



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

“Diseño de un Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), para la comunidad Las Mercedes, municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia”

Trabajo Monográfico

Elaborado por:

Br. Castillo Moreno Luis Octavio

Br. Cerros Reyes Sergio Noé

Sometido a la:

FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

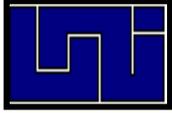
Para optar al título de Ingeniero Civil

Tutor:

MSc. Ing. José Ángel Baltodano M

Managua. Nicaragua

Abril - 2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**



Managua 18 de abril de 2018

**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano FTC
Su despacho.-**

Estimado Dr. Ing. Gutiérrez:

Reciba un saludo de mi parte, y al mismo tiempo le doy a conocer que he revisado el trabajo monográfico titulado: **“Diseño de un Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), para la comunidad Las Mercedes, municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia”**, realizado por los bachilleres: Luis Octavio Castillo Moreno y Sergio Noé Cerros Reyes, para optar al título de Ingeniero Civil.

No omito mencionar que este trabajo de monografía fue desarrollado de forma independiente por los sustentantes y cumple con todos los requisitos para ser presentado y defendido antes el jurado que usted designe.

Sin más a que hacer referencia, se despide de usted,

Atentamente,

**M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano M.
Tutor**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.114
Managua, Agosto 09 del 2017

Bachilleres
LUIS OCTAVIO CASTILLO MORENO
SERGIO NOÉ CERROS REYES
Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE), PARA LA COMUNIDAD LAS MERCEDES, MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. José Baltodano**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **09 de Febrero del 2018**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,


Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano

CC: Protocolo
Tutor
Archivo*Consecutivo
IJGG*Dara



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC.FTC.REF No. 031
Managua, 20 Febrero del 2018.

Bachilleres
LUIS OCTAVIO CASTILLO MORENO
SERGIO NOÉ CERROS REYES
Presentes

Estimados Bachilleres:

En atención a su carta de solicitud de **PRORROGA (DE 2 MESES)**, para efectuar la pre-defensa de su trabajo De **Monografía** titulado "**DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE), PARA LA COMUNIDAD LAS MERCEDES, MUNICIPIO DE JALAPA, DEPARTAMENTO DE NUEVA SEGOVIA**". Esta Decanatura aprueba la misma considerando los problemas planteados en su comunicación.

Deberá presentar concluido su documento debidamente revisado por el tutor guía el **20 Abril del 2018**. Para la programación de su fecha de defensa.

Esperando de ustedes puntualidad en la entrega de su trabajo final, me despido.

Atentamente,

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano



CC: Tutor
Archivo-Consecutivo

DEDICATORIA

A Dios: por ayudarme y darme la sabiduría a lo largo de mi vida, gracias a el pude terminar mis estudios, la gloria sea de él y la dicha es mía

A mi Madre: Maritza Moreno por su esfuerzo en concederme la oportunidad de estudiar y por su constante apoyo a lo largo de mi vida, ayudándome a conseguir mis sueños

A mi Novia: Margarita Solís por ayudarme y apoyarme a lo largo de mi carrera y cada día motivarme a seguir adelante.

A mi Niño: Luis David por alegrarme y motivarme a superarme cada día mas en mi profesión.

A mi Padre: por ayudarme en momentos claves para mis estudios

A mis hermanos, familiares y amigos: por sus consejos, paciencia y toda la ayuda que me brindaron para concluir mis estudios.

Br. Castillo Moreno Luis Octavio

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día y lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores inculcados los cuales me han llevado a ser una persona de bien en esta vida.

A todos mis maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por sus apoyos ofrecidos en este trabajo, por haberme transmitido todos los conocimientos adquiridos durante estos años de estudio, y a todos aquellos que me ayudaron directa o indirectamente a realizar este documento.

Br. Cerros Reyes Sergio Noé

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar damos infinitamente gracias a Dios, por habernos dado fuerza y valor para culminar esta etapa en nuestras vidas.

Agradecemos también por la confianza y el apoyo brindado por parte de nuestros padres, que sin duda alguna en el trayecto de nuestras vidas nos han demostrado su amor, corrigiendo nuestras faltas y celebrando nuestros triunfos.

A todos nuestros maestros de la universidad por habernos brindado sus conocimientos, los cuales pusimos en práctica para poder haber elaborado este documento.

Al Ing. José Ángel Baltodano por haber sido nuestro tutor de tesis, y al Ing. Gerardo por su gran apoyo durante todo este tiempo en la elaboración de este documento.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento muestra el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Las Mercedes municipio de Jalapa departamento de Nueva Segovia. 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 393 habitantes distribuidos en 121 viviendas (3.25 hab/vivienda), con una proyección a 20 años de 644 personas; actualmente presenta problemas con el abastecimiento de agua, abasteciéndose de pozos excavados a mano con altos riesgos de contaminación; por lo que la población demanda 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, la cual se abastece de agua de pozos excavados a mano y un pozo perforado.

Producto de la encuesta socioeconómica realizada y la recopilación de información, se determinó que el problema central de la comunidad de Las Mercedes, 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 0.49 l/s y una demanda futura para el año 20 de 0.80 l/s. Con el proyecto se garantizará el vital líquido al 100% de la población, partiendo con una demanda inicial de 42.34 m³/día y alcanzando una demanda futura para el año 20 de 69.12 m³/día 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 GENERAL

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Antecedentes	2
1.3.	Justificación.....	3
1.4.	Objetivos	4
1.4.1.	Objetivo general:	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5	Caracterización del municipio de Jalapa	5
1.5.1	Límites de municipio.....	5
1.5.2	Referencia Geográfica	5
1.6	Caracterización de la comunidad	5
1.6.1	Breve reseña de la comunidad.....	5
1.6.2	Macro localización.....	6
1.6.3	Micro localización.....	7
1.6.4	Límites.....	8
1.6.5	Clima y relieve predominante.....	8
1.6.5.1	Clima	8
1.6.5.2	Relieve (Geomorfología del área de estudio)	10
1.6.5.3	Geomorfología local	10
1.6.5.4	Geología.....	11
1.6.5.5	Hidrología.....	12
1.6.5.6	Referencia Geográfica	12
1.6.5.6.1	Posición geográfica	12
1.6.6	Población	12
1.6.7	Categoría de pobreza.....	12
1.6.8	Acceso, a la comunidad y medios de comunicación	13
1.6.8.1	Vialidad.....	13
1.6.8.2	Telefonía	13

1.6.8.3	Energía Eléctrica	14
1.6.8.4	Equipamiento Social.....	14

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	Estudio socioeconómico.....	16
2.2.	Aforo y calidad de agua.....	16
2.3.	Demanda.....	17
2.4.	Topografía	17
2.5.	Hidrogeología	18
2.5.1.	Geología.....	18
2.5.2.	Hidrología.....	18
2.6.	Obras de captación	18
2.6.1.	Manantial.....	19
2.6.2.	Pozo	19
2.6.3.	Pozo perforado.....	19
2.7.	Bomba.....	19
2.7.1.	Bombas centrifugas verticales	19
2.8.	Estaciones de bombeo.....	20
2.9.	Conexión de bombas sarta	20
2.10.	Cloración	20
2.11.	Línea de conducción	20
2.11.1.	Línea de conducción por bombeo	21
2.12.	Tanque de alimentación	21
2.12.1.	Tanque de excedencias	21
2.13.	Red de distribución.....	21
2.13.1.	Sistemas de ramales abiertos	22
2.14.	Golpe de ariete.....	22
2.15.	Modelación en EPANET.....	23
2.16.	Costo y presupuesto	23

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.	Estudio Socioeconómico	24
3.2.	Aforo y calidad del agua.....	25
3.3.	Criterios técnicos de diseño	25
3.4.	Diseño del sistema de agua potable y saneamiento	25
3.4.1.	Levantamiento topográfico	25
3.4.2.	Estudio hidrogeológico.....	26
3.4.3.	Diseño hidráulico del sistema.....	26
3.4.4.	Cálculo de población	26
3.4.5.	Dotación de agua	27
3.4.6.	Variaciones de consumo	27
3.4.7.	Estaciones de bombeo.....	28
3.4.7.1	Fundaciones de equipos de bombeo	28
3.4.7.2	Equipo de bombeo y motor	28
3.4.7.2.1	Bombas verticales	28
3.4.7.2.2	Energía.....	28
3.4.7.2.3	Diseño de bomba	29
3.4.8	Golpe de ariete.....	30
3.4.9	Línea de conducción por bombeo	30
3.4.10	Almacenamiento	30
3.4.11	Tanque sobre el suelo de mampostería.....	31
3.4.12	Tratamiento y desinfección	31
3.4.12.1	Calidad del agua	31
3.4.12.2	Aplicación de cloro	32
3.4.12.3	Tiempo de contacto.....	32
3.4.13	Red de distribución.....	33
3.4.13.1	Diámetro mínimo.....	33
3.4.13.2	Análisis y cálculo hidráulico de la red.....	34
3.4.13.3	Presiones máximas y mínimas.....	34
3.4.13.4	Velocidades permisibles en tuberías.....	35

3.4.13.5	Cobertura de tuberías	35
3.4.13.6	Pérdidas de agua en el sistema	35
3.4.14	Diseño hidráulico del sistema.....	35
3.4.15	Elaboración de planos.....	36
3.4.16	Especificaciones técnicas de construcción	36
3.4.17	Elaboración del presupuesto.....	36

CAPÍTULO IV RESULTADOS DEL ESTUDIO

4.1	Resultados socioeconómicos.....	37
4.1.1	Población y sus características	37
4.1.1.1	Población	37
4.1.1.2	Vivienda	38
4.1.1.3	Situación actual del suministro de agua.....	39
4.1.1.4	Calidad del agua de consumo actual	40
4.1.1.5	Disposición de excretas	42
4.1.1.6	Educación	43
4.1.1.7	Organización comunitaria.....	43
4.1.1.8	Información Socioeconómica	45
4.1.1.9	Ingreso mensual por familia	45
4.1.1.10	Servicios básicos	45
4.1.1.11	Aforo y calidad de agua.....	46
4.1.1.12	Resultados de calidad de agua	46
4.2	Análisis de ambiental	47
4.2.1	Evaluación de emplazamiento	47
4.2.2	Análisis de la calidad ambiental del área de influencia del proyecto....	50
4.2.3	Posibles impactos esperados con el proyecto	51
4.3	Construcción de un mini acueducto por bombeo eléctrico	53
4.3.1	Estudios topográficos.....	53
4.3.2	Componente de agua potable	53
4.3.3	Fuente de abastecimiento	54

4.3.4	Proyección de población y consumo	55
4.3.5	Obra de captación	58
4.3.5.1	Diseño de bomba	60
4.3.5.2	Golpe de ariete	62
4.3.5.2.1	Cálculo de la presión máxima	63
4.3.6	Línea de conducción	63
4.3.6.1	Presiones en la línea de conducción.....	64
4.3.7	Régimen de bombeo	65
4.3.8	Velocidades en la línea de conducción	65
4.3.9	Tanque de almacenamiento.....	65
4.3.10	Tratamiento químico del agua (desinfección).....	66
4.3.10.1	Red de distribución.....	68
4.3.10.1.1	Presiones en la red de distribución.....	71
4.3.10.1.2	Velocidades en la red de distribución.....	72
4.3.10.2	Nivel de servicio	82
4.4	Costo total del proyecto.....	82
4.5	Costos de administración, operación y mantenimiento	82
	Conclusiones	84
	Recomendaciones.....	85
	Bibliografía	87

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.	Población.....	37
Gráfico N° 2.	Estado de la vivienda	39
Gráfico N° 3.	Calidad del agua.....	41
Gráfico N° 4.	Características físicas del agua.....	42
Gráfico N° 5.	Situación de letrinas.....	43
Gráfico N° 6.	Gráfico de las enfermedades en la población Las Mercedes.....	44
Gráfico N° 7.	Presión en la línea de conducción.....	64
Gráfico N° 8.	Esquema de un clorador CTI - 8.....	64

Gráfico N° 9. Presiones en la red de distribución.....	70
--	----

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Vías de acceso a la comunidad de Las Mercedes.....	13
Tabla N° 2. Período de diseño.....	15
Tabla N° 3. Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.P.P.M (Una parte por millón de cloro a diferentes volúmenes de agua).....	33
Tabla N° 4. Coeficiente de rugosidad.....	35
Tabla N° 5. Población.....	38
Tabla N° 6. Rango de edades de la población.....	38
Tabla N° 7. Estado de la vivienda.....	38
Tabla N° 8. Fuentes de agua utilizadas por la población de la comunidad.....	40
Tabla N° 9. Calidad del agua.....	41
Tabla N° 10. Características físicas del agua.....	42
Tabla N° 11. Estado de las letrinas.....	42
Tabla N° 12. Enfermedades en la población Las Mercedes.....	44
Tabla N° 13. Resultados del análisis de emplazamiento en el componente geología.....	47
Tabla N° 14. Resultados de la evaluación de emplazamiento en el componente ecosistema.....	47
Tabla N° 15. Resultados de la evaluación de emplazamiento en el componente institucional social.....	48
Tabla N° 16. Histograma de evaluación de emplazamiento.....	48
Tabla N° 17. Análisis de los principales problemas ambientales.....	51
Tabla N° 18. Principales impactos ambientales que genera el proyecto.....	52
Tabla N° 19. Fuente de abastecimiento.....	54
Tabla N° 20. Datos para la proyección de la población y consumo.....	55
Tabla N° 21. Consumo promedio diario.....	56
Tabla N° 22. Consumo máximo día.....	57

Tabla N° 23. Consumo máxima hora y almacenamiento.....	58
Tabla N° 24. Características de línea de impulsión.....	60
Tabla N° 25. Datos para el diseño de bomba y longitudes equivalentes.....	61
Tabla N° 26. Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados.....	62
Tabla N° 27. Tubería de línea de conducción.....	63
Tabla N° 28. Materiales para fabricar el clorador CTI - 8.....	66
Tabla N° 29. Consumo de cloro.....	68
Tabla N° 30. Tubería de red de distribución.....	69
Tabla N° 31. Velocidades en la red de distribución.....	72
Tabla N° 32. Análisis hidráulico en EPANET (Cero consumo).....	75
Tabla N° 33. Análisis hidráulico en EPANET (Consumo Máximo consumo).....	78
Tabla N° 34. Costos de administración, operación y mantenimiento.....	83

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Costos de administración anual.....	II
Anexo 2. Costos de operación anual.....	III
Anexo 3. Costos de mantenimiento anual.....	IV
Anexo 4: Presupuesto del proyecto.....	V
Anexo 5. Especificaciones técnicas de materiales y equipos.....	XV
Anexo 6. Formato de encuesta socioeconómica de agua y saneamiento.....	XXXIII
Anexo 7. Esquema de golpe de Ariete.....	XXXIX

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

IVA: Impuesto al valor agregado.

VAC: Valor actual de consumo.

ICE: Índice costo efectividad.

ACI: American concrete institute.

ASTM: American society for testing and materials.

CAPRE: Comité coordinador regional del instituto de agua y saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.

CAPS: Comité de agua potable y saneamiento.

CETA: Centro de educación técnica agropecuaria.

CPC: Concejo del poder ciudadano.

CEMA: Control y erradicación de la malaria y el Aedes.

CARE: Cooperación de ayuda de remesas del exterior

CMD: Consumo máximo día.

CMH: Consumo máxima hora.

CPD: Consumo promedio diario.

CPDT: Consumo promedio diario total.

ENACAL: Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

ENEL: Ministerio de transporte e infraestructura.

ENITEL: Empresa nicaragüense de telecomunicaciones.

EDA: Enfermedades Diarréicas Agudas.

FISE: Fondo de inversión social de emergencia.

GPS: Siglas en ingles global positioning system, sistema de posicionamiento global.

Ho. Go: Hierro galvanizado.

Ho. Fo: Hierro fundido.

INAA: Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

IDH: Índice de desarrollo humano.

INEC: Instituto nacional de estadísticas y censos.

INIFOM: Instituto nicaragüense de fomento.

IRA: Infecciones respiratorias agudas.
LFV: Letrina de foso ventilado.
NE: Nivel estático.
MABE: miniacueducto por bombeo eléctrico.
MAG: Miniacueducto por gravedad.
MCT: Ministerio de construcción y transporte.
MINSA: Ministerio de salud.
MTI: Ministerio de transporte e infraestructura.
MINED: Ministerio de educación.
ONGs: Organismos no gubernamentales.
OMS: Organización mundial de la salud.
PVC: Cloruro de polivinilo.
PC: Pozos comunales.
PCEM: Pozos comunales excavados a mano.
PCP: Pozos comunales perforados.
PEM: Pozos excavados a mano.
PFEM: Pozos familiares excavados a mano.
PP: Pozos perforados.
SNIP: Sistema nacional de inversiones públicas

GLOSARIO

Cloración: Es la aplicación de cloro al agua, generalmente con fines de desinfección.

Clorador: Es un dispositivo para aplicar cloro al agua en proporción conocida y controlada.

Corte: Es la excavación que se realiza en terreno natural para las fundaciones y tuberías de los componentes del proyecto.

Cemento: Es un material que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados inertes y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuada.

Conexiones domiciliarias: Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones.

Estación total: instrumento que combina un teodolito y un instrumento EDM, (por tanto, tiene capacidad para medición angular y de distancia). Conocido también como taqueómetro o taquímetro.

Especificaciones: En general se denomina con este nombre a la compilación de estipulaciones y requisitos detallados para la construcción de las obras de un proyecto o el suministro de bienes y servicios.

Golpe de ariete: Se denomina a la sobrepresión que reciben las tuberías, por efecto del cierre brusco del flujo de agua.

GPS: Siglas en inglés globales positioning system, sistema de posicionamiento global consiste en satélites artificiales y equipo terrestre que se emplea para convertir señales de radio emitidas por satélites en posiciones tridimensionales sobre la superficie terrestre.

Impacto ambiental: Acción o serie de acciones que tiene un efecto sobre el medio ambiente.

Niple: Tubería que no tiene la longitud completa de fabricación.

Obras de conducción: Estas se encargan de transportar el agua captada desde la fuente hasta el lugar de su almacenamiento, de su tratamiento o distribución.

Obras de regularización y almacenamiento: En estas estructuras se almacena el agua que no se consume en las horas de demanda mínima, para aprovecharla después en las horas de máximas demandas. Además del volumen de regularización, sirven para almacenar un volumen adicional.

Obras de purificación: Cuando las condiciones del agua no son las adecuadas, se recurre a las obras de purificación que la adecúan a los fines requeridos.

Obras de distribución: Esta tiene como objeto repartir el agua en los volúmenes y presiones adecuadas a los distintos sectores y calles de la comunidad.

Prismoide: Figura sólida con caras paralelas unidas por superficies planas o con una curvatura continua.

Plomada óptica: Dispositivo especial del telescopio con el cual el topógrafo puede visar verticalmente desde el centro de un instrumento hasta el terreno sobre el cual está apoyado el instrumento.

Teodolito: Es un instrumento para la medición de ángulos que tiene tres tornillos de nivelación, círculo vertical y horizontal que se pueden leer en forma directa o con un micrómetro óptico. También los mismos instrumentos que presentan los resultados de las lecturas angulares en pantallas digitales.

Topografía: Es la ciencia de la determinación de las dimensiones y características tridimensionales de la superficie terrestre a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

Taquimetría: Mediciones rápidas

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El proyecto de abastecimiento de agua potable está localizado en el poblado Las Mercedes, a 292 km de la ciudad capital y 14 km de la ciudad de Jalapa, siendo un municipio que se caracteriza por presentar un relieve regular demarcándose valles y zonas con elevaciones que oscilan entre los 500 msnm hasta más de 700 msnm.

Se elaborará un informe basado en la investigación que se realizará en la comunidad antes mencionada, en el que se reflejarán aspectos técnicos y socioeconómicos actuales de la comunidad beneficiada con el proyecto.

Se abordarán las condiciones reales para abastecer de agua potable a la población de la comunidad, para complementar el desarrollo integral de dicha comunidad.

Con el diseño de este proyecto se dará respuesta a la necesidad de los pobladores de la comunidad Las Mercedes.

Este estudio se realizará a través de la alcaldía y la participación de todos los pobladores de la comunidad ya que será un proyecto en conjunto, todo esto con el propósito de asegurar la operación y mantenimiento del sistema a construir y un manejo adecuado del recurso hídrico de manera tal que además de garantizar inversiones eficaces, se asegure la sostenibilidad de la infraestructura.

1.2. Antecedentes

La población de la comunidad Las Mercedes se ha abastecido por años de agua de pozos excavados a mano (PEM).

Uno de los principales problemas en la comunidad Las Mercedes es la falta de abastecimiento de agua potable. En la localidad existe un Miniacueducto por Gravedad, que ha cumplido su vida útil, está en mal estado, y el agua no tiene ningún tipo de tratamiento; Además, la fuente de agua que abastece el sistema no es suficiente para seguir proyectando su servicio.

Los componentes del sistema se encuentran en malas condiciones con daños y fugas considerables. El agua suministrada es de muy mala calidad, por lo que es utilizada únicamente para actividades domésticas y no de consumo. El 46% de la comunidad se abastece de agua de este sistema. (Fuente: Encuesta realizada casa a casa en la comunidad Las Mercedes y sondeos realizados en el sitio del proyecto).

La población utiliza pozos excavados a mano y perforados equipados con bombas de mecate para suplir sus necesidades de consumo. No obstante, los pozos se encuentran en malas condiciones de funcionamiento y no han recibido mantenimiento ni tratamiento desde su construcción.

El servicio de agua es administrado por el Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS). Integrado por 3 personas que ocupan los cargos de Coordinador, Vocal y una Secretaria. No cuentan con un reglamento operativo, cuando la bomba se descompone los usuarios la reparan.

1.3. Justificación

Recientemente el presidente ejecutivo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), confirmó que el problema del agua es grave a nivel nacional y que unos 30 municipios, sectores y barrios que están en zonas elevadas y alejadas de los sistemas de bombeo se encuentran desabastecidos.

La comunidad Las Mercedes cuenta con un sistema de agua potable MAG en mal estado el cual no ha recibido mantenimiento desde su construcción; además solo se abastece el 46% de la población de esta comunidad, el resto tienen que recorrer varios kilómetros para llevar a sus casas el vital líquido, de ríos, pozos excavados a mano y pozos perforados, los cuales no están con el debido tratamiento de cloración lo que provoca enfermedades de origen hídrico.

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 con las condiciones requeridas por el INAA. No obstante, los pozos y MAG que hay para abastecer de agua a la población de la localidad, se encuentran en malas condiciones de funcionamiento y no han recibido mantenimiento ni tratamiento desde su construcción.

Actualmente el agua que está consumiendo la población no es segura ya que contiene bacterias por el hecho que no es tratada, aún se incrementa más en las épocas del invierno donde los ríos crecen y el agua sale sucia. Por este motivo los niños y ancianos son los más afectados ya que están más expuestos a enfermarse y si no se trata a tiempo podrían llegar a tener muchos efectos negativos. Sumado a ello está la escasez del vital líquido para satisfacción de necesidades básicas para la higiene personal y del hogar, que también tiene sus implicaciones en el campo de la salud pública.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general:

Diseñar un Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), para la comunidad Las Mercedes, municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Realizar el estudio socioeconómico de la comunidad Las Mercedes, para conocer las necesidades básicas y situación actual de la población.
2. Efectuar el levantamiento topográfico, del sitio del proyecto.
3. Generar evaluación de emplazamiento ambiental en el sitio y entorno del proyecto.
4. Realizar el cálculo de las dimensiones de todas las obras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable.
5. Realizar el análisis de la red de distribución mediante el uso del software EPANET.
6. Elaborar planos constructivos del proyecto.
7. Estimar los costos directos de la obra.

1.5 Caracterización del municipio de Jalapa

Jalapa es una ciudad y un municipio ubicado al norte del departamento de Nueva Segovia en la República de Nicaragua.

Está ubicado a 300 km al norte de la capital Managua y 70 km al noreste de la ciudad de Ocotol, cabecera departamental de Nueva Segovia.

Lo constituye un extenso valle a lo largo de la parte central y sus costados lo bordean elevaciones que van de los 600 hasta los 1.500 metros sobre el nivel del mar que forman parte de la Cordillera de Dipilto y Jalapa.

1.5.1 Límites de municipio

Jalapa limita al norte con la República de Honduras, al sur con el municipio de El Jícaro, al este con el municipio de Murra y al oeste con el municipio de San Fernando.

1.5.2 Referencia Geográfica

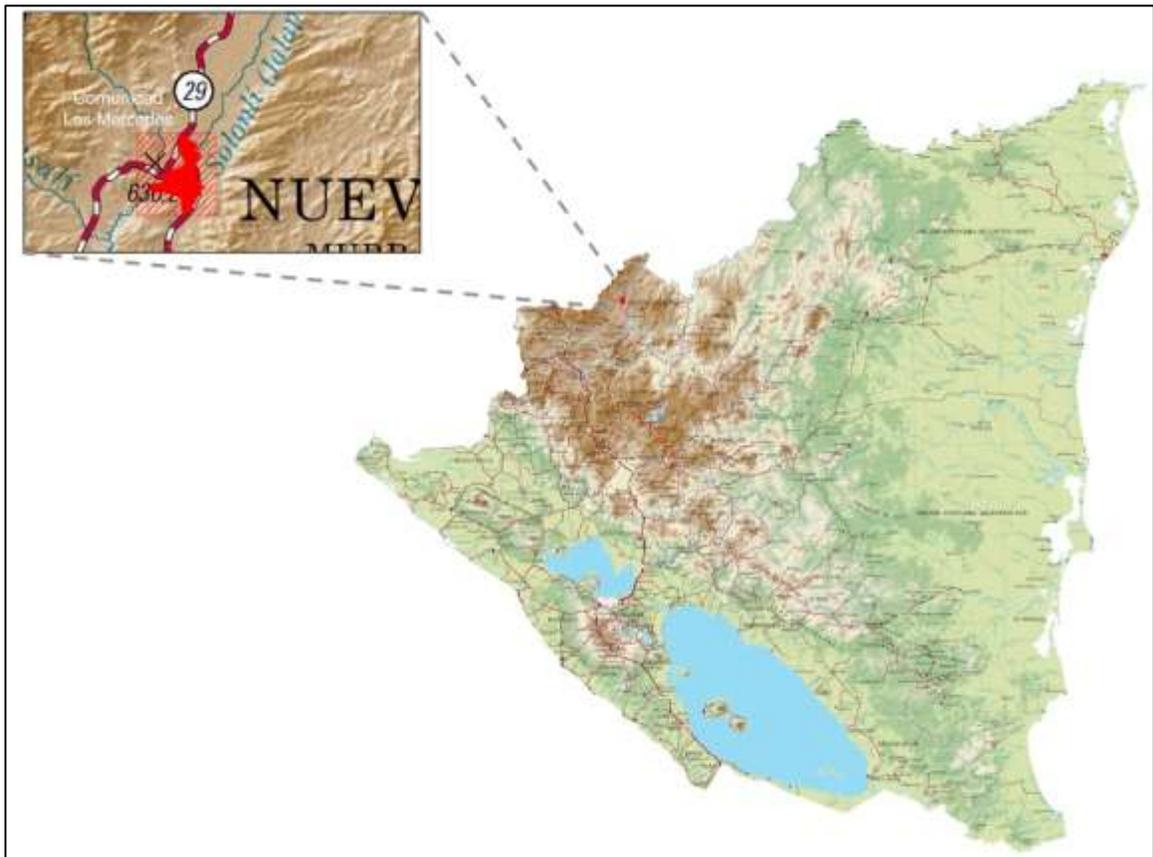
El municipio de Jalapa pertenece al departamento de Nueva Segovia. Está ubicado a 300 kms al norte de la ciudad de Managua, capital de la república y a 70 kms al noreste de la ciudad de Ocotol, cabecera del departamento. El Municipio se localiza entre las coordenadas 13° 55' latitud norte y 86° 07' longitud oeste.

1.6 Caracterización de la comunidad

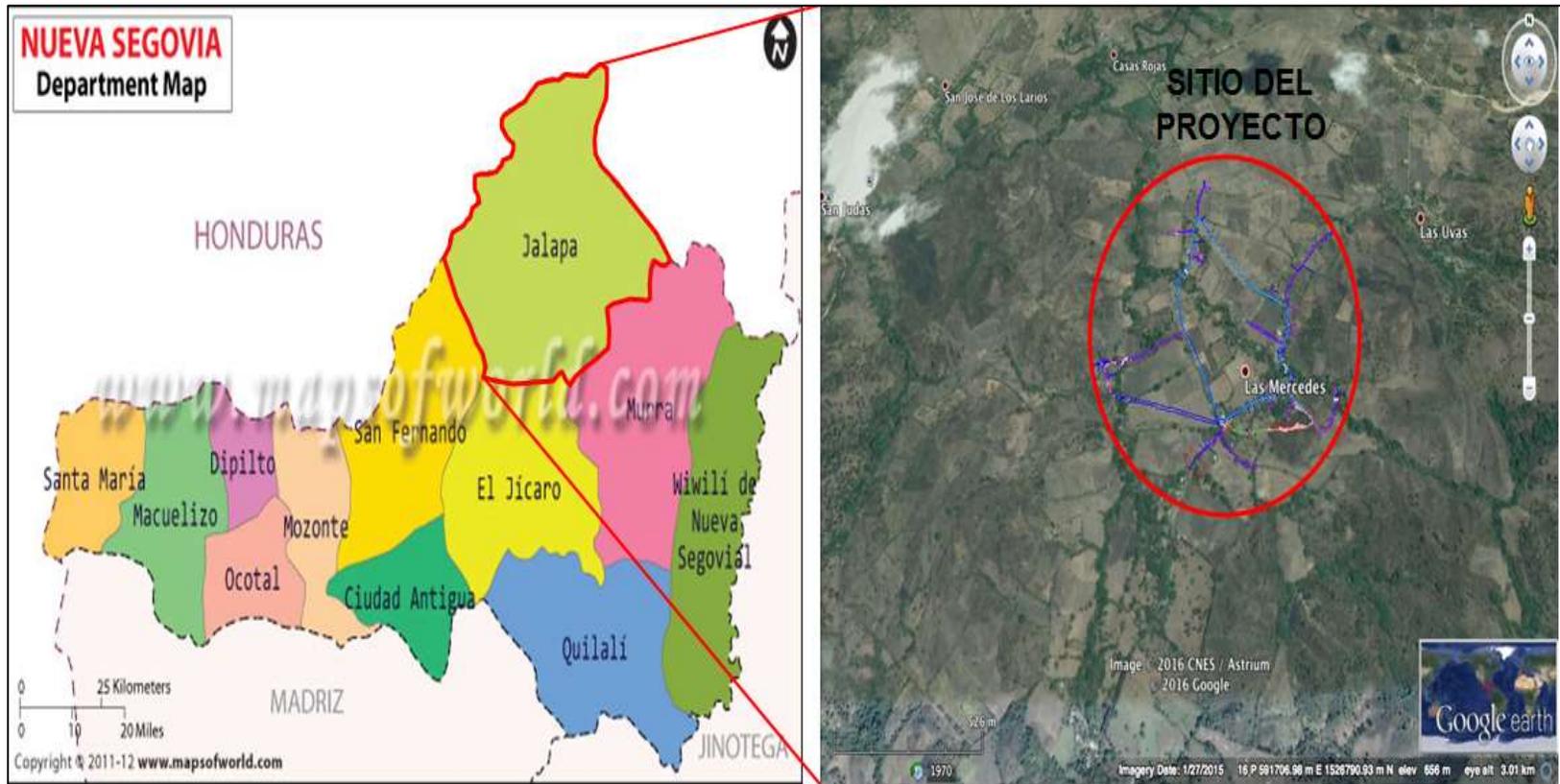
1.6.1 Breve reseña de la comunidad

La comunidad de Las Mercedes es rural dispersa con una población total de 383 personas (121 familias) distribuidas en 121 viviendas. De estas 383 personas, 106 son hombres, 122 son mujeres, 78 niños, 65 niñas (143 niños en total). En la comunidad se encuentran 20 personas de la tercera edad y 2 con capacidades especiales diferentes. (Fuente: "Censo Poblacional comunidad Las Mercedes" / Alcaldía Municipal)

1.6.2 Macro localización



1.6.3 Micro localización



1.6.4 Límites

La comunidad de Las Mercedes, se ubica en el municipio Jalapa, departamento de Nueva Segovia y sus límites son:

Norte: Comunidades de Santa Rita y La Concepción

Sur: Comunidad de San Diego

Este: Comunidad Las Uvas

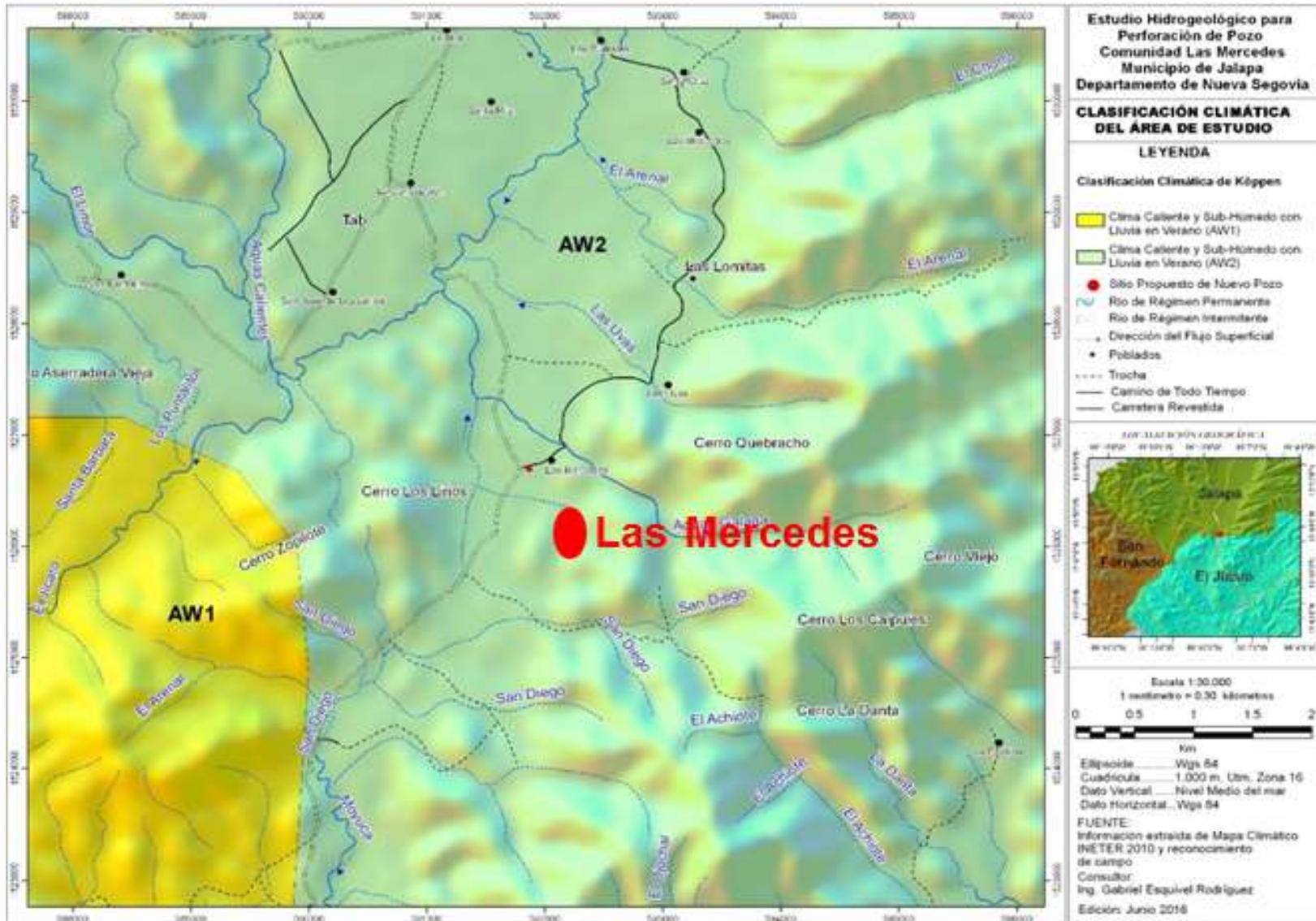
Oeste: Comunidad de San Judas

1.6.5 Clima y relieve predominante

1.6.5.1 Clima

De acuerdo a la clasificación de Koppen el clima predominante en la zona es Clima Caliente y Sub-húmedo con lluvia en el periodo de verano (AW1) (AW2). Este clima predomina en toda la Región del Pacífico y en mayor parte en la Región Norte. Se caracteriza en una marcada estación seca durante seis meses, desde noviembre hasta abril y un período lluvioso que inicia en mayo y finaliza en octubre. Ver mapa No. 1: Clasificación climática predominante en el sitio de estudio.

Mapa N° 1. Clasificación climática del área de estudio



1.6.5.2 Relieve (Geomorfología del área de estudio)

El área comprende la región NW y NE de Nicaragua, fue señalada por G. Hodgson como la sub provincia geológica del norte y abarca la Plataforma Paleozoica, la cuenca del río Bocay y áreas del norte de los terrenos altos del interior.

Las características topográficas predominantes son cordilleras, mesas, serranías, lomas alineadas, cuestas, colinas aisladas y terrenos montañosos quebrados, con pendientes que oscilan de 10 a 85% o más. En general, el relieve dominante es severamente accidentado, como resultado de un sistema de fracturas complejas y densas.

El sistema de drenaje superficial está constituido principalmente por patrones rectangulares y angulares, y en menor cantidad es dendrítico. En el caso de los relieves volcánicos de forma cónica, la red de drenaje es tipo radial.

La geomorfología de las Tierras Altas del Interior, se extienden desde el borde nor-occidental de la Depresión Nicaragüense hasta la Llanura Atlántica. Las mayores alturas la constituyen el cerro Mogotón (2107 msnm), Kilambé (1560 msnm), Macizo Peñas Blancas (1705 msnm) y el cerro Musún (1423 msnm).

1.6.5.3 Geomorfología local

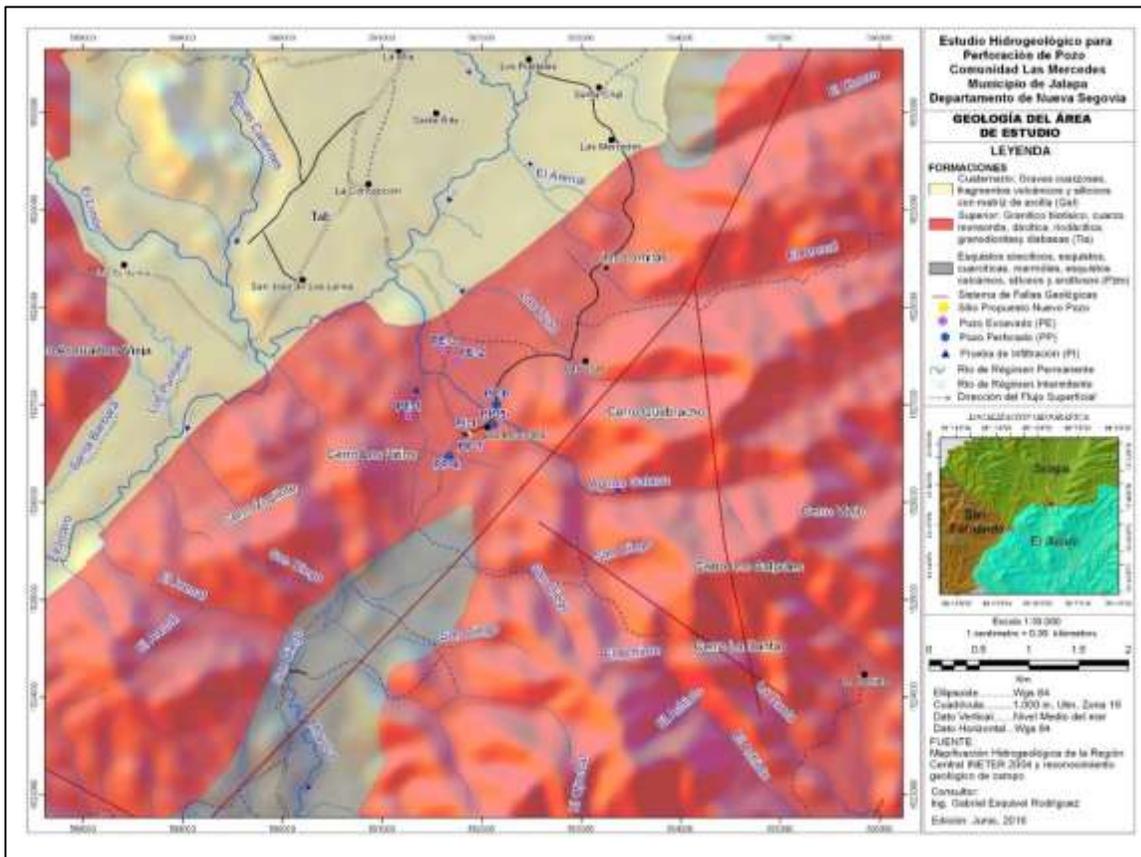
La comunidad Las Mercedes se encuentra ubicada en el extremo sureste del valle de Jalapa en la provincia geomorfológica de las Tierras Altas del Interior en la sub provincia Geológica del Norte de Nicaragua.

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.

1.6.5.4 Geología

La provincia está formada por rocas metamórficas consideradas como las más antiguas de Nicaragua, en el área Oeste y Suroeste de la provincia. El complejo Metamórfico comprende rocas con bajo grado de metamorfismo tales como mármol, cuarcitas, pizarra y otras rocas sedimentarias

Mapa N° 2. Geología del área de estudio



El valle de Jalapa se encuentra en la provincia geológica de norte de Nicaragua y está compuesto por rocas sedimentarias del periodo Cuaternario e infrayaciendo se encuentran rocas metamórficas muy imtemperezadas

1.6.5.5 Hidrología

La comunidad de Las Mercedes se ubica dentro de la cuenca No. 45 (951676) río Jícaro con un área de recarga estimada de 1,262.24 Km², dentro de la sub cuenca Río Jalapa con un área de 158.37 Km². Toda el área de la sub cuenca corresponde al valle de jalapa y sus tributarios que parten de la zona montañosa (frontera norte) y zona sur.

En el valle de Jalapa existen varios sistemas de drenaje: al sur oeste del valle la escorrentía superficial drena hacia el río Solonlí, al noreste las aguas drenan al río Estero, al este drena hacia el río Poteca, todas las fuentes superficiales tienen un solo rumbo no importando su trayectoria todos terminan en el río Coco.

1.6.5.6 Referencia Geográfica

La comunidad Las Mercedes pertenece al municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia, ubicada a 14 Km del municipio de Jalapa y a 292 km de Managua.

1.6.5.6.1 Posición geográfica

A mayor escala, podemos precisar que la comunidad Las Mercedes, se encuentra localizada en las coordenadas UTM 591748; 1527430.

1.6.6 Población

La población actual de la comunidad es de 393 habitantes, correspondiente a 198 mujeres y 195 hombres, equivalente a 121 familias.

1.6.7 Categoría de pobreza

La comunidad es considerada como un asentamiento humano espontaneo con altos índices de hacinamiento, construcciones en lugares vulnerables y altos índice de pobreza.

1.6.8 Acceso, a la comunidad y medios de comunicación

1.6.8.1 Vialidad

Las vías de acceso a la comunidad son tres (3) que las describimos a continuación en la tabla 3:

Tabla N° 1. Vías de acceso a la comunidad de Las Mercedes

Origen - Destino	Tipo de Vía de Acceso	Kilómetros
San José de Los Lirios – Las Mercedes	Macadam	3.12 Km
La Mía – Las Mercedes	Macadam	6.8 Km
El Jícaro – Las Mercedes	Macadam	12 Km

Todas las vías de acceso están limitadas por eventos lluviosos de gran intensidad que limitan el paso por quebradas que atraviesan las vías y no tienen infraestructura como puentes o rampas. En el caso de las Mercedes existe una quebrada intermitente llamada “agua galana” que intersecta la vía de Las Mercedes – San José de los lirios y la carretera de Las Mercedes – Las Uvas, ambos pasos sin infraestructura.

Para acceder al proyecto es posible ingresar hasta áreas específicas a lo largo de la comunidad. Se puede acceder con maquinaria, camiones, camionetas y vehículos livianos, pero en áreas de zonas con altas pendientes, donde se construirá infraestructura civil tal como el tanque de almacenamiento, pases aéreos, entre otros, es necesario el uso de bestias o a ingreso a pie.

1.6.8.2 Telefonía

No existe cableado para telefonía dentro de la comunidad, pero existe una antena de CLARO a 3.6 Km de la comunidad que garantiza una buena cobertura de la telefonía móvil. Por tanto, la comunicación vía celular es muy buena.

1.6.8.3 Energía Eléctrica

Por la comunidad pasa una línea principal que supe de energía a las comunidades del sector hacia Jícaro y se deriva hacia la comunidad Las Mercedes. Aunque muchos han comprado su derecho a UNION FENOSA para obtener un servicio (Les generan recibo de cobro), aun no cuentan con acometidas eléctricas.

En la actualidad un gran número de los pobladores cercanos a las líneas, han improvisado sujetando cables rústicos desde las líneas principales hasta sus viviendas.

El poste más accesible al proyecto se ubica a 30 m en su punto más cercano y a 250 m en su punto más lejano. La postería se encuentra en buen estado y no cuenta con banco de transformador. La banda principal de tendido se encuentra de norte a sur y la derivación hacia la comunidad de oeste a este.

1.6.8.4 Equipamiento Social

La Comunidad no cuenta con unidad de salud (Centro o casa base), para hacer uso de este servicio se desplazan a la comunidad de Santa Cruz ubicada a 4 Km de distancia. En cuanto a educación, se cuenta con el servicio de una escuela primaria que se encuentra en buenas condiciones de infraestructura; en ella se imparten clases a 85 niños de la comunidad, las clases son impartidas desde primer grado hasta sexto grado de primaria por dos maestros. La escuela cuenta con una toma de agua domiciliar en estado regular y cuenta con un tanque de almacenamiento de agua de 750 l.

CAPÍTULO II 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.

Tabla N° 2. Período de diseño

Se establecen los siguientes períodos para cada elemento del sistema:¹⁵

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

Fuente: Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 14

¹⁵ Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pág. 14

2.1. Estudio socioeconómico¹

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 – MACPM. Capítulo II PREINVERSION. Publicada por el Nuevo FISE.

2.2. Aforo y calidad de agua²

La necesidad creciente de utilizar el agua disponible, hacen 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).

Esto último conlleva a la formación de técnicos capacitados en medición de cursos de aguas naturales y artificiales, que permitan obtener los datos básicos

¹ Manual de Administración del Proyecto – MACPM. Capítulo II PREINVERSION, FISE

² Aforadores de corrientes de agua, Autor Ing. Mario Bazán

de cantidad de agua que pasa, para poder tomar las decisiones de manejo más adecuadas.

Ese conocimiento es esencial para determinar:

- La dotación de agua se puede abastecer para consumo humano
- Las dimensiones y diseño de la planta de bombeo de ser necesaria una estación de relevo.

En el caso específico de un canal es preciso saber cómo aforar caudales en el mismo para:

- controlar el volumen de agua que fluye, evitando que reciba más agua de la que puede conducir, y para regular la entrada con las necesidades aguas abajo.
- determinar las pérdidas por conducción y localizar fugas, como también para distribuir el agua en su recorrido.

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

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.⁵

⁵ CORASCO. Manual para la revisión de. estudios topográficos. 2008

2.5. Hidrogeología

Es la ciencia que estudia la ocurrencia, la distribución y el movimiento de las aguas bajo la superficie de la tierra, como si el agua se tratara de un mineral especial, el cual se renueva continuamente, en la mayoría de los casos, por efecto del ciclo hidrológico.

Generalmente, la hidrogeología puede considerarse como una ciencia especializada que combina elementos de geología, hidrología y mecánica de fluidos. La geología rige la ocurrencia y distribución de las aguas subterráneas, la hidrología el suministro de agua al subsuelo y la mecánica de fluidos explica el movimiento de estas.⁶

2.5.1. Geología

Ciencia que estudia la forma exterior e interior del globo terrestre, la naturaleza de las materias que lo componen y su formación; los cambios o alteraciones que éstas han experimentado desde su origen y distribución que tienen en su actual estado.

2.5.2. Hidrología

Es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

2.6. 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.

⁶ Torres, Ing. Sabina Miranda. Hidrogeología Pág. 6

2.6.1. Manantial

Se llama manantial a cualquier superficie de descarga natural del agua subterránea que brota en cantidades suficientemente grandes como para que esta fluya en forma de un pequeño arroyo.

2.6.2. Pozo

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.⁶

2.6.3. 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.

2.7. Bomba

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

2.7.1. Bombas centrífugas verticales

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.⁷

⁶ Torres, Ing. Sabina Miranda. Hidrogeología Pág. 105

⁷ Ing. María Elena Baldizón A. Apuntes de ingeniería sanitaria I. 1999, Managua. Dpto. de Hidráulica - FTC - UNI – RUPAP. Pág; 35, 36

2.8. 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.

2.9. 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.

2.10. Cloración

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.⁸

2.11. 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.

⁸ Opazo, Francisco Unda; Jenkins, David. Manual de tratamiento de aguas. 1998, México. LIMUSA, S.A.

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.

2.11.1. 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.

2.12. 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.

2.12.1. Tanque de excedencias

Los tanques de excedencias reciben de la red el agua que la población no consume en las horas de baja demanda y alta presión, lo que permite la elevación del gradiente hidráulico en sus cercanías, auxiliado de esta forma a la línea de conducción a satisfacer la demanda máxima y por si fuera poco la tubería que une a la red y al reservorio es de un diámetro menor que el del resto de la línea de conducción o igual.⁹

2.13. 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 domiciliarias que entregan el agua en la puerta de la casa del usuario.

⁹ López, Molina. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable. Pág; 117, 154, 155, 162

2.13.1. 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.

2.14. 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 escurrida 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.

Al cerrarse una válvula, la parte final aguas debajo de una tubería crea una onda de presión que se mueve hacia el tanque de almacenamiento. El cerrar una válvula en menos tiempo del que toma las oscilaciones de presión en viajar hasta el final de la tubería y en regresar se llama "cierre repentino de la válvula". El cierre repentino de la válvula cambiará rápidamente la velocidad y puede resultar en una oscilación de presión. (Ver anexo 7).

La oscilación de presión resultante de una abertura repentina de la válvula usualmente no es tan excesiva.⁷

2.15. Modelación en EPANET³

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

EPANET 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 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.

2.16. Costo y presupuesto

Es el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un proyecto generalmente identificado en un período de tiempo determinado.

⁷ Ing. María Elena Baldizón A. Apuntes de ingeniería sanitaria I. 1999, Managua. Dpto. de Hidráulica - FTC - UNI – RUPAP. Pág; 57

³ Manual EPANET, Universidad Politécnica de Valencia

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Estudio Socioeconómico

Se efectuó 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 suministrada por la alcaldía municipal de Jalapa y el MINSA. Con la información obtenida se identificaron las necesidades básicas y situación actual en esta comunidad, en la cual se cuantificaron la cantidad de beneficiarios directos, además se determinó cuáles son las formas y costos del abastecimiento actual, también se obtuvo información de la voluntad y disposición al pago de la tarifa por parte de los beneficiarios, tomando en cuenta la sostenibilidad del proyecto.

Esta información identificó las necesidades básicas y situación actual de la comunidad en base a condiciones de vida, salud, economía y abastecimiento actual de agua.

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

El censo y encuesta socioeconómica en la comunidad Las Mercedes del municipio de Jalapa fue realizada en el mes de agosto del año 2017, casa a casa con el propósito de obtener datos reales y actualizados de la población, vivienda y aspectos socioeconómicos de la población para la realización del estudio.

Con esta información se generaron datos básicos para desarrollar los cálculos y proyecciones necesarias para el proyecto.

La información recopilada en el campo mediante la encuesta socioeconómica fue procesada y los resultados obtenidos están representados por medio de gráficos y se pueden apreciar a continuación.

3.2. Aforo y calidad del agua

Se realizó un aforo durante el cual se probaron tres (3) caudales diferentes. Cada caudal se mantuvo constante durante cuatro (4) horas, de manera que la prueba duró doce (12) horas. La relación de cada caudal con respecto al anterior fue de 1.5 a 2.0.

La prueba a caudal constante duró 12 horas. Al terminar ésta, se hizo medidas de recuperación durante un tiempo mínimo de cuatro (4) horas.

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 realizó el levantamiento topográfico mediante el método taquimétrico: con estación total Leica TS15, con su respectivo 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 utilizó el sistema global de posicionamiento satelital (GPS), aparato electrónico, digital-portátil, marca: Garmin, modelo: (Etrex LEGEND H 62s), designando el sistema de coordenadas y de navegación: UTM/UPS, Datum WGS84, con un margen de error ± 4 metros.

Se marcó el punto donde está ubicado el pozo, luego se introdujo los datos de coordenadas manuales del primer punto a la estación total y se inició el levantamiento topográfico, se trazó la línea de conducción desde el pozo hacia donde estará ubicado el tanque de almacenamiento buscando la parte más recta entre los dos puntos. Se continuó el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda la infraestructura existente (casas, postes de luz, cercas, ramales de caminos, puentes, alcantarillas), dejando BM en los puentes y pozo; para su replanteo en la ejecución del proyecto.

3.4.2. Estudio hidrogeológico

Se analizó el estudio hidrogeológico suministrado por la alcaldía municipal de Jalapa, como entidad coejecutora institucional del proyecto agua, saneamiento y conservación del medio ambiente, para conocer las características hidrológicas y geológicas del sitio en estudio y así tomar en cuenta las sugerencias o recomendaciones dadas por el consultor.

3.4.3. Diseño hidráulico del sistema⁴

Se realizó un análisis hidráulico del sistema tomando en cuenta el estudio topográfico y la demanda de la población. A partir de estas características se diseñó las obras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable. El cálculo hidráulico se realizó siguiendo las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99)

3.4.4. Cálculo de población

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usó el método geométrico, proyectado a 20 años y utilizando 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 1.1% en el municipio de Jalapa.

⁴ Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99)

El crecimiento poblacional está expresado por la fórmula siguiente:

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

- Dónde:

- P_n = Población del año “n”

- P_o = 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.

3.4.5. Dotación de agua

Se consideró una población servida directamente del 100% en todo el período de diseño por conexiones domiciliarias 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.¹⁵

3.4.6. Variaciones de consumo

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

Estos valores son los siguientes:

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

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

¹⁵ Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pág. 9, 10

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 de absorción
- Dimensionamiento de línea del depósito de captación al tanque de almacenamiento
- Dimensionamiento del tanque de almacenamiento
- Diseño de la red de distribución

3.4.7. 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.

3.4.7.1 Fundaciones de equipos de bombeo

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

3.4.7.2 Equipo de bombeo y motor

3.4.7.2.1 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.

3.4.7.2.2 Energía

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

3.4.7.2.3 Diseño de bomba

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

$$h_f = 10.675 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * L * D^{-4.87}. \text{ Dónde:}$$

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

Q= Gasto en m³/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 realizó 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.

$$CTD = Z + h_f + h_r + h_p$$

Z: Diferencia de Nivel.

h_f: Pérdidas de carga.

h_r: Altura de rebose de tanque.

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

La potencia de la bomba se calculó con la ecuación.

$$NB = \frac{\gamma * CTD * Q}{0.736 * 1000 * \epsilon_B} * FM$$

γ: peso específico N/m³.

CTD: carga total dinámica pies.

Q: caudal de diseño m³/s.

ε_B: eficiencia de la bomba %.

FM: factor de mayoración.

3.4.8 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 Allievi:

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

Dónde:

V: velocidad m/s

Ea: módulo de elasticidad del agua en kg/cm²

Em: módulo de elasticidad del material en kg/cm²

D: diámetro de la tubería en pulgadas

e: espesor de la pared de la tubería

3.4.9 Línea de conducción por bombeo

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.¹⁵

Así mismo, deberán hacerse las consideraciones necesarias para prevenir las condiciones de golpe de ariete.

3.4.10 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

¹⁵ Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pág. 20, 25, 31

3.4.11 Tanque sobre el suelo de mampostería

En el diseño de los tanques sobre el suelo de mampostería de piedra bolón 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
- 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.

3.4.12 Tratamiento y desinfección

3.4.12.1 Calidad del agua

La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

¹⁵ Normas rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pág. 36, 37

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.

3.4.12.2 Aplicación de cloro

El hipoclorito de sodio se aplicará diluyendo previamente la solución concentrada de fábrica hasta una concentración máxima de 1% al 3%. Para su dosificación se usará un clorador de fabricación nacional (CTI – 8).

3.4.12.3 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 técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99)- INAA. Pág. 96, 98,99.

Tabla N° 3. Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.P.P.M (Una parte por millón de cloro a diferentes volúmenes de agua.)¹⁷

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	2.0

Fuente: Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99) – INNA. Pag.29

3.4.13 Red de distribución

Es sistema está 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.

3.4.13.1 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

¹⁷ Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99) – INNA. Pag.29

población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.¹⁶

c) El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm).

3.4.13.2 Análisis y cálculo hidráulico de la red

Para el análisis hidráulico de la red se utilizó el software EPANET 2.0 español, utilizando la fórmula de Hazen Williams que dispone el programa, se efectuó el análisis para CMH (consumo máxima hora) y cero horas de la red de distribución, CMD (consumo máximo día) 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.

3.4.13.3 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.

¹⁶ Normas técnicas para diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99)-INAA. Pág. 43

Tabla N° 4. Coeficiente de rugosidad

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro galvanizado (H ⁰ ,G ⁰)	100
Tubo de hierro fundido (H ⁰ ,F ⁰)	130
Tubo de cloruro de polivinilo (PVC)	150

Fuente: Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 15

3.4.13.4 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

3.4.13.5 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.¹⁵

3.4.13.6 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.

3.4.14 Diseño hidráulico del sistema

Mediante los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico, se procedió 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.

¹⁵ Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 15

3.4.15 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.

3.4.16 Especificaciones técnicas de construcción

Se elaboraron según los planos correspondientes a cada obra a ejecutarse en el proyecto y normas que rigen a los proyectos de agua potable y saneamiento.

3.4.17 Elaboración del presupuesto

Se elaboró por medio del cálculo de volúmenes de obra conveniente a cada etapa a desarrollarse a lo largo del proyecto y sus respectivos costos. Se cotizó los precios unitarios en diferentes sitios de distribución de materiales; entre ellos: sitios ferreteros y agroservicios además se utilizó la guía de costos maestros 2016 del FISE.

CAPÍTULO IV RESULTADOS DEL ESTUDIO

4.1 Resultados socioeconómicos

4.1.1 Población y sus características

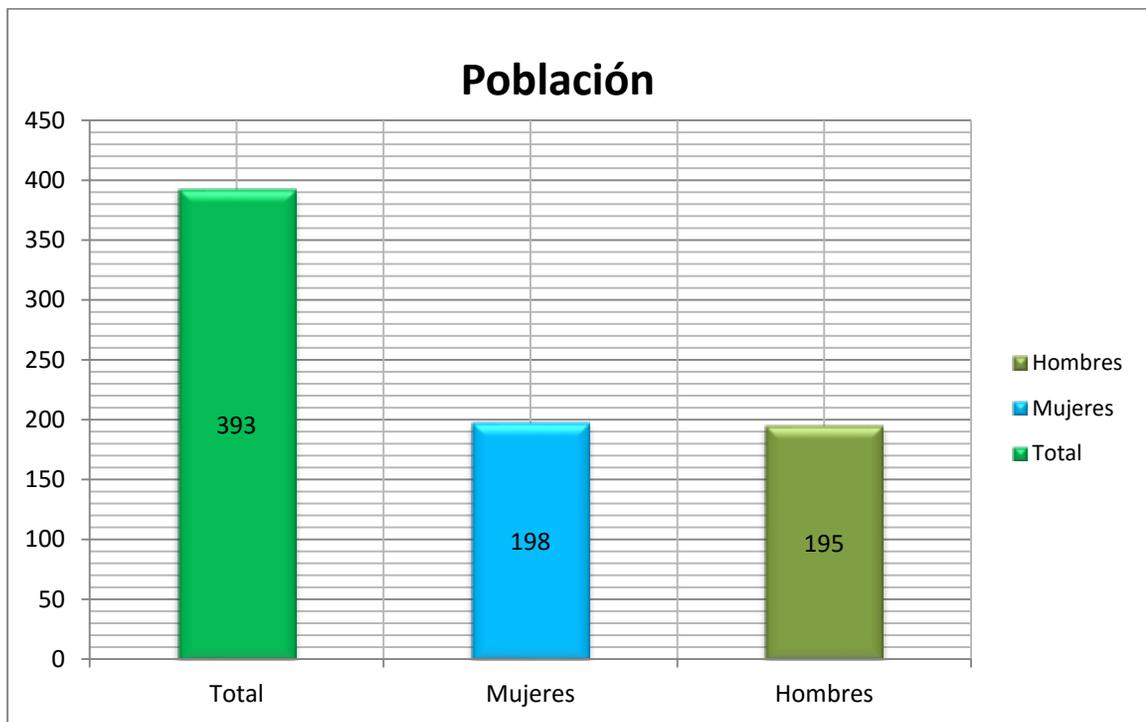
La localidad de Las Mercedes, cuenta con una población aproximada de 393 habitantes, con una densidad de 3.25 hab/vivienda. La población se encuentra ubicada en viviendas concentradas y otras semidispersas.

La principal actividad de los pobladores es la agricultura y ganadería, en menor escala el comercio. Según encuestas aplicadas a las familias, el ingreso promedio familiar es de C\$ 1000/mes.

4.1.1.1 Población

La población de la comunidad de Las Mercedes es de 393 habitantes de los cuales 198 son mujeres (50.38%) y 195 son varones (49.62%).

Gráfico N° 1. Población



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5. Población⁸

Población		
Hombres	195	49.62%
Mujeres	198	50.38%
Total	393	100%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de Las Mercedes

Tabla N° 6. Rango de edades de la población

Comunidad	Rango de edades					Población total
	De 1 a 5 años	De 6 a 15 años	De 16 a 25 años	De 26 a 60 años	> de 60 años	
Las Mercedes	47	96	98	126	26	393

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de Las Mercedes

En la comunidad de Las Mercedes la mayor población se ubica en el rango entre 1 y 15 años de edad teniendo este rango un 36.39% de la población, seguida por un 32.06% de la población entre 26 y 60 años, con un 24.94% la población entre 16 y 25 años de edad y con un 6.61% la población mayor a 60 años.

4.1.1.2 Vivienda

Las viviendas demandantes del proyecto de agua y saneamiento son un total de 121, que albergan a igual número de familias, de las cuales el 100% pertenecen a la comunidad de Las Mercedes.

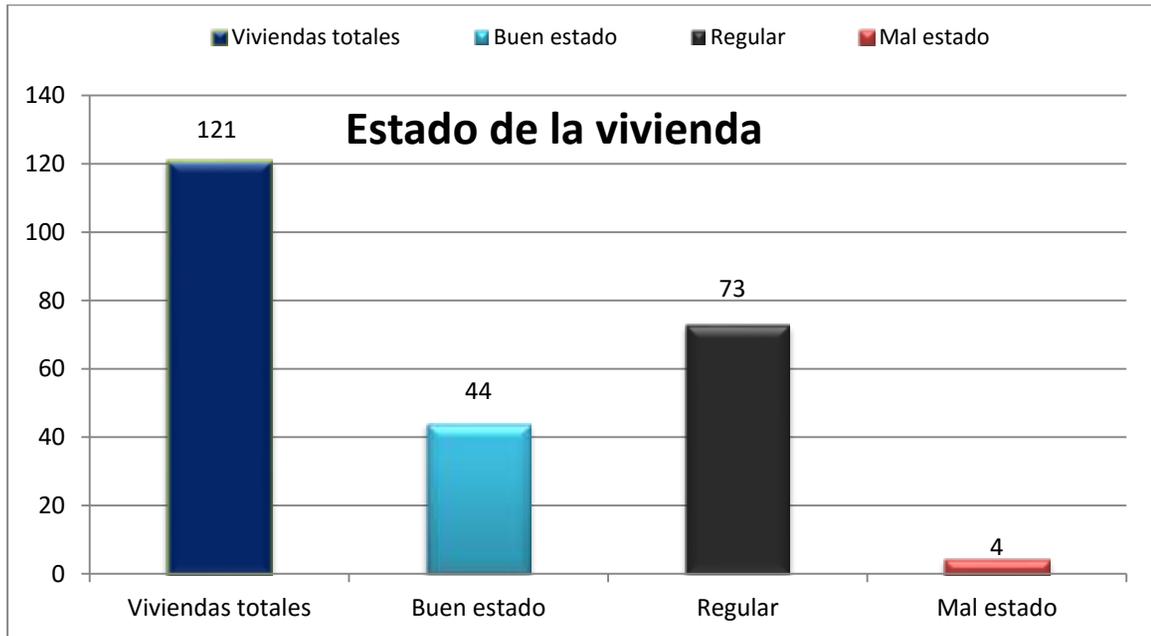
Tabla N° 7. Estado de la vivienda

Estado de la vivienda		
Viviendas totales	121	100.00%
Buen estado	44	36.36%
Regular	73	60.33%
Mal estado	4	3.31%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de Las Mercedes

⁸ Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de Las Mercedes

Gráfico N° 2. Estado de la vivienda



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3 Situación actual del suministro de agua⁸

El 46% de la población de la comunidad de Las Mercedes se abastece de agua de un sistema (Miniacueducto por Gravedad), en mal estado y ya cumplió con la vida útil y sin ningún tipo de tratamiento; además la fuente de este sistema de agua no suministra el caudal necesario para la población actual de la comunidad. El restante de la población 54%, utilizan otras fuentes para obtener el vital líquido: 3 pozos excavados a mano y dos pozos perforados.

⁸ Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad Las Mercedes

Tabla N° 8. Fuentes de agua utilizadas por la población de la comunidad

Descripción de la obra	coordenadas			NEA (m)
	X	Y	Z	
1. Pozo Excavado a Mano (1)	691270	1526874	657	10.5
2. Pozo Excavado a Mano (2)	591748	1527430	655	14.2
3. Pozo Excavado a Mano (3)	591627	1527544	647	11.05
4. Pozo perforado (1)	591679	1526472	673	10.05
5. Pozo perforado (2 en mal estado, sin uso)	592120	1526795	676	18.8
6. Pozo perforado (3)	592151	1527006	685	21.47
7. Sistema de Agua por Gravedad	592160	1526790	680	

Los pozos se encuentran en malas condiciones de funcionamiento y no han recibido mantenimiento ni tratamiento desde su construcción. El PP 2 no funciona por falta de mantenimiento.



Pozo Perforado en malas

La comunidad da un aporte mensual de C\$20.00 córdobas para la operación y mantenimiento del sistema de agua por gravedad existente.

4.1.1.4 Calidad del agua de consumo actual

El agua que consume la población de la comunidad Las Mercedes presenta mal olor, mal sabor y un color gris, no es apta para consumo humano.



Foto No.1: Conexiones de Patio MAG Las Mercedes

Tabla Nª 9. Calidad del agua

Calidad del agua			
Buena	Regular	Mala	Total
22	66	33	121
18,18%	54,55%	27,27%	100,00%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad Las Mercedes

Gráfico Nª 3. Calidad del agua



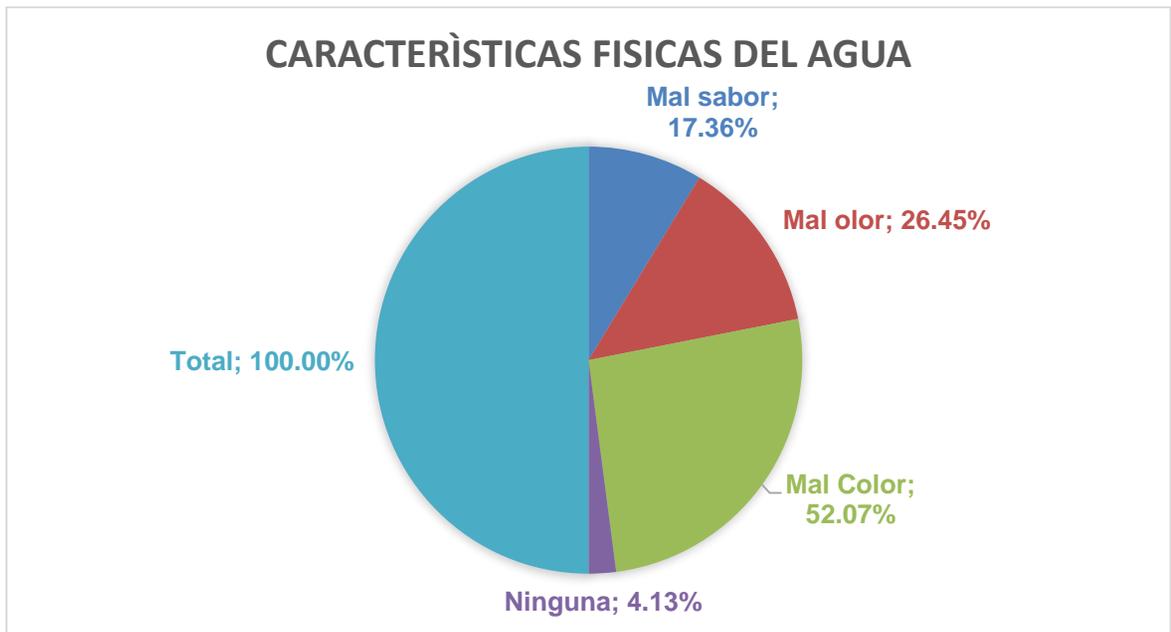
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10. Características físicas del agua

Características físicas del agua				
Mal sabor	Mal olor	Mal Color	Ninguna	Total
21	32	63	5	121
17,36%	26,45%	52,07%	4,13%	100,00%

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad Las Mercedes

Gráfico N° 4. Características físicas del agua



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5 Disposición de excretas

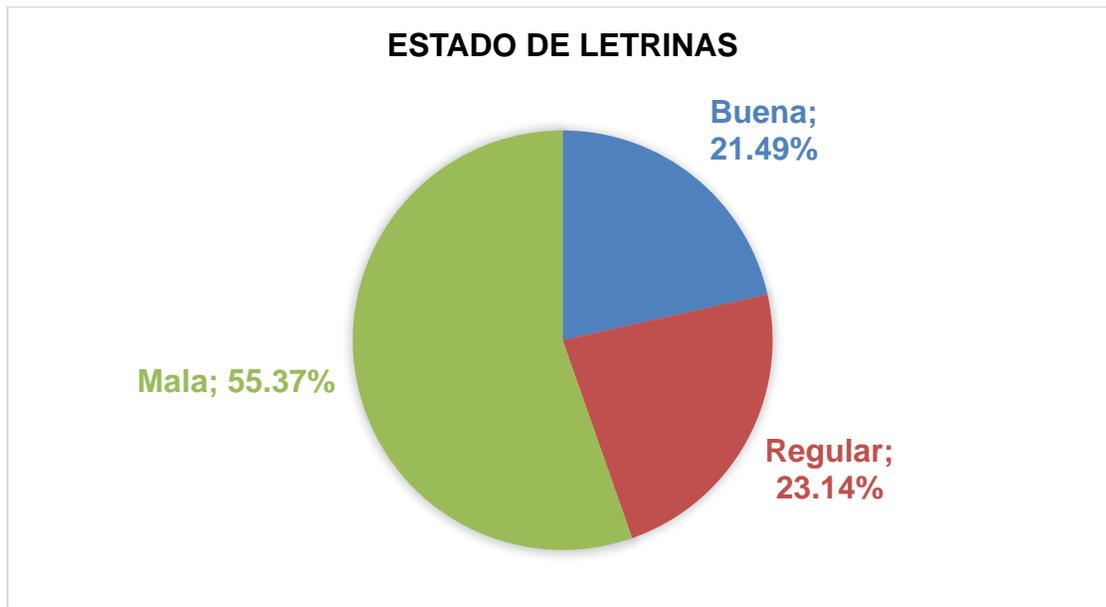
El 100% de la población de la comunidad Las Mercedes poseen letrina, pero la mayoría están en mal estado, 55.37, el 23.14% en estado regular y el 21.49% en buen estado.

Tabla N° 11. Estado de las letrinas

Estado de Letrinas		
Buena	21.49%	26
Regular	23.14%	28
Mala	55.37%	67

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad Las Mercedes

Gráfico N° 5. Situación 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 85 niños de la comunidad, las clases son impartidas desde primer grado hasta sexto grado de primaria por dos maestros.

4.1.1.7 Organización comunitaria

La comunidad cuenta un comité de agua potable y saneamiento (CAPS) activo que se encarga de apoyar las gestiones relacionadas al componente, el CAPS presenta la siguiente estructura:

- Presidente: Melvin Matute Matute
- Secretario: Martha de Jesús Matute Fuentes
- Tesorera: Jahira Elisabeth Espinales Pérez
- Fiscal: María Ester Vegas Ramos
- Vocal: Saúl Anselmo Centeno Medina
-

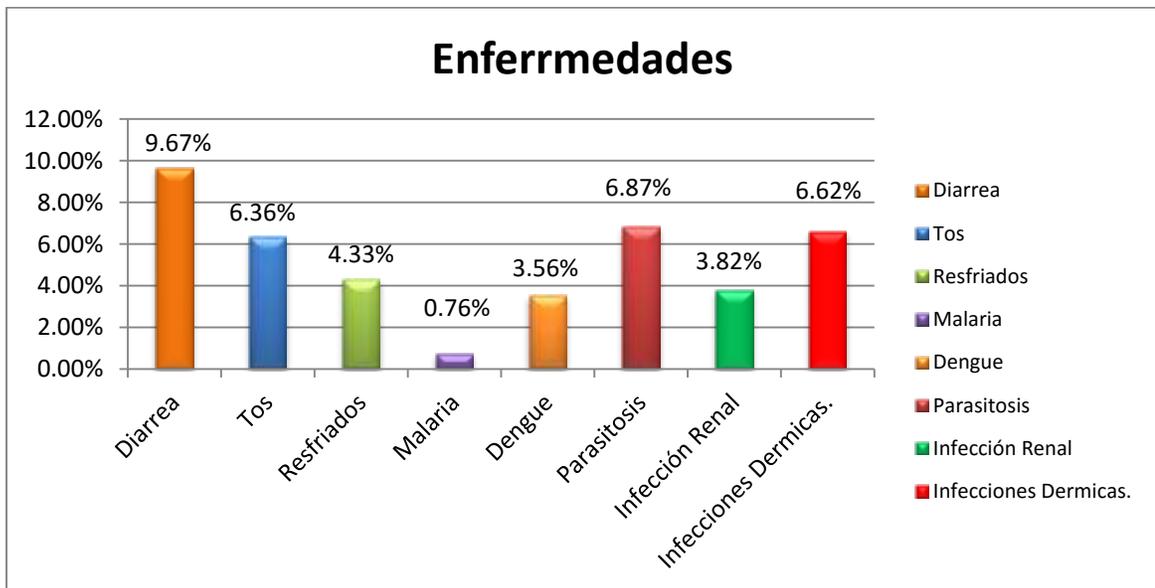
La comunidad también cuenta con dos iglesias evangélicas y una católica que tienen infraestructura o templos para sus congregaciones religiosas.

Tabla N° 12. Enfermedades en la población Las Mercedes⁸

Enfermedades	Nº de casos	Porcentaje
Diarrea	38	9.67%
Tos	25	6.36%
Resfriados	17	4.33%
Malaria	3	0.76%
Dengue	14	3.56%
Parasitosis	27	6.87%
Infección Renal	15	3.82%
Infecciones Dérmicas.	26	6.62%
Población total	393	Habitantes

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad Las Mercedes

Gráfico N° 6. Gráfico de las enfermedades en la población Las Mercedes



Fuente: Elaboración propia

De los 393 habitantes de la comunidad Las Mercedes el 41.98% padecen algún tipo de enfermedad y el 58.02% manifestaron que no padecen ningún tipo de enfermedad.

⁸ Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad Las Mercedes

4.1.1.8 Información Socioeconómica

La comunidad se encuentra en la categoría de pobreza alta y su principal actividad económica es 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\$ 1000.00 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 micro medición.

4.1.1.10 Servicios básicos

Por la comunidad pasa una línea principal que supe de energía a las comunidades del sector hacia Jícaro y se deriva hacia la comunidad Las Mercedes. Aunque muchos han comprado su derecho a UNION FENOSA para obtener un servicio (Les generan recibo de cobro), aun no cuentan con acometidas eléctricas. En la actualidad un gran número de los pobladores cercanos a las líneas, han improvisado sujetando cables rústicos desde las líneas principales hasta sus viviendas.

El poste más accesible al proyecto se ubica a 30 mts en su punto más cercano y a 250 mts en su punto más lejano. La portería se encuentra en buen estado y no cuenta con banco de transformador. 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, pero existe una antena de CLARO a 3.6 Km de la comunidad que garantiza una buena cobertura de la telefonía móvil. Por tanto, la comunicación vía celular es muy buena.

4.1.1.11 Aforo y calidad de agua

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: 591621; Y: 1526695 a una altura de 644.71 msnm.

TECNOBOMBAS realizó la prueba de bombeo en la que recomiendan explotar el pozo con un caudal de 30 gpm.

4.1.1.12 Resultados de calidad de agua

Nº	Parámetros	Unidades	Normas	Pozo Perforado
			CAPRE	Las Mercedes
Resultados analíticos Físico - Químicos				
2	PH a 25,0 °C	Unidad	6.5 - 8.5	7.10
3	Conductividad a 21.8 °C	µs/cm	-	509.00
5	Color verdadero	UCV	15	<1
6	Calcio	mg/L	100	65.12
7	Magnesio	mg/L	50	9.88
8	Sodio	mg/L	200	27.00
9	Potasio	mg/L	10	1.00
10	Cloruros	mg/L	250	49.70
11	Nitratos	mg/L	50	5.36
12	Sulfatos	mg/L	250	10.96
13	Carbonatos	mg/L	-	<0.10
14	Bicarbonatos	mg/L	-	193.40
15	Dureza total	mg/L	400	203.12
16	Alcalinidad total	mg/L	>30	193.40
19	Nitritos	mg/L	<0.1	< 0.009
20	Hierro total	mg/L	0.3	0.012
21	Flúor	mg/L	0.7 - 1.5	0.286
24	Arsénico Total	mg/L	10	<0.001

Fuente: Laboratorios Ambientales (PIENSA)

Clave: <rd = menor del rango de detección

<ld = menor del límite de detección

Los exámenes se realizaron en los laboratorios Ambientales (PIENSA)

- El agua analizada del pozo perforado de la comunidad Las Mercedes.

4.2 Análisis de ambiental

4.2.1 Evaluación de emplazamiento

En proyectos horizontales, como el diseño del proyecto de agua potable en la comunidad de Las Mercedes, se evalúan las características generales del sitio en donde se propone la ubicación del proyecto a través del análisis del emplazamiento.

Tabla N° 13. Resultados del análisis de emplazamiento en el componente geología

Componente geología									
	Sismicidad	Deslizamiento	Vulcanismo	Sedimentos	Calidad del suelo				
E						P	F	ExPxF	PxF
1						3	0	0	0
2	X					2	1	4	2
3		X	X	X	X	1	4	12	4
Valor total: $ExPxF / PxF = 16/6 = 2.66$								16	6

Fuente: Evaluación ambiental comunidad Las Mercedes

Este proyecto según el componente de geología descrito en la tabla N° 13, alcanzó el valor de 2.66, lo que significa que el sitio es poco vulnerable, con bajo riesgo a desastre y bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas.

Tabla N° 14. Resultados de la evaluación de emplazamiento en el componente ecosistema

Componente ecosistema							
	Hidrología superficial	Hidrología subterránea	Mar y lagos				
E				P	F	ExPxF	PxF
1				3	0	0	0
2		X		2	1	4	2
3	X		X	1	2	6	2
Valor total: $ExPxF / PxF = 10/4 = 2.5$						10	4

Fuente: Evaluación ambiental comunidad Las Mercedes

Como se logra apreciar en la tabla N° 14, los resultados del análisis del emplazamiento en el componente de ecosistema, alcanzó el valor de 2.5, lo que significa que el sitio es poco vulnerable a pesar de limitaciones aisladas. Este proyecto es elegible para la alternativa de sitio.

Tabla N° 15. Resultados de la evaluación de emplazamiento en el componente institucional social

Componente institucional social							
E	Conflictos territoriales	Participación ciudadana	Plan de inversión y sostenibilidad				
E				P	F	ExPxF	PxF
1				3	0	0	0
2				2	0	0	0
3	X	X	X	1	3	9	3
Valor total: ExPxF / PxF: 9/3= 3							

Fuente: Evaluación ambiental comunidad Las Mercedes

Desde la óptica del componente institucional social, el resultado de la tabla N° 15 es de 3, lo que indica que el sitio es poco vulnerable a los efectos sociales e institucionales con muy bajo nivel de riesgo debido a la decisión de la ubicación del proyecto en el sitio. Por lo que el resultado del análisis del emplazamiento en el componente institucional social es elegible.

Tabla N° 16. Histograma de evaluación de emplazamiento

HISTOGRAMA DE EVALUACION DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO														
VARIABLES	PARA USO DEL FORMULADOR							PARA USO DEL EVALUADOR						
	N.A.	E	P	E	P	E	P	N.A.	E	P	E	P	E	P
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1
ORIENTACION	x													
REGIMEN DE VIENTO				x										
PRECIPITACION						x								
RUIDOS	x													
CALIDAD DEL AIRE				x										
SISMICIDAD						x								
EROSION				x										

HISTOGRAMA DE EVALUACION DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

VARIABLES	PARA USO DEL FORMULADOR							PARA USO DEL EVALUADOR						
	N.A.	E	P	E	P	E	P	N.A.	E	P	E	P	E	P
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1
USOS DE SUELO						X								
FORMACION GEOLOGICA						X								
DESLIZAMIENTOS				X										
VULCANISMO	X													
RANGOS DE PENDIENTES		X												
CALIDAD DEL SUELO						X								
SUELOS AGRICOLAS	X													
HIDROLOGIA SUPERFICIAL						X								
HIDROGEOLOGIA						X								
MAR Y LAGOS	X													
AREAS PROTEGIDAS O ALTA SENSIBILIDAD	X													
CALADO Y FONDO	X													
ESPECIES NATIVAS						X								
SEDIMENTACION						X								
RADIO DE COBERTURA	X													
ACCESIBILIDAD				X										
CONSIDERACIONES URBANISTICAS	X													
ACCESO A LOS SERVICIOS						X								
DESECHOS SÓLIDOS				X										
LINEAS ALTA TENSION														
PELIGRO DE INCENDIOS		X												
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUTURAS	X													
FUENTES DE CONTAMINACION				X										
CONFLICTOS TERRITORIALES						X								

MARCO LEGAL					X								
SEGURIDAD CIUDADANA				X									
PARTICIPACION CIUDADANA					X								
PLAN INVERSION MUNICIPAL Y				X									
FRECUENCIAS (F)	SU MA	2	9	13	SU MA								
ESCALA X PESO X FRECUENCIA	81	6	36	39									
PESO x FRECUENCIA (Px F)	37	6	18	13									
VALOR TOTAL (ExPx F / Px F)	2.2												
RANGOS	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	> 2.5	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	> 2.5					
Doy fe en calidad de formulador del proyecto que la evaluación anteriormente descrita coincide con la situación actual del sitio													

Fuente: Evaluación ambiental comunidad Las Mercedes

4.2.2 Análisis de la calidad ambiental del área de influencia del proyecto

A continuación, se presenta de manera resumida el análisis de los principales problemas ambientales, donde se puede observar la casa de los problemas ambientales y los efectos sobre el medio natural.

Tabla N° 17. Análisis de los principales problemas ambientales

Factor ambiental	Causas	Efectos	Nivel de calidad
Calidad del aire	Quemas a cielo abierto	Contaminación del aire por la emisión de humo.	2
Aguas superficiales	Vertido directo de aguas servidas a fuentes superficiales	Contaminación de las aguas superficiales con repercusión en la salud y en el ecosistema.	3
Suelos	Quemas, uso del suelo en sitios inadecuados sin tomar en cuenta su capacidad de uso.	Erosión hídrica y eólica.	2
Geología	Modificación de la topografía sin drenajes	Inundaciones	2
Cubierta vegetal	Deforestación	Erosión, daño al hábitat de la fauna.	3
Calidad de vida	Ausencia de agua y servicios elementales de saneamiento	Alteraciones de la salud de la población, brotes de dengue, malaria, diarrea, cólera, etc.	2

Fuente: Evaluación ambiental comunidad Las Mercedes

4.2.3 Posibles impactos esperados con el proyecto

El impacto generado por un proyecto se mide según las alteraciones ambientales que puede crear las diferentes acciones de la obra, tomando en consideración las diferentes etapas o estudios por los que transitará el proyecto.

En la siguiente tabla N° 18, se reflejan de manera general, los niveles de impacto; cuyos niveles supuestos a alcanzar oscilan entre medios a bajos (escala 2 y 3, respectivamente). Sin embargo, en el periodo de funcionamiento de la obra el análisis no prevé ninguna amenaza, por lo que sus valores fueron en términos de valoración insignificantes (escala tres).

De los posibles impactos negativos que deben ser considerado al momento de ejecutar las medidas de mitigación son: en la generación de ruido producida por los equipos utilizados, los riesgos de accidentes y el riesgo de contaminación producida por los derivados del petróleo.

Tabla N° 18. Principales impactos ambientales que genera el proyecto

Tipo de proyecto	Fases del proyecto	Posibles acciones impactantes	Posibles Efectos esperados	Factor ambiental afectado	Nivel de impacto
Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad Las Mercedes	Construcción	Trabajos preliminares, trabajos de fundación	Producción de ruidos	Ruido	3
		Trabajos de fundación e infraestructura	Afectación a la fauna acuática	Fauna	3
			Riesgos de accidentes	Población	3
			Producción de ruidos	Ruido	3
			Riesgos de inundación	Hidrología	2
			Riesgo a la infraestructura pública o privada.	Medio construido	3
			Producción de desechos	Suelos	3
	Funcionamiento del proyecto	Explotación del proyecto	El funciona-miento adecuado del proyecto impacta positivamente porque contribuye a elevar la calidad de vida de la población al mejorar el hábitat.	Calidad de vida	0
			El proyecto impacta la economía local al mejorar la accesibilidad	Economía	

Fuente: Evaluación ambiental comunidad Las Mercedes

Claves de Nivel de Impacto:

Nivel 1: Alto; Nivel 2: Medio; Nivel 3: Bajo; Nivel cero: cuando el efecto es positivo

4.3 Construcción de un mini acueducto por bombeo eléctrico

4.3.1 Estudios topográficos.

Se realizó un levantamiento topográfico, en el cual se utilizó una estación total Leica TS02 con su respectivo bastan 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 de Las Mercedes 121 viviendas 3 Iglesias y una escuela.

4.3.2 Componente de agua potable

Para solventar la necesidad de abastecimiento de agua en la comunidad de Las Mercedes se ha analizado 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 718 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 domiciliarias 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 CTI - 8
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias

La obra de tratamiento químico en este caso es necesaria porque debe de transformar la calidad bacteriológica del agua a valores mínimos admisibles.

4.3.3 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua ubicada en la comunidad de Las Mercedes, propiedad comunal, consiste en un pozo perforado que está situado a 586.21 metros del sitio donde se construirá el tanque de almacenamiento. Dicho tanque estará ubicado a una altura aproximada de 718 msnm en el sitio más alto de la comunidad.

Se ha considerado esta fuente fundamentalmente porque de acuerdo a los cálculos primarios, 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 Las Mercedes ofrece un caudal de explotación de 1.89 l/s según la prueba de bombeo.

Tabla Nº 19. Fuente de abastecimiento

Pozo Las Mercedes				
Pozo	Coordenadas UTM		Elevación (msnm)	Caudal (l/s)
Las Mercedes	591618.46	1526697.62	644.71	1.89

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 0.80 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 de Las Mercedes, el caudal de la fuente es de 1.89 l/s mayor que los 0.80 l/s que demanda la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% de las viviendas mediante 125 conexiones domiciliarias.

4.3.4 Proyección de población y consumo

Por medio del método de progresión geométrica ($P_n = P_o (1+r)^n$) se estimó que dentro de 20 años existirán un total de 644 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 Jalapa departamento de Nueva Segovia es de 1.1% según el INIDE.¹⁸

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 0.80 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 de Las Mercedes, el caudal de la fuente es de 1.89 l/s mayor que los 0.80 l/s que demanda la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% de las viviendas, tres iglesias y una escuela mediante 125 conexiones domiciliarias.

Tabla Nº 20. Datos para la proyección de la población y consumo

Datos para la proyección de la población y consumo	
1.-	Tasa de crecimiento geométrico = 2.5 % (r)
2.-	Dotación = 60 lppd
3.-	Población comunidad Las Mercedes = 393 habitantes. (Po)
4.-	Pérdidas técnicas = 20%
5.-	CPDT = CPD*1.20
6.-	CMD = CPD*1.5
7.-	CMH = CPD*2.5
8.-	Vol. almacenamiento = 35% CPD
9.-	Período de diseño = 20 años. (n)

Fuente: Elaboración propia

¹⁸ Estimaciones y Proyecciones de población Nacional departamental y municipal INIDE 2007. Página 69.

Tabla N° 21. Consumo promedio diario

n	AÑO	Proyección de Población	CONSUMO PROMEDIO DIARIO (CPD)			
			CPD Dot*Hab (Gl/d)	20% x CPD Pérdidas por Fugas (Gl/d)	CPD Consumo Promedio Diario (Gl/d)	CPD (LPS)
0	2018	393	6,229.35	1,245.87	7,475.22	0.33
1	2019	403	6,385.08	1,277.02	7,662.10	0.34
2	2020	413	6,544.71	1,308.94	7,853.65	0.34
3	2021	423	6,708.33	1,341.67	8,050.00	0.35
4	2022	434	6,876.04	1,375.21	8,251.25	0.36
5	2023	445	7,047.94	1,409.59	8,457.53	0.37
6	2024	456	7,224.14	1,444.83	8,668.96	0.38
7	2025	467	7,404.74	1,480.95	8,885.69	0.39
8	2026	479	7,589.86	1,517.97	9,107.83	0.40
9	2027	491	7,779.61	1,555.92	9,335.53	0.41
10	2028	503	7,974.10	1,594.82	9,568.92	0.42
11	2029	516	8,173.45	1,634.69	9,808.14	0.43
12	2030	529	8,377.78	1,675.56	10,053.34	0.44
13	2031	542	8,587.23	1,717.45	10,304.68	0.45
14	2032	555	8,801.91	1,760.38	10,562.29	0.46
15	2033	569	9,021.96	1,804.39	10,826.35	0.47
16	2034	583	9,247.51	1,849.50	11,097.01	0.49
17	2035	598	9,478.69	1,895.74	11,374.43	0.50
18	2036	613	9,715.66	1,943.13	11,658.79	0.51
19	2037	628	9,958.55	1,991.71	11,950.26	0.52
20	2038	644	10,207.52	2,041.50	12,249.02	0.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22. Consumo máximo día

n	AÑO	Consumo Máximo Día (CMD)			
		Gl/d	GPM	m ³ /d	LPS
0	2018	11,213	7.79	42.45	0.49
1	2019	11,493	7.98	43.51	0.50
2	2020	11,780	8.18	44.59	0.52
3	2021	12,075	8.39	45.71	0.53
4	2022	12,377	8.60	46.85	0.54
5	2023	12,686	8.81	48.02	0.56
6	2024	13,003	9.03	49.22	0.57
7	2025	13,329	9.26	50.45	0.58
8	2026	13,662	9.49	51.72	0.60
9	2027	14,003	9.72	53.01	0.61
10	2028	14,353	9.97	54.33	0.63
11	2029	14,712	10.22	55.69	0.64
12	2030	15,080	10.47	57.08	0.66
13	2031	15,457	10.73	58.51	0.68
14	2032	15,843	11.00	59.97	0.69
15	2033	16,240	11.28	61.47	0.71
16	2034	16,646	11.56	63.01	0.73
17	2035	17,062	11.85	64.59	0.75
18	2036	17,488	12.14	66.20	0.77
19	2037	17,925	12.45	67.86	0.78
20	2038	18,374	12.76	69.55	0.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23. Consumo máxima hora y almacenamiento

n	AÑO	Consumo Máxima Hora (CMH)			Almacenamiento	
		GI/d	GPM	LPS	Galones	M ³
0	2018	18688	12.98	0.82	2,616.33	9.90
1	2019	19155	13.30	0.84	2,681.74	10.15
2	2020	19634	13.63	0.86	2,748.78	10.41
3	2021	20125	13.98	0.88	2,817.50	10.67
4	2022	20628	14.32	0.90	2,887.94	10.93
5	2023	21144	14.68	0.93	2,960.13	11.21
6	2024	21672	15.05	0.95	3,034.14	11.49
7	2025	22214	15.43	0.97	3,109.99	11.77
8	2026	22770	15.81	1.00	3,187.74	12.07
9	2027	23339	16.21	1.02	3,267.43	12.37
10	2028	23922	16.61	1.05	3,349.12	12.68
11	2029	24520	17.03	1.07	3,432.85	12.99
12	2030	25133	17.45	1.10	3,518.67	13.32
13	2031	25762	17.89	1.13	3,606.64	13.65
14	2032	26406	18.34	1.16	3,696.80	13.99
15	2033	27066	18.80	1.19	3,789.22	14.34
16	2034	27743	19.27	1.22	3,883.95	14.70
17	2035	28436	19.75	1.25	3,981.05	15.07
18	2036	29147	20.24	1.28	4,080.58	15.45
19	2037	29876	20.75	1.31	4,182.59	15.83
20	2038	30622.55	21.27	1.34	4,287.16	16.23

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Obra de captación

La obra de captación está ubicada en la comunidad de Las Mercedes, cuya elevación es de 644.71 msnm, estará conformado por un pozo perforado, con una profundidad de 120 pies, caseta de control de bloque de 4 m x 3 m, para un área de 12 m², donde se instalarán los controles eléctricos, una sarta de bombeo de hierro galvanizado de 1.5”.

El pozo deberá equiparse con una bomba sumergible con una potencia de 2.5 HP, que conducirá el agua hasta el tanque de almacenamiento de 4287.16

galones a una distancia de 586.21 m y vencer una carga total dinámica de 443.13 pies (C.T.D).

Se observa que el caudal de Consumo Máximo Día en el 2038 es de 0.80 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, se calcula por medio del método de Bresse, detallado a continuación.

$$\Phi = 1.3 \times X^{1/4} \times \sqrt{Q}$$

Dónde:

Φ = Diámetro de tubería de descarga (m).

X = # de horas de bombeo por día / 24 horas.

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.

$$\Phi_{Descarga} = 1.3 \times \left(\frac{16}{24}\right)^{1/4} \times \sqrt{0.00080}$$

$$\Phi_{Descarga \text{ calculado}} = 0.033 \text{ m} \approx 1.30''$$

$$\Phi_{Descarga \text{ comercial}} = 0.0375 \text{ m} \approx 1 \frac{1}{2}''$$

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

$$V_{Descarga} = \left(\frac{4 * 0.00080}{\pi * 0.0375^2}\right)$$

$$V_{Descarga} = 0.72 \text{ m/s}$$

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

Tabla N° 24. Características de línea de impulsión

Línea de impulsión	Diámetro	Velocidad	Observaciones
Tubería de descarga	1.5"	0.72 m/s	Condición = $0.4 \text{ m/s} < (V_{\text{Succión}} = 0.72 \text{ m/s}) < 2 \text{ m/s}$; OK

Fuente: Elaboración propia

4.3.5.1 Diseño de bomba

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

$$h_f = 10.575 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * L * D^{-4.87}. \text{ Donde:}$$

hf= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

Tabla N° 25. Datos para el diseño de bomba y longitudes equivalentes

Datos para el diseño de la bomba			
Q=	Caudal de diseño	0.00080 m ³ /s	
C=	Coeficiente de Hazen Williams	PVC = 150; Ho. Go. =100	
D=	Diámetro	0.0375m	
γ=	Peso específico del agua	9810 N/m ³	
ε _B =	Eficiencia de la bomba	75%	
FM=	Factor de mayoración	1.15	
h _p =	Profundidad de ubicación de la bomba en el pozo	50 m	
Z=	Diferencia de nivel entre el tanque y el pozo	73.29 m	
L _r =	Altura de rebose del tanque	1.8 m	
L _d =	Longitud de descarga	586.21 m	
Longitudes equivalentes accesorios			
V _c =	Válvula de compuerta Diam. = 1 1/2"	Leq=	0.3 m (1)
V _r =	Válvula de retención Diam. = 1 1/2"	Leq=	4.8 m (1)
M _m =	Medidor maestro Diam. = 1 1/2"	Leq=	10 m (1)
C _r =	Cruz Diam. = 1 1/2"	Leq=	7.5 m (1)
C=	Codo de 90° Diam = 1 1/2"	Leq=	1.1 m (1)
C=	Codo de 45° Diam = 1 1/2"	Leq=	0.6 m (2)
U _d =	Unión dresser Diam = 1 1/2"	Leq=	0.5 m (1)
P _e =	Pérdidas por entrada Diam = 1 1/2"	Leq=	0.5 m
P _s =	Pérdidas por salida Diam = 1 1/2"	Leq=	1 m

Fuente: Elaboración propia

El cálculo 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.

$$CTD = Z + h_f + h_r + h_p \rightarrow CTD = 73.29 + 10.03 + 1.8 + 50 \text{ m} \rightarrow CTD = 135.12 \text{ m}$$

$$CTD = 443.19 \text{ pies}$$

La potencia de la bomba se calculó con la ecuación.

$$NB = \frac{\gamma * CTD * Q}{0.736 * 1000 * \epsilon_B} * FM$$

$$NB = 2.24 \text{ Hp} \rightarrow NB = 2.5 \text{ Hp}$$

4.3.5.2 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 Allievi:

Tabla Nº 26. Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados

Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados		
V =	Velocidad m/s	0.72 m/s
Ea =	Módulo de elasticidad del agua	20670 kg/cm ²
Em =	Módulo de elasticidad de la tubería	19672.59 kg/cm ²
D =	Diámetro de la tubería	3.75 cm
E =	Espesor de la pared de la tubería	0.24 cm
Resultados		
H =	Sobrepresión de inercia por el golpe de ariete	25.02 m
Pmax=	Presión máxima	98.31 m

Fuente: Elaboración propia

$$H = \frac{145 * V}{\sqrt{1 + \frac{Ea * D}{Em * e}}} \quad \text{Dónde:} \quad H = \frac{145 * 0.72 \text{ m/s}}{\sqrt{1 + \frac{20670 \text{ kg/cm}^2 * 3.75 \text{ cm}}{19672.59 \text{ kg/cm}^2 * 0.24 \text{ cm}}}}$$

$$H = 25.02 \text{ m}$$

4.3.5.2.1 Cálculo de la presión máxima

$P_{max} = \text{Presión residual mínima} + \text{sobrepresión. } P_{max} < P_{\text{tubería}}$

$$1 \text{ lb/plg}^2 = 2.307^{19} \text{ pies}$$

El tubo SDR²⁰- 17 soporta 160 lbs/plg²

$$P_{\text{tubería}} = (160 \text{ lbs/ plg}^2 * 2.307 \text{ pies/lbs/plg}^2 * 0.3048 \text{ m/pies}) = 112.51 \text{ m}$$

$$P_{max} = (718\text{m} - 644.71 \text{ m}) + 25.02 \text{ m} = \mathbf{98.31 \text{ m} < 112.51 \text{ m OK}}$$

4.3.6 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 0.80 l/s que corresponde al CMD de acuerdo a la proyección de población y consumo. Tiene una longitud de 586.21 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 Nº 27. Tubería de línea de conducción

Tubo PVC SDR-26	Longitud. (m)	Número de tubos
1 1/2"	586.21	98

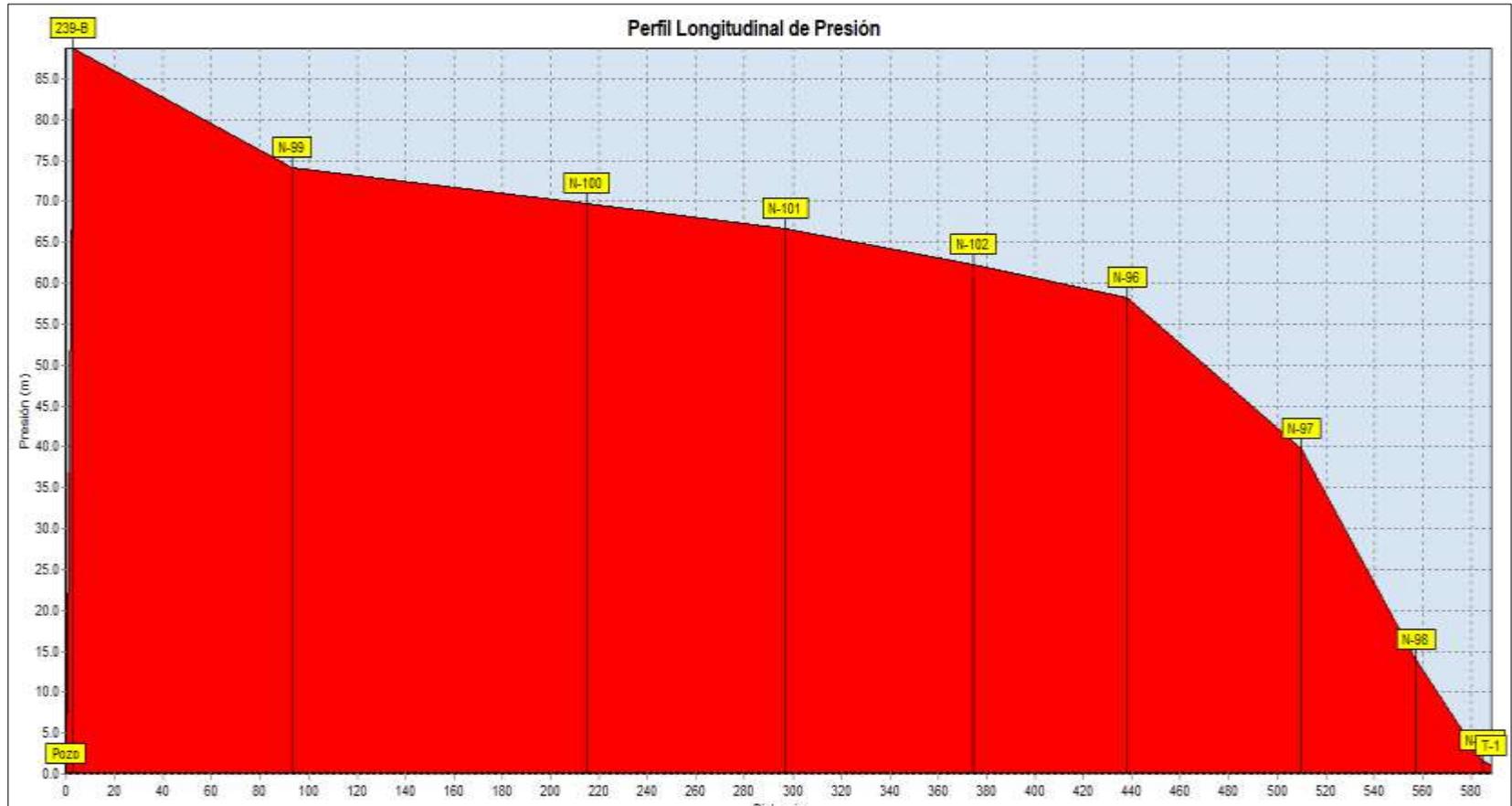
Fuente: Elaboración propia

¹⁹ Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales tomo 1 Fair Geyer Okun pag 517

²⁰ Manual técnico para tuberías plásticas AMANCO pág 73

4.3.6.1 Presiones en la línea de conducción

Gráfico N° 7. Presión en la línea de conducción



Fuente: Análisis EPANET

4.3.7 Régimen de bombeo

Las consideraciones que se utilizaron para modelar el comportamiento de la bomba es que esta trabajara un máximo de 16 horas al final del periodo de diseño, para tomar en cuenta este aspecto se creó un patrón donde se reflejara el comportamiento del régimen de bombeo quedando de la siguiente manera.

4.3.8 Velocidades en la línea de conducción

El agua en la línea de conducción tiene una velocidad de 0.72 m/s.

4.3.9 Tanque de almacenamiento

A partir de los perfiles altimétricos se seleccionó un sitio adecuado geológica y topográficamente, para garantizar 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 CPDT con una capacidad de 16.23 m³ equivalente a 4287.16 galones.

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 m de largo x 3 m de ancho x 2.2 m de altura.

Tipo de material : Mampostería concreto ciclópeo.

Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque se consideraron todas las obras complementarias 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.

4.3.10 Tratamiento químico del agua (desinfección)

Los exámenes se realizaron en los laboratorios Ambientales de la Universidad Nacional de Ingeniería, (PIENSA)

- El agua analizada del pozo perforado de la comunidad Las Mercedes, es apta para consumo humano, ya que todos los parámetros analizados están dentro del rango permisible por las normas del INAA.

Para potabilizar el agua se requiere de un sistema de desinfección continuo mediante el uso de hipoclorito de sodio, a través clorador (CTI – 8), el cual es de fácil manejo, poco riesgo técnico-económico y de un reducido costo para la operación y el mantenimiento.

El CTI 8 es de bajo costo, de mantenimiento mínimo y no usa electricidad. El aparato suministra una dosis de cloro constante, lo cual elimina parásitos y bacterias eliminando enfermedades como el cólera y la hepatitis.

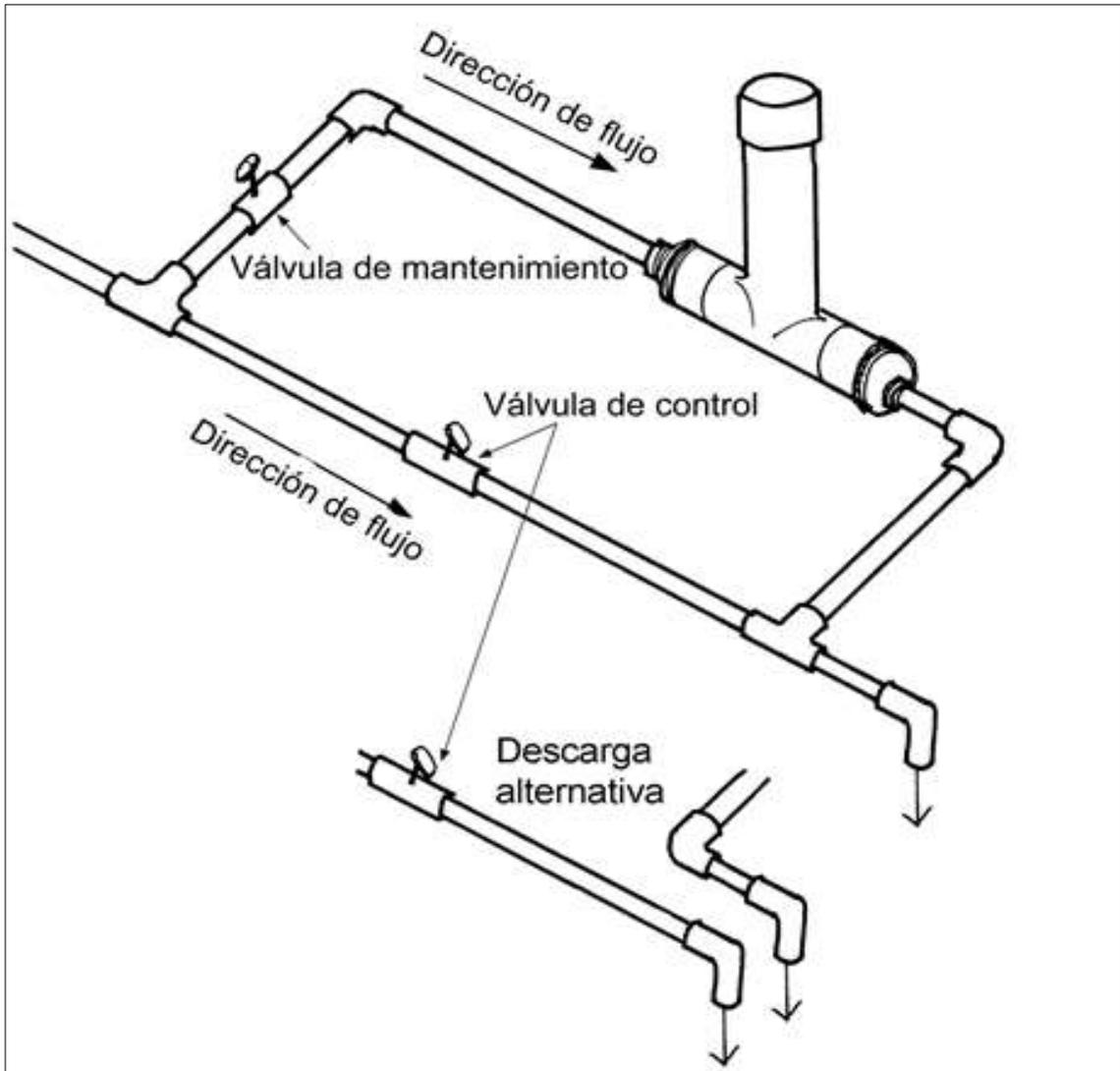
Las partes que integran un clorador CTI – 8, por medio de tabletas son las siguientes:

Tabla Nº 28. Materiales para fabricar el clorador CTI - 8

Artículo	Cantidad
Tee PVC de 4"x 4"	1
Tubo PVC de 4"	21"
Coples PVC de 4"	2
Tapa PVC de 4"	1
Tubo PVC de 3"	17"
Tabla PVC de ¼"	1,3 pie cuadrado
Pegamento PVC	Lata pequeña
Tornillos (para metal) de acero inoxidable, # 4 x ½"	11

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI - 8

Gráfico N° 8. Esquema de un clorador CTI - 8



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI – 8

Para calcular la cantidad necesaria, se utiliza la fórmula siguiente: con un flujo de 5 galones por minuto, y la demanda de cloro es 1 mg/l litro.

A continuación, se presenta la cantidad de tabletas de cloro de 140 gramos a usarse en todo el período de diseño:

Tabla N° 29. Consumo de cloro

1 Tableta	140	grs	Igual	140000	mgs
Año	CPDT (Gl/día)	Pastillas por día	Pastillas por semana	Pastillas por mes	Pastillas por año
2017	7475	0.20	1.41	6.06	73.77
2018	7662	0.21	1.45	6.22	75.62
2019	7854	0.21	1.49	6.37	77.51
2020	8050	0.22	1.52	6.53	79.44
2021	8251	0.22	1.56	6.69	81.43
2022	8458	0.23	1.60	6.86	83.47
2023	8669	0.23	1.64	7.03	85.55
2024	8886	0.24	1.68	7.21	87.69
2025	9108	0.25	1.72	7.39	89.88
2026	9336	0.25	1.77	7.57	92.13
2027	9569	0.26	1.81	7.76	94.43
2028	9808	0.27	1.86	7.96	96.79
2029	10053	0.27	1.90	8.15	99.21
2030	10305	0.28	1.95	8.36	101.70
2031	10562	0.29	2.00	8.57	104.24
2032	10826	0.29	2.05	8.78	106.84
2033	11097	0.30	2.10	9.00	109.51
2034	11374	0.31	2.15	9.23	112.25
2035	11659	0.32	2.21	9.46	115.06
2036	11950	0.32	2.26	9.69	117.94
2037	12249	0.33	2.32	9.94	120.88

Fuente: Elaboración propia

4.3.10.1 Red de distribución

La Red de Distribución es circuito abierto que funcionará por gravedad y tiene una longitud de 5170.8 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.

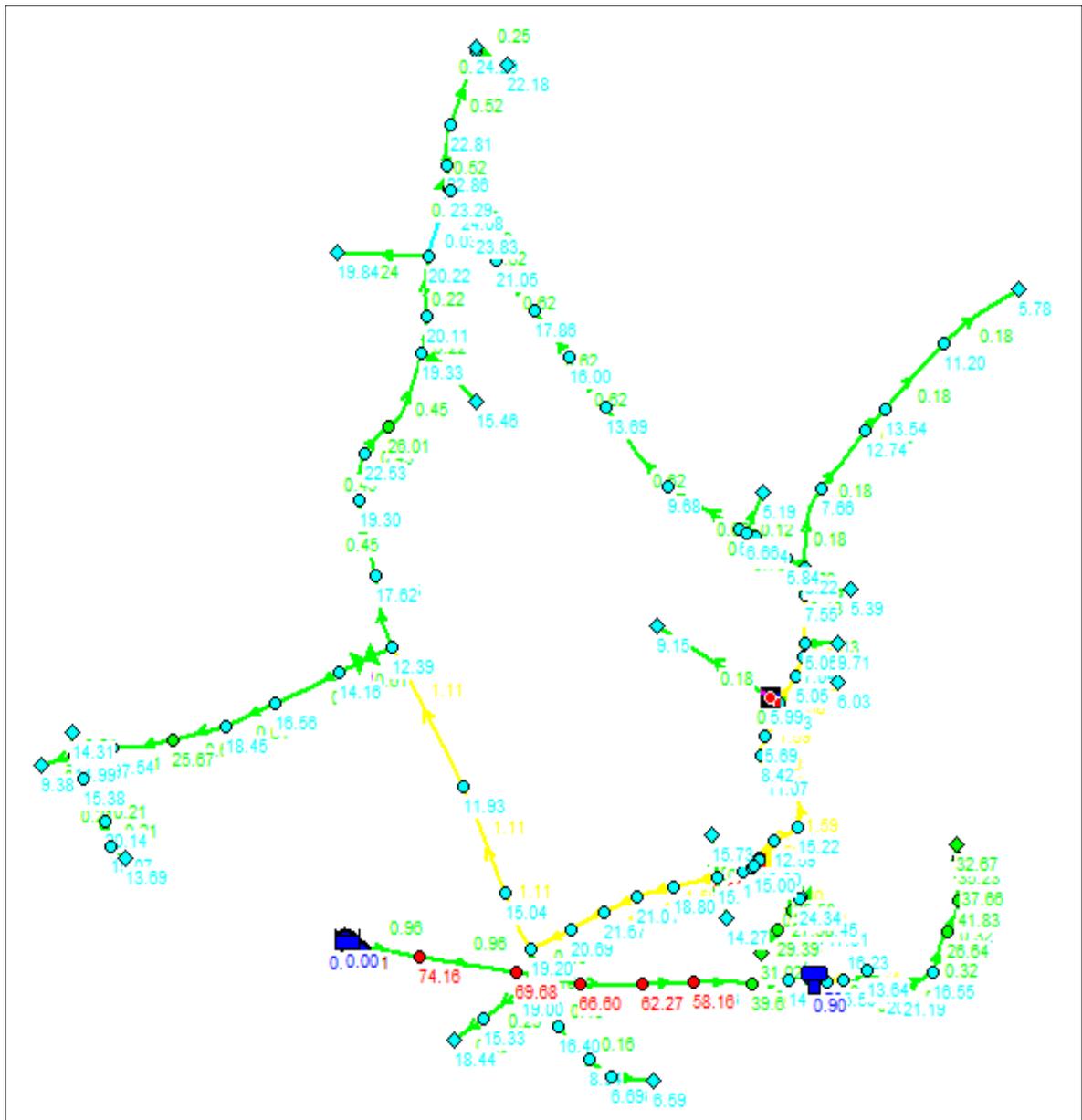
El consumo de máxima hora al año 2038 es de 1.34 l/s el cual se distribuyó en forma lineal en todos los nodos de la red de distribución, la presión está entre 5 m y 60 m según el análisis hidráulico realizado en EPANET, se propone instalar válvulas de limpieza en las partes más bajas de la red de distribución como lo indican las normas rurales de INAA (NTON 09 003-99).

Tabla N° 30. Tubería de red de distribución

Tubo PVC SDR-26	Longitud (m)	Número de tubos
2"	4915.4	820
3"	255.4	43

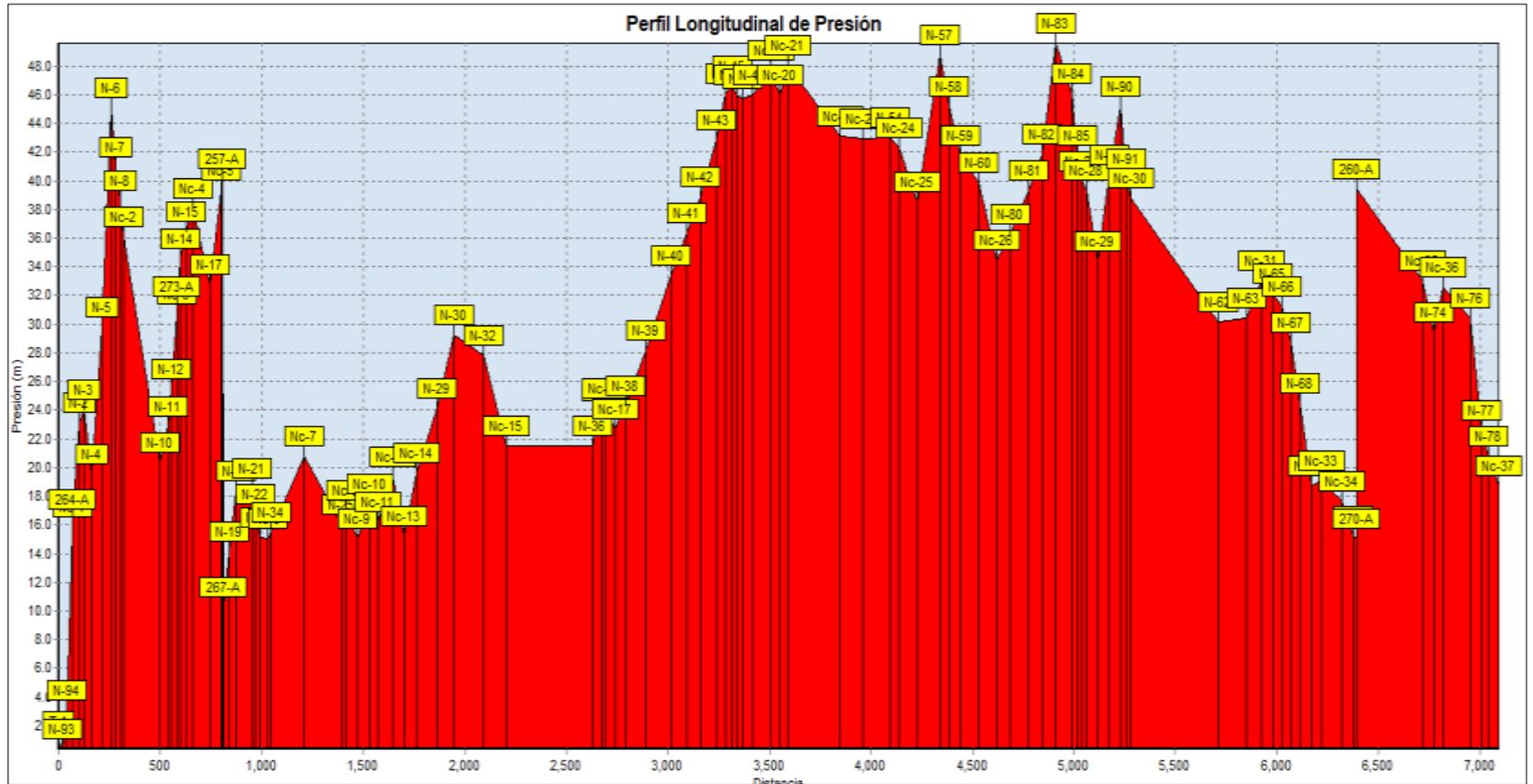
Fuente: Elaboración propia

Esquema de Red de distribución



4.3.10.1.1 Presiones en la red de distribución

Gráfico N° 9. Presiones en la red de distribución



Fuente: Análisis EPANET

4.3.10.1.2 Velocidades en la red de distribución

Según la simulación hidráulica realizada en EPANET se obtienen velocidades máximas y mínimas en los diámetros de la tubería, estas velocidades se encuentran dentro de los rangos de velocidades permisibles en tubería (mínima = 0.4 m/s y máxima = 2 m/s), las cuales se encuentra en las NTON 09001-99.

En los casos de velocidades inferiores a la mínima recomendada se ubicarán válvulas de aire en las partes más altas de la red y en las partes más bajas de la red se ubicarán válvulas de limpieza con el objetivo de eliminar los sedimentos, para ver el análisis completo de velocidad véase tabla N° 31.

Tabla N° 31. Velocidades en la red de distribución

Tuberías de la red de Distribución			
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s
Tubería T-2	20.85	50	0.33
Tubería T-3	40.38	50	0.33
Tubería T-4	52.35	50	0.33
Tubería T-5	40.39	50	0.33
Tubería T-6	24.11	50	0.33
Tubería T-7	24.94	50	0.33
Tubería T-8	16.98	50	0.33
Tubería T-9	39.03	75	1.69
Tubería T-10	36.18	75	1.69
Tubería T-11	19.19	75	1.69
Tubería T-12	24.24	75	1.69
Tubería T-14	29.11	50	0.3
Tubería T-15	34.13	50	0.3
Tubería T-16	11.48	75	1.55
Tubería T-17	58.41	75	1.55
Tubería T-19	33.07	50	1.49
Tubería T-20	85.98	50	1.49
Tubería T-21	17.09	50	1.49
Tubería T-22	23.32	50	1.49
Tubería T-23	40.68	50	1.49
Tubería T-24	38.85	50	1.27
Tubería T-25	26.09	50	1.27

Velocidades en la red de distribución			
Tubería T-27	30.94	50	1.01
Tubería T-28	99.69	50	0.19
Tubería T-29	86.21	50	0.19
Tubería T-30	34.92	50	0.19
Tubería T-31	106.55	50	0.19
Tubería T-32	113.50	50	0.19
Tubería T-33	13.90	50	0.19
Tubería T-34	163.55	50	0.19
Tubería T-35	24.72	50	0.81
Tubería T-36	45.29	50	0.81
Tubería T-38	100.85	50	0.67
Tubería T-39	121.99	50	0.67
Tubería T-40	74.69	50	0.67
Tubería T-41	70.64	50	0.67
Tubería T-42	76.33	50	0.67
Tubería T-43	46.01	50	0.67
Tubería T-44	33.31	50	0.67
Tubería T-45	22.08	50	0.67
Tubería T-46	26.42	50	0.53
Tubería T-47	49.59	50	0.53
Tubería T-48	91.61	50	0.53
Tubería T-49	5.62	50	0.26
Tubería T-50	41.79	50	0.25
Tubería T-51	84.44	50	0.06
Tubería T-52	113.73	50	0.25
Tubería T-53	69.22	50	0.19
Tubería T-54	45.49	50	0.19
Tubería T-55	88.74	50	0.22
Tubería T-56	97.81	50	0.43
Tubería T-57	43.94	50	0.43
Tubería T-58	54.66	50	0.43
Tubería T-59	91.23	50	0.43
Tubería T-60	88.29	50	0.43
Tubería T-61	184.67	50	1.1
Tubería T-62	137.47	50	1.1
Tubería T-63	72.41	50	1.1
Tubería T-64	55.46	50	1.57
Tubería T-65	45.10	50	1.57
Tubería T-66	45.43	50	1.57
Tubería T-67	46.72	50	1.57

Velocidades en la red de distribución			
Tubería T-68	56.54	50	1.57
Tubería T-69	32.79	50	1.98
Tubería T-71	50.31	50	0.21
Tubería T-72	48.93	50	0.2
Tubería T-73	53.87	50	0.38
Tubería T-74	58.07	50	0.23
Tubería T-75	44.70	50	0.23
Tubería T-76	63.00	50	0.14
Tubería T-77	54.40	50	0.14
Tubería T-78	35.70	50	0.14
Tubería T-79	50.81	50	0.14
Tubería T-80	71.99	50	0
Tubería T-81	88.12	50	0.62
Tubería T-82	68.37	50	0.62
Tubería T-83	66.49	50	0.62
Tubería T-84	76.57	50	0.62
Tubería T-85	31.42	50	0.62
Tubería T-86	18.41	50	0.62
Tubería T-87	26.57	50	0.2
Tubería T-88	41.88	50	0.17
Tubería T-89	28.82	50	0.21
Tubería T-90	59.10	50	0.21
Tubería T-91	29.72	50	0.21
Tubería T-92	22.77	50	0.21
Tubería T-93-LC	15.74	75	1.84
Tubería T-94-LC	21.76	75	1.84
Tubería T-95-LC	29.35	75	1.84
Tubería T-112	5.73	50	1.49
Tubería T-115	3.59	50	1.98
Tubería T-116	2.60	50	0.33
Tubería T-117	33.59	50	0.33
Tubería T-118	2.37	50	1.49
Tubería T-119	28.82	50	1.49
Tubería T-120	13.16	50	1.98
Tubería T-121	2.54	50	1.98
Tubería T-122	2.96	50	0.3
Tubería T-123	15.91	50	0.3
Tubería T-124	53.33	50	0.09
Tubería T-125	15.03	50	1.18
Tubería T-126	57.39	50	1.07

Velocidades en la red de distribución			
Tubería T-127	41.71	50	0.1
Tubería T-128	57.36	50	0.06
Tubería T-129	12.86	50	0.81
Tubería T-130	11.46	50	0.67
Tubería T-131	52.32	50	0.14
Bomba	-	-	0
Válvula VN-SECTOR3	-	50	0.33
Válvula VN-SECTOR1	-	50	1.49
Válvula VN-SECTOR2	-	50	1.98
Válvula VN-SECTOR4	-	50	0.3
Válvula PRV-2	-	50	1.49
Válvula PRV-1	-	50	1.98
Válvula 1	-	50	0.62
Válvula 3	-	50	0.67

Fuente: Análisis EPANET

Tabla N° 32. Análisis hidráulico en EPANET (Cero consumos)

Presiones en la red de Distribución (Cero consumo)				
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión Nc-1	702.9154	0	716.62	13.67
Conexión N-2	695.616	0	716.54	20.88
Conexión N-3	694.6807	0	716.49	21.77
Conexión N-4	699.2266	0	716.4	17.14
Conexión N-5	688.9717	0	716.29	27.26
Conexión N-6	673.6534	0	716.2	42.46
Conexión N-7	677.7679	0	716.15	38.31
Conexión N-8	680.1313	0	716.1	35.89
Conexión Nc-2	682.6595	0	716.06	33.33
Conexión N-10	698.3698	0	715.47	17.07
Conexión N-11	695.7711	0	714.41	18.6
Conexión N-12	693.1255	0	713.84	20.67
Conexión Nc-3	687.9393	0	713.13	25.14
Conexión N-14	684.0537	0	713.09	28.98
Conexión N-15	682.1765	0	713.03	30.79
Conexión Nc-4	680.472	0	712.96	32.42
Conexión N-17	685.7925	0	712.84	27
Conexión Nc-5	679.1334	0	711.38	32.18
Conexión N-19	674.2292	0	687.21	12.96

Presiones en la red de Distribución (Cero consumo)				
Conexión N-20	669.9477	0	685.96	15.98
Conexión N-21	669.8377	0	682.71	12.85
Conexión N-22	671.6436	0	682.07	10.4
Conexión N-23	673.2292	0	681.18	7.94
Conexión Nc-6	673.3619	0	679.65	6.27
Conexión N-25	672.3625	0	678.5	6.13
Conexión Nc-8	671.3638	0	677.74	6.36
Conexión Nc-12	669.0085	0	676.21	7.19
Conexión Nc-14	668.7477	0	675.69	6.93
Conexión N-29	664.2293	0	675.63	11.38
Conexión N-30	659.0636	0	675.58	16.48
Conexión N-31	658.2267	0	675.56	17.3
Conexión N-32	660.4769	0	675.49	14.98
Conexión Nc-15	666.8092	0	675.42	8.59
Conexión N-34	672.8901	0	679.63	6.73
Conexión Nc-7	667.5829	0	679.5	11.89
Conexión N-36	666.8217	0	675.4	8.56
Conexión N-37	664.4549	0	674.86	10.38
Conexión N-38	664.1177	0	674.61	10.47
Conexión N-39	660.2587	0	673.83	13.54
Conexión N-40	655.1723	0	672.87	17.67
Conexión N-41	652.2005	0	672.29	20.05
Conexión N-42	649.7219	0	671.74	21.97
Conexión N-43	645.8574	0	671.14	25.24
Conexión N-44	642.6636	0	670.79	28.07
Conexión N-45	642.1302	0	670.53	28.34
Conexión Nc-18	642.7205	0	670.35	27.58
Conexión N-47	642.989	0	670.18	27.14
Conexión N-48	642.7343	0	669.85	27.07
Conexión Nc-19	641.0483	0	669.25	28.15
Conexión Nc-21	640.6671	0	669.24	28.52
Conexión Nc-20	642.7258	0	669.18	26.4
Conexión Nc-22	645.7978	0	670.35	24.5
Conexión Nc-23	646	0	670.16	24.11
Conexión N-54	645.9911	0	670.42	24.38
Conexión Nc-24	646.837	0	670.47	23.58
Conexión Nc-25	650.6052	0	670.35	19.7
Conexión N-57	640.6069	0	670.88	30.22
Conexión N-58	644.3033	0	671.07	26.71
Conexión N-59	647.7997	0	671.31	23.46

Presiones en la red de Distribución (Cero consumo)				
Conexión N-60	649.9135	0	671.7	21.74
Conexión Nc-26	655.5737	0	672.07	16.47
Conexión N-62	660.7382	0	676.25	15.49
Conexión N-63	661.1148	0	679.37	18.22
Conexión Nc-31	658.7869	0	681.01	22.18
Conexión N-65	660.0489	0	683.23	23.14
Conexión N-66	661.3025	0	685.04	23.69
Conexión N-67	664.2197	0	686.86	22.6
Conexión N-68	668.7543	0	688.73	19.94
Conexión Nc-32	674.924	0	691	16.04
Conexión N-70	678.7151	0	693.09	14.34
Conexión Nc-33	674.5759	0	690.94	16.33
Conexión Nc-34	676.0391	0	690.95	14.88
Conexión Nc-35	658.7864	0	680.82	21.99
Conexión N-74	662.3761	0	680.74	18.33
Conexión Nc-36	659.2039	0	680.67	21.43
Conexión N-76	661.3481	0	680.79	19.4
Conexión N-77	669.1894	0	680.76	11.55
Conexión N-78	671.0143	0	680.74	9.7
Conexión Nc-37	673.076	0	680.71	7.62
Conexión N-80	653.8051	0	672.07	18.23
Conexión N-81	650.6569	0	671.31	20.62
Conexión N-82	648.1861	0	670.72	22.49
Conexión N-83	640.3922	0	670.15	29.7
Conexión N-84	643.8889	0	669.49	25.55
Conexión N-85	648.2009	0	669.22	20.98
Conexión Nc-27	650.03	0	669.06	18.99
Conexión Nc-28	650.6799	0	669.03	18.31
Conexión Nc-29	655.6176	0	669.02	13.38
Conexión N-89	649.605	0	669.03	19.38
Conexión N-90	644.7659	0	668.96	24.14
Conexión N-91	649.813	0	668.92	19.07
Conexión Nc-30	651.1694	0	668.89	17.69
Conexión N-93	718.5	0	718.36	6.14
Conexión N-94	715.8002	0	717.62	1.82
Conexión N-96	664.6498	0	722.93	58.16
Conexión N-97	681.2294	0	721	39.69
Conexión N-98	705.7031	0	719.73	14
Conexión N-99	657.8254	0	732.14	74.16
Conexión N-100	659.0651	0	728.89	69.68

Conexión N-101	659.9664	0	726.7	66.6
Conexión N-102	662.2242	0	724.62	62.27
Conexión N-103	717.3	0	719	5.7
Conexión N-104	642.72	0	670.35	27.58
Conexión Nc-9	673.35	0	677.72	5.36
Conexión Nc-10	670.8919	0	677.37	6.46
Conexión Nc-11	672.19	0	677.35	5.15
Conexión Nc-13	673.14	0	676.2	6.06
Conexión Nc-16	664.2766	0	674.7	10.41
Conexión Nc-17	665.72	0	674.67	8.93
Conexión 264-A	702.3911	0	716.61	14.19
Conexión 264-B	702.3911	0	716.61	14.19
Conexión 267-A	678.0577	0	688.3	10.23
Conexión 267-B	678.0577	0	688.3	10.23
Conexión 270-A	679.0005	0	693.92	14.89
Conexión 270-B	679.0005	0	693.92	14.89
Conexión 273-A	687.3299	0	713.12	25.74
Conexión 273-B	687.3299	0	713.12	25.74
Conexión 257-A	678.3729	0	711.16	32.73
Conexión 257-B	678.3729	0	688.39	10
Conexión 260-A	679.0555	0	711.15	32.03
Conexión 260-B	679.0555	0	694.09	15
Conexión 239-B	645.67	0	734.56	88.71
Embalse Pozo	644.71	-	644.71	0
Depósito T-1	718	-	718.9	0.9

Fuente: Análisis EPANET

Tabla N° 33. Análisis hidráulico en EPANET (Consumo Máxima Hora)

Presiones en la red de Distribución (Consumo Máxima Hora)				
ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión Nc-1	702.9154	0.017324	716.21	13.27
Conexión N-2	695.616	0	716.11	20.46
Conexión N-3	694.6807	0	716.06	21.33
Conexión N-4	699.2266	0	715.95	16.69
Conexión N-5	688.9717	0	715.81	26.79
Conexión N-6	673.6534	0	715.71	41.97
Conexión N-7	677.7679	0	715.64	37.8
Conexión N-8	680.1313	0	715.58	35.38
Conexión Nc-2	682.6595	0.066391	715.53	32.81

Presiones en la red de Distribución (Consumo Máxima Hora)				
Conexión N-10	698.3698	0	714.86	16.46
Conexión N-11	695.7711	0	713.62	17.81
Conexión N-12	693.1255	0	712.95	19.79
Conexión Nc-3	687.9393	0.030745	712.12	24.13
Conexión N-14	684.0537	0	712.08	27.97
Conexión N-15	682.1765	0	712.01	29.78
Conexión Nc-4	680.472	0.021278	711.94	31.4
Conexión N-17	685.7925	0	711.78	25.94
Conexión Nc-5	679.1334	0.018112	710.07	30.87
Conexión N-19	674.2292	0	687.02	12.76
Conexión N-20	669.9477	0	685.56	15.58
Conexión N-21	669.8377	0	681.76	11.9
Conexión N-22	671.6436	0	681.01	9.35
Conexión N-23	673.2292	0	679.98	6.74
Conexión Nc-6	673.3619	0.061433	678.19	5.81
Conexión N-25	672.3625	0	676.91	5.54
Conexión Nc-8	671.3638	0.016829	676.05	5.68
Conexión Nc-12	669.0085	0.014872	674.25	5.23
Conexión Nc-14	668.7477	0.008018	673.59	5.84
Conexión N-29	664.2293	0	673.5	9.25
Conexión N-30	659.0636	0	673.42	14.33
Conexión N-31	658.2267	0	673.39	15.13
Conexión N-32	660.4769	0	673.29	12.78
Conexión Nc-15	666.8092	0.11425	673.18	6.36
Conexión N-34	672.8901	0	678.17	5.27
Conexión Nc-7	667.5829	0.045985	678.02	10.41
Conexión N-36	666.8217	0	673.24	6.4
Conexión N-37	664.4549	0	672.59	8.12
Conexión N-38	664.1177	0	672.29	8.16
Conexión N-39	660.2587	0	671.3	11.01
Conexión N-40	655.1723	0	670.09	14.89
Conexión N-41	652.2005	0	669.35	17.12
Conexión N-42	649.7219	0	668.66	18.9
Conexión N-43	645.8574	0	667.9	22
Conexión N-44	642.6636	0	667.45	24.73
Conexión N-45	642.1302	0	667.12	24.94
Conexión Nc-18	642.7205	0.14444	666.9	24.13
Conexión N-47	642.989	0	666.73	23.69
Conexión N-48	642.7343	0	666.41	23.63
Conexión Nc-19	641.0483	0.043438	665.82	24.73

Presiones en la red de Distribución (Consumo Máxima Hora)				
Conexión Nc-21	640.6671	0.001456	665.81	25.1
Conexión Nc-20	642.7258	0.010832	665.76	22.99
Conexión Nc-22	645.7978	0.021882	666.89	21.05
Conexión Nc-23	646	0.029473	666.71	20.67
Conexión N-54	645.9911	0	666.96	20.93
Conexión Nc-24	646.837	0.029727	667	20.13
Conexión Nc-25	650.6052	0.022997	666.89	16.26
Conexión N-57	640.6069	0	667.43	26.77
Conexión N-58	644.3033	0	667.62	23.27
Conexión N-59	647.7997	0	667.85	20.01
Conexión N-60	649.9135	0	668.25	18.3
Conexión Nc-26	655.5737	0.097421	668.63	13.03
Conexión N-62	660.7382	0	673.23	12.47
Conexión N-63	661.1148	0	676.66	15.51
Conexión Nc-31	658.7869	0.166841	678.47	19.64
Conexión N-65	660.0489	0	681.14	21.05
Conexión N-66	661.3025	0	683.31	21.96
Conexión N-67	664.2197	0	685.5	21.24
Conexión N-68	668.7543	0	687.75	18.96
Conexión Nc-32	674.924	0.013496	690.47	15.52
Conexión N-70	678.7151	0	692.92	14.17
Conexión Nc-33	674.5759	0.013038	690.42	15.81
Conexión Nc-34	676.0391	0.01268	690.42	14.35
Conexión Nc-35	658.7864	0.01396	678.27	19.45
Conexión N-74	662.3761	0	678.19	15.78
Conexión Nc-36	659.2039	0.026632	678.13	18.89
Conexión N-76	661.3481	0	678.24	16.86
Conexión N-77	669.1894	0	678.21	9
Conexión N-78	671.0143	0	678.19	7.16
Conexión Nc-37	673.076	0.052842	678.16	5.07
Conexión N-80	653.8051	0	668.63	14.79
Conexión N-81	650.6569	0	667.86	17.17
Conexión N-82	648.1861	0	667.26	19.04
Conexión N-83	640.3922	0	666.68	26.24
Conexión N-84	643.8889	0	666.01	22.08
Conexión N-85	648.2009	0	665.74	17.5
Conexión Nc-27	650.03	0.091059	665.58	15.52
Conexión Nc-28	650.6799	0.006886	665.55	14.84
Conexión Nc-29	655.6176	0.010853	665.55	9.91
Conexión N-89	649.605	0	665.55	15.91

Presiones en la red de Distribución (Consumo Máxima Hora)				
Conexión N-90	644.7659	0	665.48	20.67
Conexión N-91	649.813	0	665.44	15.6
Conexión Nc-30	651.1694	0.036387	665.41	14.22
Conexión N-93	718.5	0	718.27	5.23
Conexión N-94	715.8002	0	717.39	6.59
Conexión N-96	664.6498	0	722.93	58.16
Conexión N-97	681.2294	0	721	39.69
Conexión N-98	705.7031	0	719.73	14
Conexión N-99	657.8254	0	732.14	74.16
Conexión N-100	659.0651	0	728.89	69.68
Conexión N-101	659.9664	0	726.7	66.6
Conexión N-102	662.2242	0	724.62	62.27
Conexión N-103	717.3	0	719	5.7
Conexión N-104	642.72	0	666.9	24.13
Conexión Nc-9	673.35	0.01382	676.04	5.68
Conexión Nc-10	670.8919	0.003895	675.62	5.72
Conexión Nc-11	672.19	0.010809	675.61	5.42
Conexión Nc-13	673.14	0.014865	674.24	5.1
Conexión Nc-16	664.2766	0.021475	672.4	8.11
Conexión Nc-17	665.72	0.013559	672.38	6.64
Conexión 264-A	702.3911	0	716.2	13.78
Conexión 264-B	702.3911	0	716.2	13.78
Conexión 267-A	678.0577	0	688.29	10.21
Conexión 267-B	678.0577	0	688.29	10.21
Conexión 270-A	679.0005	0	693.9	14.87
Conexión 270-B	679.0005	0	693.9	14.87
Conexión 273-A	687.3299	0	712.11	24.73
Conexión 273-B	687.3299	0	712.11	24.73
Conexión 257-A	678.3729	0	709.81	31.38
Conexión 257-B	678.3729	0	688.39	10
Conexión 260-A	679.0555	0	709.8	30.68
Conexión 260-B	679.0555	0	694.09	15
Conexión 239-B	645.67	0	734.56	88.71
Embalse Pozo	644.71	-	644.71	0
Depósito T-1	718	-	718.9	0.9

Fuente: Análisis EPANET

4.3.10.2 Nivel de servicio

La distribución del agua a las viviendas será por medio de conexiones domiciliarias de patio, en cada una de las 121 viviendas, tres 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 domiciliarias de patio, se ha tomado en cuenta el índice de Consumo de Máxima Hora es de 1.34 l/s y el caudal producido por la fuente seleccionada que es de 1.89 l/s, la configuración de la comunidad, criterios técnicos y normas de diseño.

4.4 Costo total del proyecto

El costo del proyecto a precio social es de (C\$ 9,470,607.38), (ver anexo N° 4) incluyendo los componentes de agua potable, saneamiento, educación, protección de fuentes, capacitación y visibilidad del proyecto.

4.5 Costos de administración, operación y mantenimiento¹¹

Los costos de administración incluyen compra de papelería, salario de operador de equipo, salario de cobrador, salario de fontanero, viáticos, fotocopias, y telefonía. Los costos de operación incluyen pago de energía eléctrica, compra de cloro, análisis de agua. Los costos de mantenimiento incluyen desinfección, limpieza del tanque, reparación en la red de distribución, reparación en el tanque de almacenamiento, mantenimiento de sarta y válvulas, mantenimiento de equipo de bombeo, reposición de equipo de bombeo cada 5 años, reposición de equipo de cloración cada 2 años y reemplazo de medidores 10 cada año.

¹¹ Metodología para calcular Tarifas en acueductos rurales menores de 500 conexiones (INAA)

Tabla N° 34. Costos de administración, operación y mantenimiento

Costos de Administración Operación Y Mantenimiento						
Año	Costos de Administración en C\$	Costos de Operación en C\$	Costos de Mantenimiento en C\$	Costo Anual en C\$	Costo en C\$ m³	Tarifa por vivienda en C\$
2018	76,156	41,187.61	36,300.00	153,644.05	17.85	105.82
2019	76,156	41,540.04	36,300.00	153,996.48	17.46	103.47
2020	76,156	41,901.29	36,300.00	154,357.73	17.07	101.18
2021	76,156	42,271.57	36,300.00	154,728.01	16.69	98.95
2022	76,156	42,651.10	36,300.00	155,107.54	16.33	96.78
2023	76,156	43,040.13	36,300.00	155,496.57	15.97	94.65
2024	76,156	43,438.87	36,300.00	155,895.31	15.62	92.58
2025	76,156	43,847.59	36,300.00	156,304.03	15.28	90.56
2026	76,156	44,266.53	36,300.00	156,722.97	14.94	88.59
2027	76,156	44,695.93	36,300.00	157,152.37	14.62	86.66
2028	76,156	45,136.08	36,300.00	157,592.52	14.30	84.79
2029	76,156	45,587.22	36,300.00	158,043.66	13.99	82.96
2030	76,156	46,049.65	36,300.00	158,506.09	13.69	81.17
2031	76,156	46,523.64	36,300.00	158,980.08	13.40	79.43
2032	76,156	47,009.47	36,300.00	159,465.91	13.11	77.73
2033	76,156	47,507.46	36,300.00	159,963.90	12.83	76.07
2034	76,156	48,017.89	36,300.00	160,474.33	12.56	74.45
2035	76,156	48,541.08	36,300.00	160,997.52	12.29	72.87
2036	76,156	49,077.35	36,300.00	161,533.79	12.03	71.33
2037	76,156	49,627.03	36,300.00	162,083.47	11.78	69.83
2038	76,156	50,190.45	36,300.00	162,646.89	11.53	68.36

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

- Los resultados del estudio socioeconómico reflejan que la población tiene la capacidad de pago por el servicio de agua potable y que el 98.45% de los habitantes de la comunidad les gustaría tener el servicio de agua potable.

- La topografía del sitio del proyecto es ondulada con fuertes pendientes.

- La fuente de agua a explotar es un pozo perforado en la comunidad de Las Mercedes ubicado en las coordenadas UTM: 591618.46; 1526697.62; con una elevación de 644.71 msnm, con un caudal de 1.89 l/s. El agua de este pozo es apta para consumo humano y abastece al 100% de la población de la comunidad.

- Al realizar la evaluación de emplazamiento para valorar las características del lugar donde se construirá el sistema de captación y el tanque de almacenamiento, el histograma resultante nos indicó que es poco peligroso y hay una “baja peligrosidad ambiental” ya que obtuvimos un valor de 2.2 en la Escala proporcionada por SISGA-FISE para realizar evaluaciones de emplazamiento.

- En la red de distribución se analizó utilizando el software EPANET, resultando que en la distribución se usaran tuberías de 2” y 3”. 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, con respecto a la presión se construirán dos pilas rompe presión para bajar las presiones.

- Los planos contienen las obras a construir en el proyecto.

Recomendaciones

- Se recomienda la ejecución del proyecto, considerando que cumple con los criterios de viabilidad económica, técnica, social, ambiental y de sostenibilidad.
- Realizar prueba de bombeo de 24 horas para conocer su rendimiento, el cual no deberá ser menor de la demanda de máximo día para el año **2038**.
- Extraer muestras de agua para realizar pruebas bacteriológicas y físico químicas para determinar la calidad, la cual deberá estar de acuerdo a las normas de calidad del agua editadas por **CAPRE**.
- Eliminar los focos de contaminación en un radio mínimo de 30 metros.
- Obtener los documentos de legalidad de los terrenos seleccionados para la construcción del tanque de almacenamiento y captación de la fuente subterránea; así como servidumbre de pase y para las pilas rompe carga.
- Impulsar campañas de reforestación en el área de captación (micro cuenca) a fin de garantizar el abastecimiento de agua potable de la población durante el período de diseño.
- Realizar labores de limpieza y desinfección en el tanque de almacenamiento cada seis meses.
- El Consejo de **CAPS** conformado, debe siempre asegurar el local adecuado para la realización de los talleres de capacitación.
- Gestionar apoyo institucional con la finalidad de fortalecer el funcionamiento de los CAPS para garantizar una capacitación continua de sus miembros en la parte administrativa, operación y mantenimiento del sistema.

- 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

[AMANCO. \(s.f.\). Manual técnico para tuberías plásticas. 73.](#)

[Aparicio Mijares, F. J. \(1992\). Fundamentos de hidrología de superficie. Mexico: LIMUSA.](#)

[Asociación catalana d' enginyeria sense fronteres. \(Abril de 2005\). Tecnología para el desarrollo humano y acceso a los servicios básicos. Recuperado el 9 de Abril de 2016, de \[http://www.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/modulo_4_ISF_vdef.pdf\]\(http://www.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/modulo_4_ISF_vdef.pdf\).](#)

[CORASCO. \(2008\). Manual para la revisión de estudios topográficos. Managua: CORASCO.](#)

[Elena, B. A. \(1999\). Apuntes de ingeniería sanitaria I. Managua: Dpto. de hidráulica - FTC - UNI - RUPAP.](#)

[FISE. \(Junio de 2007\). Manual de administracion del ciclo del proyecto – MACPM. Recuperado el 2 de Junio de 2012, de \[http://www.fise.gob.ni/images/capitulo_ii_preinversion.pdf\]\(http://www.fise.gob.ni/images/capitulo_ii_preinversion.pdf\)](#)

[INAA \(NTON 09 003-99\). \(6 de Noviembre de 2001\). Normas rurales. \(NTON 09 003-99\), 14. Managua, Nicaragua.](#)

[INIDE. \(11 de Junio de 1995-2005\). Recuperado el 26 de mayo de 2012, de <http://www.inide.gob.ni/censos2005/Monografias/León.pdf>](#)

[Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados \(INAA\). \(1989\). Manual de operación y mantenimiento rural \(NTON 09 003-99\). Managua.](#)

Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA). (1989). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99). Managua.

López, M. (sf). Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable.

McCormac, J. (2007). Topografía. Mexico: LIMUSA, S.A.

Nassir, S. C., & Reinaldo, S. C. (2008). Preparación y evaluación de proyectos (Quinta ed.). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

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

SNIP. (2005). Guía de preinversión para proyectos de agua potable rural. Managua.

Torres, I. S. (1982). Hidrogeología (Vol. Hidrogeología). (I. S. Torres, Ed.) La Habana: Pueblo y educación.

ANEXOS

Anexo 1. Costos de administración anual

No	AÑO	CPDT (Gl/día)	Horas de Operación por día	Horas de Operación por Año	Costos de Administración Anual		
					Papelería	Salario de Operador	Total de Administración
0	2018	7475	24	8760	6000	70156.44	76156.44
1	2019	7662	24	8760	6000	70156.44	76156.44
2	2020	7854	24	8760	6000	70156.44	76156.44
3	2021	8050	24	8760	6000	70156.44	76156.44
4	2022	8251	24	8760	6000	70156.44	76156.44
5	2023	8458	24	8760	6000	70156.44	76156.44
6	2024	8669	24	8760	6000	70156.44	76156.44
7	2025	8886	24	8760	6000	70156.44	76156.44
8	2026	9108	24	8760	6000	70156.44	76156.44
9	2027	9336	24	8760	6000	70156.44	76156.44
10	2028	9569	24	8760	6000	70156.44	76156.44
11	2029	9808	24	8760	6000	70156.44	76156.44
12	2030	10053	24	8760	6000	70156.44	76156.44
13	2031	10305	24	8760	6000	70156.44	76156.44
14	2032	10562	24	8760	6000	70156.44	76156.44
15	2033	10826	24	8760	6000	70156.44	76156.44
16	2034	11097	24	8760	6000	70156.44	76156.44
17	2035	11374	24	8760	6000	70156.44	76156.44
18	2036	11659	24	8760	6000	70156.44	76156.44
19	2037	11950	24	8760	6000	70156.44	76156.44
20	2038	12249	24	8760	6000	70156.44	76156.44

Columna # 2. Año de inicio y Finalización del Proyecto

Columna # 3. Galones por Día del año 0 al Año 20

Columna # 4. Horas de Operación por Día del Año 0 al Año 20

Columna # 5. Horas de Operación por Año

Columna # 6. Papelería y útiles de oficina C\$ 6000 Anual

Columna # 7. Salario de Operador C\$ 5846.37 Mensual

Columna # 8. Costo Total de Administración por Año

Anexo 2. Costos de operación anual

Costo de Operación Anual					
Costo de energía eléctrica	Volumen de Agua m ³ /Año	Hipoclorito de Calcio en tabletas	Costo de Hipoclorito de calcio	Análisis de Agua	Total de Operación
23090.19	10335.1	73.8	3688.6	4000.0	41187.6
23090.19	10593.4	75.6	3780.8	4000.0	41540.0
23090.19	10858.3	77.5	3875.3	4000.0	41901.3
23090.19	11129.7	79.4	3972.2	4000.0	42271.6
23090.19	11408.0	81.4	4071.5	4000.0	42651.1
23090.19	11693.2	83.5	4173.3	4000.0	43040.1
23090.19	11985.5	85.6	4277.6	4000.0	43438.9
23090.19	12285.1	87.7	4384.6	4000.0	43847.6
23090.19	12592.3	89.9	4494.2	4000.0	44266.5
23090.19	12907.1	92.1	4606.5	4000.0	44695.9
23090.2	13229.8	94.4	4721.7	4000.0	45136.1
23090.19	13560.5	96.8	4839.7	4000.0	45587.2
23090.19	13899.5	99.2	4960.7	4000.0	46049.7
23090.19	14247.0	101.7	5084.8	4000.0	46523.6
23090.19	14603.2	104.2	5211.9	4000.0	47009.5
23090.19	14968.2	106.8	5342.2	4000.0	47507.5
23090.19	15342.5	109.5	5475.7	4000.0	48017.9
23090.19	15726.0	112.3	5612.6	4000.0	48541.1
23090.19	16119.2	115.1	5752.9	4000.0	49077.4
23090.19	16522.1	117.9	5896.8	4000.0	49627.0
23090.2	16935.2	120.9	6044.2	4000.0	50190.5

Columna # 9. Costo de energía eléctrica, $0,746 * Hp * C\$ 2,12 * \text{tiempo de bombeo}$

Columna # 10. Volumen de agua m³ por año

Columna # 11. Hipoclorito de sodio en (grs/día * 365 días)/1000 grs/Kgs

Columna # 12. Costo de hipoclorito de calcio C\$ 50 cada tableta

Columna # 13. Análisis de agua C\$ 2000 semestral

Columna # 14. Costo total de operación por año

Anexo 4: Presupuesto del proyecto

Proyecto:		Agua y Saneamiento en comunidad Las Mercedes					
Departamento:		Nueva Segovia					
Municipio:	Jalapa					Factor Venta:	1.23
Fecha:	25/10/2017	Tasa de Cambio:		30.7	Factor Transport	1.24	
Componente:		Construcción de un miniacueducto por gravedad					
ETAPA	SUB ETAPA	CODIGO	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA Y SUBETAPA	U/M	CANTIDADES	COSTO/UNITARIO	COSTO/TOTAL
310			PRELIMINARES				481,309.46
	31001		LIMPIEZA INICIAL				235,841.46
		92224	LIMPIEZA MANUAL INICIAL	M2	10,740.00	21.96	235,841.46
	31002		TRAZO Y NIVELACION				219,830.84
		96768	93599 REPLANTEO DEL TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS DE AGUA POTABLE,(INCL. ESTACAS DE MADERA+MANO DE OBRA+EQUIPO DETOPOGRAFIA)	M	5,757.01	38.18	219,830.84
	31005		ROTULO				25,637.16
		04277	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	1.00	25,637.16	25,637.16
320			LINEA DE CONDUCCION				125,241.54
	32001		EXCAVACION PARA TUBERIA				31,359.88
		95882	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL (CON MOI)	M3	351.61	89.19	31,359.88
	32011		RELLENO Y COMPACTACION				28138.62154
		95881	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL (CON MOI)	M3	351.61	80.03	28,138.62
	32006		PRUEBAS HIDROSTATICAS				1382.731285
		93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA Diám.=HASTA 4", L= HASTA 300 m PARA PROY. A. P.	C/U	2.00	691.37	1,382.73
	32017		TUBERIA DE 1 1/2" DE DIAMETRO				64,360.30
		96166	TUBERIA DE PVC Diám.=1½" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION) (JUNTA CEMENTADA)	M	586.01	109.83	64,360.30
330			LINEA DE DISTRIBUCION				1,787,538.61
	33001		EXCAVACION PARA TUBERIA				276,708.30
		95882	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL (CON MOD)	M3	3,102.48	89.19	276,708.30
	32011		RELLENO Y COMPACTACION				248,285.06
		95881	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL (CON MOI)	M3	3,102.48	80.03	248,285.06
	33007		PRUEBAS HIDROSTATICAS				12,444.58
		93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA Diám.=HASTA 4", L= HASTA 300 m PARA PROY. A. P.	C/U	18.00	691.37	12,444.58

33015		TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO				822,464.17
	96165	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (NO INCL. EXCA VACION)	M	4,915.40	151.26	743,504.63
	96164	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-26) (NO INCL. EXCA VACION) (JUNTA CEMENTADA)	M	255.40	309.16	78,959.54
33025		VALVULAS Y ACCESORIOS				251,416.97
	92170	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6"	CU	30.00	174.79	5,243.63
	02269	VALVULA DE PASE DE GA VETA DE BRONCE Diám.=2" (INCL.1.00m TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Y 4 BLOQUES DE REACCION) PARA LIMPIEZA	C/U	12	8,408.92	100,907.03
	03942	VALVULA DE PASE DE GA VETA DE BRONCE Diám.=1½" CON 1m TUBO HIERRO 1½(INC. EXCA VACION Y BLOQUE DE REACCION) PARA LIMPIEZA	C/U	4.00	2,007.21	8,028.83
	96448	VALVULA DE AIRE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 3/4" (ROSCA MACHO)	C/U	4.00	3,010.35	12,041.42
	04162	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO PVC Diám. = 6", (SDR - 41)(NO INCL. EXC)	C/U	22.00	1,083.58	23,838.70
	94008	VALVULA REGULADORA DE PRESION DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"	C/U	2	44,702.69	89,405.38
	03950	CAJA DE CONCRETO DE 2500 PSI REF. + LÁMINA DE ACERO Espesor = 3/16" DE Ancho = 0.880 m, Largo = 1.20 m (INCL. EXC) (NO INCL. ACABADO)	C/U	2	5,975.99	11,951.98
32027		CRUCES BAJO LECHOS DE CAUCES				176,219.52
	04043	CRUCE (BAJO LECHO) DE CAUCE CON TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" CON CONCRETO 3000 PSI	ML	26.00	3,480.65	90,496.97
	4066	CRUCE (BAJO LECHO) DE CAUCE CON TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½" CON CONCRETO 3000 PSI	ML	26.00	3,297.02	85,722.55
335		TANQUE DE ALMACENAMIENTO				639,563.39
33501		MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO				141,393.95
	93398	EXPLOTACION O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRESTAMO	M3	25.85	148.18	3,830.47
	93278	RELLENO Y COMPACTACION (CON VIBROCOMPACTADORA MANUAL)	M3	25.85	431.70	11,159.47
	94334	ACARREO (CON CARRETA DE BUEYES) DE MAT.SELECTO A 1 KM (NO INCL. DERECHO DE EXPLOTACION)	M3	25.85	218.94	5,659.72
	92227	EXCA VACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	293.00	115.94	33,971.71
	94270	ACARREO MANUAL DE TIERRA SUELTA CON CARRETILLA A Dist.=De 20 a 80 m	M3	218.00	92.23	20,105.81
	96174	MEZCLA MANUAL DE SUELO-CEMENTO PROPORCION 1:6 (C:S) (1 DE CEMENTO Y 6 DE SUELO)	M3	25.85	2,578.99	66,666.77
33502		TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MAMPOSTERIA				475,540.55
	92022	NIVELETA DOBLE DE PINO DE 1.50m x 1.50m	C/U	4.00	178.83	715.32
	92021	NIVELETA SENCILLA DE MADERA PINO L=1.10m	C/U	4.00	155.99	623.98

	92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL. FUNDIDA)	M3	8.48	5,501.51	46,662.70
	04721	MAMPOSTERIA DE PIEDRA BOLON (CONS. COMPRA DE P. BOLON) CON MORTERO PROPORCION 1:3 (NO INCL. EXCA V)	M3	24.07	4,709.32	113,337.56
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	11.78	442.47	5,213.06
	92371	FORMALETA DE MADERA PINO PARA MUROS	M2	61.53	304.53	18,738.40
	95518	FORMALETA DE MADERA PINO PARA LOSA AEREA @ Alt.=2.40m (INCL. BARULES DE PINO DE 4" x 4")	M2	5.12	699.14	3,579.58
	92388	FORMALETA DE MADERA PINO PARA FUNDACIONES	M2	7.92	449.53	3,560.29
	92345	FORMALETA DE MADERA PINO PARA VIGAS	M2	3.44	560.31	1,927.48
	93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. <= AL No. 4	LBS	982.73	36.52	35,885.47
	93383	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. > AL No. 4	LBS	656.51	42.29	27,766.54
	93352	HIERRO (EN VARILLAS) LISO DE CONSTRUCCION	LBS	80.77	41.66	3,364.87
	04917	PELDAÑO DE VARILLA DE HIERRO CORRUGADO GRADO 40, Diám.=3/4", Ancho de peldaño=0.20m, Desarrollo=0.80m	C/U	15.00	168.81	2,532.18
	92160	PIQUETEADO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M2	62.73	43.70	2,741.47
	92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M2	62.73	325.76	20,436.05
	96221	IMPERMEABILIZANTE (MORTERO CEMENTICIO CON BASE AGUA) PARA REC. TIPO SIKA-101 O SIMILAR	M2	22.08	369.04	8,148.40
	93411	PINTURA EPOXICA BLANCA SOBRE PAREDES DE TANQUES DE AGUA POTABLE	M2	22.08	619.66	13,681.99
	92147	PINTURA DE ACEITE (COLOR DE LINEA) CALIDAD STANDARD (INCL. 2 MANOS)	M2	40.65	187.76	7,633.10
	93873	RESPIRADERO DE TUBO DE Ho. Go. Diám. = 3"	C/U	1.00	1,556.46	1,556.46
	94980	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X45° EXTREMOS ROSCABLES	C/U	2.00	399.90	799.80
	93847	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 3" X 90°	C/U	2.00	381.55	763.09
	94979	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X90° EXTREMOS ROSCABLES	C/U	1.00	381.55	381.55
	92853	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCA VACION)	ML	9.55	873.99	8,346.58
	02418	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=3" (NO INCL. EXCA VACION) (INCL. BLOQUE DE REACCION)	ML	4.60	1,535.93	7,065.29
	94567	UNION DRESSER DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2"	C/U	2.00	1,737.91	3,475.83
	92848	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" CON BRIDAS DE HIERRO FUNDIDO DE 2" (2 C/U)	C/U	2.00	10,750.67	21,501.34
	96061	VALVULA (o LLA VE) DE PASE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3"	C/U	1.00	10,517.69	10,517.69
	03106	ANDEN DE CONCRETO DE 2500 PSI SIN REF., Espesor=0.075m	M2	22.00	508.03	11,176.76
	05017	TAPA DE CONCRETO DE 3000 PSI, REF. #3@0.14m EN A/D, Espesor=0.075m CON REPELLO CORRIENTE	M2	1.21	1,467.59	1,775.78
	03547	CAJA DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. +PARED DE LADRILLO CUARTERON DE Ancho=1.00m, Largo=1.00m (NO INCL. EXC) (INCL. REPELLO y FINO	C/U	3.00	12,084.33	36,252.99
	92003	CONCRETO DE 2,500 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL. FUNDIDA)	M3	3.30	5,020.21	16,566.70
	94602	VALVULA DE BOYA (FLOTADOR) DE CONTROL DE NIVEL DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3"	C/U	1.00	38,812.24	38,812.24

	33508		CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES				22,628.88
		92066	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA ACADA 2.50 m	ML	80.00	267.30	21,383.91
		93056	PUERTA DE MARCO DE MADERA BLANCA Y FORRO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. # 13½ (NO INCLUYE HERRAJES)	C/U	1.00	1,244.97	1,244.97
340			FUENTE Y OBRAS DE TOMA				2,381,909.87
	34001		OBRAS DE CAPTACION				1,333,379.69
		97122	TUBERIA CIEGA (o SIN RANURA) DE PVC Diám=8" (SDR-21) (ASTM F480) ADEME EN POZO CON MAQUINA ROTATIVA CON MARTILLO MARTILLO(Hidráulica con capaci máx perf.=320m	PIE	120	5,147.90	617,748.16
		97123	TUBERIA RANURADA DE PVC Diám=8" (SDR-21) SLOT 60 (Abertura)=1.5 mm (ASTM F480)ADEME EN POZO CON MAQUINA ROTATIVA CON MARTILLO(Hidráulic cap.perf=320m	PIE	80	597.22	47,777.35
		95029	PERFORACION DE POZO CON MAQUINA ROTATIVA Diám = 8" A 12" EN T. EXTREMADUREZA	PIE	200	2,172.98	434,595.54
		92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL FUNDIDA)	M3	1	5,501.51	5,501.51
		92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	1	442.47	442.47
		93618	GRA VILLA DE RIO (CANTO RODADO DE 10 a 15 mm) (CONS. COMPRA)	M3	2.4	1,274.22	3,058.12
		02347	SELLOS SANITARIOS CON GRA VILLA DE RIO Y RELLENO DE MATERIAL SELECTO (INCL. ACARREO DE MAT@ 3 KMS)	PIE	20	261.73	5,234.58
		04996	BLOQUE DE CONCRETO DE 2500 PSI SIN REF. Ancho 1=1.00m,Ancho 2=1.00m,Alto=1.00m(NO INCL. FORMALETA)(NO INCL. EXC.)	C/U	1	5,713.69	5,713.69
		95915	PLATO (PLATINA) CUADRADA DE ACERO DE 16" CON ORIFICIO Diám.=4", Esp.=1" CON CUELLO P/SOPORTE DE EQUIPO	C/U	1	9,939.15	9,939.15
		40046	PRUEBA DE BOMBEO ESCALONADA (INCL. ALQUILER BOMBA SUMERGIBLE,SONDA MANUAL y BOMBA DE SUCCION)	HRS	24	8,257.61	198,182.75
		93273	DESINFECCION (CON HIPOCLORITO DE SODIO) Y LIMPIEZA DE POZO A CIELO ABIERTO (INCL. BOMBA DE SUCCION)	GLB	1	5,186.37	5,186.37
	34002		ESTACION DE BOMBEO				715348.90
		95404	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 2.5 HP, Q=16 GPM, CTD=345', 1/60/230 v	C/U	1	152383.5496	152383.55
		92848	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" CON BRIDAS DE HIERRO FUNDIDO DE 2" (2 C/U)	C/U	2	127049.5437	254099.09
		95849	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" PARA COLUMNA DE DESCARGA	ML	48	1063.5073	51048.35
		96448	VALVULA DE AIRE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3/4" (ROSCA MACHO)	C/U	1	3010.3544	3010.35
		97180	VALVULA DE CHECK DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" (PRESIÓN DE TRABAJO 16 BAR), EXTREMOS BRIDADOD	C/U	1	16424.0542	16424.05
		97179	VALVULA DE ALIVIO RAPIDO Diam = 2", 73Q (PILOTO 5-25 BAR), EXTREMOS BRIDADOS (NO INCLUYE EXCA VACIÓN)	C/U	1	132746.7496	132746.75

	97167	MANOMETRO HIDRÁULICO TUBO BOURDON (carcasa de acero inoxidable) presión de trabajo = De 0 a 500 PSI, con dial circular Diam = 2", lectura en doble escala	C/U	1	2461.5825	2461.58
	97781	MEDIDOR MAESTRO DE HIERRO FUNDIDO Dian = 2" PARA AGUA POTABLE (INCL. BRIDAS) (CLASE METROLÓGICA B), Q NOMINAL = 15 m3/h	C/U	1	33191.2103	33191.21
	97163	CRUZ HIERRO FUNDIDO DE 2" X 2"	C/U	1	10413.8788	10413.88
	97164	CODO DE HIERRO FUNDIDO DE 2" X 45°	C/U	2	3913.2159	7826.43
	97165	ABRAZADERA HIERRO FUNDIDO DE 2" X 1 1/2"	C/U	2	2857.8774	5715.75
	97174	FLANGE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" DE 4 HOYOS (NO INCLUYE PERNOS DE FIJACION)	C/U	12	1778.5488	21342.59
	97175	KID PARA FLANGE DE Diam = 2" (INCL. EMPAQUE NBR-CAUCHO, PERNOS Diam = 5/8", L = 2 1/2" + TUERCAS) (NO INCLUYE FLANGE)	C/U	12	718.2569	8619.08
	97169	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.10 m (INCL. HILOS)	C/U	4	604.1131	2416.45
	97173	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.13 m (INCL. HILOS)	C/U	1	710.2246	710.22
	97170	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.15 m (INCL. HILOS)	C/U	1	765.3075	765.31
	97171	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.20 m (INCL. HILOS)	C/U	1	926.5018	926.50
	97172	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.25 m (INCL. HILOS)	C/U	1	1134.6553	1134.66
	97168	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.30 m (INCL. HILOS)	C/U	3	1154.9723	3464.92
	97166	NIPLE DE HIERRO FUNDIDO Diam = 2" L = 0.60 m (INCL. HILOS)	C/U	3	2216.0568	6648.17
	34020	ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA	C/U			34794.47
	40020	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO (20 PARÁMETROS: Color, Olor, Sabor, Turbiedad+CIANUROS Y GASES DISUELTOS: NITROG. Y Comp). AMONÍACO Y METÁNO) DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA		1	6116.6374	6116.64
	40021	ANÁLISIS BIOLÓGICOS-BACTERIOLÓGICO COMPLETO (Bacterias coliformes fecales y totales Escherichia Coli) DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE	C/U	1	3112.5786	3112.58
	40089	ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA (ARSÉNICO) DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE	C/U	1	3441.1706	3441.17
	40114	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA PLAGUISIDAS ORGANOCOLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS DE 1 (UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE	C/U	1	22124.0798	22124.08
	34501	CASETA DE CONTROL				141068.15
	92022	NIVELETA DOBLE DE 1,50 m x 1,50 m	C/U	4	178.8294	715.32
	92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	15	144.2117	2163.17
	92278	ACARREO MANUAL DE TIERRA SUELTA CON CARRETILLA A Dist.=De 0 a 20 m	M3	15	117.0189	1755.28
	93398	EXPLOTACION O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRESTAMO	M3	9	184.3069	1658.76
	92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M3	9	129.3972	1164.57
	95502	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT.SELECTO A 8 KMS,CARGA CON EQUIPO (INCL. DERECHO DE EXPLOTACION)	M3	9	278.3322	2504.99
	95309	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 60) Diám. <= AL No. 4	LBS	849.56	38.4112	32632.65
	92286	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	849.56	3.6397	3092.12

	92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL. FUNDIDA)	M3	3.33	5501.5096	18320.03
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	3.33	442.4676	1473.42
	92091	PARED DE BLOQUE DE MORTERO DE 0.15m(6")x0.20m(8")x0.40m(16") DE 3 HOYOS SIN SISAR (USANDO GUIAS DE MADERA ROJA)	M2	17	732.6537	12455.11
	92388	FORMALETA DE MADERA PINO PARA FUNDACIONES	M2	9.1544	449.5322	4115.20
	92345	FORMALETA DE MADERA PINO PARA VIGAS	M2	9.17352	560.3126	5140.04
	92346	FORMALETA DE MADERA PINO PARA COLUMNAS (AREA DE CONTACTO)	M2	3	466.9887	1400.97
	93595	DESENCOFRAR FORMALETAS EN VIGAS Y COLUMNAS	M2	21.32792	49.7422	1060.90
	92119	CUBIERTA DE TECHO DE LAMINA ONDULADA DE ZINC CAL.26 SOBRE ESTRUCTURA METALICA	M2	19.303	439.8741	8490.89
	92121	ESTRUCTURAS DE ACERO (A-36) (NO INCL. PINTURA ANTICORROSIVA)	LBS	163.26	60.7695	9921.23
	93150	FASCIA DE PLYSEM LISO Espesor = 11 mm (APOYADA EN PERLINES Y MADERA ROJA)	M2	2	819.4655	1638.93
	95178	FLASHING DE ZINC LISO CAL. 26 DESARROLLO = 0,60 m	ML	12.81	300.4861	3849.23
	92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M2	19.56	325.7614	6371.89
	92160	PIQUETEO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M2	35.26	43.7005	1540.88
	93622	ACABADO FINO LLANETEADO EN LOSA DE CONCRETO	M2	11.55	130.6461	1508.96
	93236	PUERTA DE MADERA (ROJA) SOLIDA DE 1.00mx2.10m CON MARCO DE MA+BISAGRAS+CERRA+CELOSIAS 0.20m(NO INC.P	C/U	1	14285.5091	14285.51
	04234	VENTANA ABATIBLE MADERA DE PINO Y LAM. ACRILICA TRANSPARENTE Espesor=3 mm(INCL. BISAGRAS+PASADOR)(INCL. PINTURA CON BARNIZ	M2	0.675	4492.5577	3032.48
	92236	PINTURA ANTICORROSIVA (INCL. 2 MANOS: 1 DE TALLER y 1 INSTALADO)	M2	5.94	130.5770	775.63
	34005	INSTACIONES ELECTRICAS - MEDIA TENSION				595064.45
	95801	ARRANCADOR MAGNETICO DIRECTO (A TENSION COMPLETA) P/MOTOR DE 2.5 HP, 1/120-240v CON TODAS PROTECCIONE	C/U	1	31036.7140	31036.71
	96436	CAJA DE CONTROL PARA BOMBA SUMERGIBLE DE 2.5 HP , Q = 20 GPM, CTD = 500 PIES, 1/60/230 V	C/U	1	6848.2764	6848.28
	93562	CABLE ELECTRICO ACSR (Aluminum Conductor Steel Reinforced- Conductor de Aluminio con refuerzo de acero) # 1/0	M	1388.1	113.7239	157860.12
	94084	ESTRUCTURA ELECTRICA G-105: MONTAJE DE TRANSFORMADOR MONOFASICO (NO INC. TRANSF.)	C/U	1	18585.4335	18585.43
	94433	ESTRUCTURA ELECTRICA HA-100 B/C 14.4/24.9 KV (MEDIA TENSION)	C/U	3	7706.7961	23120.39
	94575	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-601/C: MONTAJE MONOFASICO, ALINEAMIENTO ANGULO 0° á 5°	C/U	1	3717.2275	3717.23
	94578	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-604/C: MONTAJE MONOFASICO, LINEA CON ANGULO DE 61° á 90°	C/U	1	14468.8346	14468.83
	94579	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-605/C: MONTAJE MONOFASICO - FIN DE LINEA	C/U	1	7407.6239	7407.62
	94597	ESTRUCTURA ELECTRICA MT-606/C: MONTAJE MONOFASICO DOBLE TERMINAL	C/U	1	16517.2957	16517.30

	94431	ESTRUCTURA ELECTRICA PR-101 C TIERRA 14.4/24.9 KV (MEDIA TENSION)	C/U	2	2057.1487	4114.30
	92804	ESTRUCTURA ELECTRICA VA-5: REMATE SENCILLO; 14.4/24.9 KV	C/U	1	3412.3336	3412.33
	93832	ESTRUCTURA ELECTRICA VA-6: REMATE SENCILLO; 14.4/24.9 KV	C/U	5	7060.1366	35300.68
	94339	ESTRUCTURA ELECTRICA VG-107: MONTAJE P/TRANSFORMADOR MONOF. 14.4/24.9KV(S)/TRANSF.	C/U	1	16229.6333	16229.63
	92975	FUSIBLE PRIMARIO SLOFAST DE 0.7 AMPERIOS	C/U	1	813.1963	813.20
	92746	POSTE DE PINO TRATADO, Diám.=5", L=35' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	5	21385.7346	106928.67
	93974	POSTE DE PINO TRATADO, Diám.=5", L=40' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	1	16229.6333	16229.63
	93776	POSTE TRONCOCONICO DE CONCRETO PRETENSADO, Alto=35' (10.67 m) (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	3	21808.2906	65424.87
	92802	TRANSFORMADOR DE 10 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 v (NO INCL. ESTRUCTURA)	C/U	1	47778.8893	47778.89
	93456	VARILLA POLO A TIERRA DE COBRE Diám.=16mm(5/8"),L=2.44m(8') CON 10m DE CABLE ELECTRICO DE COBRE Cal.#8 AWG+ 5m DE TUBO DE PVC Diám.=3/4" (SDR-17) JUNTA	C/U	1	2520.8641	2520.86
	92268	CANALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=1/2" (INCL. BRIDAS DE EMT)	M	16	78.6156	1257.85
	93820	ESTRUCTURA ELECTRICA DI-1: RETENIDA SENCILLA CON PERNO GUARDACABO Y ANCLA	C/U	1	4925.2989	4925.30
	94927	PARARRAYOS DE 18 KV	C/U	1	6461.0349	6461.03
	95113	MUFA CALA VERA DE EMT (ALUMINIO) ACABADO GALVANIZADO Diám.=2"	C/U	1	565.5825	565.58
	94765	PANEL (o TABLERO) MONOFASICO 4 ESPACIOS, 120/240 VOLTIOS, BARRA DE 125 AMPERIOS	C/U	1	3539.6994	3539.70
	34005	INSTALACIONES ELÉCTRICAS -BAJA TENSIÓN				254974.23
	95081	AISLADOR DE TORNILLO DE PORCELANA	C/U	1	163.0264	163.03
	96460	AISLADOR DIELECTRICO PARA CONTACTOS DE ARRANCADORES (Presentación en spray) Contenido = 400 ml	C/U	1	1271.5389	1271.54
	92648	CABLE ELECTRICO DE COBRE THHN #4 AWG-R	ML	10	160.9118	1609.12
	92270	CABLE ELECTRICO DE COBRE THHN Cal.#12 AWG	ML	100	37.7598	3775.98
	93811	APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	1	322.6913	322.69
	94043	ARRANCADOR MAGNETICO P/MOTOR DE 7.5 HP, 1/60/230 v CON TODAS SUS PROTECCIONES	C/U	1	88928.4163	88928.42
	93641	BOMBILLO FLUORESCENTE DE 13 WATTS + CEPO DE PORCELANA REDONDO (NO INCL. CAJA DE REGISTRO)	C/U	3	575.0492	1725.15
	92558	BREAKER DE 1 POLO x 20 AMPERIOS	C/U	4	571.0733	2284.29
	92698	BREAKER DE 2 POLOS x 20 AMPERIOS	C/U	1	1076.6804	1076.68
	92734	BREAKER DE 2 POLOS x 30 AMPERIOS	C/U	1	1090.0129	1090.01
	95209	BREAKER DE 2 POLOS x 90 AMPERIOS	C/U	1	3260.8672	3260.87

	94838	CABLE ELECTRICO DE COBRE TSJ (Thermoplastic Screened Jacket) 2x12 AWG	M	12	102.5374	1230.45
	94259	CABLE ELECTRICO DE COBRE SUMERGIBLE #4X3	M	16	265.4784	4247.65
	92677	CABLE ELECTRICO DE COBRE PROTODURO TGP #3X12(600 VOLTIOS)	M	10	186.4258	1864.26
	94995	CABLE ELECTRICO TRIPLEX ACSR(Aluminum Conductor Steel Reinforced) #1/0 AWG	M	30	202.3709	6071.13
	94997	CABLE ELECTRICO TRIPLEX ACSR(Aluminum Conductor Steel Reinforced) #2	M	20	157.4892	3149.78
	92267	CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 2" X 4", 46 mm (1-3/16"), Esp = 1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de 1/2" y 3/4" P/ELEC	C/U	3	311.6541	934.96
	92266	CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 4" X 4" 46 mm (1-3/16"), Esp = 1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de 1/2" y 3/4" P/ELEC	C/U	6	452.0042	2712.03
	94341	CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 6" X 6" 46 mm (1-3/16"), Esp = 1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de 1/2" y 3/4" P/ELEC	C/U	1	815.1320	815.13
	92268	ALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=1/2" (INCL. BRIDAS DE EMT)	M	30	78.6156	2358.47
	93324	CANALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=3/4" (INCL. BRIDAS DE EMT)	M	4	83.6142	334.46
	92694	CANALIZACION CON TUBO DE EMT Diám.=3/4" (INCL. BRIDAS DE EMT)	M	2	209.0880	418.18
	95545	CINTA DE PLÁSTICO PARA ADVERTENCIA DE PELIGRO	ML	100	5.0055	500.55
	95597	CODO RADIO LARGO (6 CURVA) DE PVC Diám.= 1/2"	C/U	8	55.7633	446.11
	95210	CODO RADIO LARGO (6 CURVA) DE PVC Diám.= 1 1/2"	C/U	3	87.3207	261.96
	94340	CODO RADIO LARGO (6 CURVA) DE PVC Diám.= 3/4"	C/U	1	99.1591	99.16
	94844	CONECTOR CONDUIT DE PVC Diám.=1/2"	C/U	6	52.6778	316.07
	95686	CONECTOR CONDUIT DE PVC Diám.=3/4"	C/U	1	52.3577	52.36
	371004	CONECTOR DE COMPRESIÓN PARA CABLE 1/0 - 1/0 AWG, CAJA #4	C/U	3	84.6514	253.95
	93820	ESTRUCTURA ELECTRICA D1-1: RETENIDA SENCILLA CON PERNO GUARDACABO Y ANCLA	C/U	11	4925.2989	54178.29
	93753	ESTRUCTURA ELECTRICA J-30: UNIDAD DE CONSTRUCCION SECUNDARIA	C/U	1	1876.6585	1876.66
	92740	ESTRUCTURA ELECTRICA VM2-1: POLO A TIERRA CON VARILLA DE COBRE Diám.=16mm(5/8"),L=2.44m(8')	C/U	4	5592.9234	22371.69
	95963	ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE (INCL. CAJA PARA GUARDANIVEL DE 250 VOLTIOS CON CONTROL DE 2	C/U	1	11464.4107	11464.41
	94819	HACER BALANCE DE CARGA EN PANELES	C/U	1	2476.1992	2476.20
	93288	LAMPARA (6 LUMINARIA) TIPO COBRA DE VAPOR DE SODIO DE 250 WATTS/208V TIPO SYLVAN MOD.2250 C/FOT Y BR	C/U	1	6692.3099	6692.31
	94620	PANEL (o TABLERO) MONOFASICO 12 ESPACIOS, 120/240 VOLTIOS, BARRA DE 125 AMPERIOS	C/U	1	5405.3443	5405.34
	92914	POSTE DE PINO TRATADO, Diám.=6", L=30' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA)	C/U	1	14030.4031	14030.40

		96773	SUPRESOR DE SOBREVOLTAJE DE 80KA 120/240V MONOFÁSICO TIPO LEVITON Ó SIMILAR MODELO # 42120-001	C/U	1	2362.8036	2362.80
		93687	TOMA CORRIENTE DOBLE POLARIZADO DE 15 AMP/120 V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	1	143.6954	143.70
		93781	TOMA CORRIENTE SENCILLO DE 15 AMP/120 V CON PLACA DE BAQUELITA	C/U	1	425.4900	425.49
		92550	TUBO DE EMT Diám.=1½" L= 5.00 m CON CALA VERA DE EMT Diám. = 1½"	C/U	1	1648.2155	1648.22
		94845	UNION CONDUIT DE PVC Diám. = ½"	C/U	6	54.0495	324.30
	34006		CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES				22,628.88
		92066	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA ACADA 2.50 m	ML	80.00	267.30	21,383.91
		93056	PUERTA DE MARCO DE MADERA BLANCA Y FORRO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. # 13½ (NO INCLUYE HERRAJES)	C/U	1.00	1,244.97	1,244.97
350			CONEXIONES				764,027.80
	35001		CONEXIONES DOMICILIARES				764,027.80
		03931	CONEXION DOMICILIAR DE PATIO CON TUBO DE PVC Diám.= ½" (SDR-13.5) (NO INCLUYEMEDIDOR) (INCL. EXC	C/U	125.00	3,254.07	406,759.33
		92728	MEDIDOR DE BRONCE PARA AGUA POTABLE Diám.=½" (Tipo volumétrico, Clase C, CON 2 ADAPTADORES DE PVC Diám.=½") (NO INCL. CAJA) PARA USO DOMICILIAR	C/U	125.00	1,976.44	247,054.64
		94191	CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE PARA USO DOMICILIAR	C/U	125.00	881.71	110,213.83
360			PLANTA DE PURIFICACION				21,299.74
	36003		EQUIPO DE CLORINACION (COMPLETO)				21,299.74
		96213	CLORADOR (DOSIFICADOR DE CLORO) PARA ENTREGA EN FORMA DE PASTILLA Diam = 1 1/2", Presión de trabajo = 10 - 40 PSI	C/U	1.00	9,215.41	9,215.41
		03547	CAJA DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. +PARED DE LADRILLO CUARTERON DE Ancho=1.00m,Largo=1.00m(NO INCL.EXC)(INCL. REPELLO y FINO	C/U	1.00	12,084.33	12,084.33
499			SISTEMA DE SANEAMIENTO				488,425.55
	49928		LAVADEROS	C/U			488,425.55
		93801	LA VADERO SENCILLO DE CONCRETO REF. Ancho=0.63m,Alto=0.63m (De 2 partes:1 fondo estriado y 1 pileta) DE FABRICACION NACIONAL(NO INCL. LLA VE DE CHORRO)	C/U	125.00	2,197.39	274,673.43
		03735	LOSA DE CONCRETO DE 3000 PSI Esp.=0.10m, SIN REF. CON GUIA @2.00m (INCL. ACABADO FINO LLANEADO)	M2	125.00	906.47	113,308.32
		97014	TEE REDUCTORA LISA DE PVC DE 2" a ½" (SCH 40) JUNTA CEMENTADA	C/U	125.00	203.11	25,389.01
		94966	CODO LISO DE PVC Diám.=2", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	125.00	162.32	20,289.94
		93448	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-41) (NO INCL. EXCA VACION) (JUNTA CEMENTADA)	M	125.00	108.10	13,512.89
		05202	POZO DE ABSORCION SIN REVESTIR DE 0.50mx0.50m. Prof.=0.50m CON RELLENO DE PIEDRA BOLON(CONS.DEL SIT)	C/U	125.00	330.02	41,251.97

504			LETRINAS SEMI-ELEVADAS				2,533,310.29
	50411		EXCAVACIONES	C/U			45,339.80
		92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M3	250.00	115.95	28,986.84
		92278	ACARREO MANUAL DE TIERRA SUELTA CON CARRETILLA A Dist.=De 0 a 20 m	M3	250.00	54.76	13,690.78
		92277	CONFORMACION MANUAL DE TERRENO CON CORTES Y RELLENOS De 0 HASTA 5 cms	M2	250.00	10.65	2,662.18
	50413		LOSA (PLANCHA) Y BANCO	C/U	125.00		441,446.01
		94473	LOSA Y BANCO DE FIBRA DE VIDRIO PARA LETRINA SENCILLA FIJACION A ESTRUCTURA METALICA	C/U	125.00	2,688.57	336,071.82
		94560	SEPARADOR DE FIBRA DE VIDRIO PARA ORINA PARA ASIENTO DE LETRINA	C/U	125.00	842.99	105,374.19
	50414		CASETA DE LETRINA	C/U			796,077.45
		94474	ROTULO LEYENDA(SOLAMENTE PINTADO CON PINTURA DE ACEITE) PARA PROYECTOS DE LETRINAS(ANTES NOV 2008)	C/U	125.00	143.97	17,996.62
		95904	CUBIERTA DE TECHO DE LAMINA ONDULADA DE ZINC CAL.28 SOBRE ESTRUCTURAMETALICA P/CASETA LETRINA SENCILLA	C/U	125.00	264.07	33,008.30
		03960	ESTRUCTURA DE ACERO (A-36) Y TUBO RECT. DE HIERRO P/CASETA LETRINA SENC(INCL.TUBO DE VENT.)	C/U	125.00	4,317.94	539,743.05
		94401	FORRO DE LAMINA LISA DE ZINC CAL.28 SOBRE ESTRUCTURA METALICA P/PAREDESCASETA LETRINA SENC	C/U	125.00	1,642.64	205,329.48
	50412		ENCHAPE DE FOSO (INC. EXCAVACION Y GRADAS)	C/U			1,250,447.03
		04877	FOSO PARA LETRINA SENCILLA SEMI- ELEVADA ENCHAPE DE BLOQUES DE MORTERO DE6" CON GRADA(NO INCL.MONC)	C/U	125.00	9,866.36	1,233,294.49
		04295	POZO RECOLECTOR DE ORINA DE 0.30mx0.30m,Prof.=0.50m(UNO DE ESTA MEDIDA)PARA LETRINA SENCILLA	C/U	125.00	137.22	17,152.54
370			LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				247,981.12
	37001		LIMPIEZA FINAL	M2			235,841.46
		92225	LIMPIEZA MANUAL FINAL	M2	10,740.00	21.96	235,841.46
	31003		PLACA CONMEMORATIVA				12,139.66
		4189	PLACA CONMEMORATIVA DE ALUMINIO DE 0.65 M X 0.42 m	C/U	1.00	8,917.40	8,917.40
		3392	PEDESTAL P/ PLACA CONMEMORATIVA	C/U	1.00	3,222.26	3,222.26
			COSTO DEL PROYECTO (EJECUCION)				9,470,607.38

Anexo 5. Especificaciones técnicas de materiales y equipos

1 Especificaciones técnicas de materiales y equipos

a) Equipo de bombeo

El equipo de bombeo estará conformado por bomba y motor sumergible; siendo sus características de operación las siguientes:

Caudal (0.80l/s).

CTD (443.19 pies).

Potencia del Motor (2.5hp).

Los tazonos deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto. Con la potencia del motor se debe cubrir todo el rango de operación de la bomba.

Se deberá especificar en la oferta los materiales de construcción de cada una de las partes componentes de la bomba. La misma deberá venir acompañada con la curva de operación.

● Columna

La tubería de columna o de descarga con diámetros de 1 ½" debe ser de hierro galvanizado. Esta debe suministrarse en tramos de 20 pies. Cada tubo debe traer roscas y camisas de unión en ambos extremos. Las roscas deben venir cubiertas por un protector plástico o metálico para evitar daños durante el transporte.

● Cable de alimentación

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser propio para instalaciones que están en contacto directo con el agua. Cada conductor debe estar forrado con un aislamiento de hule.

● **Plato soporte de descarga**

El soporte de descarga requerido es un plato de 12" de diámetro exterior y un espesor no menor de una pulgada, más un codo de 90 grados. Este debe tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo.

2 Tubería

a) Excavación

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicadas en los planos. El fondo de la zanja será conformando a mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente planos entre las depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

El ancho de zanjas no será mayor que el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, ni menor de 0.60 metros. Se requiere una cubierta de 1 metro sobre el tubo, salvo que sea necesario evitar obstáculos en cuyo caso se excavará a la profundidad indicada en los planos o lo que indique el supervisor.

Si en el fondo de la zanja se encontrasen materiales inestables, basura o materiales orgánicos, que en opinión del supervisor deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el supervisor.

Los materiales inaceptables como apoyo de la tubería serán removidos y sustituidos por material granular que serán apisonados en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda a $\frac{1}{4}$ del diámetro interior del tubo.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera se removerá hasta una profundidad de 15 centímetros bajo la superficie inferior del tubo. Después la zanja se rellenará hasta la subrasante con material granular de la manera descrita anteriormente.

3 Instalación de tubería y accesorios

Los tubos se colocarán de conformidad con la alineación y de acuerdo a lo indicado en los planos o designados por el supervisor, quien podrá ordenar cambios en alineación y nivel de la tubería, cuando lo considere necesario.

La instalación de la tubería se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante.

Salvo que se indique lo contrario en los planos, el tendido de tubería en curvas se hará flexionando la tubería en las juntas. La deflexión máxima de cada junta no deberá exceder la recomendada por el fabricante.

4 Instalación de válvulas y accesorios

Se instalarán las válvulas de compuerta conforme a los sitios indicados en los planos. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá instalarse de tal manera que la tuerca para operar la válvula quede en una posición vertical. Las tapas de los tubos de protección de válvulas se instalarán a ras con la superficie del terreno; las cuales serán construidas en el sitio con la proporción 1:4 una de cemento y cuatro de arena con varillas de $\frac{1}{4}$ de pulgadas.

5 Encofrado y arriostramiento

Cuando se consideren necesarias las zanjas y otras excavaciones, deberán ser encofradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar a los tubos cualquier daño y proteger a los trabajadores en la zanja.

6 Remoción de agua

Se utilizará bomba o cualquier otro equipo necesario para remover el agua de las zanjas antes de colocar materiales en ella misma. El constructor deberá disponer del agua, de tal forma que no ocasione daño a la propiedad o inconveniencia al público.

7 Relleno y compactación

Salvo que el ingeniero indique lo contrario, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática.

Solamente materiales seleccionados provenientes de las excavaciones deben usarse para relleno a los costados y hasta 30 centímetros sobre la parte superior de la tubería. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no se consideran apropiados para relleno, en opinión del supervisor, el constructor obtendrá por su cuenta en otro sitio, los materiales requeridos.

El relleno de zanja en carreteras y calles debe ser desde 30 centímetros sobre el tubo hasta la rasante, se hará con material de la excavación colocado y apisonado en capas de 0.15 metros. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y piedras de más de 0.10 metros, serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

8 Colocación y disposición de materiales excavados

Materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan indebidamente el tráfico de vehículos y peatones en las calles, aceras y entradas a casas.

El ingeniero podrá levantar el relleno sobre zanja hasta una altura de 0.20 m. sobre el nivel del terreno natural con el material de relleno sobrante. Si sobra aún después de éste algún material o éste a juicio del Ingeniero no fuera adecuado para material, estos deberán ser removidos del sitio de la obra a un lugar adecuado, señalado por el ingeniero a cargo de la obra.

9 Prueba hidrostática

Después de instalar el tubo y antes de rellenar la zanja, el contratista someterá a prueba, secciones de tubería que no exceda 300 metros de longitud salvo que el supervisor oriente probar secciones más largas. En casos especiales aprobado por el supervisor, la tubería debe probarse a una presión hidrostática de no menor de 160 libras por pulgada cuadrada y se mantendrá esta presión durante no menos de una hora. El constructor instalará los bloques de empuje temporales, tapones, y todo aparato necesario para el ensayo.

Se requiere que todo aire sea expulsado del tubo antes de elevar la presión de prueba, aquí estipulado y con este fin se instalarán llaves maestras donde el supervisor lo considere necesario.

Los tubos y accesorios serán revisados cuidadosamente durante el ensayo a presión y los que se encuentren rajados o dañados serán removidos y reemplazados.

Toda junta será revisada durante la prueba y donde se manifieste filtración o derrame, El contratista reparará las juntas hasta que éstas queden impermeables.

La pérdida de agua de los tubos no debe exceder los siguientes límites por cada 100 juntas.

Pérdida de agua en la tubería

Diámetro de tubería (pulgadas)	Máximas fugas permisibles (galones/hora/100 juntas)
2 y menos	0.8
3	1.2
6	2.3
6	2.3

10 Desinfección

Después del ensayo de la tubería se procederá a la desinfección la cual se efectuará llenando la tubería con agua e introduciendo una solución de cloro residual después de 24 horas. El contratista deberá suministrar todo aparato, equipo y cloro necesario, para efectuar la desinfección de la tubería, además de los tubos y equipos que sean necesarios para remover el agua durante el baldeo de la tubería.

11 Bloques de reacción

Los bloques de reacción de concreto deben colocarse en los sitios designado en los planos en accesorios como tee, codos, reductores, tapones, etc. Todo bloque de reacción se colocará contra tierra firme y las dimensiones de éstos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

12 Restauración de la superficie

El contratista deberá restaurar a su condición original, toda superficie removida por él, durante la ejecución de la obra.

13 Cruce de cauce

Cruces de alcantarillas y cauces se harán en los sitios indicados en los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

14 Instalación de conexiones domiciliarias

El Ingeniero a cargo de la obra señalará la ubicación exacta de cada una de las conexiones a construir.

a) Excavación

El trazado de las conexiones será a 90 grado respecto a la tubería de alimentación de la conexión. Los costados de la zanja deberán ser verticales y el fondo conformado a mano de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme, continuo en toda su longitud; el ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros.

b) Instalación de tubería

La perforación de tubería de servicio de agua potable se hará en un costado del tubo en un ángulo de 90 grados respecto al eje vertical. Antes de colocar la silleta o abrazadera, el tubo debe limpiarse con un cepillo hasta dejar la superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente al accesorio. Las tuercas de la abrazadera deben apretarse uniformemente y los suficiente para proveer una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura a la tubería. Después de efectuada la perforación, al agujero debe introducirse un punzón para remover las virutas de material que pueda haber quedado. El detalle de la conexión domiciliar de agua potable aparece en planos.

15 Caseta de controles eléctricos y cloración

Los alcances de los trabajos en las paredes de mampostería incluyen la preparación de superficies, la construcción de estructuras de concreto reforzado en las paredes indicadas en los planos: cerramientos de paredes de bloques, piqueteo de superficies de concreto, repello y fino.

● **Materiales**

- Zinc calibre 26.
- Bloque.
- Cemento.
- Varilla corrugada 3/8" y lisa 1/4".
- Otros.

El cemento a ser utilizado en la fabricación del concreto mortero demandado por las unidades de mampostería y en los acabados, será Portland tipo I, debiendo cumplir con la especificación ASTM-C-150. Será suplido completamente fresco, en su empaque original y sin mostrar evidencias de endurecimiento.

Los agregados deben ser almacenados en forma ordenada, para que no se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materias extrañas. Deben cumplir con las especificaciones ASTM C-33 designados para los agregados de concreto. El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura y libre de materia orgánica y de todo recubrimiento.

El agua a utilizarse en las mezclas deberá ser de calidad potable, libre de toda sustancia aceitosa, salina, ácidos, álcalis o materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser nocivos para el concreto o el refuerzo

El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones ASTM-A-615 de grado 40, con límite de fluencia $F_y = 40000$ psi.

Antes de su colocación, el acero se limpiará de toda suciedad u óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándose a los detalles que aparecen en los planos.

16 Movimiento de tierra

El trabajo consiste en la preparación del sitio, nivelación, excavación y relleno. Se removerán del sitio de la obra todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción. El contratista tomará todas las medidas necesarias para no causar daño a terceros en la eliminación de los desechos provenientes de esta operación.

En las fundaciones excavar hasta las profundidades necesarias, nivelar y limpiar todo el material suelto.

Excavar el material inadecuado debajo de las estructuras según lo especifique el ingeniero y rellenar con material adecuado escogido del sitio, compactar y rellenar a un 90 % Proctor Standard en capas que no excedan 10 centímetros.

17 Construcción de tanque de concreto ciclópeo sobre suelo

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos obliga al contratista a suplir en instalar cada artículo o material con el proceso o método indicado y suplir toda la mano de obra y equipos necesarios para la terminación de la obra.

a) Concreto reforzado.

El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3000 libras por pulgadas cuadrada.

Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las normas **613-54 del ACI**. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del ingeniero.

b) Concreto ciclópeo.

Se empleará concreto ciclópeo que consistirá de un **60%** de concreto clase “C” (140 Kg/cm²) y un **40%** de piedra grande bruta por volumen sólido de la mezcla. Se usará piedra que sea manejable por un hombre y deberá quedar rodeada por una capa de concreto de no menos 30 cm de concreto, y ninguna podrá quedar a menos de 60 cm. de cualquier superficie superior, ni menos de 20 cm de un coronamiento (**Nic 80 / Sección 602.11.11**).

Concreto clase “C”, este concreto tendrá una resistencia característica mínima a la compresión de 140 Kg/cm² a los 28 días; proporción 1:3:4.

Las piedras bolón deberán ser de roca sólida, no se permitirán bolones de piedras calizas, terrones o material fácilmente disgregable.

La colocación de la piedra bolón se hará de manera que las juntas queden completamente llenas de mortero y no haya espacios vacíos obteniendo así la conformación monolítica de la piedra con el mortero, deberá colocarse la piedra con arte de manera que la apariencia de la pared de bolón presente un buen acabado.

c) Materiales

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será cemento Portland tipo I, sujeto a las especificaciones **ASTM C-150-69**. Deberá llegar al sitio en sus envases originales y enteros.

El agregado fino será arena natural de cauce o Motastepe, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas; sujeta a las especificaciones **ASSHTO-R92-93 y ASTM –C-33-92**. En caso de usarse arena de cauce de la zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga.

El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a especificaciones **ASTM-C-33-6IT**.

El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto (1/5) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, o tres cuarto (3/4) del espaciamiento libre mínimo de refuerzo según lo recomendado por la norma ASTM C-33 y sus dimensiones máximas deberán cumplir con la sección 33 del reglamento.

El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o refuerzo, deberá ser previamente aprobada por el Ingeniero.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación **ASTM A-305** con un límite de fluencia de 40,000lbs por pulgadas cuadrada, de acuerdo a las especificaciones **ASTM A-615-68**, Grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

d) Almacenamiento de materiales

El cemento se almacenará en bodegas secas, será sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utiliza cemento dañado o ya endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños.

Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

e) Colocación del acero de refuerzo

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se hará de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce No.18, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

No se dispondrá sin necesidad, el empalme de varillas no señaladas en los planos sin autorización del ingeniero.

f) Dosificación y mezcla

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobados por el Ingeniero. Se harán basándose en pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la comprensión ejecutadas en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 cilindros por cada llena o lo que decida el ingeniero.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorios de pruebas de reconocida competencia y pagadas por contratista. Informes certificados de las pruebas deberá ser presentado al Ingeniero, antes de proceder al vaciado de concreto. El contratista no podrá cambiar abastecedores de materiales durante el curso del trabajo sin autorización del ingeniero y presentación de nuevas pruebas certificadas de

laboratorio. Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas 613-54 y 614-59 del ACI.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento verificarla fácilmente en cualquier momento, el revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de 4" pulgadas y/o conforme el diseño del concreto sometido por el contratista y aprobado por el ingeniero.

g) Colocación del concreto

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las normas 318-89, 605-59 Y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca será lo suficiente como para causar el flujo y asentamientos del concreto en su lugar.

h) Curado del concreto

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro actual, se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

g) Excavación

El contratista replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo.

El contratista establecerá un banco de nivel permanente que servirá de referencia para todos los niveles.

El contratista será responsable de la conservación de este banco de niveles y pagara el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectúe los estudios.

Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra serán removidos fuera del predio por el contratista. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad con un soporte adecuado, el contratista notificará inmediatamente al ingeniero. El contratista no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones para obtener el volumen adicional de excavación. El contratista mantendrá el área de excavación convenientemente drenada para no perturbar la estabilidad de las fundaciones y del suelo de soporte. El fondo de la excavación debe quedar a nivel, libre de material suelto y llevarse hasta los niveles indicados sin alterar el suelo a dichos niveles.

El contratista mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener durante la construcción los espacios excavados libres de agua. En caso se encontraran filtraciones y ojos de agua en la excavación, el ingeniero deberá ser notificado, y el contratista deberá proveer sin costo adicional desagüe.

Si por error del contratista se llevara la excavación más debajo de las líneas exactas del fondo de las fundaciones y de los pisos de hormigón sobre tierra, el contratista llenará el exceso con hormigón debajo de las paredes y cimientos y con grava debidamente compactada debajo de las losas, sin costo alguno para el contratista.

A fin de mantenerlas firmes y seguras, se apuntalarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada por el Ingeniero. Se removerán los puntales a medida que la obra progrese, asegurándose esta medida hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos.

h) Limpieza

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio al costo del contratista. Asimismo todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

18 Partes a ser construidas de concreto

Todas las partes del tanque que fueren construidas de concreto, tales como fundaciones, losas, vigas, columnas, recubrimiento de losa de techo, etc., deberán ser construidas siguiendo invariablemente las alineaciones horizontales y verticales de los planos de detalle y cumpliendo la condición de que el concreto se coloque monolíticamente.

a) Curado del concreto

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto de las estructuras.

Todas las superficies expuestas, deberán mantenerse húmedas por un período de (7) días después que el concreto haya sido colocadas y desencofrado. Se evitarán causas externas (sobrecargas, vibraciones, etc.) que puedan provocar fisuras en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

Remoción de formaletas y obras falsas

La formaleta de la losa superior y columna central podrá ser removida parcialmente a los 21 días después de colada, quedando ciertos soportes a criterio del ingeniero para removerse a los 28 días. El proceso de remoción deberá hacerse de tal forma que no cause daño a la estructura o superficie.

b) Acabado de superficies expuestas

Cuando las formaletas sean removidas las superficies de concreto serán razonablemente lisas, libre de ratoneras, poros o protuberancias. Si estos defectos se presentan deberán ser reparados de la forma aprobada por el ingeniero sin costo adicional para el dueño.

c) Trabajos defectuosos

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas, deberá ser reparado de inmediato después que el ingeniero lo haya observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, o muestras excesivas ratoneras o marcas notorias del formateado cuyos defectos a criterio del ingeniero no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada sin que ello represente costo adicional para el contratista por trabajos y materiales ocupados en la remoción defectuosa.

d) Pruebas

Una vez que el tanque esté totalmente terminado se ejecutará una prueba, ésta consiste esencialmente en una prueba de impermeabilidad la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un período de 48 horas, reponiendo continuamente el agua que sea consumida por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación se dejará lleno el tanque por 72 horas más no debiendo rebajar el nivel del agua más de 9 centímetros. Cualquier fuga deberá ser revisada por el ingeniero y recomendar su reparación en la forma más adecuada sin que ello signifique costos extras para el contratista.

e) Acabado interno de paredes

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.5 centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad, posteriormente las paredes y fondo serán impermeabilizados con pinturas epóxicas de dos componentes, tal a como se menciona en el artículo de "Pintura".

f) Escalera interior

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero galvanizado, 1/2 pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.30 y de espaciamiento entre peldaños de 0.40 metros.

g) Boca de inspección

Se construirá una boca de inspección de acceso en la losa superior, dicha boca de inspección deberá construirse conforme a detalles mostrado en los planos constructivos.

h) Respiradero

El tanque deberá estar provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

i) Tubería de entrada, salida y limpieza

El tanque se proveerá de un tubo de entrada, salida y uno de limpieza cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalles constructivos, éstos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.

j) Rebosadero

El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indican en los planos.

k) Pintura

Se pintará la escalera interna del tanque de la manera siguiente: dos manos de pinturas epóxicas, las paredes internas y fondo del tanque se pintarán con dos manos de pintura epóxicas HI-SOLIDS CATALIZED EPOXY - SHERWIN WILLIAMS, C&M o según especificaciones AWWA D102-84 para tanques de agua potable.

- I. Condiciones de la vivienda** (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o más repuestas)
1. La vivienda es: a) Propia_____ b) Prestada____ c) Alquilada_____
 2. Las paredes son: a) Bloque____ b) Ladrillo____ c) Madera____ d) Otros_____
 3. El piso es: a) Madera_____ b) Tierra_____ c) Ladrillo_____ d) Otros_____
 4. El techo es: a) Zinc_____ b) Teja _____c) Madera____ d) Palma____ e) Otros_____
 5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres ____b) Dos____ c) No tiene_____
 6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena ____b) Regular_____ c) Mala_____

II. Situación económica de la familia

1. Cuantas Personas del hogar trabajan?
2. Dentro de la Comunidad: H _____ M _____ Total_____
3. Fuera de la comunidad: H_____ M_____ Total_____
4. Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C\$ _____
5. El último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar? _____
6. En que trabajan las personas del hogar?
a) Ganadería_____ b) Agricultura_____ c) Jornaleros_____ Otros _____ Cual? _____
7. Que cultivos realizan?
a) Arroz____ b) Frijoles____ c) Maíz____ d) Otros_____
8. Tienen Ganado?
Si_____ No_____ Cuanto: a) Vacuno____ b) Equino____ c) Caprino_____
9. Tienen animales Domésticos?
Si_____ No_____ Cuantos: a) Cerdos_____ b) Gallinas_____
10. Los animales domésticos están?
a) Encerrados____ b) Amarrados____ c) Suelos_____
11. Los animales domésticos se abastecen de agua en?
a) El Río_____ b) Quebrada_____ c) Pozo_____

III. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda (observar, verificar)

1. Tienen Letrina?

Si_____En qué estado se encuentra? a) Buena_____ b) Regular_____
c) Mala_____(verificar) No_____

Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí_____ No_____

2. Quienes usan la Letrina?

a) Adultos_____ b) Niños/as_____ c) Otros familiares_____

3. La letrina está construida en suelo?

a) Rocoso____ b) Arenoso____ c) Arcilloso_____

4. Que hacen con las aguas servidas de la casa?

a) La riegan____ b) La dejan correr_____ c) Tienen zanja de drenaje_____ d)

Tiene filtro para drenaje_____

5. Existen charcas en el patio?

a) Si_____ (pasar # 19) b) No_____

6. Como eliminan las charcas?

a) Drenando _____ b) Aterrando_____ c) Otros_____

IV. Recursos y servicios de agua

1. Cuentan con servicio de agua?

a) Si_____ Cual: _____ b) No_____ Como se
abastecen:_____ c) Cuanto pagan de agua al
mes?_____

2. Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer_____ b) El hombre_____ c) Los niños/as_____ d) Otros
_____ Quien?_____

3. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan
?_____

4. En qué almacena el agua?

a) Barriles_____ b) Bidones_____ c) Pilas_____

5. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados_____ b) Destapados_____ c) Como_____ (verificar)

6. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

a) Buena_____ b) Regular_____ c) Mala_____

7. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor_____ b) Tiene mal olor_____ c) Tiene mal color_____

V. Programa de agua potable y saneamiento rural (pasr)

1. Conoce el Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural del FISE?

a) Si_____ b) No_____ c) Poco_____ Que sabe?_____

2. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si_____ b) No_____ c) Porque_____

3. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

a) C\$ 20 a 35_____ b) C\$ 36 a 50_____ c) C\$ 51 a más_____

d) No estaría dispuesto/a_____ Porque? _____

VI. Organización comunitaria:

1. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Si_____ Que_____ tipo?

a) Productiva_____ b) Social_____ c) Religiosa_____ d) Otra_____ No_____

Porque? _____

2. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres_____ b) Mujeres_____ c) Total_____

3. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad? a) Si_____ b) No_____ c) Porque_____

VII. Situación de salud en la vivienda

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuantos).

Enfermedades	-5	6 a 15	16 a 25	más 26	Observaciones
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas					

1. Están vacunados los niños y niñas?

Si _____ b) No _____ Por qué? _____

2. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como: Lavado de manos

a) Si _____ b) No _____ c) Porque? _____

Hacen buen uso del Agua

a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

Hacen buen uso de la letrina

a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

3. Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

Fallecidos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

Nombre del Encuestador(a)

Nombre del Supervisor(a)

Anexo 7. Esquema de Golpe de Ariete

