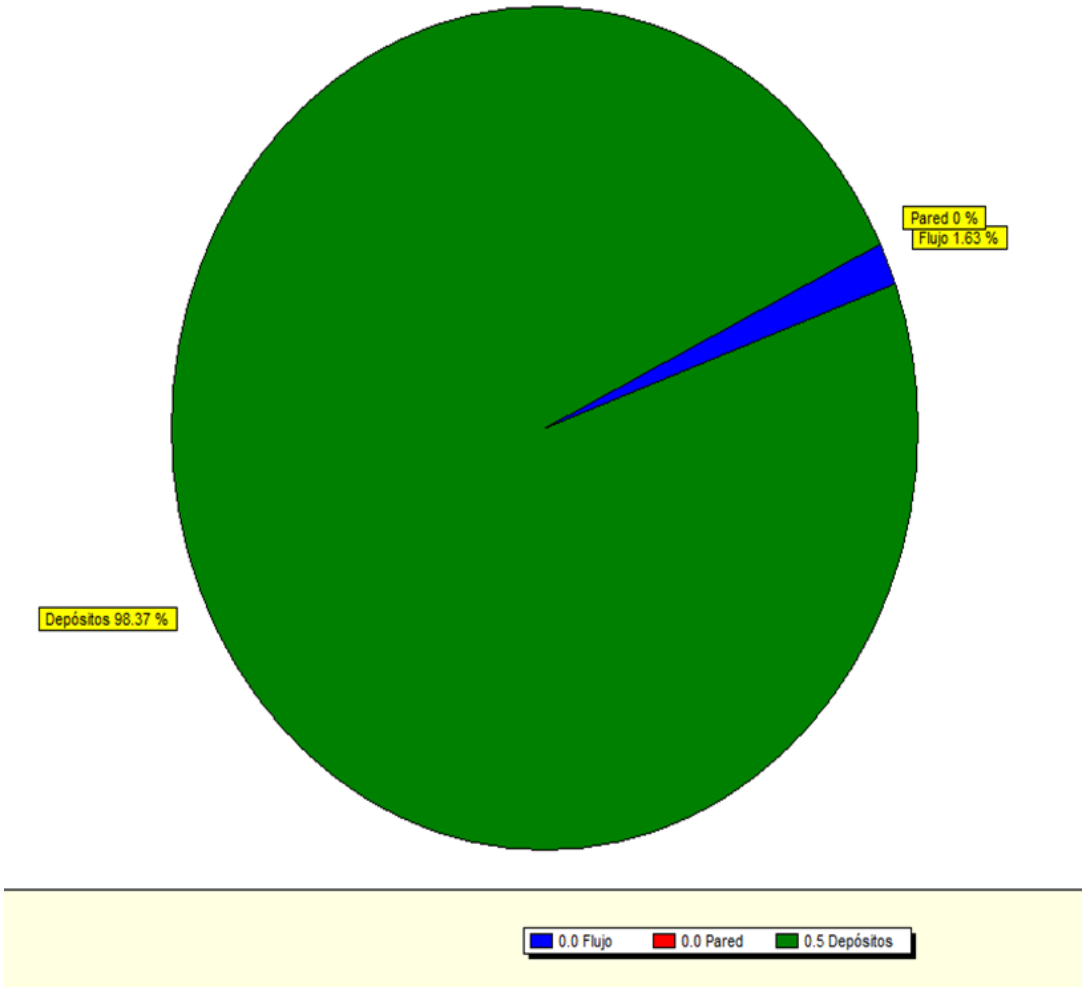
Métodos Utilizados: Todos los métodos de análisis consideran los procedimientos del Standard Method for Water and Waste Water Examination (2012). APHA, AWWA Y CEPIS para preparación de muestras y otros específicos según el parámetro a determinar.

Atentamente,

Ing. Larry Narváez Arauz.
Coordinador SERFIQ-CETEAL

cc: Archivo

Anexo C. Porcentaje de incremento de reacción del cloro residual (kg/d)



Anexo D. Presupuesto del proyecto

ETAPA	SUB-ETAPA	CÓDIGO	ACTIVIDAD	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
310			**PRELIMINARES**				**C$ 185,678.88**
	1		Trazo y Nivelacion para tuberías de agua potable	ml	6,059.30	C$ 27.59	C$ 167,176.09
	5	4277	Rotulo Tipo FISE 1.22 m x 2.44 m (Estructura Metálica + Forro De Zinc Liso) con bases de concreto	c/u	1.00	C$ 18,502.79	C$ 18,502.79
			LINEA DE CONDUCCIÓN	ml	822.80		
320			**TUBERÍA DE 2" DE DIÁMETRO**				**C$ 222,012.89**
	22		**Prueba hidrostática**	**c/u**			
		93282	Prueba hidrostática(con bomba manual) en tuberia de 2", L= hasta 300 mts.	c/u	1.00	C$ 1,450.00	C$ 1,450.00
		92843	Bloque de reacción para accesorios menores a 6"	c/u	2.00	C$ 178.00	C$ 356.00
	15		**Instalación de tuberías**	ml			
		96532	Tubería de PVC Diám.=2" (SDR-26) Junta Cementada	ml	822.80	C$ 126.81	C$ 104,339.27
	11		**Relleno y compactación**				
		92226	Relleno y compactación manual		421.00	C$ 107.90	C$ 45,425.90
	1		**Excavación para tubería**	m3			

		95330	Excavación Manual de zanja en terreno natural ancho de : 0.50 m a 1 m, prof 1.01m	m3	421.00	C$ 167.32	C$	70,441.72
	23		**VALVULAS Y ACCESORIOS**				**C$**	**55,581.23**
		95936	Valvula de limpieza de bronce Diám. = 2" con 1mTubo hierro galvanizad0 (Inc excavacion)	c/u	2.00	C$ 5,330.00	C$	10,660.00
		94312	Valvula de Aire y Vacio de Plastico Diám. = 2" (No Incl Excavacion)	c/u	2.00	C$ 6,162.00	C$	12,324.00
		3145	Suministro e instalación de válvula compuerta HF c/cuadrante / brida, diámetro 50 mm, con su flange y kit para instalar.	c/u	3.00	C$ 10,474.41	C$	31,423.23
		93121	Caja para Proteccion de valvula hecha de tubo PVC Diám.= 6"(SDH-40)(No Incl. Excavacion)	c/u	2.00	C$ 587.00	C$	1,174.00
330			**LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN**	**ml**	**6,059.30**		**C$**	**1,430,226.82**
	1		**Excavación de tubería**	**m3**				
		95530	Excavación manual de zanja en terreno natural	m3	2,401.59	C$ 167.32	C$	401,834.04
	9		**Relleno y compactación**	**m3**				
		92226	Relleno y compactación manual	m3	2,401.59	C$ 107.89	C$	259,107.55
	21		**Instalación de tuberías**					
		96532	Tubería de PVC Durman Esquivel Diámetro = 2" (50 mm) SDR26	ml	6,059.30	C$ 124.81	C$	756,261.23
	22		**Prueba hidrostática**	c/u				

		93282	Prueba hidrostatica (con bomba manual) en tuberia de 2", L= hasta 300 mts.		8.00	C$ 1,450.00	C$	11,600.00
		92843	Bloque de Reacción de Concreto Para Accesorios Menores a 6"	c/u	8.00	C$ 178.00	C$	1,424.00
335			**TANQUE DE ALMACENAMIENTO**				**C$**	**431,707.13**
		92005	Concreto reforzado 3000 PS	m2	8.75	C$ 12,393.32	C$	108,441.55
		92008	Paredes de concreto ciclópeo 60% mortero 40 % piedra bolón	m3	29.16	C$ 4,550.00	C$	132,678.00
			Relleno y compactación	m3	12.75	C$ 1,261.92	C$	16,089.48
		96756	Repello corriente interno y externo	m2	59.80	C$ 134.82	C$	8,062.24
		93783	Arenillado externo	m2	35.53	C$ 132.00	C$	4,689.96
		93505	Fino interno tipo pizarra	m2	30.02	C$ 125.70	C$	3,773.51
		92070	Anden perimetral espesor : 0.10 m	m2	11.72	C$ 722.00	C$	8,461.84
			Canal de concreto simple 2500 PSI	ml	30.06	C$ 717.70	C$	21,574.06
		95766	Tubería HG 2" CED-40 roscada para entrada y salida del tanque	ml	10	C$ 2,700.50	C$	27,005.00
		92178	Tubería PVC 4" SDR-26 incluye accesorio para rebose y limpieza del tanque	ml	8	C$ 540.00	C$	4,320.00
			Respiradero HG 2"incluye accesorios	GBL	1	C$ 1,653.00	C$	1,653.00
			Escalera de acceso con varilla empotrada 5/8"	GBL	1	C$ 4,300.00	C$	4,300.00

		93610	Suministro e instalación de válvula de boya de hierro fundido modulante Di: 2" con su flange y kit para la instalación del flange con su caja protectora	c/u	1	C$ 25,000.00	C$	25,000.00
			Tapa de zinc con estructura metalica(tubo redondo 1", zinc troquelado calibre 26. Diametro 3.2 m. Forma conico con altura de 20 cm en el centro)	c/u	1	C$ 3,500.00	C$	3,500.00
		92147	Pintura aceite protecto Tipo H-Std para exterior (incluye dos manos)	m2	35.53	C$ 181.01	C$	6,431.29
			Suministro e Instalación macro-medidor tipo woltman 2" HF 250 PSI, con su flange y kit de instalación incluye bloque de reacción y caja protectora	c/u	1.00	C$ 15,294.00	C$	15,294.00
		3145	Válvula compuerta HFF de cuadrante diámetro 2", con su flange y kit para Instalar flange para salida y entrada del tanque incluye cajas protectoras y bloques de reacción	c/u	2.00	C$ 12,400.00	C$	24,800.00
		95548	Impermeabilizante de paredes interiores y losa con SIKA 101	m2	35.53	C$ 440.00	C$	15,633.20
	3		**EQUIPOS, TUBERIA Y ACCESORIOS**				**C$**	**381,566.00**
			Equipo de bombeo sumergible EVANS de 5Hp diámetro 4", modelo SD445ME500G3 para un servicio: Q = 18.94 GPM, CTD: 165.32m	unidad	1.00	C$ 65,000.00	C$	65,000.00
			Arrancador Magnetico (A Tension Completa) P/Motor de 5 HP, Q=18.94 GPM, CTD=165.32m	C/U	1.00	C$ 48,000.00	C$	48,000.00
		95766	Columna de Tubo Redondo de Hierro Galvanizado Diám.=2" para descarga en equipo de bombeo	ml	85.34	C$ 2,900.00	C$	247,486.00

			Sensores de acero inoxidables, para guarda nivel	c/u	2.00	C$ 1,800.00	C$	3,600.00
			Cable electrico sumergible 12X3	ml	95.00	C$ 184.00	C$	17,480.00
			SARTA DE BOMBEO				**C$**	**109,593.00**
		95100	Sarta de Hierro Fundido + Válvulas Diám. = 2" (Incluye Medidor Maestro) Para Equipo de Bombeo	c/u	1.00	C$ 84,290.00	C$	84,290.00
			Manometro de 300 PSI	c/u	1.00	C$ 1,443.00	C$	1,443.00
			Tee de Hierro Galvanizado de 2"	c/u	1.00	C$ 316.00	C$	316.00
			Caudalometro tipo woltman-250 psi bridado, diámetro de 2" con su flange ros cable de 2	c/u	2.00	C$ 6,500.00	C$	13,000.00
			Base de concreto sin refuerzo	c/u	1.00	C$ 8,876.00	C$	8,876.00
			Reductor Concéntrico De Hierro Galvanizado de 4" X 2"	c/u	2.00	C$ 834.00	C$	1,668.00
			INSTALACIONES ELÉCTRICAS- MEDIA TENSION				**C$**	**104,075.00**
			Poste Tronconico de Concreto Pretensado, Alto=35' (10.67 m) (No Incl.Estructura Electrica)	C/U	1.00	C$ 18,313.00	C$	18,313.00
			Transformador de 10 KVA. 120 - 240.	C/U	1.00	C$ 49,670.00	C$	49,670.00
			Estructura Electrica MT-603/C: Montaje Monofasico, Alineamiento Angulo 30° á 60°	C/U	1.00	C$ 6,095.00	C$	6,095.00
			Estructura Electrica MT-605/C: Montaje Monofasico - Fin de Linea	C/U	1.00	C$ 6,114.00	C$	6,114.00
			Estructura Electrica MT-607/C: Montaje Monofasico - Derivacion Monofasica	C/U	1.00	C$ 1,844.00	C$	1,844.00

			Estructura Electrica PR-101 C Tierra a 14.4/24.9 KV (Media Tension)	C/U	2.00	C$ 1,676.00	C$	3,352.00
			Estructura Electrica TR2-105/C Estructura.Monofasica(No Incl. Transform Ni Poste)	C/U	1.00	C$ 18,000.00	C$	18,000.00
			Fusible Primario Slofast de 0.7 Amperios	C/U	1.00	C$ 687.00	C$	687.00
350			**CONEXIONES**				C$	41,484.00
	1	96071	Conexión Domiciliar de patio con tubo de PVC D= 1/2" (SDR-13.5)	c/u	186.00	C$ 49.00	C$	9,114.00
			Tee reductora lisa de 2" para 1/2"	c/u	84.00	C$ 180.00	C$	15,120.00
			Tee reductora lisa de 1 1/2" para 1/2"	c/u	102.00	C$ 160.00	C$	16,320.00
			Tapon PVC de 1/2"	c/u	186.00	C$ 5.00	C$	930.00
345			**ESTACIÓN DE BOMBEO**	**c/u**	**1.00**		**C$**	**71,797.95**
	1		**CASETA DE CONTROL ELECTRICO**					
			Instalacion de 2 puertas de madera solida, con mochetas y herrajes.	c/u	2.00	C$ 3,500.00	C$	7,000.00
		92009	Concreto reforzado 3000 PSI	m3	2.83	C$ 10,390.50	C$	29,405.12
		92091	Paredes de bloque de cemento 0.20x0.40x0.15 m sin sasa	m2	19.42	C$ 986.00	C$	19,148.12
		96756	Repello corriente interno y externo	m2	51.6	C$ 134.82	C$	6,956.71
		92159	Pintura aceite y Sellador de concreto exterior e interior	m2	51.6	C$ 180.00	C$	9,288.00

370			**LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA**	**GBL**			**C$**	**3,000.00**
	1		Limpieza final	GBL	1.00	C$ 3,000.00	C$	3,000.00
			Total costos directos				**C$**	**3,036,722.89**
			Total costos indirectos (9%)				**C$**	**273,305.06**
			Utilidad (15%)				**C$**	**455,508.43**
			SUB TOTAL				**C$**	**3,765,536.38**
			I.V.A 15%				**C$**	**564,830.46**
			Impuesto municipal 1%				**C$**	**37,655.36**
			COSTO TOTAL PROYECTO				**C$**	**4,368,022.20**

Anexo E. Planos