

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA
UNAN – MANAGUA**



**Monografía
Para optar al título de Ingeniero Civil**

Tema:

“Propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para las localidades Casares y La Boquita.”

Tutor:

➤ Ing. Víctor Tirado Picado.

Asesorado por:

➤ Ing. Jairo Cruz

Elaborado por:

Katia Figueroa Jirón
Sergio Moraga Mendieta
Jéssica Romero Parrales

23 de Noviembre del 2007

INDICE

CONTENIDO	Nº de Página
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ABREVIATURAS.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
OBJETIVOS.....	6
CAPITULO 1. GENERALIDADES.....	7
1.1 Estado de los Recursos Hídricos en Nicaragua	7
1.2. Diriamba Aspectos Sociales y Económicos	8
1.3 Antecedentes	13
1.4 Servicios e Infraestructuras Existentes	15
1.5 Diagnóstico del Sistema de Agua Potable	16
CAPITULO 2. DESCRIPCION DEL SISTEMA PROPUESTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	23
2.1. Fuente de Abastecimiento y Obra de Captación.	23
2.2. Estación de Bombeo.	24
2.3 Línea de Conducción por bombeo del pozo al Tanque.	24
2.4. Línea de Conducción por gravedad del tanque de almacenamiento a la ciudad.	24
2.5. Red De Distribución de Casares y La Boquita.	24
2.6 Tanque de Almacenamiento	25
2.7 Tratamiento.	25
2.8. Nivel De Servicio.	26
2.9 Obras complementarias.	26
CAPITULO3. ESTUDIO DE POBLACIÓN Y CONSUMO DE AGUA.....	27
3.1 Población Permanente Actual.	27
3.2 Crecimiento Histórico de la Población Permanente.	27
3.3 Proyección de La Población Futura de Las Localidades a Beneficiar.	27
3.4 Consumo Unitario y Proyección de Consumo.	28
3.5 Conexiones Domiciliarias.	30
CAPITULO 4. CRITERIOS DE DISEÑO.....	31
4.1 Período de Diseño.	31
4.2 Población de Diseño.	31
4.3 Nivel de Servicio.	31
4.4 Dotación de Agua.	31
4.5 Capacidad de la Fuente de Abastecimiento.	31
4.6 Variaciones de Consumo.	31
4.7 Volumen de Almacenamiento.	32

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

4.8 Velocidad en Redes.	32
4.9 Presión Mínima y Máxima.	32
4.10 Golpe de Ariete.	32
4.11 Indicadores Técnicos Del Proyecto.	33
CAPITULO 5. ESTUDIO DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	34
5.1 Reconocimiento de Fuentes Potenciales.	34
5.2 Características De La Zona De Estudio.	37
5.3. Control De Calidad Del Agua.	37
CAPITULO 6 ESTACION DE BOMBEO.....	39
6.1 Cálculo Hidráulico.	39
6.2 Características del Equipo de Bombeo.	43
CAPITULO 7. LINEA DE CONDUCCION.....	45
7.1 Línea de conducción por Bombeo.	45
7.2 Golpe de Ariete.	46
7.3 Línea de conducción por Gravedad.	48
CAPITULO 8. RED DE DISTRIBUCION.....	53
8.1 Red de Distribución de las localidades.	53
8.2 Análisis Comparativo de los resultados obtenidos a través de Hardy Cross, el Método de la Gradiente Piezométrica y Caudal y el Programa Epanet.	59
CAPITULO 9. TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	60
9.1 Descripción del Tanque de Almacenamiento.	60
9.2 Criterios de diseño.	60
9.3 Cálculo Hidráulico.	60
9.4 Accesorios Complementarios.	62
CAPITULO 10 TRATAMIENTO Y DESINFECCIÓN.....	63
10.1 Desinfección.	63
10.2 Obra de Tratamiento.	63
CAPITULO 11 TARIFA DE AGUA.....	65
11.1 Capacidad de pago.	65
CAPITULO 12 PRESUPUESTO.....	66
12.1 Costos del proyecto y población beneficiada.	66
12.2 Presupuesto.	66
CAPITULO 13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
13.1 Conclusiones.	76
13.2 Recomendaciones.	77

BIBLIOGRAFÍA.....	78
GLOSARIO.....	79
ANEXOS.....	82
1. Resumen de Censo	83
2. Diseño Hidráulico	84
3. Diseño Hidráulico con EPANET	85
4. Presupuesto del Diseño propuesto	86
5. Mapas y/o Planos	87

Dedicatoria.

A Dios nuestro Señor:

Por brindarnos salud, vida y la capacidad para terminar con éxito nuestro trabajo monográfico.

A nuestros padres y familiares:

Que sin su apoyo y cariño no fuera posible la realización de este documento.

Agradecimiento.

A nuestro Dios todopoderoso:

Por su eterno amor misericordioso y permitirnos culminar esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros padres:

Que con amor y sacrificio hacen realidad nuestros sueños y anhelos.

A nuestros profesores:

Que con dedicación y paciencia nos dieron sus conocimientos.

Al Ingeniero Jairo Cruz:

Por asesorarnos y brindarnos de su tiempo para la elaboración de este documento.

A nuestra querida Universidad:

Por brindarnos acogida en un ambiente familiar.

ABREVIATURAS

INAA:	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
ENACAL:	Empresa Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillados
INEC:	Instituto Nicaragüense de estadísticas y Censos.
CAPRE:	Comité coordinador Regional de Instituciones de agua potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.
INTUR o INTURISMO:	Instituto Nicaragüense de Turismo.
CIRA:	Centro para la Investigación de Recursos Acuáticos.
OMS:	Organización Mundial de la Salud
M³:	Unidad Volumétrica metro cúbico
M³/D:	Metro cúbico al día
M³/S:	Metro cúbico por segundo
M/S:	metro por segundo
M²:	Metro cuadrado
M:	Metro lineal
L:	Longitud
MM:	Milímetro
PULG:	Pulgadas
GPM:	Galones por minuto
GAL:	Galones
HP:	Unidad de potencia Caballos de Fuerza
KW:	Unidad de potencia Kilowatts
MSNM:	Metro sobre el nivel del mar
CPD:	Consumo promedio diario
CMD:	Consumo máximo diario
PVC:	Tubería de plástico cloruro de polivinilo
Hf:	Pérdidas por fricción
Q:	Caudal
V:	Velocidad
H_B:	Potencia de la bomba.

INTRODUCCIÓN

El agua es una sustancia fundamental para la vida. Todos los procesos biológicos de plantas, animales y microorganismos están basados en el agua. Así mismo juega un papel importante en la regulación de la temperatura del planeta.

A pesar de que en la tierra hay aproximadamente 1,386 millones de kilómetros cuadrados de agua, menos del 0.01% esta disponible en su estado natural para el consumo humano. Si tomamos en consideración la limitada cantidad de agua dulce en proporción al total de agua en la Tierra, y a ello añadimos los problemas de contaminación de los recursos acuíferos por las diferentes actividades humanas sabremos por qué el agua disponible para las poblaciones es cada vez más escasa. Si a esto le sumamos el crecimiento de la población humana y las actividades de deforestación (las cuales afectan el ciclo del agua), entenderemos cómo muchas partes que antes fueron territorios fértiles se han convertido en desierto. El agua potable se esta volviendo un bien escaso y cada día es más caro poder llevarla a los hogares.

Nicaragua no esta exenta de esta situación generalizada, con el agravante de los limitados recursos económicos con que se cuenta para satisfacer las necesidades crecientes de agua de la población, la cual esta por encima de las capacidades de los acueductos actuales y será necesario realizar nuevas inversiones de gran cuantía tanto en el ámbito urbanos y en acueductos rurales.¹

Las comunidades Casares y la Boquita ubicadas en el municipio de Diriamba son centros recreativos muy visitados por turistas nacionales y extranjeros, generando así divisas para el desarrollo económico del país; a pesar de esto tienen una gran deficiencia no poseen el servicio de agua potable, entre otros.

Actualmente el 98.61% de ambas localidades carecen totalmente del servicio de agua potable (un 89.35% de las familias tienen que abastecerse mediante la compra de agua que se comercializa en pipas o cisternas y que es proveniente del acueducto de Diriamba; otro 6.48% de las familias, se abastece de pozos privados existentes en los alrededores; un 2.78% utiliza directamente el agua de pequeños ojos de agua aledaños al Río Grande.), el restante 1.39% se abastece por tubería proveniente de los pozos ubicados en Huehueté, cabe señalar que esta agua no es de buena calidad (salobre), motivo por el cual ENACAL no cobra el servicio.²

¹ ABC DEL AGUA y su situación en Nicaragua.

² Fuente propia. "Censo realizado por los investigadores a las localidades Casares-La Boquita Febrero/2007". Ver Anexo I.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

En la **Propuesta de Diseño**, se expondrá un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable; que abordará los siguientes aspectos:

- Se hará una descripción general de la comunidad, en la que se abarcan sus aspectos físicos, sociales, económicos y de servicios públicos existentes.
- Se caracterizará la fuente de abastecimiento y se realizará un análisis del crecimiento poblacional basado en el último censo realizado por INEC (1995), y el censo efectuado por los investigadores en el 2007 para estas localidades con el objeto de prever en el diseño las exigencias de volumen de agua a ser demandado por el sistema de abastecimiento proyectado, se presenta un resumen de las características, procedimientos y el cálculo hidráulico de las estaciones y equipo de bombeo, tanque de almacenamiento, la línea de conducción del sistema y red de distribución referidas a las condiciones específicas del proyecto.
- Se proyectará un acueducto conformado por: Obra de Captación de aguas subterráneas -Estación de Bombeo -Línea de Conducción por Bombeo - Línea de Conducción por Gravedad - Desinfección -Tanques Proyectados. – Redes de Distribución de Casares y La Boquita.

○ **JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación surge debido a la necesidad que tiene la población de Casares y La Boquita de adquirir un adecuado sistema de distribución de agua potable. Cabe mencionar que ambas localidades son centros turísticos, en la cual podemos encontrar la zona de balneario y la zona pesquera, por tanto un proyecto de este tipo no solamente mejoraría la calidad de vida de los habitantes sino que atraería mayor inversión a la comunidad. Para lograr esto se debe mejorar las condiciones de los habitantes en cuanto a alcantarillado sanitario, drenaje pluvial y otras infraestructuras, no dejando a un lado lo principal como es garantizar el servicio de agua potable, por eso es necesario diseñar un sistema de agua potable que permita el desarrollo socioeconómico de la población.

La realización de este documento tiene una gran importancia para los pobladores de las localidades en estudio, ya que con el diseño y el costo estimado del proyecto servirá para que la alcaldía del municipio de Diriamba pueda gestionar financiamiento para su posterior ejecución.

○ PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

<i>Problema Principal</i>	<i>Causas</i>	<i>Efectos (Consecuencias)</i>
Bajos y deficientes niveles de servicio de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.	La infraestructura existente, red de distribución y fuente de abastecimiento, se encuentran deterioradas y son insuficientes para abastecer a ambas localidades.	Proliferación de enfermedades Diarreicas agudas, especialmente en niños menores de 5 años de edad ³ .

La principal dificultad que enfrentan los pobladores de ambas localidades es de origen económico. La mayoría de los habitantes no cuentan con los recursos necesarios para comprar diariamente el agua a las cisternas y pozos privados, sin embargo en las entrevistas realizadas a los pobladores ellos manifestaban estar dispuestos a pagar una tarifa mensual por el servicio de agua que consuman.

³ Fuente propia. “Censo realizado por los investigadores a las localidades Casares-La Boquita Febrero/2007”. Ver Anexo I

○ **OBJETIVOS**

General

Proponer el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para las localidades de Casares y La Boquita del Municipio de Diriamba, Departamento de Carazo.

Específico

1. Determinar la demanda futura a través de métodos de proyección, especificados en las “Normas Técnicas de Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua.”.
2. Diseñar estaciones y equipo de bombeo, mediante la perforación de pozos que sean capaces de suplir la demanda.
3. Establecer líneas de conducción que permita transportar el agua procedente de la fuente de captación, hasta el tanque de almacenamiento o a la red de distribución.
4. Proponer red de distribución para las localidades con el fin de suministrar el agua potable suficiente a los diferentes consumidores en forma sanitariamente segura.
5. Determinar la capacidad del tanque de almacenamiento a fin de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, y conserve las reservas suficientes.
6. Realizar un análisis comparativo de los datos obtenidos mediante cálculos manuales por el Método de relajamiento o de pruebas y errores de Hardy Cross, el Método de la Gradiente Piezométrica y Caudal (para redes cerradas y abiertas respectivamente) y el análisis por computadora a través del programa Epanet.
7. Presentar una propuesta que sea económica de tal manera se minimice el costo total del proyecto.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Estado de los Recursos Hídricos en Nicaragua

Nicaragua con sus 129,949 kilómetros cuadrados de territorio es el país más grande de Centroamérica, privilegiado además por ser un país con abundancia de agua. Casi un 15 % de su superficie lo constituyen lagos, lagunas y ríos.

Aproximadamente el 60% de la población se ubica en el pacífico que representa el 15% del territorio. Esta área esta sometida, además, a un proceso de rápida “urbanización”, donde un número creciente de la población se hacina en “repartos”, “asentamientos”, o sin eufemismos, verdaderas millas de miseria.

ENACAL proporciona aproximadamente el 55% de los servicios de suministro de agua en el país. Hay una mala cobertura urbana con cortes y limitaciones de horas de servicios, en aproximadamente el 77% de los hogares urbanos y un abastecimiento rural inferior al 31%. Aproximadamente el 42% de la fuente de suministro de agua no poseen suficiente cantidad de liquido, especialmente durante la estación seca de noviembre a abril.

Entre el 73% y el 90% de suministro de agua proviene de fuentes subterráneas y en el caso de la ciudad capital, Asososca, una laguna ubicada en el corazón de Managua, abastece aproximadamente el 14-20% del agua bombeada.

Un problema grave en el suministro de agua es la disminución de la capacidad de extracción en muchos pozos, los cuales se secan después de un par de años de ser instalados debido que los niveles de agua subterránea disminuyen.

En el sector rural es común que el agua se les suministre desde las fuentes por gravedad, en algunos caseríos funcionan bombas de aguas manuales (de mecate o malacate), desde donde se puede acarrear el agua a las viviendas. El agua no siempre se encuentra a poca distancia.

1.1.1 Caracterización del Recurso Agua en el Departamento de Carazo

El agua dulce superficial está disponible dependiendo de la estación del año y proveniente de ríos, pequeños lagos y pantanos a través de todo el departamento de Carazo. No existen ríos caudalosos ni aun en el invierno y la mayoría de los ríos están secos durante largos periodos.

Las mejores áreas para la explotación de aguas subterráneas la constituyen los acuíferos aluviales localizados en la parte sur del departamento a lo largo de la costa de Pacífico. Estos acuíferos están a profundidades que oscilan entre los 5 y 200 metros. Se supone que hay mayores cantidades de aguas a medida que se profundizan los pozos. En otras zonas del departamento las extracciones de aguas requieren de pozos de mayor profundidad, lo que implica un uso mas intenso de energía para el equipo de bombeo y por ende el metro cúbico de agua extraído es mucho mas caro que en otros departamentos del país.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Entre los principales acuíferos se encuentran: el Grupo Las Sierra, el Grupo Volcánico de Masaya y el Grupo Volcánico Apoyo.

La ubicación de los pozos es generalmente una tarea difícil ya que muchos pozos producen poco agua, aunque localizados en material arenoso grueso con bajos porcentajes de barros producen mayores cantidades de aguas subterráneas⁴.

1.2 Ficha Municipal

DIRIAMBAS⁵

Nombre del Municipio	DIRIAMBAS
Nombre del Departamento	Carazo
Extensión Territorial	341 km ²
Fecha de Fundación	1894
Referencia Geográfica	Ubicada a 42km de Managua, Capital de la República.
Posición Geográfica	Se encuentra ubicada entre los 11° 51' de latitud norte y 86° 14' de longitud oeste.
Límites	Al norte con el municipio de San Marcos. Al sur con el Océano Pacífico. Al este con los municipios de Jinotepe y Dolores. Al oeste con los municipios de San Rafael y el Océano Pacífico.
Densidad Poblacional	145 hab/km ²
Clima	Se caracteriza por tener un clima húmedo, siendo relativamente fresco con leves alzas de temperatura, la que oscila entre los 27 y 25° C. La precipitación alcanza entre los 1,200 y 1,400 mm.
Accidentes Geográficos	Atravesado por pequeños ríos que han disminuido considerablemente su caudal debido a la explotación incontrolada de los recursos madereros y acuáticos. También existen algunos riachuelos que mantienen lleno su caudal durante el invierno, permaneciendo secos en la mayor parte del verano. Los principales ríos que cruzan al Municipio son Río Limón, Río Grande, Río Amayito, Río La Flor y Río la Máquina.
Altura sobre el nivel del mar	580.13 mts
Superficie	348.88 kms ²
Población	Total: 57,512 habitantes. Población urbana: 33,564 hab. Población rural: 23,948 hab.

⁴ ABC DEL AGUA y su situación en Nicaragua.

⁵ Datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

1.2.1 Organización Territorial Del Municipio

La jurisdicción Municipal de DIRIAMBA está conformada por treinta y nueve (39) barrios y sesenta (60) comarcas.

Barrios del Municipio

N°	Nombre del Barrio	N°	Nombre del Barrio
1	Roberto Clemente	21	San Caralampio
2	Reparto Colina Sur	22	Centro Urbano
3	La Cruz de San Pedro	23	Planta de INE
4	Reparto 22 de Junio	24	El Cementerio
5	Colonia San Sebastián	25	Nuevo Cementerio
6	Reparto. Walter Pavón	26	La Libertad
7	Reparto. Juan José Hernández	27	San José
8	Reparto. Pedro Joaquín Chamorro	28	Sector La Viña
9	Reparto. El Recreo	29	Concepción
10	La Palmera	30	Germán Rodríguez
11	Santa Regina	31	La Independencia
12	Berlín	32	Colonia CEPAD
13	Reparto Carlos Méndez	33	EDICRA
14	Reparto Francisco Chávez	34	San Francisco
15	Silvio González Mena	35	Santa Juana
16	La Salle O Pedagógico	36	Oscar Arnulfo Romero
17	Hermanos Molina	37	V. Enrique Gutiérrez
18	Zona del Mercado	38	Reparto Angelita Morales
19	Santa Cecilia	39	Rodolfo Sequeira
20	La Mascota		

Comarcas del Municipio

N°	Nombre de la Comarca	N°	Nombre de la Comarca
1	El Tigre	31	San Francisco
2	Solonte	32	(Loma Alta)
3	Huerta Quemada	33	Los Baltodanos
4	Las Cuchillas	34	La Junta
5	Las Mercedes	35	El Chanal
6	Los Angeles	36	Los Sánchez
7	San Vicente	37	La Cruz del Aguacate
8	Las Esquinas	38	Buena Vista del Sur
9	El Tamarindo	39	Amayo
10	San Carlos	40	El Jobo
11	Río Grande / La Flor	41	San Miguel del Guayacán
12	San Juan de la Sierra	42	Los Gutiérrez
13	La Trinidad	43	Loma Alegre
14	Amayito	44	Río la Grandeza
15	Buena Vista del Norte	45	Guascatán
16	Los López	46	Santa Rosa
17	Apompuá	47	Los Díaz
18	San Antonio de Arriba	48	Los Romero
19	La Reforma	49	Guiste
20	Los Chilamos	50	Masapa
21	Ayapal	51	Monte Grande
22	Los Guerreros	52	Pedro Joaquín Chamorro
23	San Antonio de Abajo	53	Barrio Nuevo
24	Casares	54	Zacate Verde
25	La Boquita	55	Las Mercedes del Aguacate
26	Tepano	56	Palo de Pan
27	Barranco Bayo	57	Santiago Flores
28	Santa Lucía	58	Paso Real
29	El Trapiche	59	San Gregorio Norte
30	La Guinea	60	San Gregorio Sur

1.2.2 Atractivo Turístico

DIRIAMBA cuenta con dos atractivos balnearios turísticos, lo que representa un oasis de paz para quienes quieren alejarse de los ruidos de las ciudades; La Boquita y Casares.

El balneario la Boquita se encuentra ubicada a 75 Km. de Managua, con vías de acceso por carreteras pavimentadas. Se han realizado algunas transformaciones en cuanto a sus centros recreativos que permiten combinar el ambiente natural de sus costas. Representan una fuente de ingreso económico para las familias del lugar y para el mantenimiento y conservación del balneario.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

El balneario de Casares se ubica en las costas del Océano Pacífico, cerca del atractivo balneario La Boquita, posee un ambiente tranquilo, que se torna alegre con la llegada de turistas que buscan otros aires y otros entornos en los tiempos de verano.

1.2.3 Geología E Hidrogeología⁶

La ciudad de Diriamba esta localizada en la región hidrogeológica de la cordillera volcánica y precisamente en la “Meseta de Carazo”, con una elevación de unos 560msnm. La zona esta constituida principalmente por depósito volcánico del grupo Las Sierras, de edad pliocénico-pleistocénicos, sobre los cuales yacen al norte de la ciudad, depósitos piroclásticos más recientes, de edad pleitocénico superior.

Desde el punto de vista hidrogeológico, toda la serie de terreno volcánico constituye un acuífero de buena permeabilidad que esta ampliamente explotado por medio de pozos perforados en toda la región, con profundidad de nivel de agua muy elevadas, variables en toda la meseta, entre 70 y 280m desde el nivel del suelo. El nivel del agua según los registros de los pozos perforados se localiza a profundidades variables entre 190 y 240m.

El acuífero es continuo en toda la región y se extiende prácticamente en toda la meseta de Carazo, las Cuestas de Diriamba y las zonas entre las lagunas Masaya y Apoyo. El espesor saturado del acuífero puede ser evaluado cercano a 130m por lo menos. El acuífero se encuentra en condiciones generalmente freática o ligeramente semiartesianas, en correspondencia en zonas en donde estratos más arcillosos pueden actuar como estratos confinantes.

La calidad del agua es buena para el uso potable; el contenido de sólidos disueltos en el agua de los pozos perforados varía desde 240 a 260 ppm. La recarga del acuífero ocurre por infiltración directa de las precipitaciones sobre el área de afloramientos de los terrenos volcánicos permeables, especialmente en las zonas mas elevadas.

No se conoce la tasa de infiltración media, pero según estudios de carácter general la disponibilidad de agua subterránea en toda la Meseta de Carazo es muy elevada. En efecto, la descarga natural anual total ha sido evaluada en 208 millones de metros cúbicos, contra una descarga artificial a través de pozo, de solamente 2.5 millones de metros cúbicos.

⁶ Estudio Hidrogeológico del Municipio de Diriamba
Dpto de Hidrología ENACAL

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

1.2.4 Suelos

Los suelos⁷ predominantes en el municipio son:

ORDEN	Características Principales
Entisoles	Son suelos delgados que no tienen una capa de suelo lo suficiente para ser cultivados, presentan rocas en la superficie que limitan el desarrollo de las plantas.
Inceptisoles	Se encuentran en la parte alta, son suelos profundos y moderadamente profundos, de buena textura y estructura, bien drenados, de alta fertilidad; con pendientes de 0 a 15%
Molisoles	Se encuentran en la parte media. Se trata de aquellos suelos que presentan una fertilidad natural alta y que son clasificados por los productores como los mejores suelos para la agricultura, son suaves y no se ensanchan en el invierno, son usados para la agricultura y ganadería.
Alfisoles	Son suelos de moderada fertilidad, con cierto grado de desarrollo; presentan un perfil con horizontes bien diferenciados, se caracterizan por que presentan colores más claros que los molisoles, tienen mayor cantidad de barro que los suelos anteriores por debajo de la capa fértil (la capa que esta en la superficie y que generalmente es la capa de suelo más fértil); son usados para agricultura en la parte baja.
Vertisoles	Son los llamados suelos barrialosos o pegajosos, aquellos que en época de lluvia los hace difícil para ser labrados o preparados y que en la época seca se rajan, son utilizados para pastos principalmente.

⁷ Análisis y Mitigación de Desastres Naturales, Municipio de Diriamba. Consultor Carlos Láinez Granados, octubre 2003.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

1.3 ANTECEDENTES

1.3.1 Ubicación.

Las comunidades de Casares y La Boquita, se encuentran localizadas aproximadamente a 75 kilómetros al Sur-Oeste de la ciudad de Managua.

El área de las localidades está enmarcada por las coordenadas geográficas:

- Casares : 86° 21' 28" de longitud Este; y 11° 38' 50" de latitud Norte. Hoja catastral 2951-III (Casares).

- La Boquita : 86° 22' 53" de longitud Este; y 11° 40' 40" de latitud Norte. Hoja catastral 2950-IV (La Trinidad). (Fig. 1.1).

1.3.2 Aspectos Sociales Y Económicos.

EL PROYECTO

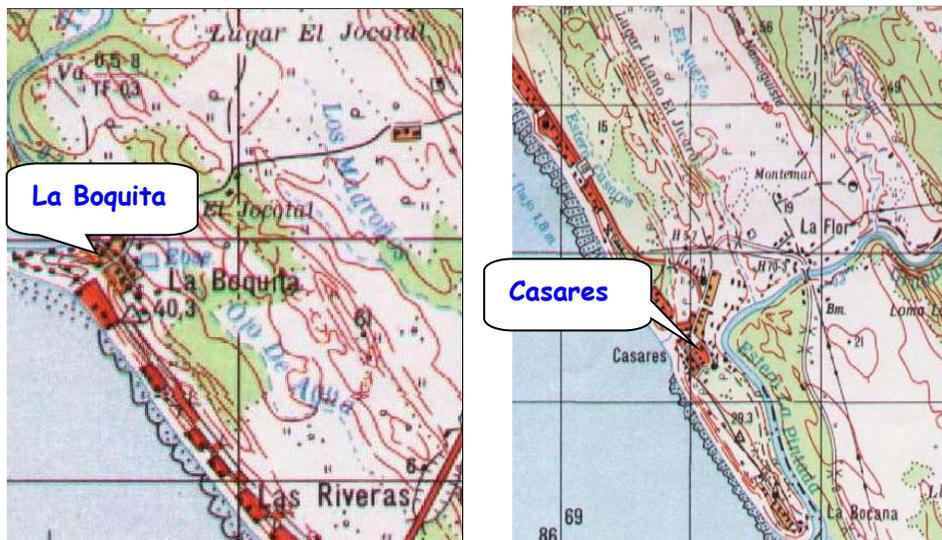


Fig. 1.1 Micro localización del Proyecto

1.3.3. Censo Poblacional

Como parte de los alcances del presente estudio, se efectuó un censo en el presente año al 100% de las viviendas de las localidades de Casares y La Boquita, equivalente a 432 domicilios, obteniendo una población actual en ambas comunidades de 2,228 habitantes, de ahí que su densidad poblacional promedio sea de 5.16 hab/vivienda. Ver Resumen de Censo en Anexo I.

Estas viviendas se encuentran distribuidas en zonas o barrios poblacionales, según se muestra en la Tabla 1.3.3

Tabla 1.3.3 Consolidado de Censo Poblacional

Zona o Barrios	Nº de Viviendas	Población Censada/(hab.)
Ojo de Agua	30	182
Buenos Aires	14	84
Ayapal	19	106
Centro Turístico	20	86
La Bocana	9	52
Las Riveras	43	204
<i>Total</i>	<i>135</i>	<i>714</i>
Milagro de Dios	65	318
Pedro J. Chamorro	28	147
Casares	174	865
La Veranera Río la Flor	14	92
El Empalme	16	92
<i>Total</i>	<i>297</i>	<i>1514</i>
Gran Total	432	2228

Del total de la población, un 40.53% corresponde a niños y el restante 59.47% son adultos. Cabe mencionar que estos valores porcentuales se obtuvieron del total de casas atendidas, sin embargo para realizar la proyección de la población se consideraron aquellas viviendas en las que no fue posible el acceso, las cuales fueron 11; diez corresponden a Casares y una a La Boquita, obteniendo un total de 443 viviendas que equivalen a 2,294 habitantes, por tanto su índice de hacinamiento ahora será de 5.18 Hab/vivienda

1.3.4 Características Socio-Económicas

La actividad económica predominante, es la pesca artesanal y la realización de trabajos diversos u otras actividades.

Los ingresos promedios mensuales de las 432 familias entrevistadas, oscilan entre: los C\$ 1,000 y C\$ 3,000 que equivale al 37.04% de las familias; un 32.87% tienen un ingreso promedio entre los C\$ 600.00 y C\$ 1,000.00; el 20.83% de familias disponen de ingresos menores a los C\$ 600.00; el restante 9.26% de las familias dispone de ingresos superiores a los C\$ 3,000.00/mes.

1.4 Servicios E Infraestructuras Existentes⁸.

1.4.1. Educación

En las localidades de Casares y La Boquita existen tres centros de estudios; dos en Casares y uno en la Boquita, en donde se imparten los niveles educativos de pre-escolar, primaria y 3er. año de secundaria. Para cursar el 4to. y 5to año de secundaria, los estudiantes tienen que viajar hasta La Trinidad, Buena Vista y Diriamba.

1.4.2. Salud

Los servicios de salud son brindados por el MINSA a través de un Puesto de Salud, ubicado en Casares y con aproximadamente 30 años de funcionamiento. Los pobladores que visitan esta unidad de salud provienen de las comunidades: Casares y La Boquita, por ser el único puesto de salud este no brinda una debida atención a los pobladores de estas comunidades, por lo que estos muchas veces prefieren viajar hasta el hospital ubicado en Diriamba.

1.4.3. Abastecimiento de Agua

En lo referente al abastecimiento de agua, todavía en el año 2005 según un estudio proporcionado por la Alcaldía de Diriamba⁹, solo un 10.60% de las familias de ambas localidades tenían acceso directo al servicio de agua potable proveído por INTUR y administrado por ENACAL. El resto de la población utilizaba medios indirectos u otras formas.

Actualmente (2007) el 98.61% de ambas localidades carecen totalmente del servicio de agua potable (un 89.35% de las familias tienen que abastecerse mediante la compra de agua que se comercializa en pipas o cisternas y que es proveniente del acueducto de Diriamba; otro 6.48% de las familias, se abastece de pozos privados existentes en los alrededores; un 2.78% utiliza directamente el agua de pequeños ojos de agua aledaños al Río Grande.), el restante 1.39% se abastece por tubería proveniente de los pozos ubicados en Huehuate, cabe señalar que esta agua no es de buena calidad (salobre), motivo por el cual ENACAL no cobra el servicio.

1.4.4. Disposición de Excretas

En relación a la disposición de excretas, el 77.55% de las familias disponen de letrinas; 12.27% cuenta con fosa séptica; 6.02% de las familias hace uso de las letrinas del vecino; y el restante 4.17% no dispone de ningún tipo de sistema para la disposición final de sus excretas.

1.4.5. Disposición de Desechos Sólidos

El 75.93% de las familias encuestadas, hace uso de la práctica de quema para la disposición final de sus desechos; un 1.39% entierra los desechos, un 20.14% la deposita a cielo abierto y el restante 2.55% es recolectada por los camiones Municipales (Este servicio se brinda solamente para el centro turístico La Boquita).

⁸ Fuente Propia, datos recopilados del censo realizado en ambas localidades, Feb. 2007

⁹ “Estudios y Diseños Proyecto De Agua Potable Casares – La Boquita. Proyecto Is-16509, Municipio De Diriamba, Depto. De Carazo” elaborado por la Consultora Ingeniera Yalena Navarro

1.4.6. Otros Servicios

El 100% de las familias de las comunidades en estudio cuenta con el servicio de energía eléctrica domiciliar.

Existe el servicio de la red de comunicación telefónica convencional y el servicio de telefonía celular brindado por una compañía privada.

En relación al transporte público, el servicio que los usuarios reciben con la ciudad de Diriamba es de doble vía hasta la 5.30 pm. A partir de dicha hora, se suspende el servicio de transporte que los comunica con esta cabecera departamental.

1.5. Diagnostico del Sistema de Agua Potable de Casares y La Boquita.

El acueducto que abastecía parcialmente toda el área que se conoce como La Boquita tenía una configuración del tipo fuente- almacenamiento- red, administrado por INTURISMO, institución a quien pertenece.

La fuente la constituyó un pozo perforado de 130 pies de profundidad y revestido con tubería de 8 pulgadas de diámetro, tenía un caudal de 35 gpm explotado a razón de 12 horas al día. El agua de este pozo era de excelente calidad.

El bombeo se realizaba hacia un tanque 110,000 galones de capacidad, de este tanque sale una línea de conducción de 6 pulgadas de diámetro que llega hasta La Boquita. A través de esta línea se abastecía solamente las quintas que se encuentran ubicadas desde la entrada de Huehuate hasta La Boquita y el complejo turístico de INTURISMO.

La propia localidad de La Boquita únicamente contaba con dos puestos públicos a los cuales con mucha dificultad llegaba el agua, razón por la cual los habitantes en su gran mayoría tienen que comprar el agua y/o abastecerse del Río Tepano para cubrir sus necesidades de este vital líquido.¹⁰

1.5.1 Administración

Desde el año 1997, Casares carece de un sistema formal de suministro de agua potable por parte de ENACAL. Estimaciones realizadas por esta institución, para esa fecha, indicaban que el 90% de la red se encontraba deteriorada.

El acueducto que abastecía a las quintas de verano de Casares y a La Boquita, era administrado por la Delegación Regional de ENACAL.

Esta delegación de ENACAL había dispuesto un responsable de operación del pozo perforado existente; quien se encargaba del encendido diario del equipo de bombeo para el llenado del tanque de almacenamiento de 110,000 glns., propiedad de INTUR, para esta fecha nada de esto es posible según la entrevista realizada al Sr. Andrés Cruz Mendieta operario del sistema de bombeo de los pozos de ENACAL ubicados en Huehuate, debido a que el dueño legal (Julio Flores) de las tierras donde se ubican tanto el tanque como la estación de bombeo, dañó la tubería por conflictos en la comunidad.

¹⁰ Estudios y diseños finales del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de la Boquita departamento de Carazo.

Ing. Raduam Dipp Mairena

Instituto Nicaragüense de Acueductos y alcantarillados INAA

Agosto 1997



Fig. 1.2 y Fig.1.3 Estado actual de la tubería de conducción.

1.5.2. Descripción del sistema

El funcionamiento del acueducto que abastecía a las comunidades de Casares y La Boquita es del tipo Fuente (Pozo) → Tanque → Red.

1.5.3. Fuente de abastecimiento y obra de captación

La fuente de abastecimiento del sistema la constituyen las aguas subterráneas de la zona, captadas mediante un pozo perforado por INAA en el año 1996 e identificado como A-1-95-INAA., tiene un aproximado de 91.50 metros de profundidad.¹¹

1.5.3.1. Calidad del agua de la zona en estudio

La calidad de las aguas subterráneas en el municipio de Diriamba¹², específicamente en el sector de la faja costera comprendido entre San José, Santa Ana y La Boquita se caracteriza por ser bicarbonatadas sódicas ($\text{HCO}_3 - \text{Na}$) y en el sector del Río Seco, El Aguacate, Los Ángeles, Monte Fresco, La Trinidad, El Arroyito y San Antonio, se caracterizan por ser bicarbonatadas sódicas cálcicas ($\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{Na}$ y/o $\text{HCO}_3 - \text{Na} - \text{Ca}$).

En el sector de la costa comprendido entre Santa Rosa, Santa Ana y La Boquita las aguas se caracterizan por ser sulfatadas cálcicas sódicas y/o sulfatadas sódicas cálcicas ($\text{SO}_4 - \text{Ca} - \text{Na}/\text{SO}_4 - \text{Na} - \text{Ca}$).

Boro. El contenido de Boro en las aguas subterráneas en los alrededores del poblado de Diriamba, La Boquita y Huehueté varían entre 0.5 y 1.0 mg/litro. Lo que se considera aceptable para riego.

Sólidos Totales Disueltos. Los Sólidos Totales Disueltos. En el sector de Los Ángeles es de 500 mg/litro y en el sector comprendido entre La Boquita desembocadura del Río Grande y San Antonio los sólidos totales varían 500 y 1500 mg/l caracterizado como agua dulce permisible a agua dulce no permisible.

¹¹ Datos proporcionados por el estudio realizado a las localidades de Casares y La Boquita por la Ing. Yalena Navarro Cajina – Alcaldía de Diriamba.

¹² Análisis, Prevención y Mitigación de Desastres Naturales, Municipio de Diriamba. Consultor Carlos Láinez Granados. Octubre del 2003.

1.5.3.2. Antecedentes de Pozos Perforados¹³

Hasta hoy, en el área de Casares, La Boquita y Huehuete se han perforado 12 pozos para el suministro de agua potable para las localidades señaladas. (Ver figura 1.11 de Ubicación de Pozos al final de este Capítulo)

De los 12 pozos antes indicados; cuatro, tuvieron como finalidad dotar de agua a la comunidad de Huehuete; tres, a entregar a Casares y cinco; a dar agua a la comunidad de La Boquita.

Del total de pozos el más antiguo se perforó en el año 1974 y los más recientes los construyó la empresa M^c Gregor en el año 2003. La mayoría de los pozos fueron perforados por INAA-ENACAL. Todos los pozos se perforaron con máquina percusora, tienen profundidades entre los 59 y 400 pies, siendo las profundidades de 200 y 300 pies las más frecuentes.

Los diámetros de los agujeros van desde 10 hasta 16'' y están revestidos, en general, con tubería ciega y rejilla de 8'' de diámetro. Las rejillas son de tipo puente y tienen longitudes que oscilan entre 24 y 110'.

El espacio anular comprendido entre las rejillas y las paredes del agujero se rellena con grava fluvial. Sobre el empaque de grava tienen colocados sellos sanitarios de longitudes de 2° y 25 pies.

De los 12 pozos solamente el A-1-95 estuvo en servicio hasta el año 2004, de los once pozos restantes, dos pozos propiedad del INAA, localizados en las inmediaciones de La Boquita (pozos H-4-95 y H-5-95) fueron abandonados por la mala calidad del agua interceptada, otros tres pozos propiedad de ENACAL, localizados dos en las inmediaciones de Santa Rosa y uno (H-1-95) en las cercanías del pozo A-1-95 fueron abandonados por improductivos y mala calidad del agua interceptada.

El pozo I-2-89, localizado cerca de la orilla izquierda del río Grande y próximo al puente sobre la carretera Casares-Huehuete-Tupilapa, en los primeros años de servicio tuvo agua de buena calidad, pero al transcurrir los años la calidad del agua desmejoró hasta llegar a ser altamente salobre. La situación antes expuesta, obligó a sacarlo de servicio.

El pozo D-2-74, siendo a escasos 100-150 metros al este del pozo I-2-89, en el año 1992, se le practicó una operación de rehabilitación mediante el método de pistoneo, lamentablemente por causa de la operación mencionada se derrumbaron tramos de sus paredes, razón por la cual se sacó de servicio. Según análisis físicos-químicos, el agua de este pozo era de calidad mucho mejor que la del pozo I-2-89, sin embargo actualmente esta completamente salobre.

En el sector de La Trinidad y alrededores se han perforado tres pozos; dos al oeste del casco urbano perforados por INAA; dos en propiedad privada perforados en el sector de Amayito y Río Escondido.

Así mismo fue perforado un pozo en propiedad del señor Armel Gonzáles en el sector de Carril Guasimo, en el km 66.5, carretera Diriamba-Casares.

¹³ Estudio de pozos Casares-Huehuete-La Boquita, Dpto. de perforación de pozos.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

1.5.4. Estación de bombeo

De acuerdo a las investigaciones y visitas realizadas a la zona ya no existe el equipo de bombeo.

La tipología constructiva que presentaba la caseta es bien rústica, carece de repello y fino, siendo sus paredes de piedra cantera las cuales están a punto de colapsar debido al completo deterioro en que se encuentra.



Fig. 1.4. Antigua Caseta de control de equipo



Fig. 1.5 Pozo A-1-95-INAA Casares

1.5.5. Líneas de conducción y red de distribución

La línea de impulsión consistía en tubería de H. G. de 1 ½” de diámetro, la que extendía en aproximadamente 120 metros de longitud hasta su ingreso al tanque de almacenamiento existente.



Fig. 1.6 y Fig. 1.7 Estado de la sarta de salida del Tanque existente, propiedad de INTUR. La línea de conducción que sale del tanque de almacenamiento, está conformada por tubería PVC de 6” de diámetro, la que se extiende en una longitud aproximada a 4,000 metros.

Se observó que la tubería de la línea de conducción se encuentra dañada debido a que su instalación se realizó de manera deficiente, actualmente se encuentra expuesta al sol, perdiendo de esta manera su resistencia.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.



Fig.1.8 Tubería de 6" PVC SDR 26

Conforme a las investigaciones realizadas, la red de distribución de Casares está constituida por tuberías que van desde 1 ½" hasta 3" de diámetro, las que en su totalidad se encuentran en completo deterioro. Se conoció que dichas tuberías fueron instaladas de manera deficiente, sin el recubrimiento mínimo y con conexiones defectuosas¹⁴.

Mientras, la red de distribución de La Boquita cubría una parte de los sectores, mediante la instalación de aproximadamente 219.87 m de tubería PVC de 4" de diámetro; y al igual que la red de Casares su estado físico es lamentable.

1.5.6. Almacenamiento

Para la función de almacenamiento, el sistema contaba con un tanque de acero sobre suelo, distante unos 120 metros de la estación de bombeo.

El tanque de almacenamiento es de 110,000 galones de capacidad y pertenece al INTUR; y dispone de una sarta de salida de H:F. de 4" de diámetro; la que inmediatamente es ampliada a 6" de diámetro.

Aparentemente su estructura metálica se encuentra en mal estado físico, requiriendo sea remplazado.



Fig.1.9 y Fig. 1.10 Tanque Existente de 110,000 glns.
(Propiedad de INTUR)

¹⁴ Información presentada en la Memoria de Diseño de ENACAL en el año 1997.

1.5.7. Tratamiento

El agua extraída del pozo era sometida a desinfección como tratamiento preventivo antipatógeno, efectuándose mediante un dosificador de solución de cloro, del tipo Pulsatrón, que succiona la solución desinfectante de un balde plástico de 20 litros, sin tapa, colocado directamente sobre el suelo.

FIG.1.11 UBICACIÓN DE POZOS PERFORADOS



CAPITULO II

DESCRIPCION DEL SISTEMA PROPUESTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

La Alcaldía Municipal de Diriamba con apoyo del Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), han realizado con anterioridad tres estudios pretendiendo mejorar el actual servicio de agua potable brindado por ENACAL, los cuales han resultado fallidos.

La primer alternativa consistió en la construcción de pozos en la localidad de Casares, sin embargo esta no proporcionó la solución, debido a que no se efectuó un adecuado estudio hidrogeológico, obteniéndose una deficiencia en la producción de los pozos, sin mencionar la mala calidad del agua interceptada.

La segunda alternativa proponía la construcción de pozos en la localidad de la Trinidad, según estudios realizados en la zona se concluyó que el área de la Trinidad es apta para el aprovechamiento del agua subterránea pero la capacidad de los pozos (En este sitio se puede obtener una producción del orden de los 30 gpm en un pozo) no es suficiente para abastecer la demanda de la localidades en estudio sin mencionar las limitaciones de espacio para perforaciones de otros pozos.

La tercera alternativa era el aprovechamiento del agua superficial (Río Tepano). La selección de esta fuente de abastecimiento se fundamentó en aspectos asociados a la micro-cuenca (en términos de las variables asociadas a los parámetros de turbiedad, color verdadero, hierro, coli-fecal y presencia de plaguicidas organoclorados), las que apuntan a un riesgo sanitario relevante de nivel moderado.

La alta complejidad de esta alternativa y el elevado costo de la misma (US\$ 1,061,972.660), influyó para que no se tomara en cuenta como una posible solución.

La cuarta alternativa es la presentada por los investigadores. En función de las características de la fuente de Abastecimiento esta propuesta consiste en la construcción de un pozo en la localidad de Jobo Dulce-Diriamba.

Según registros de pozos de comunidades aledañas a la zona como San Gregorio, El Carrizal y un pozo privado ubicado en Jobo Dulce, revelan que tanto la capacidad como la calidad de la fuente son aptas para ser aprovechadas.

Se proyecta un acueducto conformado por: Obra de Captación de aguas subterráneas - Estación de Bombeo -Línea de Conducción por Bombeo- Línea de Conducción por Gravedad - Tratamiento básico (cloración) - Tanque Proyectado. -Redes de Distribución de Casares y La Boquita.

A continuación se presenta una descripción de los diversos elementos y aspectos considerados en la elaboración del sistema proyectado:

2.1. Fuente de Abastecimiento y Obra de Captación.

La fuente de abastecimiento del acueducto es el aprovechamiento del agua subterránea en la localidad de Jobo Dulce. Las coordenadas del sitio propuesto para la perforación del pozo son 057°97'92" de longitud este y 130°66'72" de latitud Norte. (Ver figura 2.1 localización pozo-tanque, Jobo Dulce) Para efectos de cálculo en el diseño se utilizó las

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

pruebas de bombeo y/o características de los pozos más cercanos (San Gregorio), además se pudo constatar mediante pruebas de laboratorios que estos satisfacen los requerimientos para consumo humano. La producción del pozo supera la demanda de agua para fines del período de diseño. Ver en Anexo II el Registro de Pozo de San Gregorio

Es importante mencionar que hay un pozo perforado que se encuentra más cercano al sitio propuesto (Jobo Dulce); sin embargo no se tuvo acceso a las pruebas de bombeo del mismo, debido a que este pozo es privado y el dueño no autorizó a la Mc.Gregor (empresa perforadora) brindar información. Ver Fig.5 Ubicación de pozos aledaños al pozo propuesto en Anexo V

2.2. Estación de Bombeo.

En función del tipo de fuente de abastecimiento de agua seleccionada en el numeral anterior se diseña la estación de bombeo que dispondrá de una sarta de bombeo que servirá para transportar el agua de la parte más baja en el pozo a la parte más alta en el tanque, considerando un tratamiento antes de llegar al tanque, en el pozo se instalará la columna y la tubería de descarga.

El equipo de bombeo dispondrá de sus respectivos paneles y circuitos eléctricos así como su sarta de bombeo.

2.3. Línea de Conducción por Bombeo (del pozo al tanque de almacenamiento).

El agua será conducida desde el pozo hasta el tanque a través de una línea de conducción de 1450 m de longitud con un diámetro de 100 mm, la tubería será de PVC-SDR-26.

2.4. Línea de Conducción por gravedad (del tanque de almacenamiento a la ciudad).

La longitud de la línea de conducción desde el tanque hasta el empalme (derivación) de Casares y La Boquita es de 19,361.3044 m, del empalme inicio de red La Boquita tiene una longitud de 68.38m y del empalme a inicio de red Casares tiene una longitud de 141.47m. Toda la tubería será de PVC-SDR-26.

La trayectoria proyectada a seguir por la Línea de Conducción desde el tanque de almacenamiento hasta las redes de distribución de cada poblado es paralela a la carretera.

OBSERVACIÓN: Debido a que no se cuenta con la topografía de la carretera Diriamba-Casares-La Boquita, las cotas en los tramos o estacionamientos se realizaron conforme planos geodésicos.

2.5. Red De Distribución de Casares y La Boquita.

Se proyecta un sistema de distribución completamente nuevo, el cual tendrá una longitud total aproximada de 10,690.75 metros; de los cuales. 7,360.88 m corresponden a la red de distribución de Casares y los restantes 3,329.87 m a la red de La Boquita.

Todas las tuberías propuestas tendrán capacidad para satisfacer la demanda máxima horaria al final del período de diseño del total de la población de Casares y La Boquita, de acuerdo a los rangos de velocidades y presiones establecidas en las normas de diseño de INAA.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Dicha red será dotada de válvulas reguladoras de flujo y accesorios que permitan la operatividad del sistema y su correcto funcionamiento hasta el final del período de diseño.

2.6 Tanque De Almacenamiento.

Esta obra estará localizada según las coordenadas 057°92'95" de longitud este y 130°52'49" de latitud Norte: a 1450 m del pozo localizado en Jobo Dulce .Ver figura 2.1.



Fig. 2.1 Localización Pozo-Tanque, Jobo Dulce

2.7 Tratamiento.

2.7.1 Calidad del Agua tratada.

Es claro que es de vital significado tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad en su conjunto contar con un abastecimiento de agua seguro y satisfactorio para propósitos domésticos tales como el consumo, la preparación de alimentos y la higiene personal. Para cumplir este propósito el agua debe estar exenta de organismos capaces de originar enfermedades y de cualquier mineral o sustancia orgánica que puede producir efectos fisiológicos perjudiciales. Para fomentar el consumo de este líquido el agua debe de ser aceptable desde el punto de vista estético, por ejemplo, estar exenta de turbiedad, color y olor perceptibles así como de cualquier sabor desagradable y tener una temperatura razonable. El agua que cumpla estos requisitos recibe la denominación de agua potable, lo

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

que significa que puede consumirse en cualquier cantidad sin provocar efectos perjudiciales para la salud.

2.8. Nivel De Servicio.

El servicio será brindado a la población mediante un total de 443 conexiones domiciliarias; de las cuales, 307 corresponden a la red de Casares; 136 a la red de La Boquita; esto permitirá obtener una cobertura del 100 % de las viviendas de las localidades atendidas con el sistema de agua potable.

Las conexiones domiciliarias serán de 0.038m (½”) y contarán de tuberías y accesorios, medidor de agua fría y caja de medidor.

2.9 Obras complementarias

Entre otras obras contempladas a ejecutarse con el objeto de completar y complementar el sistema, se encuentran las siguientes:

1. Caseta de operador, controles eléctricos, cloración.
2. Letrinas
3. Cercado de los predios
4. Energización de los predios para el equipo de bombeo.
5. Obras menores tales como andenes, losa bajo la sarta para evitar erosión, cruces de puentes, alcantarillas, cajas de protección de válvulas, bloques de reacción, entre otros.

CAPITULO III

ESTUDIO DE POBLACIÓN Y CONSUMO DE AGUA

3.1 Población Permanente Actual.

Como parte de los alcances del presente trabajo se efectuó un censo poblacional que abarcó al 100 % de las viviendas de las localidades objeto del estudio.

Tomando como base el censo realizado (1995) y el censo que se efectuó por los investigadores (Febrero 2007) a la población que abarcó al 100 % de las viviendas de las localidades objeto del estudio.

Se conoció que la población actual de Casares es de 1574 y de La Boquita es de 720 habitantes; para un total de 443 viviendas que equivalen a 2,294 habitantes, por tanto su índice de hacinamiento ahora será de 5.18 Hab/vivienda.

3.2 Crecimiento Histórico de La Población Permanente.

El crecimiento histórico de la localidad se analizó en base a los datos recopilados de los censos nacionales efectuados en el año 1995 por el INEC y el censo realizado en el año 2007 para la población de las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 3.2 Censo de Población de las localidades en estudio.

Año	Habitantes localidad Casares	Habitantes localidad La Boquita
1995	1,342	449
2007	1,574	720

En base a los datos anteriores, se determinó el ritmo de crecimiento geométrico de la población. Los resultados obtenidos son del 4% y 2.5% respectivamente.

3.3 Proyección de La Población Futura de Las Localidades a Beneficiar.

Para el cálculo de la proyección de población se hizo uso del método de proyección geométrica, ya que este es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija siendo el de mayor uso en Nicaragua y el recomendado en las Normas.

Además se calculó un constante de crecimiento que será el valor a adoptar para estimar la población futura de la localidad para el período de diseño considerado (20 años).

La expresión utilizada es:

$$k_g = \left(\frac{P_o}{P_p} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde:

k_g : Constante de crecimiento.

n : Período de diseño.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

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

En donde:

P_o : Población del año base.

P_n : Población futura en el año "n"

r : Razón de crecimiento.

Ejemplo:

Casares

Constante de crecimiento

$$K_g = (1574/1342)^{1/12} - 1 = 0.0134 * 100 = 1.34\% < 2.5\%$$

Por lo tanto proyectar en base al 2.5%

Población futura para el 2027

$$P_n = 1574(1+0.025)^{20} = 2579 \text{ hab.}$$

A continuación se presentan las tablas con las proyecciones de la población.

Tabla 3.3.1. Población Futura de Diseño “Casares”

Año	Cte. de Crecimiento (%)	Población
1995	2,50	1342
2007	2,50	1574
2012	2,50	1781
2017	2,50	2015
2022	2,50	2280
2027	2,50	2579

Tabla 3.3.2. Población Futura de Diseño “La Boquita”

Año	Cte. de Crecimiento (%)	Población
1995	4	449
2007	4	720
2012	4	876
2017	4	1066
2022	4	1297
2027	4	1578

3.4 Consumo Unitario y Proyección de Consumo.

En base a la información recabada durante el censo poblacional y las encuestas socio-económicas, se ha considerado brindar una cobertura de servicio mediante conexión domiciliar al 100% de la población permanente durante todo el período de diseño.

Según la Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua de INAA, se adoptará un valor de dotación correspondiente a 75 lppd.

En relación a la estimación del consumo comercial que representan las instalaciones turísticas existentes en ambas localidades objeto de estudio (Casares y La Boquita), las normas de INAA no especifican valores de dotación de agua para el caso particular de

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

restaurantes y bares, sin embargo establece considerar el consumo comercial como un 7% del Consumo Promedio Diario Doméstico.

También se ha considerado aplicar un factor del 20% del consumo promedio total que representan las pérdidas que se pudiesen generar a lo largo del período de diseño en el sistema.

Por otra parte, se considera adecuado adoptar un consumo público o institucional equivalente al 7% del consumo promedio diario doméstico que representa la población permanente a fin de atender la demanda del puesto de salud y centros escolares existentes.

A continuación se presenta un ejemplo del cálculo realizado en la Proyección de Demanda de Agua para Casares. Este mismo procedimiento se realiza para la localidad de La Boquita

$$Pob_{2012} = 1,574 (1 + 4/100)^5 = 1,781 \text{ hab.}$$

$$\text{Dotación según normas de ENACAL} = 20 \text{ gal/hab} \cdot \text{día}$$

$$CDPT = 1,781 \cdot 20 = 35,620 \text{ gpd} = 1.56 \text{ lps}$$

$$CC = 1.56 \cdot 0.07 = 0.11 \text{ lps}$$

$$CP = 1.56 \cdot 0.07 = 0.11 \text{ lps}$$

$$\text{Fugas} = 1.56 \cdot 0.20 = 0.31 \text{ lps}$$

$$CDPT = 1.56 + 0.11 + 0.11 + 0.31 = 2.09 \text{ lps}$$

$$CMD = 2.09 \cdot 1.5 = 3.14 \text{ lps} = 49.84 \text{ gpm}$$

$$CMH = 2.09 \cdot 2.5 = 5.23 \text{ lps} = 83.02 \text{ gpm}$$

En las siguientes tablas se muestran los resultados de las restantes proyecciones.

Tabla 3.4.1 Proyección de Demanda de Agua “Casares”.

Año	Pob.	Dotación g/hab*d	CDPT (gpd)	CDPT (lps)	C.C. (lps)	C.P (lps)	Fugas (lps)	CDPT (lps)	CMD=CDPT x 150%		CMH = CDPT x 250%	
									(lps)	(gpm)	(lps)	(gpm)
2012	1781	20	35620	1,56	0,11	0,11	0,31	2,09	3,14	49,84	5,23	83,02
2017	2015	20	40300	1,77	0,12	0,12	0,35	2,36	3,54	56,19	5,9	93,65
2022	2280	20	45600	2,00	0,14	0,14	0,40	2,68	4,02	63,81	6,7	106,35
2027	2579	20	51580	2,26	0,16	0,16	0,45	3,03	4,55	72,22	7,58	120,32

Tabla 3.4.2 Proyección de Demanda de Agua “La Boquita”.

Año	Pob.	Dotación (g/hab*día)	CDP (gpd)	CDP (lps)	C.C. (lps)	C.P (lps)	Fugas (lps)	CDPT (lps)	CMD = CDPT x 150%		CMH = CDPT x 250%	
									(lps)	(gpm)	(lps)	(gpm)
2012	876	20	17520	0,77	0,05	0,05	0,15	1,02	1,53	24,29	2,55	40,48
2017	1066	20	21320	0,93	0,07	0,07	0,19	1,26	1,89	30	3,15	50
2022	1297	20	25940	1,14	0,08	0,08	0,23	1,53	2,3	36,51	3,83	60,79
2027	1578	20	31560	1,38	0,10	0,10	0,28	1,86	2,79	44,29	4,65	73,81

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Pob.=Población futura.

Dotación (g/hab*día) = Según la Normas Técnicas de INAA, se adoptará un valor de 75 lppd equivalente a 20g/hab*día.

CDP (gpd)=Consumo diario promedio en galones por día.

CDP (lps)=Consumo diario promedio en litros por segundos.

CC (lps)= Consumo comercial en litros por segundos

CP (lps)= Consumo publico en litros por segundos.

Fugas (lps)=Perdidas en el sistema en litros por segundos.

CDPT (lps)=Consumo diario promedio total en litros por segundos.

CMD (lps) (gpm)=Consumo máximo diario en litros por segundos y en galones por día.

CMH (lps) (gpm)=Consumo máximo horario en litros por segundos y en galones por día.

- **La demanda total futura del proyecto será la correspondiente suma de la demanda futura de Casares mas la demanda futura de la Boquita es decir:**
4.55 l/s + 2.79 l/s =7.34 l/s equivalentes a 116 gpm

3.5 Conexiones Domiciliars.

Con el fin de proyectar las conexiones a lo largo de todo el período de diseño se ha considerado que el índice de hacinamiento actúa de 5.13 y 5.29 para Casares y La Boquita respectivamente y permanecerá inalterado a lo largo de todo el período y en función de esto y de las proyecciones de población permanente anteriormente realizadas,

A continuación se presentan la proyección de conexiones domiciliars.

Conexión = Población/índice de hacinamiento

Conexión Casares=1574/5.13=307

Tabla N° 3.5 Proyección de Conexiones Domiciliars

Año	Casares		Boquita		AMBAS LOCALIDADES		Medidor domiciliars a comprar
	Población	Conexiones	Población	Conexiones	Población	Conexiones	
2007	1574	307	720	136	2294	443	443
2008	1613	314	749	142	2362	456	13
2012	1781	347	876	166	2657	513	15
2022	2280	444	1297	245	3577	690	20
2027	2579	503	1578	298	4157	801	24

CAPITULO IV

CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño empleados en la elaboración del sistema de abastecimiento de agua potable, se definen a continuación:

4.1 Periodo de Diseño.

- El equipo de bombeo fue estimado en base a la demanda de máximo día para el fin del año 20 de vida del proyecto.
- El diseño de las líneas de conducción, red de distribución y tanque de almacenamiento, está propuesto para cubrir un horizonte de vida de 20 años.

4.2 Población de Diseño.

La razón de crecimiento empleada para la población permanente fue de 4% para La Boquita y 2.5% para Casares.

En la proyección de la población permanente se empleó el método geométrico, según recomendaciones de las normas técnicas de INAA.

4.3 Nivel De Servicio.

El servicio de agua potable será brindado mediante el uso de conexiones domiciliarias de ½” de diámetro al 100% de la población de ambas localidades.

4.4 Dotación de Agua.

Para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de la población proyectada fueron empleados los valores de dotaciones de agua según las Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua de INAA:

Según el rango de población de (0-5000) habitantes:

Población permanente: 75 lppd.= 20gpd

Un 7% del valor de dotación de la población permanente a fin de considerar el consumo público o institucional

Al valor del Consumo Promedio Diario, se le afectó por un 20 % en concepto de pérdidas, según lo establecido por dichas Normas.

4.5 Capacidad de La Fuente de Abastecimiento.

La fuente de abastecimiento a utilizar son las aguas subterráneas existentes en la zona, explotadas mediante la perforación de pozo, con capacidad suficiente para garantizar el consumo de máximo día para fines del período de diseño.

4.6 Variaciones de Consumo.

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

Estos valores son los siguientes:

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

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

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

- ✓ La línea de conducción desde la captación – tratamiento - estación de bombeo - tanque de almacenamiento fueron diseñadas considerando un factor de 1.5 veces el Consumo Promedio Diario.
- ✓ Las redes de conducción y distribución fueron diseñadas tomando en cuenta el factor máximo horario, correspondiente a 2.5.

4.7 Volumen de Almacenamiento.

- ✓ 40% del C.P.D., el cual incluye un 25% correspondiente al volumen compensador y un 15% de reserva ante eventualidades y/o emergencia.

4.8 Velocidad en La Red de Distribución.

La velocidad del flujo está entre 0.40 y 2.0 mps.

Para aquellos tramos cuyas velocidades resultaron menores a la mínima permisible recomendada en las Normas de Diseño, prevaleció el criterio del diámetro mínimo, estableciéndose el empleo de tuberías de 2”.

4.9 Presiones Mínimas Y Máximas.

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 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

Este rango de presiones se encuentra en los valores establecidos en las Normas para el Diseño de Abastecimiento de Agua en el Sector Rural de INAA.

4.10 Golpe de Ariete

Siempre que un líquido está circulando por una tubería con régimen permanente, y en un determinado momento se maniobra sobre algún elemento de la instalación (una válvula que se cierra o se abre, variación del régimen de las bombas, parada de ella, etc.), instantáneamente o empleando cierto tiempo, se producen variaciones de caudal y de presión. A este fenómeno se le conoce por **golpe de ariete**.

Se determinará el Golpe de Ariete en las tuberías de la línea de conducción por bombeo.

A la presión ocasionada por el golpe de ariete se debe sumar la presión de servicio.

Las variaciones de presión y caudal que dan lugar al golpe de ariete se propagan a través de toda la masa líquida como un movimiento ondulatorio. La velocidad de propagación de la onda se denomina celeridad, y es función del módulo de elasticidad de la tubería. Cuanto más bajo sea dicho valor (más deformable la tubería), más baja es la velocidad de propagación de la onda y con ella disminuye el valor de la sobre presión que puede originarse en la tubería.

Los golpes de ariete tienen aproximadamente la misma magnitud en tubos de acero, fundición y productos de cemento. Esto es así a pesar de que estos materiales tienen módulos de elasticidad muy distintos, ya que son compensados por los grandes espesores de los tubos de hormigón y amianto-cemento. Los golpes de ariete en los plásticos son de 40 a 60% menores. Se deduce, pues, que si el golpe de ariete depende del módulo de elasticidad y, como ya ha quedado dicho, es tanto mayor cuanto mayor es este último, el PVC lleva ventaja sobre otros materiales.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Ahora bien, a pesar del buen comportamiento de estos materiales, el número de maniobras que efectúan algunas instalaciones y en consecuencia las sobre presiones que reciben las tuberías, podrían llegar a provocar una fatiga cíclica de la misma, y por lo tanto, según la intensidad de las sobre presiones, como medida de seguridad a largo plazo, es aconsejable la instalación de algún dispositivo para su atenuación, como por ejemplo:

- Válvulas de retención.
- Retardador de parada del grupo de bombeo mediante volante de inercia.
- Deposito de aire.
- Pulmón neumático.
- Chimenea de equilibrio.
- Ventosas.
- Válvulas de seguridad.

4.11. Indicadores Técnicos Del Proyecto:

A continuación se presentan un listado de los principales datos técnicos que caracterizan el proyecto.

1. Calidad físico-química del agua: Buena (Véase resultados de Análisis laboratorio en Anexo II.)
2. Número actual de viviendas: 443
3. Población permanente actual total, 2007: 2,294 habitantes
4. Índice de hacinamiento: 5.18 hab./vivienda.
5. Período de diseño: 20 años
6. Taza de crecimiento poblacional aplicada: 4% para La Boquita y 2.5 % para Casares.
7. Población al final del Período de diseño: 4,157 hab. (para 2027)
8. Dotación de agua: 20 gppd
9. Porcentaje de pérdidas: 20%
10. Caudal de explotación, primer decenio: 86.190 gpm
11. Caudal de explotación, fin Período de diseño: 116.510 gpm
12. Consumo máxima hora, primer decenio: 143.650 gpm
13. Consumo máxima hora, fin período de diseño: 194.130 gpm
14. Conexiones domiciliarias: 443 (2027)

CAPITULO V ESTUDIO DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO

5.1 Reconocimiento de Fuentes Potenciales.

5.1.1 Aguas Superficiales.

Los ríos en esta zona están localizados en la Cuenca Hidrográfica 68, de la vertiente del pacifico de Nicaragua. La Cuenca 68 comprende el área entre el río Tamarindo y el río Brito, ambos desembocan en el Océano Pacífico, al Norte de La Boquita (ver mapa 1).



Los ríos que comprenden esta cuenca son: Soledad, El Carmen, Citalapa, El Jordan, La Juniapa, Tepano y Grande de Carazo. Existen otras corrientes de agua intermitentes de menor importancia. Las cuencas de estos ríos se caracterizan por ser de forma alargada, con fuertes pendientes y patrón de drenaje paralelo.

Los suelos consisten en depósitos areno arcillosos en las zonas planas y arenosos de origen volcánico en las zonas elevadas de la cadena volcánica. El uso del suelo es agrícola muy intensivo, hay grandes áreas de bosque ralo, por lo que la capacidad de infiltración de la zona se considera que varía de media a alta.

El Río Amayito es un afluente del Río Grande de Carazo; y el Río Tepano con un caudal de 75.90 lps, esta formado por dos afluentes principales que son casi paralelos, los Ríos Cholapa y La Trinidad, siendo éste último el de mayor caudal por poseer mayor área tributaria. La cuenca es alargada con un ancho promedio de 5.0 Km y una longitud de 26.0 Km aproximadamente. El punto más elevado de la cuenca es de 720.0 msnm y el más bajo es el nivel del mar.

La fuente antes mencionada se rechazó debido a que la obra de captación era técnicamente más compleja, pues requiere mayor cantidad de obra a construir, y está representado por Obra de Captación superficial (Río Tepano) → Línea de conducción por Gravedad → Obras de Pre-tratamiento → Estación de Bombeo → Línea de Conducción por Bombeo →

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Filtración Lenta y Desinfección → Tanque Proyectado de 85,000 glns. → Línea de Conducción por Gravedad → Redes de Distribución de Casares y La Boquita.

5.1.2 Aguas Subterráneas.

El área de Casares y La Boquita no posee un manto acuífero apto para la perforación de pozos, ya que de los ocho pozos perforados, ninguno de ellos se encuentra en funcionamiento debido a la improductividad y mala calidad del agua. Ver antecedentes de pozos en el capítulo I.

El área de La Trinidad, en comparación a zonas más cercanas a las localidades a abastecer (Casares y La Boquita), es la que presenta mejores perspectivas desde el punto de vista hidrogeológico con respecto a la cantidad y calidad del agua. En este sitio se puede obtener una producción del orden de los 30 gpm en un pozo, sin embargo existen limitaciones de espacio para perforaciones de otros pozos, por tanto no es factible satisfacer la demanda de agua potable del proyecto.¹⁵

Los estudios hidrogeológicos que se han realizado en el sector de Jobo Dulce y alrededores revelan la potencialidad del manto acuífero existente, esto se debe a que el acuífero del área se encuentra en la unidad hidrogeológica de La Formación La Sierra, con características que indican una serie de terrenos volcánicos que constituyen un acuífero de buena permeabilidad y propiedades hidráulicas y químicas muy importantes para la explotación y manejo del mismo. Ver fig 5.1.

Los parámetros hidráulicos del acuífero son de mediana a alta representatividad para su explotación, la transmisibilidad es mayor a 3000 gpm/pies, el coeficiente de almacenamiento representa a un acuífero confinado el que anda por el orden de 10^{-4} .

La superficie freática del agua subterránea puede variar entre los 450 y 500 pies considerando criterios prácticos que manifiestan que la configuración de la superficie freática es bastante similar a la superficie del terreno, por consiguiente el agua subterránea se mueve en la misma dirección de la inclinación del terreno, pero con una pendiente mucho menor que la superficie del terreno.

La recarga del acuífero proviene en su mayoría del flujo subterráneo procedente de la Meseta de Carazo, originado por las infiltraciones de las aguas de lluvias, así como de las infiltraciones de las aguas superficiales a través de las paredes y fondo de algunos pocos cauces de ríos vecinos al área. Ver fig 5.2.

Los descensos regionales registrados en el área oscilan entre 20 y 70 pies durante un bombeo continuo de 24 horas en caudales de 200 a 450 gpm.¹⁶

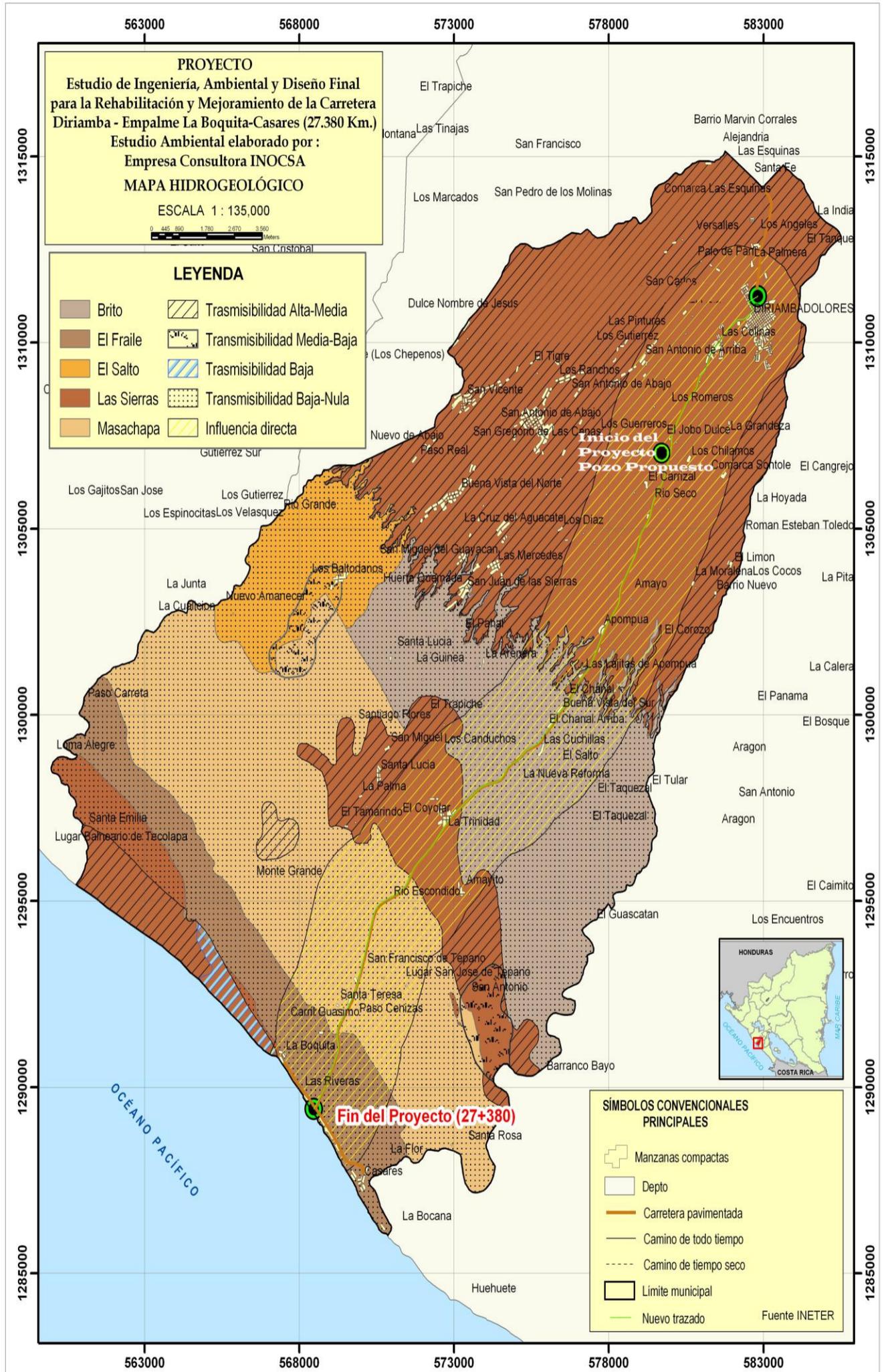
Las características antes expuestas sugieren la construcción de un pozo el cual estaría en capacidad de suplir la demanda de agua para fines de diseño.

¹⁵ Estudio de pozos Casares-Huehuete-La Boquita
Dpto. de perforación de pozos. ENACAL

¹⁶ Reconocimiento Hidrogeológico, El Carrizal Km. 45 carretera Diriamba-La Boquita.
Ing. Martha Espinoza Ruiz Msc., Dpto. de perforación de pozo ENACAL

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Fig 5.1 Mapa Hidrogeológico



Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

5.2 Características de la zona de estudio (Jobo Dulce)

Regionalmente, la secuencia estratigráfica del área en referencia se caracteriza por: Suelos Residuales (Qr) y Aluviales (Qal) del Pleistoceno Superior- Holocénico y el Grupo Las Sierras (TQps) del Plio Pleistoceno.

La Formación Brito (Teb) no aflora en el área, sin embargo por su posición estructural se sabe que se encuentra en profundidad, formando el basamento local.

La geología del área en estudio, la constituye el Grupo Las Sierras (TQps), descrita como una secuencia de rocas marinas, compuesto esencialmente de depósitos piroclásticos de lapilli, pómez y cenizas de mediana compactación. El espesor máximo medido del Grupo Las Sierras es de 650 mts.

Esta formación de edad Plio-Pleistoceno, de origen volcánica, tiene un comportamiento de infiltración variable de acuerdo con la pendiente que se presenta (Zonas de escarpas, hasta áreas de 2.4%), como también a la presencia de capas de suelos que están más desarrolladas en las partes topográficamente bajas de los afloramientos piroclastos forman los principales acuíferos de este grupo.

5.3. Control de Calidad del Agua.

La evaluación de la calidad del agua proveniente de las fuentes potenciales en estudio, se realizó con el objetivo de determinar el grado de contaminación y tipo de tratamiento a efectuar; a fin de asegurar la potabilidad del agua a ser suministrada a los usuarios del sistema.

Se le efectuó un análisis al agua del pozo privado ubicado en Jobo Dulce propiedad del Sr. Segundo Calonje Espinoza; con la cooperación del operador del pozo se permitió extraer un galón con agua, cantidad suficiente para realizar el análisis, además, él mismo facilitó los datos obtenidos de un análisis bacteriológico realizado al agua del pozo en Enero del 2006 por el laboratorio médico químicos Dr. Bengoecheas, km. 5 ½ carretera Masaya. Teléfono: 277-2145 Managua Nicaragua.

En este análisis se presenta:

Muestras	Presuntiva de Coliformes	Confirmatoria Coniformes (Coniformes Totales) NMP/100ml	Coniformes e Coli	NMP/100ml	
Agua de pozo	0/5	-----	<1.1	-----	<1.1

Nota: Desde el punto de vista bacteriológico a esta fecha esta agua es apta para el consumo humano según normas de la OMS.

Un NMP x 100ml de conforme confirmados <1.1 es satisfactoria para consumo humano

Un NMP x 100ml. Significa: número más probable de bacterias en referencias contenidas en 100ml de la muestra. Método SMWWXX Edi 9221B, 9221C (5 x 20ml). Se da únicamente de la muestra presentada.¹⁷

¹⁷ Análisis industrial # 8760. Muestra: Agua de Pozo. Km. 46 ½ Carretera Diriamba La Boquita. Fecha 26/01/2006. n/Ref LB/19,911. Pozo privado propiedad de Sr. Segundo Calonje Espinoza.

5.3.1. Calidad de agua del pozo privado ubicado en Jobo dulce.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis físico químico realizado por los laboratorios del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA-UNAN) al agua del pozo antes mencionado, se determinó que la muestra de agua identificada presenta valores que se encuentran dentro de los límites máximos admisibles, estos valores son los establecidos como normas de calidad para aguas de consumo humano (INAA, 2001; OMS, 1995; CAPRE, 1993). El resultado del examen es presentado en el Anexo II

Del examen se interpreta que los parámetros de Contaminación Antropogénica tales como Nitratos (< 50), Cloruros (< 250), Potasio (< 10) se encuentran dentro de los límites permisibles. En lo referente a los parámetros Estéticos: Color, Dureza Total y Turbidez, los valores se hallan por debajo del rango de detección.

Los Nitritos como indicadores de Actividad Microbiana de igual manera presentan valores aceptables.

El Sodio (< 100), el Hierro Total (<0.3), y los parámetros de Control Químico en plantas de tratamientos (Alcalinidad, Bicarbonatos, Carbonatos) en su función de neutralizar ácidos, están localizados por debajo del límite de detección.

El Fluor no debe ser <0.5 ni >1.5, la muestra presenta un valor de 0.26 por debajo del rango permisible, sin embargo este no es un parámetro considerado como tóxico y que afecte la calidad del agua.

CAPITULO VI

ESTACION DE BOMBEO

La estación de Bombeo estará conformada por un pozo perforado con un equipo de bombeo sumergible, para su selección se tomaron en cuenta los factores de diseño especificados en las Normas de diseño para agua potable:

Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuadas a pozos cercanos a Jobo Dulce. (Ver información del diseño de Pozo San Gregorio en Anexo II)
Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.

6.1 Cálculo Hidráulico

Para el diseño del equipo de bombeo se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

Diámetro de descarga:

$$\phi = 1.3X^{0.24} * \sqrt{Q}$$

Donde:

Φ =Diámetro de descarga en pulgadas.

X=Nº de horas de bombeo por día /24horas

Q=Caudal máximo diario en m³/s.

Carga Total Dinámica:

$$CTD = NB + h_{fTotal}$$

$$NB = NEA + \text{Variación Estacionaria} + \text{Abatimiento}$$

$$h_{fcolumna} = 10.54 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \left(\frac{L_{Columna}}{\phi_{columna}^{4.87}} \right)$$

$$h_{fDescarga} = 10.54 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \left(\frac{L_{LineaCond}}{\phi_{LineaC.}^{4.87}} \right)$$

$$h_{fLocales} = h_{fLocal.descarga} + h_{fLocal.Tanque}$$

$$h_{fTotal} = h_{fColumna} + h_{fDescarga} + (h_{fLocal.descarga} + h_{fLocal.Tanque})$$

Donde:

CTD= Carga Total Dinámica en mt.

NB=Nivel más bajo del agua durante el bombeo en mt.

h_{fcolumna}=Pérdida en la columna de agua en mt.

h_{fdescarga}=Pérdida en la descarga en mt.

H_{Local}: Pérdida locales en la descarga y en la entrada del tanque en mt.

h_{total} =Pérdida total en el sistema en mt.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Potencia de la bomba:

$$P_w = \frac{Q * CTD}{3960 * \eta}$$

Donde:

P_w : Potencia de la bomba en HP

Q: Caudal máximo diario para el fin del período de diseño (7.34 lps)

CTD: Carga Total Dinámica en metros.

3960: Factor de conversión de unidades.

η : Eficiencia de la bomba

Potencia del Motor

$$P = \frac{P_w}{n}$$

Donde:

P: Potencia del motor en HP

P_w : Potencia de la bomba en HP

n: Eficiencia del motor.

6.1.1 Cálculo hidráulico para la Estación de Bombeo

Datos obtenidos del registro del pozo de San Gregorio:

-NEA= 240 pies

-Variación Estacionaria= 0.7 pies/año * 20 años = 14 pies

-Abatimiento= 40 pies

-Horas de Bombeo = 16h.

-Longitud de la Columna= 460 pies = 140.208m

Longitud de la Línea de Conducción Pozo-Tanque= 1450m

CMD= 7.34l/s

Diámetro de descarga.

$$X = \frac{16 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} = 0.667$$

$$\phi = 1.3 * (0.667)^{0.25} * \sqrt{0.00734 \text{ m}^3 / \text{s}} = 0.101 \text{ m} \approx 4"$$

$$NB = 240 \text{ pies} + 40 \text{ pies} + 14 \text{ pies} = 294 \text{ pies} \approx 300 \text{ pies} = 91.46 \text{ m}$$

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Perdidas locales Descarga		
Accesorio	Leq. (m)	CHW
Válv. de pie c/coladera	23,00	130
Tee salida lateral	6,70	100
Válvula Compuerta	0,70	130
Válv. de retención horiz.	6,40	130
Válvula Compuerta	0,70	130
Codo de 45°	1,50	100
Codo de 45°	1,50	100
Tub.Sarta =	3,00	100
	Leq. (m)	Hf (m)
Hierro Galv.	12,70	0,208
Hierro Fund.	30,80	0,310

Pérdidas Locales en la descarga:

$$Hf_{fundido} = 10.54 * \left(\frac{116.5 \text{ gpm}}{130} \right)^{1.852} * \left(\frac{30.80 \text{ m}}{4 \text{ plg}^{4.87}} \right) = 0.310 \text{ m}$$

$$Hf_{galvaniza\phi} = 10.54 * \left(\frac{116.5 \text{ gpm}}{100} \right)^{1.852} * \left(\frac{12.70 \text{ m}}{4 \text{ plg}^{4.87}} \right) = 0.208 \text{ m}$$

Pérdidas en la Columna con $\phi = 3''$:

$$Hf_{columna} = 10.54 * \left(\frac{116.5 \text{ gpm}}{100} \right)^{1.852} * \left(\frac{140.208 \text{ m}}{3 \text{ plg}^{4.87}} \right) = 9.311 \text{ m}$$

Pérdidas en la descarga

$$Hf_{descarga} = 10.54 * \left(\frac{116.5 \text{ gpm}}{150} \right)^{1.852} * \left(\frac{1450 \text{ m}}{4 \text{ plg}^{4.87}} \right) = 11.192 \text{ m}$$

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Perdidas locales Entrada Tanque		
Accesorio	Leq. (m)	CHW
Codo de 45°	1,50	100
Válvula Compuerta	0,70	130
Codo de 90°	2,80	100
Codo de 90°	2,80	100
Codo de 45°	1,50	130
Salida de tubería	3,20	100
Tub.entrada =	10,00	100
	Leq. (m)	Hf (m)
Hierro Galv.	20,30	0,332
Hierro Fund.	2,20	0,022

Pérdidas Locales en la Entrada del Tanque:

$$Hf_{galvanizado} = 10.54 * \left(\frac{116.5 \text{ gpm}}{100} \right)^{1.852} * \left(\frac{20.30 \text{ m}}{4 \text{ plg}^{4.87}} \right) = 0.332 \text{ m}$$

$$Hf_{fundido} = 10.54 * \left(\frac{116.5 \text{ gpm}}{130} \right)^{1.852} * \left(\frac{2.20 \text{ m}}{4 \text{ plg}^{4.87}} \right) = 0.022 \text{ m}$$

Pérdida Total:

$$Hf_{total} = 11.192 \text{ m} + 9.311 \text{ m} + 0.872 \text{ m} = 21.375 \text{ m}$$

$$CTD = 91.460 + 21.375 = 112.838 \text{ m} = 370.200 \text{ pie}$$

Potencia de la Bomba:

$$P_B = \frac{116.5 \text{ gpm} * 370.127 \text{ pies}}{0.75 * 3960} = 14.518 \text{ HP}$$

Potencia del Motor:

$$P_M = \frac{14.518 \text{ HP}}{0.75} = 19.358 \text{ HP} \approx 20 \text{ HP}$$

6.2 Características del Equipo de Bombeo

Las dimensiones de esta unidad son:

- Longitud de columna efectiva: 460 pies = 140.208 m con diámetro de 3"
- Longitud de conducción: 1450 m
- Diámetro de la línea de conducción: 4"
- Diámetro del motor: 6"
- Profundidad total del pozo: 184.22 m = 604.4 pie
- Las tuberías de la columna de la bomba serán de HG cedula 80.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

La estación de bombeo también dispondrá de una caseta de 14 m² de área para la protección de los equipos electromecánicos.

Este grupo electromecánico contará con una unidad de bomba-motor sumergible de eje vertical; la cual tendrá capacidad para impulsar la demanda máxima diaria. Esta unidad trabajará 16 horas diarias.

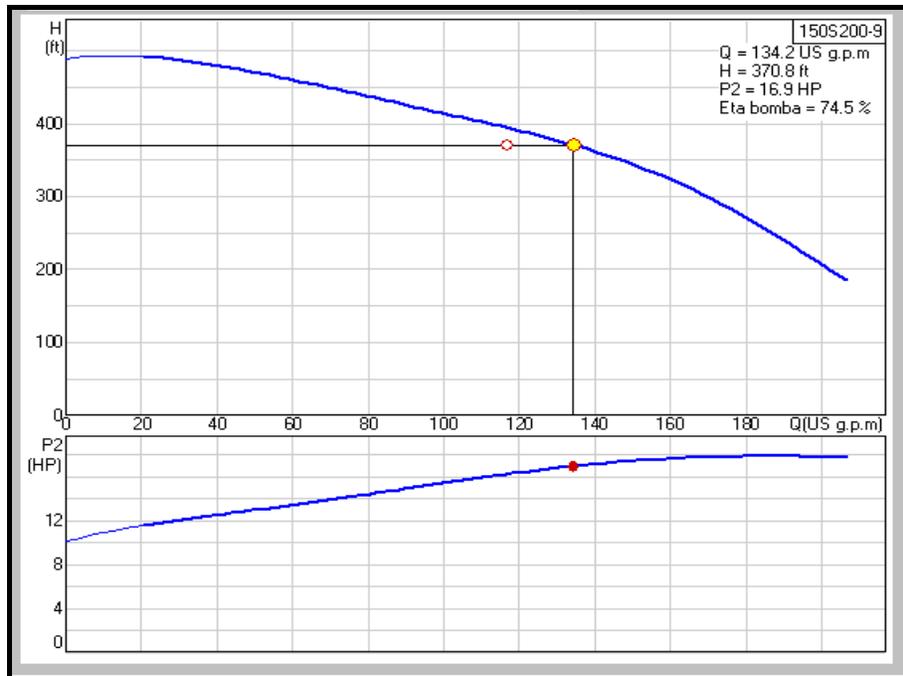
Tabla 6.2.1: Características del Equipo de Bombeo Proyectado

Descripción	Características
Caudal de diseño	116.50 gpm = 7.34 l/s
Diámetro de columna	3"
Diámetro de la línea de conducción	4"
CTD	370.2pie
Velocidad de giro	3450 rpm
Potencia del motor	20HP
Eficiencia	75%

A inicios del año 10 de vida del proyecto se deberá reemplazar el equipo de bombeo con las mismas características expuestas en la tabla anterior.

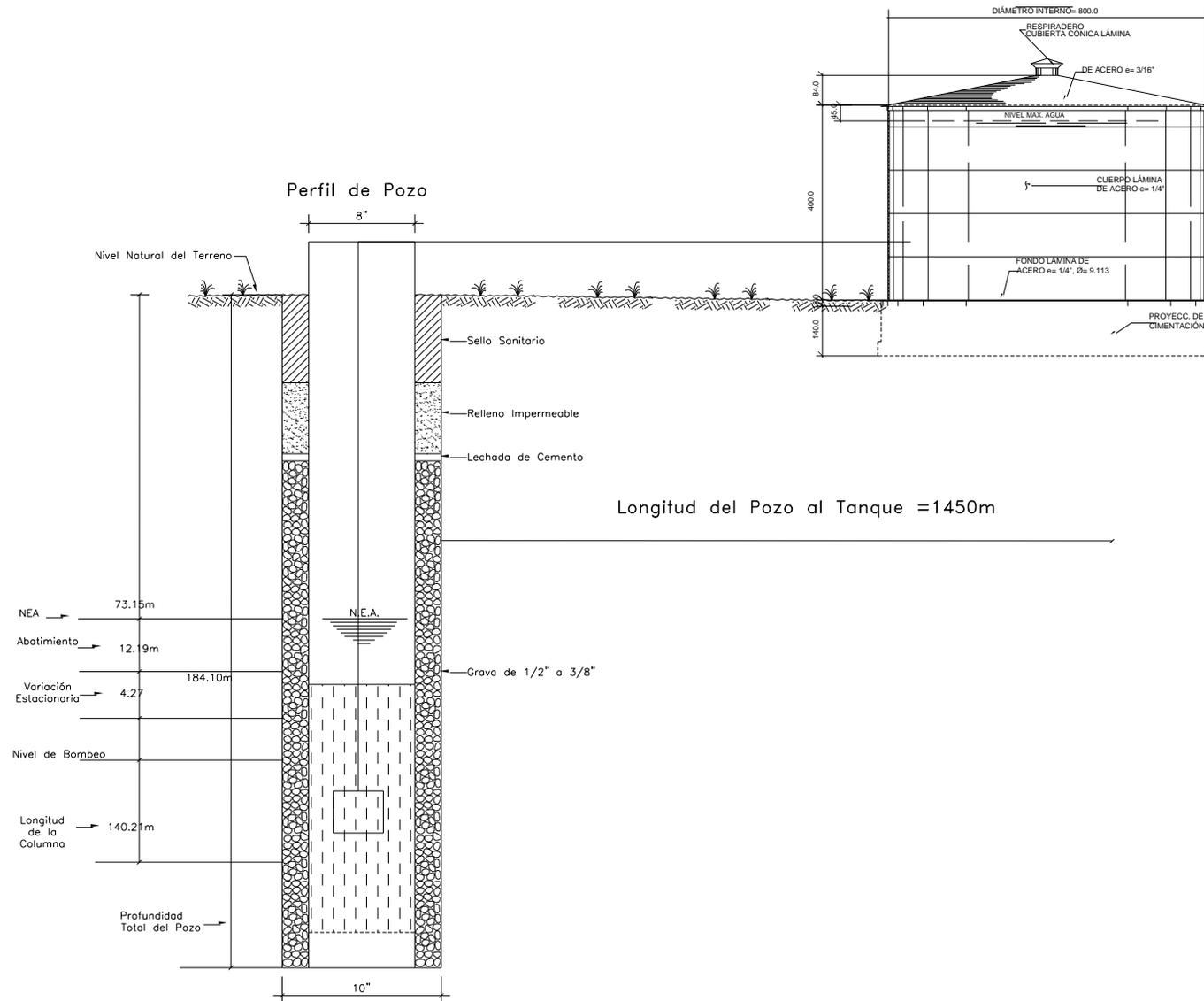
El programa WinCAPS permite seleccionar el equipo de bombeo de acuerdo a la eficiencia, consumo de energía y el costo del mismo. Con los resultados obtenidos a través del cálculo hidráulico, se elige la bomba que más se ajuste a las condiciones requeridas.

A Continuación se presenta la curva característica de la Bomba elaborada en el programa WinCAPS para bombas Grundfos. Ver especificaciones técnicas de la bomba en Anexo II



Los datos que se presentan en la figura son los valores que admitirá el equipo de bombeo.

ESQUEMA DEL POZO AL TANQUE



CAPITULO VII

LINEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción estará dividida en dos partes:

- Línea de Conducción por Bombeo: Transportará el agua desde la obra de captación hacia el tanque proyectado de 50,000 glns.
- Línea de conducción por Gravedad: Comunicará el tanque proyectado de 50,000 glns., hacia el sitio de bifurcación que se deriva a las redes de cada uno de los poblados.

El gasto de diseño es el correspondiente a la demanda máxima diaria para el fin del período de diseño (7.34 lps).

El número de horas propuesto en que operará la bomba será de 16 horas continuas.

7.1 Línea de conducción por Bombeo del pozo al Tanque.

7.1.1 Criterios de Diseño

- El caudal de diseño es el correspondiente a la demanda máxima diaria para el fin del período de diseño (7.34 lps), para el tramo de línea Estación de Bombeo - Tanque
- La velocidad del flujo no será menor a 0.40 mps, ni excederá de 2.0 mps en tubería PVC.
- Se hará uso de la expresión de Hazen William para la estimación del diámetro teórico requerido.
- El coeficiente de Hazen William es de 150 para tubería PVC.
- Se aprovechará la carga estática disponible.

7.1.2 Cálculo Hidráulico

Línea de conducción por Bombeo

Para determinar el diámetro de la tubería se utilizó la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería en pulgadas

Q. Caudal máximo diario para el fin del período de diseño (7.34 lps)

V: Velocidad del flujo en m/s

π : 3.1416

Costo Anual por Electricidad:

$$CAE = (P * 0.746 * T_B * C\$kwh) * 365$$

Donde:

CAE: Costo Anual por Electricidad en C\$.

P: Potencia del motor de la bomba en HP

T_B: Tiempo de bombeo en horas.

C\$*kwh*: Costo de la energía.

Costo Anual por Tubería:

$$CAT = CostTub. * L * 0.1275$$

Donde:

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

CAT: Costo Anual por Tubería en C\$.

Cost.Tub: Costo de la Tubería.

L: Longitud de la línea de conducción por bombeo en metro lineal.

Costo Anual Equivalente:

$$CAEq = CAE + CAT$$

Donde:

CAEq: Costo Anual Equivalente en C\$.

CAE: Costo Anual por Electricidad en C\$.

CAT: Costo Anual por Tubería en C\$.

Golpe de Ariete

Cálculo de la Sobre presión

La sobre presión en la tubería se calculó con la fórmula siguiente:

$$H_{ga} = \frac{(V * 145)}{\left[1 + \frac{(E_a * \phi)}{(E_t * e)} \right]^{0.5}}$$

Donde:

H_{ga}: Sobre Presión máxima producida por golpe de Ariete en metros.

V: Velocidad del flujo en m/seg.

E_a: Módulo de elasticidad del agua (20,670 kg/cm²)

φ: Diámetro interno de la tubería en cms.

E_t: Módulo de elasticidad del PVC (11,240 kg/cm²)

e: Espesor de la pared del tubo en cms.

A continuación se presenta el Cálculo de La Línea de Conducción por Bombeo:

Para tuberías de hasta 3000m de longitud la velocidad más económica varía en un rango de 1.22 a 152m/s¹⁸

Para determinar el diámetro mas conveniente por analizar se supone una velocidad de 1.2m/s en la ecuación de continuidad, puesto que la longitud de la tubería es de 1450m.

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00734m^3 / s}{\pi * 1.20m / s}} = 0.088m = 3.474"$$

$$D_{comercial} = 4"$$

Costo Anual por Electricidad:

$$CAE = (20hp * 0.746 * 16hr * 1.2C\$/kwh) * 365 = 104,559.360C\$\$$

Costo Anual por Tubería:

$$CAT = 1,314.03C\$\ * 1450m * 0.1275 = 242,931.296C\$\$$

Costo Anual Equivalente:

$$CAEq = 104,559.360C\$\ + 242,931.296C\$\ = 347,490.656C\$\$$

¹⁸ Molina & López. Diseño De Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Para determinar el diámetro más económico a utilizar, la práctica común consiste en realizar el análisis hidráulico a dos o tres diámetros y establecer una comparación económica entre ellos, la alternativa que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAEq) identifica el diámetro económico de bombeo.

Los tres diámetros que se compararon cumplen con las velocidades permisibles en este tipo de tuberías, por continuidad se sabe que:

$$V = \frac{4 * 0.00734 m^3 / s}{\pi * (0.075 m)^2} = 1.661 m / s$$

$$V = \frac{4 * 0.00734 m^3 / s}{\pi * (0.100 m)^2} = 0.935 m / s$$

$$V = \frac{4 * 0.00734 m^3 / s}{\pi * (0.150 m)^2} = 0.415 m / s$$

$$0.4 m / s \leq V \leq 2 m / s \Rightarrow OK$$

Análisis Técnico Económico para el cálculo de la línea de conducción por bombeo.

Hf local, Hpf total, Nbombeo, CTD, Pb teórica, Pb motor, son datos obtenidos en los cálculos de la estación de bombeo.

El análisis técnico económico de la línea de conducción refleja que la instalación de tubería de Ø3” representa un costo anual equivalente menor respecto a los Ø de 4 y 6 pulgadas, sin embargo los costos de operación son mayores, debido a que el equipo de bombeo pasa de 20 a 25 HP, por lo cual se recomienda utilizar tubería de 4” y un motor de 20 HP para garantizar menores gastos de operación del sistema, ya que no hay una diferencia significativa entre los costos anuales equivalentes de las tuberías de 3” y 4”.

Tabla 7.1.2 Análisis Técnico Económico de la línea de conducción.

Ø (plg)	Q (gpm)	HpfTotal (m)	CTD (pie)	Pb motor (HP)	Potencia comercial	CostTub (C\$/ml)	CAT (C\$)	CAE (C\$)	CAEq (C\$)
3	116,5	56,12	484,2	25,32	25,00	642,34	118.752,61	130.699,20	249.451,81
4	116,5	21,38	370,2	19,36	20,00	1314,03	242.931,30	104.559,36	347.490,66
6	116,5	10,91	335,9	17,57	20,00	3677,85	679.942,52	104.559,36	784.501,88

En Anexo II se presenta la tabla detallada del análisis técnico económico de la línea de conducción por bombeo.

Donde:

Ø: Diámetro de la tubería en pulgadas

Q: Caudal máximo diario de diseño en gpm

HpfTotal: Pérdidas totales en el sistema en m

CTD: Carga Total Dinámica de la bomba en pies

Pb_{motor}: Potencia del motor calculada en HP

Pc: Potencia comercial del motor en HP

Cost. Tub.: Costo de las tuberías en C\$/ml

CAT: Costo Anual por Tubería en C\$

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

CAE: Costo Anual de Energía en C\$
CAEq: Costo Anual Equivalente en C\$

Golpe de Ariete

Cálculo de la Sobre presión

Cota del terreno en el pozo =437m

Cota del terreno en el tanque =383m

$$H = 437 - 383 = 54\text{m}$$

$$V = \frac{4 * 0.00734\text{m}^3 / \text{s}}{\pi * (0.100\text{m})^2} = 0.935\text{m} / \text{s}$$

$$H_{ga} = \frac{(0.935\text{m} / \text{s} * 145)}{\left[1 + \frac{(20,670\text{kg} / \text{cm}^2 * 10.552\text{cm})}{(11,240\text{kg} / \text{cm}^2 * 0.439\text{cm})} \right]^{0.5}} = 20.165\text{m}$$

Para un valor de carga estática de 54 m, se obtiene una presión total de trabajo de 74.165 m. Considerando que la presión de servicio ofrecida por la tubería SDR-26 es de aproximadamente 112.0 m de columna de agua, se concluye que es factible el usar tubería PVC SDR-26 en la línea de conducción por bombeo.

7.2 Línea de Conducción por Gravedad del Tanque a las Redes.

7.2.1 Criterios de Diseño

- El caudal de diseño es el correspondiente a la demanda máxima horaria para el fin del período de diseño (12.23 lps), para el tramo del Tanque-Red.
- Los tramos de Línea de Conducción- tanque – inicio de redes de distribución, tienen capacidad para conducir la demanda máxima horaria del fin del período de diseño.
- La velocidad del flujo no será menor a 0.60 mps, ni excederá de 5.0 mps en tubería PVC.
- Se hará uso de la expresión de Hazen Willians para la estimación del diámetro teórico requerido.
- El coeficiente de Hazen William es de 150 para tubería PVC.

7.2.2 Cálculo Hidráulico

Se determinó que la Línea de Conducción por gravedad debe dividirse en siete tramos, ya que la longitud y la diferencia de elevación que hay entre la ubicación del Tanque y la ubicación del empalme, donde se bifurca la línea hacia las redes, son muy grandes.

Para determinar el mejor diámetro se aplicó la fórmula siguiente en cada uno de los tramos:

$$H = H_{\max} - H_{\min}$$

$$\phi = 4.87 \sqrt{10.67 * \frac{L}{H} * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852}}$$

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Donde:

ϕ : Diámetro de la tubería en m

Q: Caudal en m³/s

C: Coeficiente de Rugosidad

H: Altura de carga en m.

L: Longitud entre cada tramo en m.

Para calcular la velocidad se utilizo la formula siguiente:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * \phi^2}$$

Donde:

V: Velocidad de recorrido del agua en m/s

Q: Caudal en m³/s

ϕ : Diámetro de la tubería en m

Las Pérdidas que se originarán en las tuberías se calcularon en base a la fórmula de Hazzen William:

$$h_f = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{L}{\phi^{4.87}} \right)$$

Donde:

hf: Es la pérdida que se origina en las tuberías en dependencia del diámetro (m)

Q: Caudal en m³/s

ϕ : Diámetro de la tubería en m

C: Coeficiente de Rugosidad

L: Longitud entre tramos en m

Para determinar las presiones se calcularon con la fórmula de Bernoulli

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

Donde:

Z: Cota topográfica

P: Presión dada en mca

V: Velocidad registrada en las tuberías en m/s

hf: Es la pérdida que se origina en las tuberías en dependencia del diámetro (m).

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Ejemplo:

Cálculo de un tramo de la línea de conducción por gravedad:

Tramo 1 Tanque-Amayo

$$H = 383m - 300m = 83m$$

$$\phi = 4.87 \sqrt[4]{10.67 * \frac{2,066.7898m}{83m} * \left(\frac{0.01223m^3 / s}{150} \right)^{1.852}} = 0.088m = 3.46" \approx 4"$$

$$V = \frac{4 * 0.01223m^3 / s}{\pi * 0.1m^2} = 1.557m / s$$

$$h_f = 10.67 \left(\frac{0.01223m^3 / s}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{2,066.7898}{0.1m^{4.87}} \right) = 43.778m$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - \frac{V_2^2}{2g} - h_f$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = 383 - 300 - \frac{(1.557m / s)^2}{2 * 9.81m / s^2} - 43.778m = 39.098m$$

La siguiente formula se utiliza para calcular la presión en el resto de los tramos.

$$\frac{P_3}{\gamma} = Z_2 - Z_3 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_3^2}{2g} - h_f$$

Todos los tramos fueron calculados con el mismo procedimiento y los resultados se muestran en la tabla 7.1

Tabla 7.1 Resultados del análisis hidráulico de la Línea de Conducción por Gravedad

TRAMO	Longitud	H	Diámetro Calculado		Diámetro Propuesto		Velocidad	Pérdida	Presión
			m	plg	m	plg			
Tanque-Amayo	2066.7898	83	0,088	3,465	0,1	4	1,557	43,778	39,098
Amayo-Lajitas de Apompua	2262.1007	80	0,09	3,543	0,1	4	1,557	47,915	71,183
Lajitas de Apompua-Chanal arriba	2098.3961	80	0,089	3,504	0,1	4	1,557	44,447	106,736
Chanal arriba-La Victoria	2016.1226	40	0,101	3,976	0,1	4	1,557	42,705	104,031
La Victoria-La Trinidad	2166.9379	20	0,119	4,685	0,15	6	0,692	6,371	117,759
La Trinidad-Río Escondido	2095.562	20	0,118	4,646	0,15	6	0,692	6,162	131,597
Río Escondido-San Fco.Tepano	2348.304	20	0,121	4,764	0,15	6	0,692	6,905	144,692
San Fco.Tepano-Carril Guasimo	2352.4884	20	0,121	4,764	0,15	6	0,692	6,917	157,775
Carril Guasimo-Empalme	1954.6037	1	0,215	8,465	0,2	8	0,389	1,416	155,376
Empalme- Red Casares	141.47	3	0,083	3,268	0,075	3	1,716	5,015	147,219
Empalme-Red La Boquita	68.38	1	0,075	2,953	0,075	3	1,053	0,981	153,346

Nota: Los valores que se presentan en esta tabla no fueron considerados en el diseño, ya que los diámetros en la Línea de Conducción por gravedad deben ir distribuidos en un orden descendente a lo largo de toda su trayectoria. Además este análisis se realiza de manera independiente no se puede observar el comportamiento completo de todo el sistema. (Pozo-Tanque-Línea de conducción por bombeo-Línea de Conducción por gravedad-Red de distribución.). Para el diseño se utilizaron los valores proporcionados por el programa EPANET (Véase tabla 7.2 y 7.3), este análisis se hizo con el objetivo de comparar resultados entre uno y otro método.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 7.2 Diámetros y Longitudes de la Línea de Conducción por Gravedad optimizados en el programa Epanet.

Tramo	Longitud (m)	Diámetro (mm)
Tanque de almacenamiento-Amayo	2066.7898	150
Amayo-Las Lajitas deApompua	2262.1007	150
Las Lajitas deApompua-Chanal arriba	2098.3961	150
Chanal arriba- La Victoria	2016.1226	150
La Victoria- La Trinidad	2166.9379	150
La Trinidad- Río Escondido	2095.5620	150
Río Escondido- San Francisco de Tepano	2348.304	150
San Francisco de Tepano- Carril Guasimo	2352.4848	150
Carril Guasimo- Empalme	1954.6037	100
Empalme- Red De Casares	141.47	100
Empalme- Red De Casares	68.38	100
Longitud Total	19571.154	

Nota: Los diámetros establecidos en la Línea de Conducción que se muestran en la tabla son los propuestos en el análisis hidráulico efectuado en el programa EPANET.

El tramo que corresponde del Tanque de Almacenamiento hasta Carril Guasimo tiene una longitud de 17,406.701 m con tubería de 6” de diámetro PVC cédula SDR-26, con cinco válvulas diseñadas para reducir la presión a 10, 35 y 40 mca en los tramos donde se generan mayores presiones, quedando la mayor presión de 83.83mca. El tramo Carril Guasimo a inicios de Red Casares y Red La Boquita tiene una longitud de 2,164.454m con tubería de 4” PVC cédula SDR-26. Ver especificaciones técnicas de las válvulas en Anexo II

Tabla 7.3 Presiones en los nodos obtenidos en Epanet

	Cota	Presión
NODO	m	m
Tanque-Amayo(Tramo)	-	84,41
Amayo	300	10
Amayo-Lajitas A (Tramo)	-	89,81
Lajitas de Apompua	220	10
Lajitas de Apompua-Chanal A(Tramo)	-	89,83
Chanal Arriba	140	40
Chanal Arriba-La Victoria (Tramo)	-	79,83
La Victoria	100	40
La Victoria-La Trinidad (Tramo)	-	59,82
La Trinidad	80	30
Río Escondido	60	49,83
San Francisco de Tepano	40	69,63
Carril Guasimo	20	89,44
Empalme	21	87,27
Red Casares	24	84,23
Red La Boquita	22	86,26

Las presiones en los tramos son reducidas en el siguiente nodo mediante válvulas reductoras de presión.

**CAPITULO VIII
RED DE DISTRIBUCIÓN**

8.1 Red de Distribución de las localidades.

8.1.1 Criterios de Diseño

- El diámetro mínimo proyectado en las redes de distribución es de 2" pulgadas (50 mm). Prevalciendo este criterio sobre el criterio de velocidad mínima (velocidad de 0.4 mps a 2.0 mps.)
- El coeficiente de Hazen William empleado es 150.
- El diseño de las redes de distribución se realizó para las condiciones más desfavorables, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el final del período de diseño.
- El 100% de la población será abastecida mediante conexión domiciliar.
- La concentración de la demanda de agua, se realizó en base al criterio de áreas tributarias.
- Toda la tubería tendrá una cobertura de 1.20 m sobre la corona en toda su longitud.

8.1.2 Cálculo Hidráulico

Método de la Gradiente Piezométrica y Caudal

Determinación de velocidades, diámetro en los tramos y Cargas Totales

$$\phi = 1.13 * \sqrt{\frac{Q}{V \text{ lim}}}$$

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * \phi^2}$$

$$h_f = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{L}{\phi^{4.87}} \right)$$

$$H_i = Z + \frac{P}{\gamma}$$

$$H_j = H_i + h_f$$

Donde:

V: Velocidad Límite del agua en m/s

Q: Caudal en m³/s

ϕ : Diámetro de la tubería en m

V: Velocidad real con que circula el agua en m/s

C: Coeficiente de Rugosidad

L: Longitud entre tramos en m

H: Carga en un punto en mca

Z: Cota topográfica o elevación

P: Requerimiento mínimo de presión en mca

γ : Peso específico del agua (Kg/m³).

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Ejemplo de Red Abierta

Red La Boquita

Tramo 1-2

Los tramos se analizaron de atrás hacia delante iniciando en el tramo 35-36(ver esquema de red La Boquita.)

Para encontrar H_{36} se asumió una presión mínima de 14mca, por tanto $H_{36}=P+Z$

Φ (m) Calculado	Φ (plg) Calculado	Φ (plg) Propuesto	Φ (m) Propuesto	V_{Real} (m/s)	h_{i-j}	H_j	H_i	Presión (mca)
0,07430	2,925	3	0,075	1,006	3,124	85,52	88,64	66,64

$$\phi = 1.13 * \sqrt{\frac{4.445 \times 10^{-3} m^3 / s}{1.027 m / s}} = 0.07 m \approx 3''$$

$$V = \frac{4 * 4.445 \times 10^{-3} m^3 / s}{\pi * (0.075 m)^2} = 1.006 m / s$$

$$h_f = 10.67 \left(\frac{4.445 \times 10^{-3} m^3 / s}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{236.8 m}{(0.075 m)^{4.87}} \right) = 3.124 m$$

Con $H_2=85.52m$

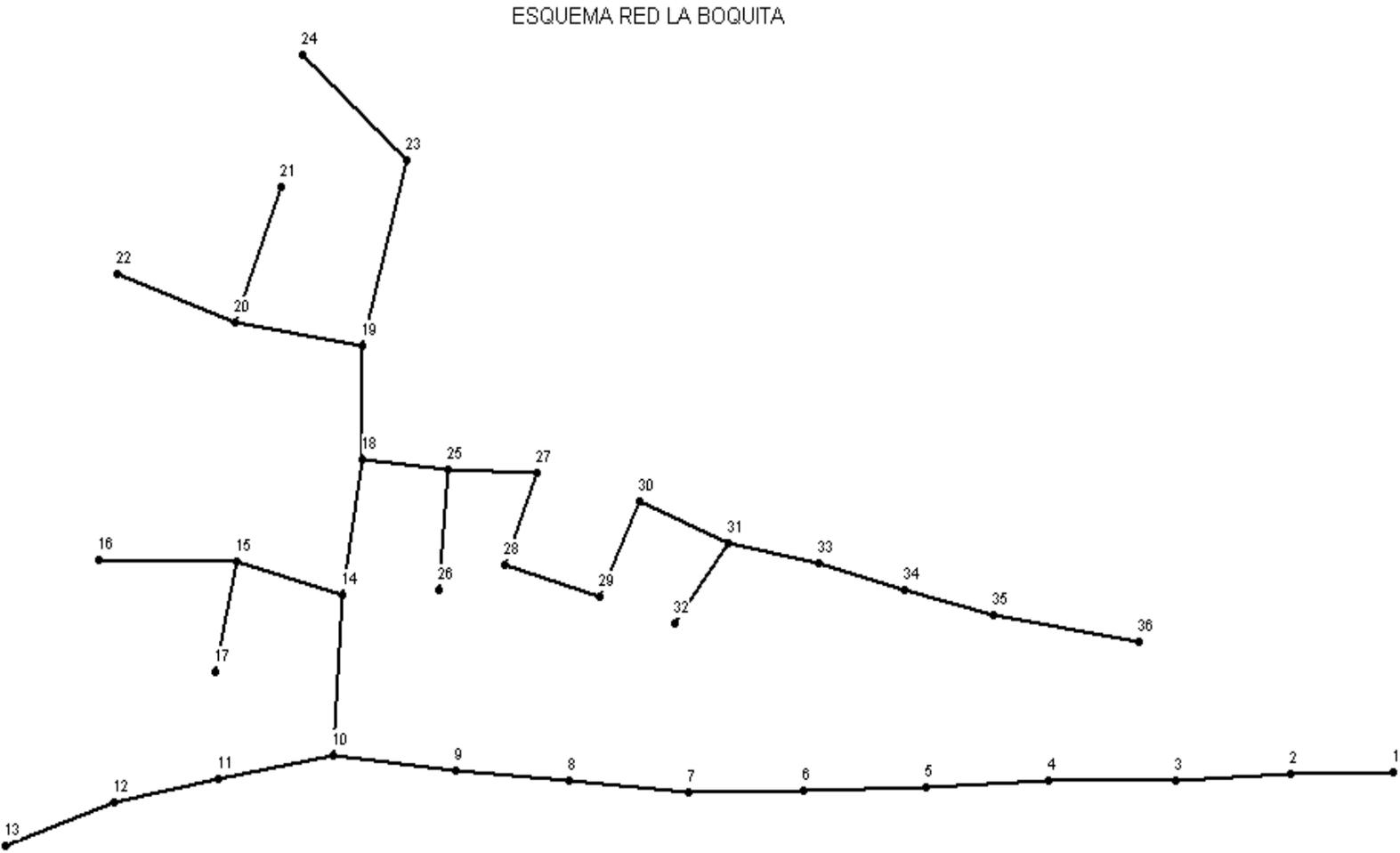
$$H_1 = 85.52 + 3.124 = 88.64m$$

Con $Z_1=22m$

$$P = 88.64 - 22 = 66.64mca$$

Ver esquema Red La Boquita

Todos los resultados se muestran en la Tabla N° 4 en Anexo II



Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Método de relajamiento o de pruebas y errores de Hardy Cross

La sumatoria de los caudales de entrada debe ser igual a la sumatoria de los caudales de salida:

$$\sum Q_t = \sum Q_{i,nodos}$$

La sumatoria de las pérdidas de Carga en cada circuito cerrado deberá ser igual a cero:

$$\sum hp_{ij} = 0$$

Pérdidas en las Tuberías:

$$h_{ij} = k_{ij} * Q_{ij}^{1.852}$$

$$k_{ij} = \frac{10.67 * l_{ij}}{C_{ij}^{1.852} * d_{ij}^{4.87}}$$

Factor de Corrección:

$$\Delta Q = - \frac{\sum h_{ij}}{1.852 * \sum \left(\frac{h_{f,ij}}{Q_{ij}} \right)}$$

$$Q_{ij} = Q_{anterior} \pm \Delta Q$$

Donde:

hf: Pérdidas en la tubería en mca

Q: Caudal en m³/s

Kij: Coeficiente

L: Longitud entre tramos en m

C: Coeficiente de Rugosidad

d: Diámetro de la tubería en m

ΔQ : Factor de Corrección

**Ejemplo de Red Cerrada:
Red Casares**

ITERACIÓN Nº 4						
ANILLO I						
Tramo	Q (m³/s)	hp (m)	hp/Q	ΔQ (m³/s)	Qcorregido (m³/s)	Qcorregido (LPS)
6-7	0,003398	0,0277	8,1519	0,00001	0,003408	3,408
7-8	0,00331	0,1018	30,7553	0,00001	0,00332	3,32
8-16	0,003213	0,0026	0,8092	0,00001	0,003223	3,223
6-10	-0,003398	-0,0121	3,5609	0,00001	-0,003388	-3,388
10-11	-0,003398	-0,0332	9,7705	0,00001	-0,003388	-3,388
11-12	-0,003255	-0,0355	10,9063	0,00001	-0,003245	-3,245
12-13	-0,003255	-0,0241	7,404	0,00001	-0,003245	-3,245
13-14	-0,003109	-0,0284	9,1348	0,00001	-0,003099	-3,099
14-15	-0,000332	-0,0004	1,2048	0,00001	-0,000322	-0,322
15-16	-0,000332	-0,0005	1,506	0,00001	-0,000322	-0,322
	Σhp_{i-j} =	-0,0021	83,2037			

Ver Esquema de la Red

Tramo 6-7

Anillo I

Datos a utilizar

$L_{6-7}=100.9\text{m}$

$\Phi= 150\text{mm}=0.15\text{m}$

$C= 150$

$$k_{ij} = \frac{10.67 * 100.9}{150^{1.852} * 0.15^{4.87}} = 1033.642$$

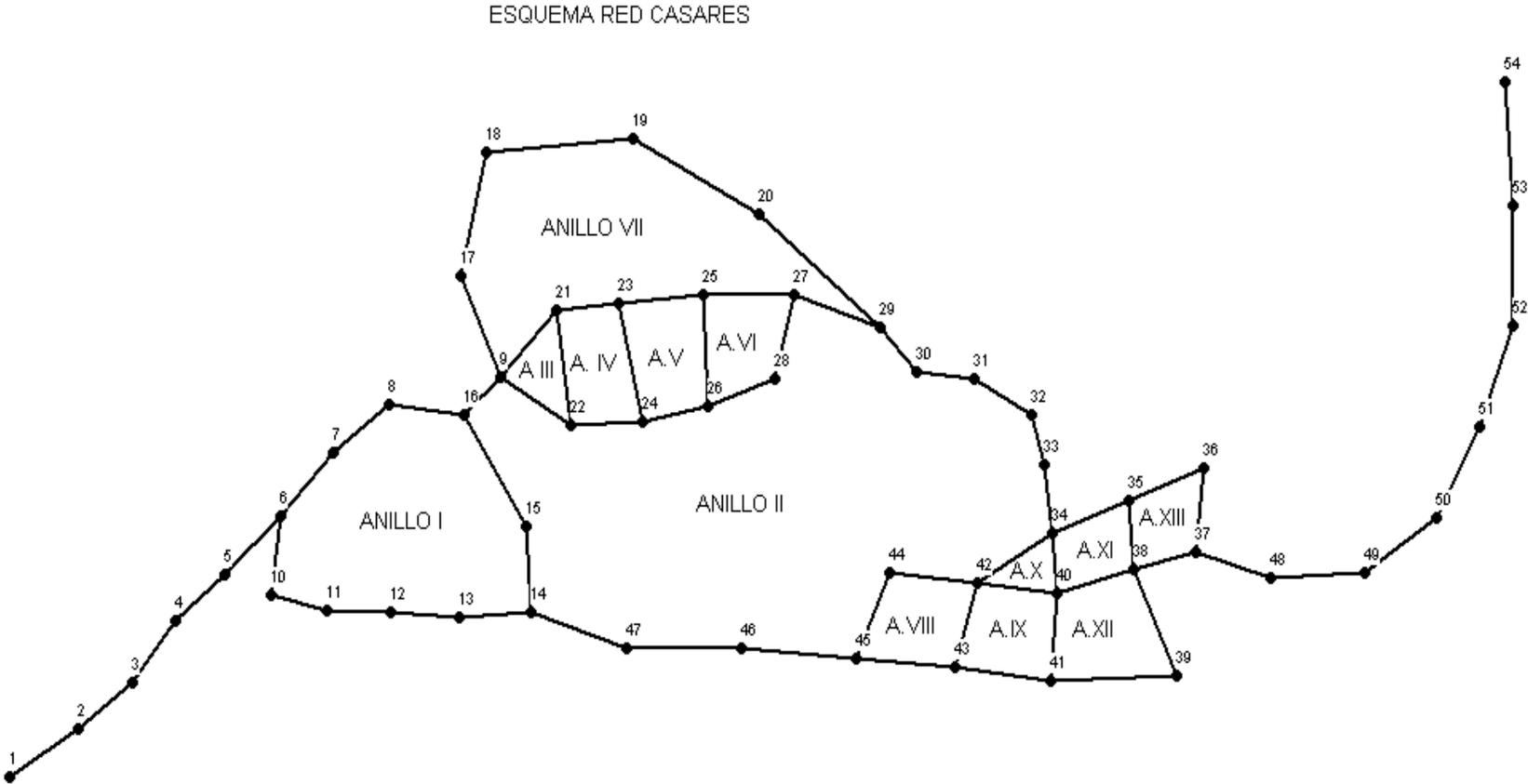
$$h_p = 1033.642 * (0.003398 \text{ m}^3 / \text{s})^{1.852} = 0.0277 \text{ m}$$

$$\Delta Q = - \frac{\sum -0.0021}{1.852 * \sum (83.2037)} = 0.00001 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{ij} = 0.003398 + 0.00001 = 0.003408 \text{ m}^3 / \text{s} = 3.408 \text{ lps}$$

Todos los resultados se muestran en la Tabla Nº 6 en Anexo II

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.



8.2 Análisis Comparativo de los resultados obtenidos a través del método Hardy Cross, el Método de la Gradiente Piezométrica y Caudal y el Programa Epanet.

Después de haber realizado el cálculo hidráulico en redes de distribución por el Método de relajamiento o de pruebas y errores de Hardy Cross, el Método de la Gradiente Piezométrica y Caudal, usando la fórmula de Hazen-Williams, y el programa para el Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución de Aguas “EPANET 2.0”, se consideró que los resultados más convenientes para el diseño, los ofrece este último pues da una visión más clara de todo el sistema mediante el análisis estático y dinámico (el Estático brinda las máximas presiones a las que estará sometida la tubería, indicando de esta manera el tipo y cédula de la misma; el Dinámico permite optimizar el diámetro en las tuberías lo que reduce el costo en las redes), mientras que los otros métodos permiten únicamente el análisis de redes de manera individual, los valores que proporcionan estos métodos son constantes y no varían con respecto al tiempo, es decir, simulan el comportamiento del sistema de manera estática, no pudiendo apreciar de esta forma el desempeño que tendrá toda la red en conjunto con la línea de conducción, tanque de almacenamiento y estación de bombeo durante el periodo real de simulación.

Las condiciones de análisis fueron:

Consumo Máximo Horario al final del período de diseño.

La totalidad de la red de distribución proyectada está conformada por tubería PVC SDR-26 y. PVC SDR-17.

Tabla 8.1. Descripción de las Tuberías en la Red de Distribución por Epanet

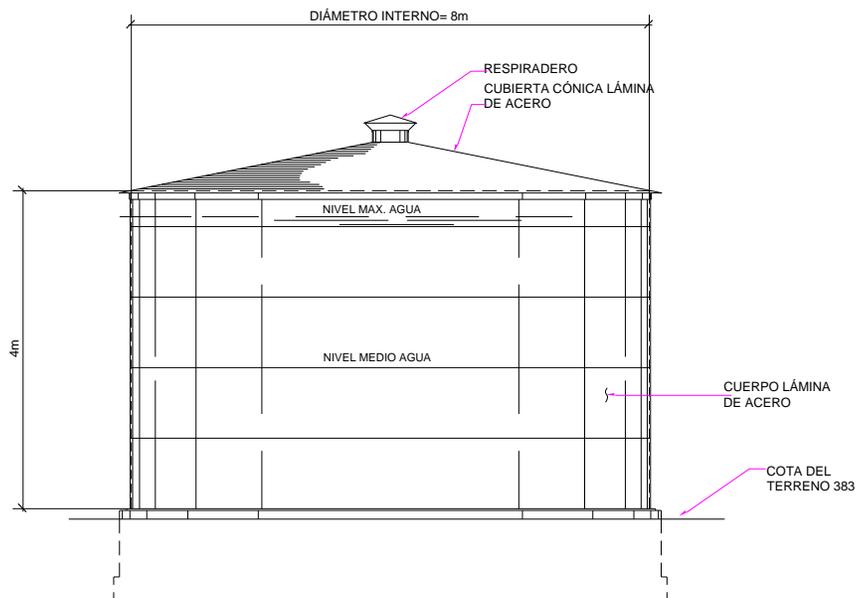
Diámetro en mm	Long. de tubería nueva en m	Cédula
Red de Casares	7,360.88	
75	1045.14	SDR-26
75	2021.74	SDR-17
50	580	SDR-26
50	3714	SDR-17
Red de La Boquita	3,329.870	
100	1,715.3	SDR-26
50	1,096.56	SDR-26
50	518.01	SDR-17

Nota: Los diámetros establecidos en las redes de distribución que se muestran en la tabla son los propuestos en el análisis hidráulico efectuado en el programa EPANET.

Las tuberías a instalar en ambas redes presentan diámetros de 100, 75, y 50 milímetros. (Ver en Anexo III los resultados del análisis hidráulico en Epanet de la red de distribución).

CAPITULO IX TANQUE DE ALMACENAMIENTO

9.1 Descripción del tanque de almacenamiento.



Esta obra estará localizada en la misma localidad donde se ubica el pozo; será una estructura cilíndrica, de fondo y tapa cónica, metálica de acero, sobre suelo.

Las principales características del tanque proyectado son:

- Capacidad: 182.326 m³ =50,000 galns.
- Tipo: Sobre suelo
- Material: Acero
- Forma: Cilíndrica de 8.0 metros de diámetro y 4 m de altura total.

9.2 Criterios de diseño.

El volumen compensador representa el 25% del Consumo Promedio Diario correspondiente al final del período de diseño.

El volumen para emergencia corresponde al 15% del Consumo Promedio Diario esperado para el año 20 del proyecto.

El volumen para incendio para rangos de poblaciones menores de 5000 habitantes no se considera.

9.3 Cálculo Hidráulico

Volumen inicial= Caudal en m³/s * 25% CPD

Volumen de emergencia= 15% *Vol.Emergencia

Volumen Real= V. Inicial + Vol:Emergencia

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Altura:

$$h = \frac{Vol}{3} + k$$

VOL (Cientos de m³)	K :
<3	2
4 - 6	1,8
7 - 9	1,5
10 - 13	1,3
14 - 16	1
17<	0,7

Diámetro:

$$d = \sqrt{\frac{Vol}{h}}$$

Donde:

h = Altura del tanque en m

Vol= Volumen real en m³

D= Diámetro del tanque en m

9.3.1 Dimensionamiento del Tanque Superficial Para Casares y La Boquita

Caudal Máximo Diario =(4.55+2.79)l/s=7.34l/s

$$7.34l/s * \frac{1m^3}{1000l} * 86400s/dias = 634.176m^3/dias$$

$$Vol.Compensador = 634.176m^3/dias * 0.25dias = 158.544m^3$$

$$Vol.Emergencia = 0.15 * 158.544m^3 = 23.782m^3$$

$$Vol.Total = 158.544m^3 + 23.782m^3 = 182.326m^3$$

$$Capacidad = 182.326m^3 * \frac{1000l}{m^3} * \frac{1gal}{3.78l} = 48,234.392gal$$

$$h = \frac{\left(\frac{183}{100}\right)}{3} + 2 = 2.61m \approx 3m$$

$$d = \sqrt{\frac{182.326}{3}} = 7.796m \approx 8$$

9.4 Accesorios Complementarios.

- Tubería de llegada

La tubería de llegada al tanque proyectado de 50,000 glns. es de 0.10 m (4") PVC., que previo a su entrada es convertida mediante un adaptador a tubería de H.G. de igual diámetro, contando además con válvulas de control de flujo.

- Tubería de salida

La tubería de salida del tanque proyectado de 50,000 glns., es de H.G. de 0.15 (6") provista de una válvula de compuerta del mismo diámetro.

- Tubería de limpieza

Es de 6" H.G. y está ubicada en el fondo de la unidad de almacenamiento. Cuenta para su operación con una válvula de compuerta del mismo diámetro.

- Tubería de ventilación

Consiste en tubería de material H.G. de 6", formando con codos del mismo material, una "U" invertida. La entrada será protegida con cedazo fino. Este tubo de ventilación será colocado al centro de la tapa superior del tanque.

- Tubería de rebose

Consiste en tubería 4" de diámetro H.G., unida a la tubería de limpieza a través de un codo de 90 grados y una tee del mismo diámetro y material.

CAPITULO X TRATAMIENTO Y DESINFECCIÓN

10. Desinfección

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

El cloro se presenta puro en forma líquida, o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

En el caso de Acueductos Rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manipuleo del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento. El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes y para el de calcio no mayor de tres meses.¹⁹

10.3 Obra de tratamiento.

Para el tratamiento del agua, se establece una desinfección a través de un clorinador.

A inicios del año 10 de vida del proyecto, se deberá realizar una inspección detallada para verificar el funcionamiento de la unidad y si es necesario reemplazarla. El tipo de cloración será mediante un inyector hidráulico de hipoclorito de calcio.

Conforme a los métodos y medios empleados por ENACAL en sistemas con características rurales, se propone que la cloración se realice empleando un dosificador de cloro con capacidad de 38.05 galones por día con presión de 160 PSI. Ver la Tabla nº10.1 Dosificación con Hipoclorito de Calcio en este mismo acápite.

La dotación de cloro proporcionará 2 ppm de cloro libre en el punto de aplicación, todo ello para lograr una concentración de cloro residual del orden de 1 mg/l, luego de 30 minutos de contacto (aproximadamente). La dosificación definitiva variará según las pruebas periódicas que se irán efectuando.

Una vez realizada la construcción del pozo, se procederá a realizar los análisis físicos químicos correspondientes para comprobar si la calidad del agua del pozo cumple con los parámetros establecidos de la Organización Mundial de la Salud OMS. Si la calidad del agua cumpliera con las normas, el sistema de tratamiento será el indicado en el párrafo anterior.

¹⁹ Normas de Diseño de Abastecimiento de Agua y Saneamiento Básico en el Medio Rural. INAA

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 10.1 Dosificación con Hipoclorito de Calcio

Dosis promedio		Concentración comercial			Concentración Solución		
d = 2,00 mg/lit		Cc = 0,65			Cs = 0,01		
					0,0154		
		i	ii	iii	iv	v	vi
Año	CMD	Vol.Cloro	Vol. Hipoclorito de Calcio		Vol. de Solución	Dosificación	
	gpm	lb./ día	lb./ día	gr./ día	lt./ día	GPD	gotas / min.
		0.012 x i x d	ii / Conc.	iii x 1,000 / 2.2	iv / 1,000 x 100 / 1.54		v x 1,000 x 13 / 24 / 60
2007	64,04	1,54	2,36	1.072,37	107,24	28,33	968,12
2008	65,94	1,58	2,43	1.104,16	110,42	29,17	996,81
2009	67,89	1,63	2,51	1.136,88	113,69	30,04	1.026,35
2010	69,93	1,68	2,58	1.171,01	117,10	30,94	1.057,16
2011	72,00	1,73	2,66	1.205,60	120,56	31,85	1.088,39
2012	74,17	1,78	2,74	1.242,07	124,21	32,82	1.121,31
2013	76,38	1,83	2,82	1.279,00	127,90	33,79	1.154,65
2014	78,67	1,89	2,90	1.317,33	131,73	34,80	1.189,25
2015	81,04	1,95	2,99	1.357,06	135,71	35,85	1.225,13
2016	83,50	2,00	3,08	1.398,20	139,82	36,94	1.262,26
2017	86,01	2,06	3,18	1.440,27	144,03	38,05	1.300,25
2018	88,58	2,13	3,27	1.483,28	148,33	39,19	1.339,07
2019	91,29	2,19	3,37	1.528,62	152,86	40,39	1.380,01
2020	94,05	2,26	3,47	1.574,90	157,49	41,61	1.421,79
2021	96,90	2,33	3,58	1.622,59	162,26	42,87	1.464,83
2022	99,86	2,40	3,69	1.672,14	167,21	44,18	1.509,57
2023	102,90	2,47	3,80	1.723,09	172,31	45,52	1.555,57
2024	106,00	2,54	3,91	1.774,98	177,50	46,90	1.602,41
2025	109,27	2,62	4,03	1.829,67	182,97	48,34	1.651,79
2026	112,59	2,70	4,16	1.885,30	188,53	49,81	1.702,01
2027	116,05	2,79	4,28	1.943,27	194,33	51,34	1.754,34

Procedimiento de Cálculo para la Dosificación con Hipoclorito de Calcio

$$\text{Vol.Cloro}(\text{lb} / \text{día}) = 0.012 * \text{CMD} * d$$

$$\text{Vol.Hipoclorito_Calcio}(\text{lb} / \text{día}) = \frac{\text{Vol.Cloro}}{\text{Concentración}}$$

$$\text{Vol.Hipoclorito_Calcio}(\text{gr} / \text{día}) = \frac{\text{V.H.Calcio}(\text{lb} / \text{día}) * 1000}{2.2}$$

$$\text{Vol.Solución}(\text{lt} / \text{día}) = \frac{\text{V.H.Calcio}(\text{gr} / \text{día}) / 1000 * 100}{\text{Concentración.Solución} * 100}$$

$$\text{Vol.Solución}(\text{lt} / \text{día}) = \frac{\text{Vol.Solución}(\text{lt} / \text{día})}{3.785}$$

$$\text{Dosificación}(\text{got} / \text{min}) = \text{Vol.Soluc.}(\text{lt} / \text{día}) * 1000 * 13 / 24 / 60$$

CAPITULO XI

TARIFA DE AGUA

Tomando en cuenta el cumplimiento de la política de autosuficiencia, que establece la necesidad de generar los ingresos propios mediante la aplicación de una tarifa que permita la recuperación de los costos de operación y mantenimiento y obedezcan al criterio social de distribuir el precio del servicio entre todos los usuarios de acuerdo con su capacidad económica.

En base a lo expuesto en el párrafo anterior, el valor a cobrar a cada usuario por parte de ENACAL, deberá tomar en cuenta los aspectos sociales, de modo que las tarifas sean las más adecuadas al poder adquisitivo de la población abastecida.

11.1 Capacidad de pago.

La capacidad de pago se determinó en base al método indirecto, el cual se fundamenta en el ingreso promedio mensual de las familias con base a la información suministrada en las encuestas socio-económicas.

La expresión utilizada es:

$$CP = IPM * \%$$

Donde :

CP : Capacidad de Pago

IPM : Ingreso Promedio Mensual, según resultados del estudio socio-económico este valor asciende a C\$ 1,500/mes.

% : Corresponde al porcentaje estimado del IPM que puede ser destinado al pago del servicio correspondiente a la servicio de agua potable. A nivel internacional se considera que la Capacidad de Pago representa un valor entre el 3 y 5 % de los ingresos promedios mensuales del usuario.

Entonces,

$$CP_{\text{mínima}} = \{ C\$ 1500.0/ \text{ usuario/mes } \} * 0.03 = C\$ 50.0/\text{usuario/mes}$$

$$CP_{\text{media}} = \{ C\$ 1500.0/ \text{ usuario/mes } \} * 0.04 = C\$ 60.0/\text{usuario/mes}$$

$$CP_{\text{máxima}} = \{ C\$ 1500.0/ \text{ usuario/mes } \} * 0.05 = C\$ 75.0/\text{usuario/mes}$$

CAPITULO XII

PRESUPUESTO

12.1 Costos del proyecto y población beneficiada.

La población beneficiada para el año en curso (2007) es de 2,294 habitantes distribuidos en 443 viviendas, y al final del período de diseño (2027), serán de 4,157 Habitantes y 801 viviendas.

El costo estimado del proyecto asciende a la cantidad de C\$ 16,139,374.48 (US \$ 877,139.92) lo cual da un Costo Promedio por beneficiario de C\$ 7,035.47 al inicio del proyecto.

12.2 Presupuesto

Los estimados de los costos de inversión del proyecto se presentan de la siguiente manera:

A. Costos Directos:

Estos costos han sido desarrollados para distintos rubros o actividades que intervienen en la ejecución del proyecto y los componentes que intervienen son:

- Materiales
- Transporte
- Mano de obra

Son costos unitarios directos que no incluyen impuestos de ninguna especie ni conceptos de administración, utilidades, imprevistos, etc.

El presupuesto ha sido elaborado en función de las cantidades de obras involucradas en los distintos rubros del proyecto.

Se hizo uso de la Guía de Costo FISE 2007 para determinar el monto del proyecto. Es importante indicar que cada costo unitario de esta guía se refiere a una obra terminada con acabados sin incluir ningún tipo de transporte, por lo que se debe estimar el monto por transportar los distintos materiales y/o equipos al proyecto, multiplicando un factor recomendado por la institución FISE. El factor asumido es 1.0532.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

12.2.1 Producción y Recaudación

El objetivo es determinar la demanda actual y futura.

El siguiente cuadro muestra la demanda actual (2007) del servicio.

Tabla 12.1

SERVICIO	M ³ x DÍA	M ³ x SEMANA	M ³ x MES	M ³ x AÑO
Agua Potable	233.28	1,632.96	7,095.60	85,147.20
TOTAL VENTAS	233.28	1,632.96	7,095.60	85,147.20

El volumen de agua producido se ha calculado en función del CPDT²⁰ de ambas localidades en L/s, de la siguiente manera:

$$\text{Demanda diaria} = \text{CPDT} \times 86,400/1000 = (\text{L/s}) \times (\text{s/día}) \times (\text{m}^3/\text{L})$$

$$\text{CPDT (Boquita)} = 0.84 (\text{L/s})$$

$$\text{CPDT (Boquita)} = 1.86 (\text{L/s})$$

$$\text{Demanda diaria} = (0.84 + 1.86)(\text{L/s}) * (86,400/1000) (\text{s/día}) * (\text{m}^3/\text{L}) = 233.28 \text{ m}^3$$

$$\text{Demanda anual} = 233.28 \text{ m}^3 * 365 = 85,147.20 \text{ m}^3$$

El costo propuesto por m³ de agua es C\$ 4.46 (tarifa única para todas las conexiones). Este valor se tomó de los pliegos tarifarios de ENACAL correspondiente al período 2001-2005. "tabla no. 2: resto del país, tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario". Cargo variable, para consumo domiciliar.

La siguiente tabla muestra la proyección de la población beneficiada y la recaudación mensual dependiente del costo propuesto del metro cúbico de agua.

Tabla 12.2 Producción y Recaudación

Año	Producción Agua (M3/Año)	Producción Agua (M3/Mes)	Costos Por M3 De Agua	Población Beneficiada (Hab)	Conexión	Costos Por Conexión (C\$/Mes)	Recaudación (C\$/Año)	Recaudación (C\$/Mes)
2008	87,670.08	7,305.84	4.46	2,362	456	71.46	391,008.56	32,584.05
2012	98,076.96	8,173.08	4.46	2,657	513	71.06	437,424.84	36,453.78
2017	114,160.32	9,513.36	4.46	3,081	594	71.43	509,153.04	42,429.42
2022	132,766.56	11,063.88	4.46	3,577	690	71.51	592,137.30	49,341.90
2027	154,211.04	12,850.92	4.46	4,157	801	71.55	687,778.65	57,311.55

Ver Detalles de Tabla en Anexo IV

²⁰ CPDT: Consumo Promedio Diario Total: Es la sumatoria del caudal proyectado, consumo comercial, consumo público y pérdidas en el sistema. Ver proyección de población y demanda TABLA 1 y 2 Anexo II.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Según esta proyección, los habitantes pagarán mensualmente una tarifa promedio de C\$ 71.34 por el consumo de agua. sin embargo en el análisis de los costos de operación y mantenimiento se determinará si esta tarifa cubre los costos para que el proyecto sea auto sostenible.

Cálculo de la depreciación de los equipos.

Recuérdese que la depreciación son las cantidades de dinero que deben de acumularse cada año supuestamente para reposición del equipo, edificio, etc. cuya vida económica se vence.

- Válvulas reguladoras de presión 6"
- Medidor domiciliario de 1/2" para agua potable
- Sarta de bombeo de hierro galvanizado de 4" con medidor maestro
- Bomba con motor sumergible 20 de HP
- Hipoclorador plástico de 33 galones
- Tanque de acero de 50,000 GLS sobre suelo

Como un ejemplo de cálculo se tiene:

Con la vida útil de cada equipo se calcula la depreciación de la siguiente manera:

$$\text{Depreciación Anual} = \text{Total del valor C\$/Vida útil.}$$

Tabla 12.3 Depreciación por Equipo.

Maquinaria, herramientas y equipos	U.M.	Cantidad	Valor del Equipo C\$	Total del valor C\$	Vida Util	Depreciación C\$	
						Anual	Mensual
Válvulas reguladoras de presión 6"	C/U	5.00	29,965.1700	149,825.85	20	7,491.29	624.27
Medidor domiciliario de 1/2" para agua potable	C/U	443.00	586.2000	259,686.60	20	12,984.33	1,082.03
Sarta de bombeo de hierro galvanizado de 4" con medidor maestro	C/U	1.00	27,154.7880	27,154.79	20	1,357.74	113.15
Bomba con motor sumergible 20 de HP	C/U	1.00	63,941.4700	63,941.47	10	6,394.15	532.85
Hipoclorador plástico de 33 galones	C/U	1.00	377.7100	377.71	20	18.89	1.57
Tanque de acero de 50,000 GLS sobre suelo	C/U	1.00	333,983.05	333,983.05	20	16,699.15	1,391.60
Total				834,969.05		44,945.55	3,745.46

12.2.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN

El rubro costos de producción está dividido en dos grandes partes:

- a) El costo de toda la materia prima, materiales y accesorios utilizados en el proceso de producción y
- b) El costo de la mano de obra utilizada en el proceso de producción.

Los rubros considerados en la estimación de costos operativos son:

- a) Requerimiento de hipoclorito de calcio durante un año.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

- b El salario de un operador, quien se encargará de efectuar labores en la estación de bombeo, obra de tratamiento, vigilancia y algunas reparaciones menores.
- c El consumo y costo de energía eléctrica anual, en base a las características del equipo de bombeo.
- d La administración de este proyecto estará a cargo de la oficina de ENACAL Diriamba, por tal razón los gastos administrativos no han sido contemplados en el presupuesto.

a) Materia Prima Necesaria

- **Energía eléctrica**

Para el cálculo del costo de la energía se utilizó la siguiente fórmula:

$$0.746 \times 20.0\text{HP} \times \text{horas de bombeo.}$$

Siendo 20.0 el caballaje del equipo de bombeo y 0.746 el factor para convertir H.P. en kw. El costo del Kw-h es de C\$ 2.58.

Se tiene previsto que al final del periodo de diseño la bomba trabaje 16 horas por día. Por tanto, se hizo la proyección de las horas de bombeo estimando lo siguiente:

Q diseño = 4.18 lps. (Ambas localidades para el 2008)

Q diseño = 7.34 lps (Ambas localidades para el 2027)

$$\text{Horas de bombeo (2,008)} = \frac{16\text{hrs}}{(7.34)\text{lps}} * (4.18)\text{lps} * 365 = 3,326 \text{ anual.}$$

$$\text{Consumo Energía (2,008)} = 0.746 * 20 \text{ hp} * 3,326 \text{ hrs.} = 49,623.92 \text{ kw-h}$$

$$\text{Costo Energía (2,008)} = 49,623.92 \text{ kw-h} * \text{C\$ } 2.58 = \text{C\$ } 128,029.71$$

- **Hipoclorito de calcio**

El costo del Kg. de hipoclorito de calcio es de C\$ 40.00.

De la proyección de hipoclorito de calcio, se evidencia que se necesita 2.43 lb/día para el año 2,008. (Ver **Tabla 10.1 Dosificación con Hipoclorito de Calcio, Capítulo X**)

Por tanto:

$$\text{Hipoclorito de calcio (2,008)} = 2.43 \text{ lb/día} * 365 \text{ (día/año)} * (1/2.205) \text{ kg/lb} = 402.24 \text{ kg.}$$

$$\text{Costo hipoclorito de calcio (2,008)} = 402.24 \text{ kg} * \text{C\$ } 40 = \text{C\$ } 16,089.60$$

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 12.4 Materia Prima e Insumos

AÑO	BOMBEO (Hrs)	Materia Prima/Insumos								
		ENERGÍA			HIPOCLORITO DE CALCIO			TOTAL (C\$/Año)	TOTAL (C\$/Mes)	Total (U\$/Mes)
		Consumo kw-h	Costo (C\$/Año)	Costo (C\$/Mes)	kg	Costo (C\$/Año)	Costo (C\$/Mes)			
2,008	3,326	49,623.92	128,029.71	10,669	402.24	16,089.60	1,340.80	144,119.31	12,009.94	652.71
2,012	3,716	55,442.72	143,042.22	11,920	453.56	18,142.40	1,511.87	161,184.62	13,432.06	730.00
2,017	4,320	64,454.40	166,292.35	13,858	526.39	21,055.60	1,754.63	187,347.95	15,612.33	848.50
2,022	5,028	75,017.76	193,545.82	16,129	610.82	24,432.80	2,036.07	217,978.62	18,164.89	987.22
2,027	5,840	87,132.80	224,802.62	18,734	708.48	28,339.20	2,361.60	253,141.82	21,095.15	1,146.48

Tasa de cambio: C\$ 18.40

Ver detalle de Tabla en Anexo IV

b) Mano de Obra

Se han calculado costos por salarios considerando 1 persona para asumir las funciones de operador del sistema, y vigilante con un salario mensual básico de C\$ 1,800.

Tabla 12.5 Mano de Obra Directa

Puesto de trabajo de Producción	Salario	Prestaciones	Total Mensual	Total Anual Mano de Obra Directa
MANO DE OBRA DIRECTA				
Operador	1,800.00	756.00	2,556.00	30,672.00
SUB TOTAL C\$	1,800.00	756.00	2,556.00	30,672.00
SUB TOTAL U\$	97.83	41.09	138.91	1,666.96

Las prestaciones se determinan aplicando al salario del personal un porcentaje (42%) en concepto de:

- Horas Extra
- Antigüedad
- Ajuste de Salario
- Días Feriados
- Aguinaldo
- Vacaciones
- INSS Patronal

Según investigación este porcentaje es aplicado por instituciones estatales y privados.

Los costos de mantenimiento y reparaciones se han determinado tomando como referencia porcentajes utilizados en proyectos anteriores²¹. Estos costos fueron calculados de la siguiente manera:

²¹ Estudios y diseños finales del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de la Boquita departamento de Carazo. Ing. Raduam Dipp Mairena Instituto Nicaragüense de Acueductos y alcantarillados INAA Agosto 1997.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

- a Los costos en la red de distribución han sido calculados como el 0.1% del costo directo para los primeros 10 años y el 0.2% para los últimos 10 años.
- b Trabajo de mantenimiento menor al equipo de bombeo, expresado como el 0.5% del costo de operación del equipo.
- c Mantenimiento mayor del equipo de bombeo, trabajo a realizarse cada 5 años y representa el 20% del costo de operación del equipo. Para el año 10 del proyecto se ha considerado la reposición de la bomba asumiendo para ese año el costo de la misma.
- d En el caso del tanque de almacenamiento se ha asumido un costo equivalente al 5% del costo directo del mismo, situación que se dará cada 10 años, es decir sólo dos veces en el horizonte del proyecto.
- e En los costos mantenimiento se ha incluido la compra anual de medidores domiciliarios según la proyección de conexión. (Ver Tabla N° 3.5 Proyección de Conexiones Domiciliarias, Capítulo III)

El total de costos de mantenimiento, es la suma de los costos anuales por concepto de mantenimiento de redes, equipos de bombeo, tanque de almacenamiento, instalaciones físicas y eléctricas, imprevistos y costo de medidores.

Tabla 12.6 Costos Anuales de Mantenimiento

AÑO	Red (C\$)	Medidores a Comprar		Equipos		Tanque (C\$)	Total Costos de Mantenimiento (C\$)	Mantenimiento (C\$/Mes)
		Cantidad	Costo (C\$)	Menor (C\$)	Mayor (C\$)			
2,008	15,640.02	13	7,620.60	873.96	0	0	24,134.58	2,011.22
2,012	15,640.02	15	8,793.00	959.28	38,371	0	63,763.62	5,313.64
2,017	15,640.02	17	9,965.40	1,090.10	63,941	16,699	107,336.14	8,944.68
2,022	31,280.05	20	11,724.00	1,243.25	49,730	0	93,977.42	7,831.45
2,027	31,280.05	24	14,068.80	1,419.07	56,763	16,699	120,229.83	10,019.15

Ver detalle de Tabla en Anexo IV

Punto de Equilibrio

Recuérdese que el punto de equilibrio es aquel punto donde ni se pierde ni se gana. De su cálculo se obtendrá “el precio más conveniente” a como se debe vender el servicio de agua potable, para al menos con un determinado volumen de ventas lograr el equilibrio cubriendo todos los gastos.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

El punto de equilibrio indica el mínimo resultado positivo que la operación debe arrojar en un período determinado para alcanzar el estado de solvencia, es decir convertir el proyecto en auto sostenible.

Para su cálculo se observan los siguientes pasos:

1. Se clasificaron los costos totales en Costos Fijos y Costos Variables. Costos Fijos son aquellos que se producen independientemente de la operación –producción- y los Variables se derivan directamente de la operación o producción.

Sin producción los costos variables son cero. Si los costos fijos son elevados, también será elevado el alcance del punto de equilibrio.

2. Se determinó la contribución unitaria del servicio, el cual esta no contempla la obtención de utilidad. En otras palabras, se fijó un precio al que el proyecto venderá el servicio. Precio propuesto C\$ 4.46 el metro cúbico de agua potable.

Fórmulas para el cálculo del Punto de Equilibrio:

$$P. E. \text{ en Unidades Físicas} = \frac{\text{Costos _ Fijos _ Totales}}{\text{Contribución _ Unitaria}}$$

$$P. E. \text{ en Unidades Monetarias} = \frac{\frac{\text{Costos _ Fijos _ Totales}}{\text{Contribución _ Unitaria}}}{\text{Precio _ de _ Venta _ Unitario}}$$

Contribución Unitaria = Precio Unitario de Venta – Costo Variable Unitario.

Tabla 12.7. Clasificación de Costos Fijos y Variables

Descripción	CF	CV	TOTAL
MATERIA PRIMA E INSUMOS		12,009.94	12,009.94
MANO DE OBRA DIRECTA	2,556.00		2,556.00
MANO DE OBRA INDIRECTA	0.00		-
Depreciación	3,745.46		3,745.46
Costos Financieros	0.00		-
Gastos generales de servicio	2,011.22		2,011.22
Mensual	8,312.68	12,009.94	20,322.62
Anual	99,752.19	144,119.28	243,871.47

La tabla anterior, que muestra los costos fijos y variables, es también llamada “**Tabla de Costos de Operación del Proyecto**” pues en ella esta incluida todos los gastos necesarios para poder operar. Cubre los gastos corrientes: sueldos o salarios, materias primas y materiales, alquiler, servicios básicos y mantenimiento del sistema. Rubros sensibles para la marcha del proyecto.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Dentro de los gastos de operación, se incluye la depreciación que en cada período se calcula para la maquinaria, equipo, edificio, etc.; el por qué de la inserción de este rubro como gasto operativo, es debido a que se considera un gasto la pérdida de valor, por haberse utilizado en la operación. Es necesario señalar que aún sin que se opere, el activo fijo se deprecia por el tiempo transcurrido, oxidaciones, modelos con un año más, etc.

Tabla 12.8. Cálculo del punto de equilibrio año 2,008

AGUA POTABLE	
Produccion (M³)	7,305.84
Ventas mensuales (C\$)	32,584.05
Precio unitario (C\$)	4.46
Costos Fijos (C\$)	8,312.68
Costos Variables Unitario (C\$)	1.64
Produccion de Equilibrio (M³)	2,947.76
Ventas de Equilibrio (C\$)	13,147.01
Costo Unitario C\$	2.78

= U\$ 0.15

Producción = 7,305.84 (m³/mes), Ver tabla 12.2. Producción y Recaudación.

Ventas mensuales = C\$ 32,584.05 Ver tabla 12.2. Producción y Recaudación.

Precio unitario = C\$ 4.46 es el precio propuesto basado en los pliegos tarifarios de ENACAL, para consumo domiciliar.

Costos Fijos = C\$ 8,312.68 Ver tabla 12.7. Clasificación de Costos Fijos y Variables

Total Materia prima/insumos = 12,009.94 (C\$/mes). Ver tabla 12.4. Materia Prima/Insumo, Plan de Producción.

$$\text{Costo Variable Unitario} = \frac{12,009.94(\text{C\$/mes})}{7,305.84(\text{m}^3/\text{mes})} = 1.64 \text{ (C\$/m}^3\text{)}$$

$$\text{P. E. en Unidades Físicas} = \frac{(\text{C\$})8,312.68}{(\text{C\$/m}^3)(4.46 - 1.64)} = 2,947.76 \text{ m}^3$$

Se necesitan vender 2,947.76m³ para no presentar pérdidas ni ganancias. En las tablas 12.2 de Producción y Recaudación para el 2,008, se producen 7,305.84 metros cúbicos mensuales. Por tanto se tendrá una ganancia de C\$ 12,262.43 (total de costos menos recaudación) y se logrará solventar los gastos de operación y mantenimiento con un precio unitario de C\$ 4.46 el metro cúbico de agua.

$$\text{P. E. en Unidades Monetarias} = \frac{(\text{C\$})8,312.68}{\frac{(\text{C\$/m}^3)(4.46 - 1.64)}{(\text{C\$/m}^3)4.46}} = \text{C\$}13,147.01$$

Otra manera de representar el Punto de Equilibrio es en unidades monetarias, la operación anterior pone de manifiesto que se necesitan recolectar C\$ 13,147.01 mensuales para que el

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

proyecto pueda cubrir todos los gastos y continúe operando. No obstante en la tabla 12.2 de Producción y Recaudación, para el año 2,008 se recaudan C\$ 32,584.05 mensuales. Es notorio que los costos serán cubiertos si establece una tarifa de 4.46 C\$/m³.

Una manera sencilla de calcular el precio al que debe cobrarse el servicio de agua potable es el siguiente:

Costo Unitario = Total Costo de Producción / Producción

Total de Costos de Producción es la suma de Costos Fijos y Costos Variables.

Costos Fijos = 8.312.68(C\$/Mes) (año 2,008)

Costos Variables = 12,009.94 (C\$/Mes) (año 2,008) Ver Tabla 12.7. Clasificación de Costos Fijos y Variables.

Producción = 7,305.84 m³/Mes Ver tabla 12.2. Producción y Recaudación.

$$\text{Por tanto, Costo Unitario} = \frac{(8,312.68 + 12,009.94)(C\$/Mes)}{7,305.84(m^3 / Mes)} = 2.78(C\$/m^3)$$

Para solventar los gastos ocasionados por la operación y el mantenimiento del sistema es necesario cobrar C\$ 2.78 el metro cúbico de agua consumido.

Análisis de Rentabilidad Financiera

El análisis de rentabilidad financiera es uno de las partes más importantes dentro del documento de factibilidad de un proyecto, para ver la “viabilidad desde el punto de vista de los resultados financieros”

Aún suponiendo que un proyecto del sector público no proporcionará un “beneficio, llámese comercial” y cuyos costos de operación se consideran desde el inicio, con necesidad de ser subsidiados, también en ese caso, es necesario el análisis de rentabilidad financiera a fin de determinar la magnitud del subsidio y su programación, a fin de que puedan incorporarse adecuadamente en el procedimiento del presupuesto.

Cuando se trata de proyectos de carácter social, aunque la obtención de utilidades no constituyen el objetivo central, sin embargo siendo múltiples las necesidades a cubrir, se optará por aquel proyecto que en el menor tiempo posible elimine o disminuya una carga social. Aquí la “rentabilidad” se interpreta en el sentido de la generación de beneficios sociales en el menor tiempo aunque algunas veces el costo se eleva en relación a otros proyectos de menor costo. Por lo general los proyectos sociales no son rentables si se desea conseguir utilidades ya que buscan generar un beneficio (solucionar un problema) a la población.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

La recuperación del capital, quizás no sea válida –desde el punto de vista material aunque si desde el punto de vista de beneficio social generado- para un proyecto de carácter social sin fines de lucro.

En el siguiente ejemplo de cálculo se muestra una manera sencilla de calcular la rentabilidad.

Rentabilidad para el año 2,008. Ver tabla 12.2 “Producción y Recaudación” y Tabla 12.7 “Clasificación de Costos Fijos y Variables”

Tabla 12.9

Rentabilidad Mensual		
Total Ventas (C\$)	32,584.05	
Total Costos (C\$)	20,322.62	
Rentabilidad	12,261.43	38%

Rentabilidad = Total Ventas – Total Costos

Rentabilidad % = ((Total Ventas – Total Costos)/Total Ventas)*100

La cantidad de C\$ 12,261.43 es la utilidad genera después de cubrir todos los gastos necesario para poder operar con normalidad. Se evidencia un porcentaje positivo de rentabilidad, lo que hace a este proyecto viable.

CAPITULO XIII

13.1 CONCLUSIONES

Se ha proyectado todo el sistema para 20 años, conformado por: Fuente de captación subterránea, Línea de conducción por bombeo, Línea de Conducción por Gravedad, Tanque de Almacenamiento de 50,000 glns, y Red de Distribución, todo el sistema descrito anteriormente se calculó por métodos convencionales usando fórmulas de Hazen Williams o similares, además se realizó el análisis de todo el sistema por el programa EPANET.

En base al censo realizado por los autores en las localidades el número de personas beneficiadas con este proyecto equivale a 2,294 para el año en curso (2007).

El método empleado para proyectar la población fue el Geométrico, utilizando datos de INEC y el censo antes mencionado se obtuvo un caudal de diseño correspondiente a 7.34 LPS (caudal de máximo día) y 12.23 LPS (caudal de máxima hora) para ambas localidades.

Existen dos tipos de fuentes predominantes en la zona que pueden ser explotadas: superficiales y subterráneas.

La fuente a ser aprovechada la constituyen las aguas subterráneas, por lo tanto se propone perforar un pozo que suministre un caudal de 200gpm en el sector de Jobo Dulce a 15km de Diriamba y a 21km de Casares y Boquita. Se deberá utilizar una bomba sumergible con una potencia de 20 HP.

En base a las características físicas químicas del agua analizada en el Centro para la Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA), los resultados presentan valores que se encuentran dentro de los límites máximos admisibles. Estos valores son los establecidos como normas de calidad para aguas de consumo humano (INAA, 2001; OMS, 1995; CAPRE, 1993.), por lo cual se considera que es apropiado someter el agua a tratamiento básico, cloración mediante un inyector hidráulico de hipoclorito de calcio, ya que el agua encontrada es de buena calidad.

La línea de conducción por bombeo tendrá un diámetro 4" de tubería PVC SDR-26, considerado como el diámetro más económico, la presión ejercida en la línea es de 70.165 mca, tomando en cuenta que la presión de servicio ofrecida por la tubería PVC SDR-26 es de 112.0 metros columna de agua, se concluye que es factible usar este tipo de tubería en la línea de conducción por bombeo ya que esta estará en capacidad de resistir la sobre presión.

La Línea de Conducción por gravedad tendrá diámetros de 4" y 6", estará equipada con cinco válvulas reguladoras de presión para una mejor eficiencia en el sistema.

Los diámetros establecidos en las redes de distribución son de 4", 3", y 2" para ambas localidades, de los cuales 1,045.14m son de 3", 580m de 2" PVC SDR-26, 2,021.74m de 3" y 3,714m de 2" PVC SDR-17 correspondientes a la red de Casares y 1,715.3m de 4", 1,096.56m, de 2" PVC SDR-26 y 518.01m de 2" PVC SDR-17 para la red de La Boquita.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Se elaboró una comparación de los resultados obtenidos. En base a las demandas concentradas, se efectuó el análisis hidráulico del sistema, utilizando el programa para Análisis Hidráulico y de Calidad para Redes de Distribución de Aguas “EPANET”, el Método de relajamiento o de pruebas y errores de Hardy Cross (Red Cerrada de Casares), y el Método de la Gradiente Piezométrica y Caudal, usando la fórmula de Hazen-Williams u otras similares (Red Abierta de La Boquita).

Se consideró que los valores que proporciona EPANET son los más adecuados para el correcto funcionamiento del sistema.

Para la función de almacenamiento se propone un tanque de acero sobre suelo de 8m de diámetro y 4m de altura con capacidad de 50,000 galones. Esta estructura estará ubicada en la localidad de Jobo Dulce a 1450m del pozo propuesto.

El servicio será brindado a la población mediante un total de 801 conexiones domiciliarias de ½” para el año 2027. Esto permitirá obtener una cobertura del 100 % de las viviendas de las localidades atendidas con el sistema de agua potable.

La capacidad de pago de la población permanente es de C\$ 75.00/mes. Para solventar los gastos de operación y mantenimiento se establecerá una tarifa de C\$ 4.46 el metro cúbico de agua.

El costo del proyecto asciende C\$ 16,139,374.48 (Dieciséis millones ciento treinta y nueve mil trescientos setenta y cuatro con cuarenta y ocho centavos) aproximadamente US \$ 877,139.92 (Ocho cientos setenta y siete mil ciento treinta y nueve con noventa y dos centavos) con una tasa de cambio de C\$ 18.40.

Después de todo lo presentado en este acápite se concluye que los objetivos planteados para esta investigación se han cumplido en tiempo y forma.

13.2 RECOMENDACIONES.

A fin de garantizar que el sistema funcione tal a como se ha proyectado sin menoscabo de sus características estimadas se recomienda:

- Hacer otras exploraciones hidrológicas en la zona.
- Realizar un nuevo estudio de la fuente superficial existente en la zona (Río Tepano).
- Realizar una Topografía detallada de la zona donde se construirá la Línea de Conducción.
- El proyecto requiere una gestión de impacto ambiental.
- Realizar un estudio geotécnico en la zona donde se construirá el Tanque de Almacenamiento principalmente para garantizar que las fundaciones previstas en el terreno resistan la construcción del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- Normas Provisionales para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, publicadas por INAA.
 - Guía de Costos FISE
 - Diseño de Sistemas de Abastecimientos de Agua Potable.
Molina & López
 - Documento “Casares y La Boquita”.
Información proporcionada por Alcaldía Municipal de Diriamba.
 - Diriamba. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos)
 - Reconocimiento Hidrogeológico El Carrizal km 45 carretera Diriamba-La Boquita.
Ing Martha Espinoza Ruiz Msc
Dpto de perforación de pozo ENACAL
 - Normas de Diseño de Abastecimiento de Agua y Saneamiento Básico en el Medio Rural. INAA
 - Estudio de pozos Casares-Huehuate-La Boquita
Dpto. de perforación de pozos
 - Estudio Hidrogeológico del Municipio de Diriamba
Dpto. de Hidrología
 - Análisis, Prevención y Mitigación de Desastres naturales, Municipio de Diriamba
Consultora Carlos Lainez Granados
Managua, octubre 2003
Alcaldía Municipal de Diriamba
 - Registros de Pozos de Diriamba
Dpto. de perforación de pozos ENACAL
 - Estudios y diseños finales del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de la Boquita departamento de Carazo.
Ing. Raduam Dipp Mairena
Instituto Nicaragüense de Acueductos y alcantarillados INAA
Agosto 1997
 - Manual de Potabilización del agua.
Jorge Arturo Pérez Parra
 - Normas CAPRE
- Comité coordinador Regional de Instituciones de agua potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

GLOSARIO

- **Población:** Son todos los habitantes de un país, territorio o área geográfica, cuyo total se ha representado en un tiempo específico.
- **Censo:** es un conjunto de operaciones que reúnen, elaboran y publican datos demográficos, económicos y sociales correspondientes a todos los habitantes de un país o territorio, referidos a un momento determinado a cierto período de datos.
- **Período de diseño:** es el lapso de tiempo que se estima en un proyecto en operación que va a funcionar a plena seguridad sin realizar cambios o modificaciones mayores.
- **Vida útil:** es la consideración de los elementos o estructuras que conforman un sistema tomando en cuenta la antigüedad, desgaste y el daño (duración física de los equipos y materiales).
- **Población de diseño:** es la cantidad o el número de personas, proyectadas en un período establecido por las normas de diseño, lo que se denomina población futura que será beneficiada con un proyecto que será ejecutado por algún organismo o institución.
- **Método geométrico:** el crecimiento geométrico es cuando el aumento de la población es proporcional al tamaño de la población en un determinado tiempo.
- **Consumo:** es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar. Este consumo constará en proporción directa al número de habitantes en proporción al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales e industriales y también de los modos de vida (condición económica).
- **Tipos de consumo:** pueden ser: Doméstico, comercial, público, industrial y pérdidas o fugas.
- **Consumo promedio diario:** es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año de registro, esperado en m³/s o gal/min.
- **Consumo máximo diario:** se define como el día de máximo consumo de una serie de registros durante los 365 días de un año. Este gasto es el que se debe de aportar como mínimo la fuente de abastecimiento y es el que debe de llevar la línea de conducción, y con él se calcula la capacidad de la fuente de abastecimiento y el tanque de almacenamiento.
- **Consumo máximo horario:** se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

- **Pérdidas o Fugas:** es el desperdicio de agua que ocurre por juntas en mal estado, válvulas y conexiones defectuosas que pueden llegar a representar del 10-20% del consumo total.
- **Línea de conducción:** no es más que la tubería que conduce el agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento o red de distribución, así como las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ellas.
- **Red de distribución:** cuando se distribuye el agua a todos los puntos de consumo. Su importancia radica en poder suministrar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidades y presión adecuada durante el período de diseño.
- **Tipos de fuentes:**
Superficiales:
 1. Corrientes: ríos, arroyos, y quebradas.
 2. Estancadas: lagos, lagunas y quebradas.Aguas sub.superficiales: manantiales y afloramientos.
Aguas subterráneas: acuíferos.
- **Aguas superficiales:** son las que generalmente forman parte del escurrimiento, pueden recibir aporte de manantiales. Están sometidas a la acción del calor y la luz, estos pueden ser contaminados por el vertido de ciertos afluentes cargado de sustancias orgánicas.
- **Aguas subsuperficiales:** es el agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.
- **Aguas subterráneas:** son todas las aguas que se infiltran profundamente y que descienden por gravedad hasta alcanzar el nivel de saturación que constituye el depósito de aguas subterráneas o acuíferos.
- **Acuífero:** son todas aquellas formaciones o estratos comprendidos dentro de la zona de saturación de los cuales se puede obtener aguas con fines utilitarios.
- **Nivel estático del agua:** es la distancia vertical de la bomba al nivel del agua cuando se bombea.
- **Abatimiento:** es la distancia vertical del descenso del nivel de agua cuando se bombea. El abatimiento es proporcional a la capacidad de producción del pozo y a la impulsión de la bomba.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

- **Nivel de bombeo:** es la distancia vertical de la bomba al nivel del agua cuando esta bombeando.
- **Pérdidas de fricción en la descarga:** es la carga producida por el flujo de agua (fricción) en la tubería de descarga.
- **Carga total dinámica:** es la distancia total del nivel de bombeo a la altura máxima de la descarga incluyendo todas las pérdidas hidráulicas y por fricción.
- **Carga total dinámica:** es la diferencia de elevación entre los puntos de interés más la pérdida que se genera en estos.

ANEXOS

ANEXO I
ANEXO I
RESUMEN DE CENSO
RESUMEN DE CENSO

RESUMEN DE CENSO POBLACIONAL

“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS LOCALIDADES DE CASARES Y LA BOQUITA”

MUNICIPIO: Diriamba

LOCALIDAD: Casares

Barrios	Total de Casas	Familia Miembros					Enfermedades más Frecuentes				Estructura Poblacional									
		Total	Adultos		Niños		R	D	A	O	Escolaridad					Ocupación				
			H	M	N _o	N _A					ANALF	ALF	PR	S	TU	P	AG	AL	DA	O
Milagro de Dios	65	318	88	83	76	71	36	6	4	19	2	-	26	35	2	51	-	2	5	7
Pedro J. Chamorro	28	147	45	42	30	30	19	-	2	7	-	-	8	15	5	18	1	-	2	7
Casares	174	865	275	250	180	160	118	7	8	42	10	-	55	96	13	106	4	4	16	44
La Veranera Río la Flor	14	92	25	25	22	20	7	1	2	4	-	1	6	7	-	6	-	-	2	6
El Empalme	16	92	37	19	20	16	8	-	-	8	-	-	4	12	-	6	-	2	-	8
Totales	297	1514	470	419	328	297	188	14	16	79	12	1	99	165	20	187	5	8	25	72
%			31.04	27.68	21.66	19.62	63.3	4.71	5.39	26.6	4.04	0.34	33.33	55.56	6.73	62.96	1.68	2.69	8.42	24.24

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Barrio	Unidad Sanitaria				Disposición Basura				Forma De Suministro de agua				Ingreso promedio mensual (C\$)			
	L	I	CV	NT	Q	E	SM	B	TUB	R	C	OF	<600	600-1000	1000-3000	3000-5000
Milagro de Dios	55	-	5	5	51	1	-	13	-	-	64	1	19	15	26	5
Pedro J. Chamorro	25	-	3	-	20	-	-	8	-	-	28	-	3	14	9	2
Casares	140	21	4	9	127	1	-	46	1	2	170	1	21	60	74	19
La Veranera Río la Flor	11	2	-	1	14	-	-	-	5	1	5	3	2	1	9	2
El Empalme	5	10	-	1	14	1	-	1	-	-	15	1	1	5	8	2
Totales	236	33	12	16	226	3	-	68	6	3	282	6	46	95	126	30
%	79.46	11.11	4.04	5.39	76.09	1.01	-	22.90	2.02	1.01	94.95	2.02	15.49	31.99	42.42	10.10

Familia Miembros

H: hombres
M: Mujeres
No: Niños
NA: Niñas

Enfermedades Frecuentes

R: Respiratorias
D: Diarreicas
A: Ambas
O: Otras

Escolaridad

Analf.: Analfabeto
Alf: Alfabetizado
PR: Primaria
S: Secundaria
TU: Técnico y Universitario

Ocupación

P: Pescador
AG: Agricultor
AL: Albañil
DA: Diversas Actividades
O: Otras

Unidad Sanitaria

L: Letrina
I: Inodoro
CV: Casa del vecino
NT: No tiene

Disposición Basura

Q: Quema
E: Entierra
SM: Servicio Municipal
B: Botan

Forma de Suministro de Agua

TUB: Tubería
C: Compra
R: Río
OF: Otra forma

RESUMEN DE CENSO POBLACIONAL
“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS LOCALIDADES DE CASARES Y LA BOQUITA”

MUNICIPIO: Diriamba

LOCALIDAD: La Boquita

Barrios	Total de Casas	Familia Miembros					Enfermedades más Frecuentes				Estructura Poblacional									
		Total	Adultos		Niños		R	D	A	O	Escolaridad					Ocupación				
			H	M	N _o	N _A					ANALF	ALF	PR	S	TU	P	AG	AL	DA	O
Ojo de Agua	30	182	61	55	41	25	19	2	7	2	1	-	3	20	6	16	3	4	4	3
Buenos Aires	14	84	32	26	15	11	7	2	-	5	-	-	7	7	-	1	1	3	5	4
Ayapal	19	106	41	32	22	11	9	1	5	4	-	-	7	10	2	6	-	1	7	5
Centro Turístico	20	86	30	27	13	16	11	2	2	5	2	-	7	8	3	4	1	-	7	8
La Bocana	9	52	14	12	15	11	5	1	1	2	-	-	8	1	-	5	1	2	1	-
Las Riveras	43	204	48	58	44	54	33	2	3	5	9	18	-	14	2	13	-	7	7	16
Totales	135	714	226	210	150	128	84	10	18	23	12	18	32	60	13	45	6	17	31	36
%			31.65	29.41	21.01	17.93	62.22	7.41	13.33	17.04	8.89	13.33	23.70	44.44	9.63	33.33	4.44	12.59	22.96	26.67

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Barrio	Unidad Sanitaria				Disposición Basura				Forma De Suministro de agua				Ingreso promedio mensual (C\$)			
	L	I	CV	NT	Q	E	SM	B	TUB	R	C	OF	<600	600-1000	1000-3000	3000-5000
Ojo de Agua	27	-	3	-	25	1	-	4	-	2	19	9	9	15	5	1
Buenos Aires	10	1	1	2	13	-	-	1	-	-	14	-	5	7	2	-
Ayapal	17	1	1	-	14	1	-	4	-	1	17	1	11	3	5	-
Centro Turístico	8	10	2	-	7	1	11	1	-	-	20	-	4	3	8	5
La Bocana	6	1	2	-	9	-	-	-	-	6	3	-	5	1	2	1
Las Riveras	31	7	5	-	34	-	-	9	-	-	31	12	10	18	12	3
Totales	99	20	14	2	102	3	11	19	-	9	104	22	44	47	34	10
%	73.33	14.81	10.37	1.48	75.56	2.22	8.15	14.07	-	6.67	77.04	16.3	32.59	34.81	25.19	7.41

Familia Miembros

H: hombres
M: Mujeres
No: Niños
NA: Niñas

Enfermedades Frecuentes

R: Respiratorias
D: Diarreicas
A: Ambas
O: Otras

Escolaridad

Analf.: Analfabeto
Alf: Alfabetizado
PR: Primaria
S: Secundaria
TU: Técnico y Universitario

Ocupación

P: Pescador
AG: Agricultor
AL: Albañil
DA: Diversas Actividades
O: Otras

Unidad Sanitaria

L: Letrina
I: Inodoro
CV: Casa del vecino
NT: No tiene

Disposición Basura

Q: Quema
E: Entierra
B: Botán
SM: Servicio Municipal

Forma de Suministro de Agua

TUB: Tubería
C: Compra
R: Río
OF: Otra forma

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS LOCALIDADES DE CASARES Y LA BOQUITA”
RESUMEN DE CENSO POBLACIONAL**

MUNICIPIO: Diriamba

LOCALIDAD: Casares- La Boquita

Barrios	Total de Casas	Familia Miembros					Enfermedades más Frecuentes				Estructura Poblacional									
		Total	Adultos		Niños		R	D	A	O	Escolaridad					Ocupación				
			H	M	No	NA					ANALF	ALF	PR	S	TU	P	AG	AL	DA	O
Casares	297	1514	470	419	328	297	188	14	16	79	12	1	99	165	20	187	5	8	25	72
La Boquita	135	714	226	210	150	128	84	10	18	23	12	18	32	60	13	45	6	17	31	36
Totales	432	2228	696	629	478	425	272	24	34	102	24	19	131	225	33	232	11	25	56	108
%			31.24	28.23	21.45	19.08	62.96	5.56	7.87	23.61	5.56	4.40	30.32	52.08	7.64	53.70	2.55	5.79	12.96	25

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Barrio	Unidad Sanitaria				Disposición Basura				Forma De Suministro de agua				Ingreso promedio mensual (C\$)			
	L	I	CV	NT	Q	E	SM	B	TUB	R	C	OF	<600	600-1000	1000-3000	3000-5000
Casares	236	33	12	16	226	3	-	68	6	3	282	6	46	95	126	30
La Boquita	99	20	14	2	102	3	11	19	-	9	104	22	44	47	34	10
Totales	335	53	26	18	328	6	11	87	6	12	386	28	90	142	160	40
%	77.55	12.27	6.02	4.17	75.93	1.39	2.55	20.14	1.39	2.78	89.35	6.48	20.83	32.87	37.04	9.26

Familia Miembros

H: hombres
M: Mujeres
No: Niños
NA: Niñas

Enfermedades Frecuentes

R: Respiratorias
D: Diarreicas
A: Ambas
O: Otras

Escolaridad

Analf.: Analfabeto
Alf: Alfabetizado
PR: Primaria
S: Secundaria
TU: Técnico y Universitario

Ocupación

P: Pescador
AG: Agricultor
AL: Albañil
DA: Diversas Actividades
O: Otras

Unidad Sanitaria

L: Letrina
I: Inodoro
CV: Casa del vecino
NT: No tiene

Disposición Basura

Q: Quema **E:**Entierra **B:**Botan
SM: Servicio Municipal

Forma de Suministro de Agua

TUB: Tubería **R:** Río
C: Compra **OF:** Otra forma

Observación: Para proyectar la población se consideraran las casas en las que no se tuvo acceso, tomándose según Normas de ENACAL 6 hab/ vivienda. En caso de Casares se agregaran 60 habitantes, correspondientes a las 10 casas, y 6 habitantes en La Boquita en donde no se tuvo acceso.

CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA

I. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA Y UBICACIÓN DE LA VIVIENDA

1. Departamento: *Carazo*
2. Municipio: *Diriamba*
3. Localidad:
4. Barrio o Caserío:

II. DATOS DE LA VIVIENDA.

VIVIENDAS PARTICULARES O COLECTIVAS

- 1.Casa
- 2.Quinta
- 3.Cuarto en cuartería
- 4.Rancho o Choza
- 5.Vivienda improvisada
6. Hoteles, pensiones y casa de huéspedes
- 7.Bares y Restaurantes

III. SERVICIO DE AGUA

¿Cómo se abastece de agua la vivienda?

- a. Tubería dentro de la vivienda
- b. Tubería fuera de la vivienda pero dentro del terreno
- c. Río, manantial o quebrada
- d. Puesto público o privado
- e. Compra
- f. Otra forma

¿Cómo es el actual servicio?

- | | |
|------------|---------|
| a. Bueno | c. malo |
| b. Regular | d. otro |

Distancia que recorre a la fuente más cercana

- | | |
|-------------------|-------------------|
| a. Menor de 100 m | c. De 600 a 1500m |
| b. De 200 a 600m | d. Mayor de 2000m |
| e. Otra | |

Costo promedio del agua (C\$)

- a. Hasta 30/día
- b. Hasta 60/día
- c. Hasta 100/día
- d. Hasta 200/día
- e. Hasta 90/semana
- f. Hasta 300/semana
- g. Menos de 300/mes

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

- h. Hasta 600/mes
- i. Mas de 600/mes

IV. SERVICIO SANITARIO

¿Qué clase de servicio higiénico tiene la vivienda?

- a. Letrina
- b. Inodoro
 - Conectado a tubería de aguas negras
 - Conectado a sumidero o pozo séptico
 - Que descarga en Río o quebrada
- c. Casa del Vecino
- d. No tiene

Sitio y forma donde dispone sus desechos sólidos

- a. Quema
- b. Enterramiento
- c. Servicio Municipal
- d. Botan u Otros

V. SERVICIO DE ALUMBRADO

¿Qué clase de alumbrado público tiene esta vivienda?

- a. Luz eléctrica
- b. Gas (Kerosén)
- c. Otro

VI.SALUD

¿A qué distancia le queda el puesto o centro de salud más cercano?

- a. No hay
- b. Menos de 1 km
- c. Más de 1 km

Tiempo que tarda en llegar a él

- a. 0-30 min.
- b. 30- 1 hr
- c. Más de 1 hr.

Medio de transporte que usa para ir

- a. A pie
- b. En bestia
- c Vehículo
- d Otros

Enfermedades más frecuentes

- a. Respiratorias
- b. Diarreicas
- c Ambas
- d. Otras

VII. LISTA DE PERSONAS QUE HABITAN EN LA VIVIENDA

¿Cuántas personas viven habitualmente en esta vivienda?

- Total
- Adultos

Hombres	Mujeres	Edades
---------	---------	--------

- Niños

Varón	Mujer	Edades
-------	-------	--------

VIII ALFABETISMO

- Estas personas
 - a. saben leer y escribir
 - b. solo saben leer
 - c. no saben leer ni escribir

- Asistencia escolar

Actualmente asisten a algún centro de enseñanza primaria, media o superior

¿Cuántos hay?

Si No

Nombre del centro

Ubicación

- ¿cuál es el año o grado escolar más alto que aprobó?

- a. Analfabeto
- b. Alfabetizado
- c. Preescolar
- d. Primaria
- e. Secundaria
- f. Técnico o Universitario

- Población con empleo

Tipo de actividad que desempeña

- | | |
|---------------|------------------------|
| a. Pescador | d domestica |
| b. Agricultor | e diversas actividades |
| c. Albañil | f otras |

- Ingreso promedio (C\$/mes)

- | | |
|-------------------|--------------------|
| a. menor de 600 | c De 3000 a 5000 |
| b. de 600 a 1000 | d Especifique Otro |
| c. De 1000 a 3000 | |

ANEXO II
ANEXO II
DISEÑO HIDRÁULICO
DISEÑO HIDRÁULICO

Tabla 1. PROYECCION DE LA POBLACION DE CASARES

Período de Diseño	Año	Cte de Crecimiento	Población	Dotación g/hab*dia)	Q Diseño (gpd)	Q Diseño (lps)	C.C. (lps)	C.P (lps)	Fugas (lps)	CDPT (lps)	CMD = CDPT x 150%		CMH = CDPT x 250%	
											(lps)	(gpm)	(lps)	(gpm)
	1995	2,50%	1342	20	26840	1,18	0,08	0,08	0,24	1,58	2,37	37,62	3,95	62,7
	2007	2,50%	1574	20	31480	1,38	0,10	0,10	0,28	1,86	2,79	44,29	4,65	73,81
1	2008	2,50%	1613	20	32260	1,41	0,10	0,10	0,28	1,89	2,84	45,08	4,73	75,08
2	2009	2,50%	1654	20	33080	1,45	0,10	0,10	0,29	1,94	2,91	46,19	4,85	76,98
3	2010	2,50%	1695	20	33900	1,48	0,10	0,10	0,30	1,98	2,97	47,14	4,95	78,57
4	2011	2,50%	1737	20	34740	1,52	0,11	0,11	0,30	2,04	3,06	48,57	5,1	80,95
5	2012	2,50%	1781	20	35620	1,56	0,11	0,11	0,31	2,09	3,14	49,84	5,23	83,02
6	2013	2,50%	1825	20	36500	1,60	0,11	0,11	0,32	2,14	3,21	50,95	5,35	84,92
7	2014	2,50%	1871	20	37420	1,64	0,11	0,11	0,33	2,19	3,29	52,22	5,48	86,98
8	2015	2,50%	1918	20	38360	1,68	0,12	0,12	0,34	2,26	3,39	53,81	5,65	89,68
9	2016	2,50%	1966	20	39320	1,72	0,12	0,12	0,34	2,30	3,45	54,76	5,75	91,27
10	2017	2,50%	2015	20	40300	1,77	0,12	0,12	0,35	2,36	3,54	56,19	5,9	93,65
11	2018	2,50%	2065	20	41300	1,81	0,13	0,13	0,36	2,43	3,65	57,94	6,08	96,51
12	2019	2,50%	2117	20	42340	1,85	0,13	0,13	0,37	2,48	3,72	59,05	6,2	98,41
13	2020	2,50%	2170	20	43400	1,90	0,13	0,13	0,38	2,54	3,81	60,48	6,35	100,79
14	2021	2,50%	2224	20	44480	1,95	0,14	0,14	0,39	2,62	3,93	62,38	6,55	103,97
15	2022	2,50%	2280	20	45600	2,00	0,14	0,14	0,40	2,68	4,02	63,81	6,7	106,35
16	2023	2,50%	2337	20	46740	2,05	0,14	0,14	0,41	2,74	4,11	65,24	6,85	108,73
17	2024	2,50%	2395	20	47900	2,10	0,15	0,15	0,42	2,82	4,23	67,14	7,05	111,9
18	2025	2,50%	2455	20	49100	2,15	0,15	0,15	0,43	2,88	4,32	68,57	7,2	114,29
19	2026	2,50%	2516	20	50320	2,20	0,15	0,15	0,44	2,94	4,41	70	7,35	116,67
20	2027	2,50%	2579	20	51580	2,26	0,16	0,16	0,45	3,03	4,55	72,22	7,58	120,32

Tabla 2. PROYECCION DE LA POBLACION DE LA BOQUITA

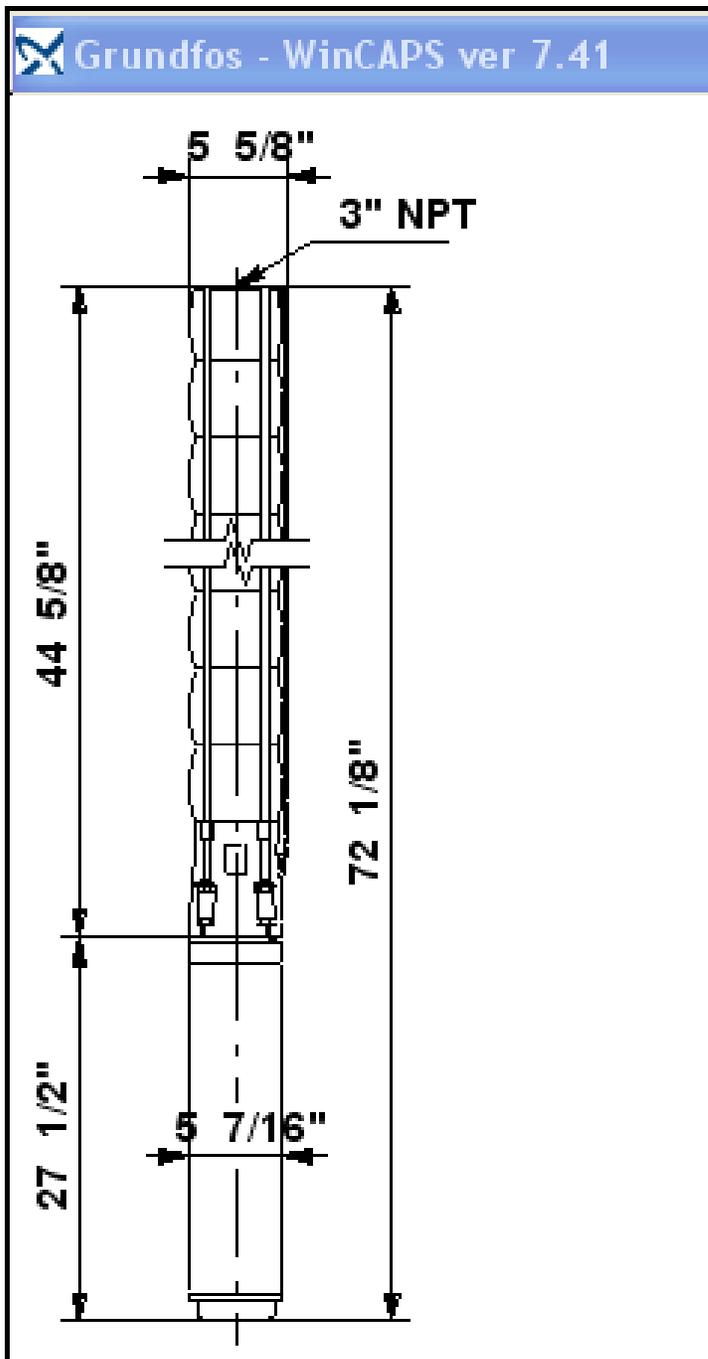
Período de Diseño	Año	Cte de Crecimiento (%)	Población	Dotación (g/hab*día)	Q Diseño (gpd)	Q Diseño (lps)	C.C. (lps)	C.P (lps)	Fugas (lps)	CDPT (lps)	CMD = CDPT x 150%		CMH = CDPT x 250%	
											(lps)	(gpm)	(lps)	(gpm)
	1995	4	449	20	8980	0,39	0,03	0,03	0,08	0,53	0,8	12,7	1,33	21,11
	2007	4	720	20	14400	0,63	0,04	0,04	0,13	0,84	1,26	20	2,1	33,33
1	2008	4	749	20	14980	0,66	0,05	0,05	0,13	0,89	1,34	21,27	2,23	35,4
2	2009	4	779	20	15580	0,68	0,05	0,05	0,14	0,92	1,38	21,9	2,3	36,51
3	2010	4	810	20	16200	0,71	0,05	0,05	0,14	0,95	1,43	22,7	2,38	37,78
4	2011	4	842	20	16840	0,74	0,05	0,05	0,15	0,99	1,49	23,65	2,48	39,37
5	2012	4	876	20	17520	0,77	0,05	0,05	0,15	1,02	1,53	24,29	2,55	40,48
6	2013	4	911	20	18220	0,80	0,06	0,06	0,16	1,08	1,62	25,71	2,7	42,86
7	2014	4	947	20	18940	0,83	0,06	0,06	0,17	1,12	1,68	26,67	2,8	44,44
8	2015	4	985	20	19700	0,86	0,06	0,06	0,17	1,15	1,73	27,46	2,88	45,71
9	2016	4	1025	20	20500	0,90	0,06	0,06	0,18	1,20	1,8	28,57	3	47,62
10	2017	4	1066	20	21320	0,93	0,07	0,07	0,19	1,26	1,89	30	3,15	50
11	2018	4	1108	20	22160	0,97	0,07	0,07	0,19	1,30	1,95	30,95	3,25	51,59
12	2019	4	1153	20	23060	1,01	0,07	0,07	0,20	1,35	2,03	32,22	3,38	53,65
13	2020	4	1199	20	23980	1,05	0,07	0,07	0,21	1,40	2,1	33,33	3,5	55,56
14	2021	4	1247	20	24940	1,09	0,08	0,08	0,22	1,47	2,21	35,08	3,68	58,41
15	2022	4	1297	20	25940	1,14	0,08	0,08	0,23	1,53	2,3	36,51	3,83	60,79
16	2023	4	1349	20	26980	1,18	0,08	0,08	0,24	1,58	2,37	37,62	3,95	62,7
17	2024	4	1402	20	28040	1,23	0,09	0,09	0,25	1,66	2,49	39,52	4,15	65,87
18	2025	4	1459	20	29180	1,28	0,09	0,09	0,26	1,72	2,58	40,95	4,3	68,25
19	2026	4	1517	20	30340	1,33	0,09	0,09	0,27	1,78	2,67	42,38	4,45	70,63
20	2027	4	1578	20	31560	1,38	0,10	0,10	0,28	1,86	2,79	44,29	4,65	73,81

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Estación de Bombeo.

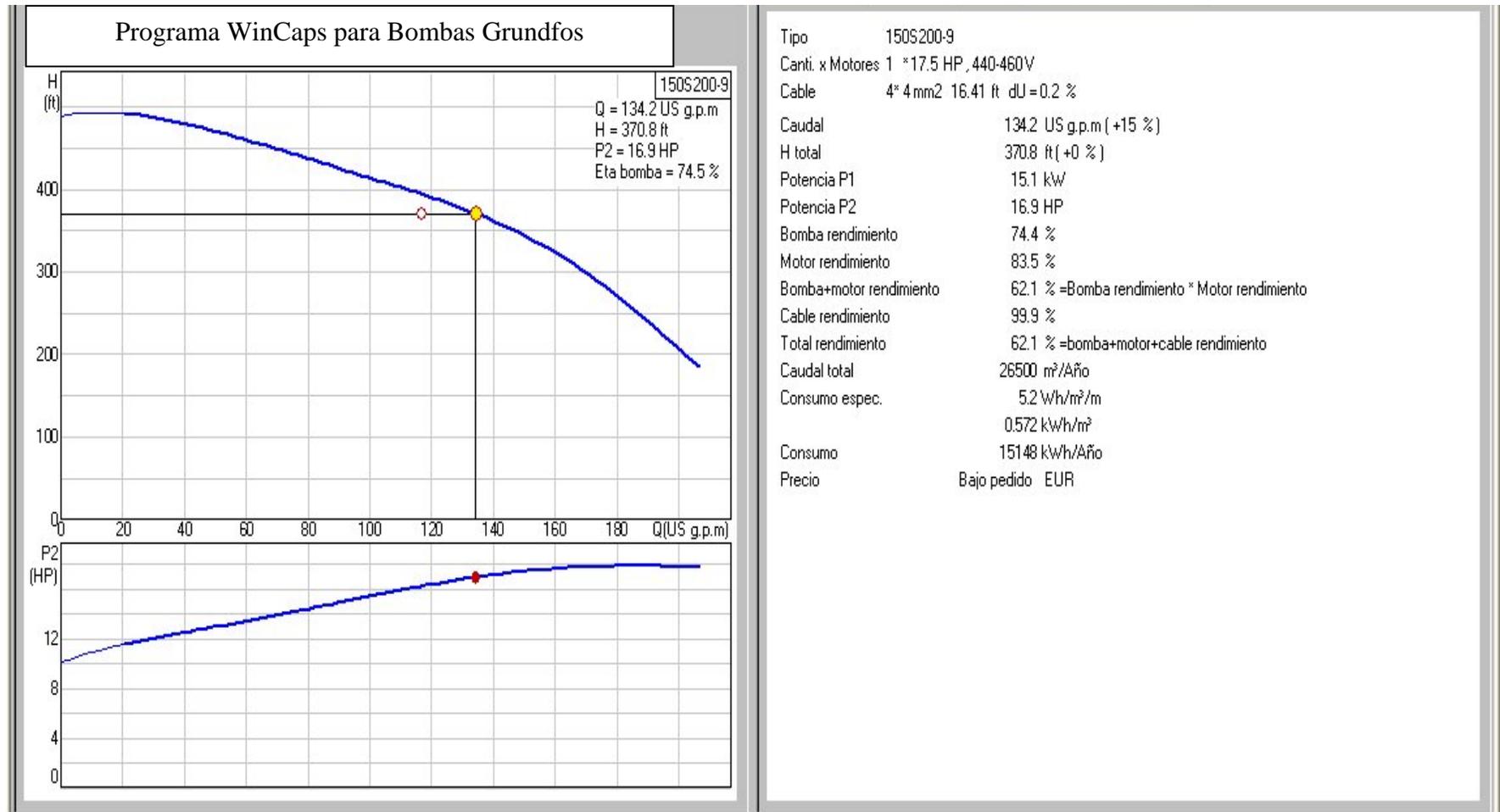
Se instalará equipo de bombeo sumergible para un caudal de 116.5 GPM, CTD 370.2 pie, 20hp/3F/440-460 V/60 Hz, con banco de transformadores 3x10 KVA. Longitud de columna de 460' cédula 80, con paneles y protecciones eléctricas, cable sumergible de 480 pie de longitud N° 6 de tres hilos.

Esquema Dimensional de la Bomba.



*Ver curva característica de la Bomba.

Curva Característica de la Bomba



Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Especificaciones Técnicas del Modelo Propuesto.

Bomba sumergible multicelular para suministro de agua sin tratar, descenso del nivel freático y aumento de presión. La bomba es adecuada para aplicaciones con líquidos agresivos.

Toda la bomba es de Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 DIN W.-Nr. y es adecuada para instalación tanto horizontal como vertical. La bomba lleva un tornillo de cebado y una válvula de retención incorporada.

El motor es un motor 3 -fásico del tipo encapsulado con protección contra arena, cojinetes lubricados por el líquido y diafragma compensador de presión.

Líquido:

Líquido bombeado: Agua potable

Datos técnicos:

Caudal de bomba: 134.2 US g.p.m

Altura proporcionada bomba: 370.8 ft

Certificados en placa: CSA

Materiales:

Material, bomba: Acero inoxidable

Material, bomba: 1.4301 DIN W.-Nr.

Material, impulsor: Acero inoxidable

Material, impulsor: 1.4301 DIN W.-Nr.

Material, motor: Acero inox.

Material, motor: 1.4301 DIN W.-Nr.

Instalación:

Presión del sistema: 870 lb/in²

Dimensión, descarga bomba: 3" NPT

Diámetro del motor: 6 inch

Diámetro min. de la perforación: 6" in

Datos eléctricos:

Tipo de motor: MS6000

Potencia de entrada velocidad 1-2-3:

Potencia nominal (P2): 17.5 HP

Frecuencia red: 60 Hz

Tensión nominal: 3 x 440-460 V

Tolerancia de tensión:

Tipo de arranque: DOL

Tipo de arranque: DOL

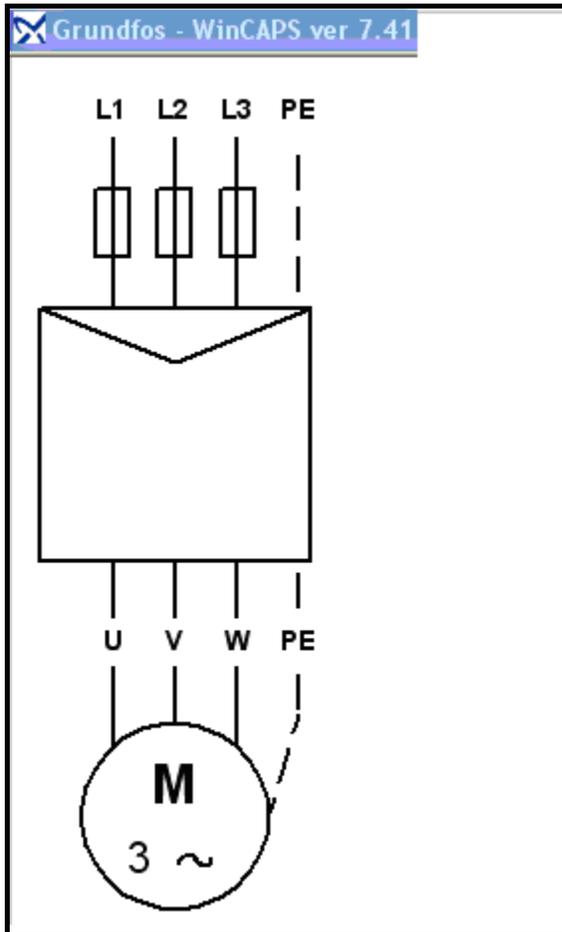
Corriente nominal: 29,5-29,0 A

Factor de servicio: 1.15

Corriente nominal: -33 A

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Corriente en velocidad 1-2-3:
Corriente de arranque: 172 A
Corriente de arranque en velocidad 1-2-3:
Cos phi - factor de potencia: 0,85-0,83
Velocidad nominal: 3440-3460 rpm
Rendimiento a plena carga: 84.0 %
Grado de protección (IEC 34-5):58
Clase de aislamiento (IEC 85):F
Sensor de temp. integrado: Y



Línea de Conducción:

1. Línea de Conducción por Bombeo:

Análisis técnico económico de la línea de conducción por bombeo.

Un breve análisis de los resultados de la tabla n° 3 que se presenta a continuación evidencian que el tubo de Ø3” representa un costo anual equivalente menor respecto a los Ø de 4 y 6 pulgadas, sin embargo los costos de operación son mayores, debido a que el equipo de bombeo pasa de 20 a 25 HP, por lo cual se recomienda utilizar tubería de 4” y un motor de 20 HP para garantizar menores gastos de operación del sistema, ya que no hay una diferencia significativa entre los costos anuales equivalentes

Tabla n°3. Análisis Técnico Económico de los Equipos de Bombeo del Pozo en Jobo Dulce.

Diam.	Caudal	LongLC1	Hf LC	LongLC1	Hf LC	Hflocales	HpfTotal	ElevTanq	ElevPozo	Nbomb	CTD	Pb teorica	Pb motor	Potencia	CostTub	CAT	CAE	CAEq
plg	gpm	m	m	m	m	3%HfLc	(m)	(m)	(m)	(m)	(pie)	(HP)	(HP)	comercial	(C\$/ml)	(C\$)	(C\$)	(C\$)
3	116,5	140,24	9,31	1.450,00	45,45	1,36	56,12	200	200	91,46	484,2	18,99	25,32	25,00	642,34	118.752,61	130.699,20	249.451,81
4	116,5	140,24	9,31	1.450,00	11,20	0,87	21,38	200	200	91,46	370,2	14,52	19,36	20,00	1314,03	242.931,30	104.559,36	347.490,66
6	116,5	140,24	9,31	1.450,00	1,55	0,05	10,91	200	200	91,46	335,9	13,17	17,57	20,00	3677,85	679.942,52	104.559,36	784.501,88

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Redes de Distribución:

1. Red de Distribución de La Boquita

Método de la Gradiente Piezométrica y Caudal

$$\phi = 1.13 * \sqrt{\frac{Q}{V \text{ lim}}}$$

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * \phi^2}$$

$$h_f = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{L}{\phi^{4.87}} \right)$$

$$H = Z + \frac{P}{m}$$

Tablas de Resultados:

Tabla n° 4

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro calculado		Diámetro Propuesto		Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérdidas (m)
		m	plg	plg	m			
Tubería 1-2	236,80	0,07430	2,925	3	0,075	4,445	1,006	3,124
Tubería 2-3	175,50	0,07260	2,858	3	0,075	4,244	0,961	2,125
Tubería 3-4	196,00	0,07090	2,791	3	0,075	4,043	0,915	2,17
Tubería 4-5	181,50	0,06810	2,681	3	0,075	3,735	0,845	1,735
Tubería 5-6	287,00	0,06530	2,571	3	0,075	3,427	0,776	2,339
Tubería 6-7	246,00	0,06230	2,453	2	0,05	3,119	1,588	12,131
Tubería 7-8	53,00	0,05870	2,311	2	0,05	2,775	1,413	2,105
Tubería 8-9	217,00	0,05680	2,236	2	0,05	2,596	1,322	7,617
Tubería 9-10	122,50	0,05480	2,157	2	0,05	2,417	1,231	3,767
Tubería 10-11	52,20	0,02030	0,799	2	0,05	0,333	0,170	0,041
Tubería 11-12	96,00	0,01660	0,654	2	0,05	0,222	0,113	0,035
Tubería 12-13	110,00	0,01170	0,461	2	0,05	0,111	0,057	0,011
Tubería 10-14	62,30	0,04870	1,917	2	0,05	1,905	0,970	1,233
Tubería 14-15	105,00	0,01480	0,583	2	0,05	0,177	0,090	0,025
Tubería 15-16	54,51	0,00860	0,339	2	0,05	0,059	0,030	0,002
Tubería 15-17	59,71	0,00860	0,339	2	0,05	0,059	0,030	0,002
Tubería 14-18	14,50	0,04560	1,795	2	0,05	1,669	0,850	0,225
Tubería 18-19	64,00	0,01960	0,772	2	0,05	0,309	0,157	0,044
Tubería 19-20	76,00	0,01350	0,531	2	0,05	0,147	0,075	0,013
Tubería 20-21	38,12	0,00780	0,307	2	0,05	0,049	0,025	0,001
Tubería 20-22	107,50	0,00780	0,307	2	0,05	0,049	0,025	0,002
Tubería 19-23	80,00	0,01160	0,457	2	0,05	0,108	0,055	0,008
Tubería 23-24	70,00	0,00820	0,323	2	0,05	0,054	0,028	0,002
Tubería 18-25	39,00	0,03640	1,433	2	0,05	1,067	0,543	0,264

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tubería 25-26	32,62	0,01020	0,402	2	0,05	0,083	0,042	0,002
Tubería 25-27	62,00	0,03350	1,319	2	0,05	0,901	0,459	0,307
Tubería 27-28	42,70	0,03190	1,256	2	0,05	0,818	0,417	0,177
Tubería 28-29	37,00	0,03020	1,189	2	0,05	0,735	0,374	0,125
Tubería 29-30	50,00	0,02850	1,122	2	0,05	0,652	0,332	0,136
Tubería 30-31	18,50	0,02680	1,055	2	0,05	0,579	0,295	0,04
Tubería 31-32	24,71	0,00950	0,374	2	0,05	0,073	0,037	0,001
Tubería 31-33	105,00	0,02320	0,913	2	0,05	0,433	0,221	0,134
Tubería 33-34	39,00	0,02120	0,835	2	0,05	0,360	0,183	0,035
Tubería 34-35	87,20	0,01510	0,594	2	0,05	0,184	0,094	0,023
Tubería 35-36	87,00	0,01070	0,421	2	0,05	0,092	0,047	0,006

Tabla n 5

Id Nodo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura (m)	Presión (mca)	Condición
Nodo 1	22,00	0.201	89,62	67,62	Abierto
Nodo 2	24,00	0.201	86,50	62,50	Abierto
Nodo 3	23,00	0.201	84,37	61,37	Abierto
Nodo 4	27,50	0,308	82,20	54,70	Abierto
Nodo 5	21,50	0,308	80,47	58,97	Abierto
Nodo 6	24,00	0,308	78,13	54,13	Abierto
Nodo 7	24,00	0,344	66,00	42,00	Abierto
Nodo 8	24,00	0.179	63,89	39,89	Abierto
Nodo 9	24,00	0.179	56,28	32,28	Abierto
Nodo 10	19,00	0.179	52,51	33,51	Abierto
Nodo 11	16,00	0.111	18,05	2,05	Abierto
Nodo 12	11,00	0.111	18,01	7,01	Abierto
Nodo13	4,00	0.111	18,00	14,00	Abierto
Nodo 14	23,50	0.059	51,28	27,78	Abierto
Nodo 15	16,00	0.059	33,00	17,00	Abierto
Nodo 16	6,00	0.059	20,00	14,00	Abierto
Nodo 17	19,00	0.059	33,00	14,00	Abierto
Nodo 18	24,00	0,293	51,05	27,05	Abierto
Nodo 19	18,00	0.054	29,01	11,01	Abierto
Nodo 20	19,00	0.049	29,00	10,00	Abierto
Nodo 21	15,00	0.049	29,00	14,00	Abierto
Nodo 22	3,00	0.049	17,00	14,00	Abierto
Nodo 23	8,50	0,054	19,00	10,50	Abierto
Nodo 24	5,00	0.054	19,00	14,00	Abierto
Nodo 25	25,50	0.083	50,79	25,29	Abierto
Nodo 26	24,00	0.083	38,00	14,00	Abierto
Nodo 27	27,00	0.083	50,48	23,48	Abierto
Nodo 28	27,50	0.083	50,30	22,80	Abierto
Nodo 29	31,00	0.083	50,18	19,18	Abierto
Nodo 30	35,00	0.073	50,04	15,04	Abierto
Nodo 31	36,00	0.073	50,00	14,00	Abierto
Nodo 32	36,00	0.073	50,00	14,00	Abierto
Nodo 33	28,00	0.073	49,06	21,06	Abierto
Nodo 34	40,00	0,176	49,03	9,03	Abierto

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Nodo 35	39,00	0,092	49,01	10,01	Abierto
Nodo 36	35,00	0,092	49,00	14,00	Abierto

Determinación de la línea principal Red La Boquita.

Primer intento:

Sumatoria de caudales

$$\Sigma Q_{23-24}=0.11 \text{ l/s}$$

$$\Sigma Q_{20-21-22}=0.15 \text{ l/s}$$

$$Z_{20}=19$$

$$Z_{23}=8.5$$

$$L_{19-20}=76\text{m}$$

$$L_{19-23}=80\text{m}$$

La línea más crítica en este tramo es la 19-20-21-22

Segundo intento:

Sumatoria de caudales

$$\Sigma Q_{19-20-21-22}=0.201 \text{ l/s}$$

$$\Sigma Q_{25-26\dots-36}=1.067 \text{ l/s}$$

$$Z_{19}=18$$

$$Z_{25}=25.5$$

$$L_{18-19}=64\text{m}$$

$$L_{18-25}=39\text{m}$$

La línea más crítica en este tramo es la 25-26...-36

Tercer intento:

Sumatoria de caudales

$$\Sigma Q_{18-25-26\dots-36}=1.360 \text{ l/s}$$

$$\Sigma Q_{15-16-17}=0.177 \text{ l/s}$$

$$Z_{18}=24$$

$$Z_{15}=16$$

$$L_{14-18}=14.5\text{m}$$

$$L_{14-15}=105\text{m}$$

La línea más crítica en este tramo es la 14-18-25-26...-36

Cuarto intento:

Sumatoria de caudales

$$\Sigma Q_{14-18-25-26\dots-36}=1.419 \text{ l/s}$$

$$\Sigma Q_{11-12-13}=0.333 \text{ l/s}$$

$$Z_{14}=23.5$$

$$Z_{11}=16$$

$$L_{10-14}=62.3\text{m}$$

$$L_{10-11}=52.2\text{m}$$

La línea más crítica en este tramo es la 10-14-18-25-26...-36

Quinto intento:

Sumatoria de caudales

$$\Sigma Q_{1-2\dots-9}=2.229 \text{ l/s}$$

$$\Sigma Q_{14-18-25-26\dots-36}=1.419 \text{ l/s}$$

$$Z_9=24$$

$$Z_{14}=23.5$$

$$L_{10-14}=62.3\text{m}$$

$$L_{9-10}=122.5\text{m}$$

La línea más crítica en este tramo es la 1-2...-9.

La línea principal es la que presenta los valores más críticos con respecto a sumatorias de caudales, diferencias de elevaciones y longitudes entre tramos. El análisis antes presentado señala que la línea más crítica corresponde a los tramos 1-2-...-10, 14, 18, 25-26...-36, por esta razón se escoge como línea principal.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

2. Red de Distribución de Casares

Método de relajamiento o de pruebas y errores de Hardy Cross

$$\sum Q_t = \sum Q_{i,nodos} \quad \sum hp_{ij} = 0$$

Pérdidas en las Tuberías:

$$h_{ij} = k_{ij} * Q_{ij}^{1.852}$$

$$k_{ij} = \frac{10.67 * l_{ij}}{C_{ij}^{1.852} * d_{ij}^{4.87}}$$

Factor de Corrección:

$$\Delta Q = - \frac{\sum h_{ij}}{1.852 * \sum \left(\frac{h_{f,ij}}{Q_{ij}} \right)}$$

$$Q_{ij} = Q_{anterior} \pm \Delta Q$$

Tabla de Resultados

Tabla n° 6

ID LÍNEA	Diámetro calculado (m)	Diámetro calculado (plg)	Φ propuesto (plg)	Φ propuesto (m)	V. REAL	hp (m)	Qcorregido (LPS)
Tubería 1-2	0,09708	3,822	4	0,102	0,935	2,7820	7,580
Tubería 2-3	0,09544	3,757	4	0,102	0,904	1,3590	7,326
Tubería 3-4	0,09377	3,692	4	0,102	0,872	2,3890	7,072
Tubería 4-5	0,09314	3,667	4	0,102	0,861	1,7400	6,978
Tubería 5-6	0,09252	3,643	4	0,102	0,849	2,0140	6,884
Tubería 6-7	0,06509	2,563	6	0,152	0,188	0,0277	3,408
Tubería 7-8	0,06425	2,53	6	0,152	0,183	0,1018	3,320
Tubería 8-16	0,06330	2,492	6	0,152	0,178	0,0026	3,223
Tubería 9-17	0,04028	1,586	6	0,152	0,072	0,0104	1,305
Tubería 9-21	0,02720	1,071	4	0,102	0,073	-0,0050	-0,595
Tubería 9-22	0,04028	1,586	6	0,152	0,072	-0,0034	-1,305
Tubería 9-16	0,07279	2,866	6	0,152	0,235	0,0140	4,262
Tubería 1-10	0,06490	2,555	6	0,152	0,187	-0,0121	-3,388
Tubería 10-11	0,06490	2,555	6	0,152	0,187	-0,0332	-3,388
Tubería 11-12	0,06352	2,501	6	0,152	0,179	-0,0355	-3,245
Tubería 12-13	0,06352	2,501	6	0,152	0,179	-0,0241	-3,245
Tubería 13-14	0,06207	2,444	6	0,152	0,171	-0,0284	-3,099
Tubería 14-15	0,00804	0,317	6	0,152	0,003	0,0004	0,052
Tubería 15-16	0,00804	0,317	6	0,152	0,003	0,0004	0,052
Tubería 17-18	0,03768	1,483	6	0,152	0,063	0,0062	1,142
Tubería 18-19	0,03489	1,374	6	0,152	0,054	0,0050	0,979
Tubería 19-20	0,03185	1,254	6	0,152	0,045	0,0036	0,816
Tubería 20-29	0,02849	1,122	6	0,152	0,036	0,0025	0,653
Tubería 21-22	0,00972	0,383	6	0,152	0,004	0,0001	0,076
Tubería 21-23	0,02513	0,989	4	0,102	0,062	-0,0023	-0,508
Tubería 22-24	0,03641	1,433	6	0,152	0,059	-0,0013	-1,066
Tubería 23-24	0,01206	0,475	6	0,152	0,006	-0,0002	0,117
Tubería 23-25	0,02397	0,944	4	0,102	0,057	-0,0014	-0,462
Tubería 25-26	0,01087	0,428	6	0,152	0,005	-0,0002	0,095
Tubería 24-26	0,03128	1,231	6	0,152	0,043	-0,0006	-0,787
Tubería 25-27	0,02216	0,872	4	0,102	0,048	-0,0008	-0,395
Tubería 26-28	0,02565	1,01	6	0,152	0,029	-0,0001	-0,529
Tubería 27-28	0,02133	0,84	6	0,152	0,02	-0,0001	-0,366
Tubería 27-29	0,02727	1,074	4	0,102	0,073	-0,0013	-0,598
Tubería 29-30	0,05034	1,982	6	0,152	0,112	0,0038	2,038
Tubería 30-31	0,04828	1,901	6	0,152	0,103	0,0080	1,875
Tubería 31-32	0,04667	1,837	6	0,152	0,097	0,0031	1,752
Tubería 32-33	0,04500	1,772	6	0,152	0,09	0,0021	1,629
Tubería 33-34	0,04327	1,704	6	0,152	0,083	0,0025	1,506
Tubería 34-35	0,03642	1,434	6	0,152	0,059	0,0022	1,067
Tubería 34-40	0,02399	0,944	6	0,152	0,026	-0,0005	0,463
Tubería 34-42	0,02754	1,084	6	0,152	0,034	0,0014	0,610
Tubería 35-36	0,04363	1,718	6	0,152	0,084	0,0095	1,531
Tubería 35-38	0,01397	0,55	2	0,051	0,077	-0,0033	0,157
Tubería 36-37	0,04184	1,647	6	0,152	0,078	0,0033	1,408

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tubería 37-38	0,02384	0,939	6	0,152	0,025	-0,0009	-0,457
Tubería 38-39	0,02389	0,941	6	0,152	0,025	-0,0004	-0,459
Tubería 38-40	0,03340	1,315	6	0,152	0,049	0,0014	0,897
Tubería 39-41	0,02690	1,059	6	0,152	0,032	-0,0018	-0,582
Tubería 40-41	0,03257	1,282	6	0,152	0,047	-0,0005	0,853
Tubería 40-42	0,02799	1,102	6	0,152	0,035	-0,0004	-0,630
Tubería 41-43	0,02225	0,876	6	0,152	0,022	-0,0001	-0,398
Tubería 42-43	0,02657	1,046	6	0,152	0,031	0,0006	0,568
Tubería 42-44	0,03144	1,238	6	0,152	0,044	0,0010	0,795
Tubería 44-45	0,03378	1,33	6	0,152	0,051	0,0013	0,918
Tubería 45-43	0,03323	1,308	6	0,152	0,049	-0,0005	-0,888
Tubería 45-46	0,04667	1,837	6	0,152	0,097	-0,0081	-1,752
Tubería 46-47	0,04667	1,837	6	0,152	0,097	-0,0087	-1,752
Tubería 47-14	0,04667	1,837	6	0,152	0,097	-0,0051	-1,752
Tubería 37-48	0,04654	1,832	2	0,051	0,859	1,3970	1,742
Tubería 48-49	0,04277	1,684	2	0,051	0,726	3,6990	1,471
Tubería 49-50	0,03863	1,521	1,5	0,038	1,053	2,3380	1,200
Tubería 50-51	0,03399	1,338	2	0,051	0,458	0,9200	0,929
Tubería 51-52	0,02948	1,161	2	0,051	0,345	0,9040	0,699
Tubería 52-53	0,02415	0,951	2	0,051	0,231	0,3220	0,469
Tubería 53-54	0,01693	0,667	1,5	0,038	0,202	0,1220	0,239

Tabla nº 7

Id Nodo	Cota (m)	Demanda (lps)	Altura (m)	Presión (m)	Condición
Nodo 1	24,0	0,000	42	18	Cerrado
Nodo 2	17,5	0,254	39,2180	21,718	Abierto
Nodo 3	17,0	0,254	37,8590	20,859	Abierto
Nodo 4	13,0	0,094	35,4700	22,47	Abierto
Nodo 5	12,0	0,094	33,7300	21,73	Abierto
Nodo 6	12,0	0,088	31,7160	19,716	Abierto
Nodo 7	13,0	0,088	31,6883	18,6883	Abierto
Nodo 8	7,5	0,097	31,5865	24,0865	Abierto
Nodo 9	6,0	0,106	41,8519	35,8519	Abierto
Nodo 10	14,5	0,000	41,9879	27,4879	Cerrado
Nodo 11	20,0	0,143	41,9547	21,9547	Abierto
Nodo 12	18,0	0,000	41,9192	23,9192	Cerrado
Nodo13	18,0	0,146	41,8951	23,8951	Abierto
Nodo 14	14,0	0,146	41,8667	27,8667	Abierto
Nodo 15	5,0	0,000	41,8663	36,8663	Abierto
Nodo 16	5,0	0,163	41,8659	36,8659	Abierto
Nodo 17	5,0	0,163	41,8415	36,8415	Abierto
Nodo 18	8,0	0,163	41,8353	33,8353	Abierto
Nodo 19	9,5	0,163	41,8303	32,3303	Abierto
Nodo 20	10,0	0,163	41,8267	31,8267	Abierto
Nodo 21	6,0	0,163	41,8469	35,8469	Abierto
Nodo 22	5,0	0,163	41,8468	36,8468	Abierto
Nodo 23	9,0	0,163	41,8446	32,8446	Abierto
Nodo 24	8,5	0,163	41,8444	33,3444	Abierto
Nodo 25	10,0	0,163	41,8432	31,8432	Abierto
Nodo 26	9,0	0,163	41,8430	32,843	Abierto
Nodo 27	10,5	0,163	41,8424	31,3424	Abierto
Nodo 28	9,5	0,163	41,8429	32,3429	Abierto
Nodo 29	10,5	0,163	41,8242	31,3242	Abierto
Nodo 30	10,0	0,163	41,8204	31,8204	Abierto
Nodo 31	10,0	0,123	41,8124	31,8124	Abierto
Nodo 32	10,0	0,123	41,8093	31,8093	Abierto
Nodo 33	10,0	0,123	41,8072	31,8072	Abierto
Nodo 34	11,0	0,123	41,8047	30,8047	Abierto
Nodo 35	10,5	0,123	41,8025	31,3025	Abierto
Nodo 36	9,5	0,123	41,7930	32,293	Abierto
Nodo 37	8,0	0,123	41,79	33,7897	Abierto
Nodo 38	6,0	0,123	41,7888	35,7888	Abierto
Nodo 39	4,0	0,123	41,7884	37,7884	Abierto
Nodo 40	5,0	0,123	41,7874	36,7874	Abierto
Nodo 41	3,5	0,123	41,7866	38,2866	Abierto
Nodo 42	4,5	0,123	41,8033	37,3033	Abierto
Nodo 43	3,0	0,123	41,8443	38,8443	Abierto
Nodo 44	3,0	0,123	41,8435	38,8435	Abierto

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Nodo 45	3,0	0,166	41,8448	38,8448	Abierto
Nodo 46	2,5	0,000	41,8529	39,3529	Cerrado
Nodo 47	5,0	0,000	41,8616	36,8616	Cerrado
Nodo 48	12,0	0,271	40,39	28,3927	Abierto
Nodo 49	15,0	0,271	36,69	21,6937	Abierto
Nodo 50	18,0	0,271	34,36	16,3557	Abierto
Nodo 51	30,0	0,230	33,44	3,4357	Abierto
Nodo 52	23,5	0,230	32,53	9,0317	Abierto
Nodo 53	10,0	0,230	32,21	22,2097	Abierto
Nodo 54	4,0	0,230	32,09	28,0877	Abierto

Determinación de la línea principal Red Casares

Sumatoria de pérdidas:

Primer intento:

$$\sum hf = \text{tramo } 1-10 + 10-11 \dots 14-47 \dots 41-39 + 39-38 + 38-37.$$

$$\sum hf = -0,0148 - 0,0406 - 0,1266 - 0,0859 - 0,0354 - 0,0110 - 0,0119 - 0,0069 - 0,0007 - 0,0002 - 0,0021 - 0,0004 - 0,0010$$

$$\sum hf = \mathbf{-0.3375m.}$$

Segundo intento:

$$\sum hf = \text{tramo } 1-2 \dots 8-9 + 9-21 + 21-23 + 23-25 + 25-27 + 27-29 + \dots 34-35 \dots 36-37.$$

$$\sum hf = 0,1156 + 0,0529 + 0,0865 + 0,0612 + 0,0355 + 0,0535 + 0,0301 + 0,0564 - 0,0039 - 0,0017 - 0,0010 - 0,0005 - 0,0019 + 0,0030 + 0,0062 + 0,0024 + 0,0015 + 0,0018 + 0,0018 + 0,0089 + 0,0031$$

$$\sum hf = \mathbf{0.5114m}$$

Tercer intento:

$$\sum hf = \text{tramo } 1-2 \dots 9-17 \dots 34-35 \dots 36-37.$$

$$\sum hf = 0,1156 + 0,0529 + 0,0865 + 0,0612 + 0,0355 + 0,0535 + 0,0301 + 0,0564 + 0,0084 + 0,0049 + 0,0038 + 0,0026 + 0,0017 + 0,0030 + 0,0062 + 0,0024 + 0,0015 + 0,0018 + 0,0018 + 0,0089 + 0,0031.$$

$$\sum hf = \mathbf{0.5418m}$$

Cuarto intento:

$$\sum hf = \text{tramo } 1-2 \dots 9-22 \dots 28-27 \dots 27-29 \dots 34-35 + 35-38 + 37-38.$$

$$\sum hf = 0,1156 + 0,0529 + 0,0865 + 0,0612 + 0,0355 + 0,0535 + 0,0301 + 0,0564 - 0,0028 - 0,0010 - 0,0004 - 0,0001 + 0,0000 - 0,0019 + 0,0030 + 0,0062 + 0,0024 + 0,0015 + 0,0018 + 0,0018 - 0,0034 - 0,0010.$$

$$\sum hf = \mathbf{0.4978m}$$

Quinto intento:

$$\sum hf = \text{tramo } 1-10 \dots 14-15 \dots 9-17 \dots 34-35 \dots 36-37.$$

$$\sum hf = -0,0148 - 0,0406 - 0,1266 - 0,0859 - 0,0354 + 0,0151 + 0,0166 + 0,0035 + 0,0084 + 0,0049 + 0,0038 + 0,0026 + 0,0017 + 0,0030 + 0,0062 + 0,0024 + 0,0015 + 0,0018 + 0,0018 + 0,0089 + 0,0031.$$

$$\sum hf = \mathbf{-0.218m}$$

Puesto que la sumatoria de las pérdidas en el quinto intento es menor en comparación con la sumatoria de pérdidas de los intentos anteriores, se tomará ésta como línea principal.

ANEXO III
ANEXO III
DISEÑO HIDRÁULICO "EPANET"
DISEÑO HIDRÁULICO "EPANET"

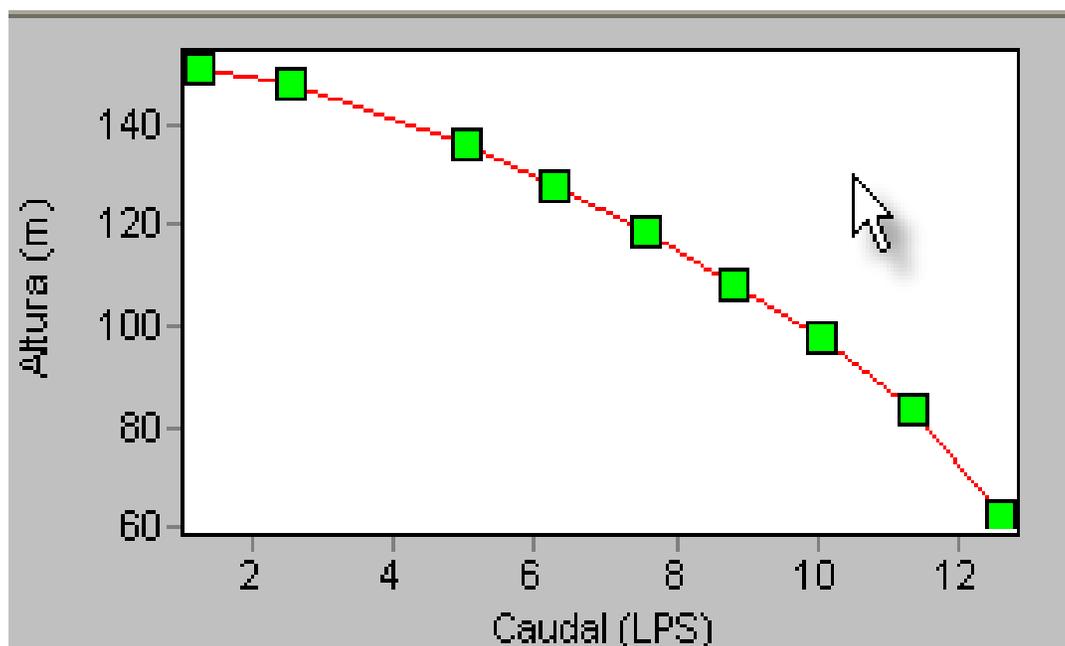
DISEÑO HIDRÁULICO “EPANET”

NOTA: “Ver Diseño del Tanque, Equipo de Bombeo y Línea de Conducción por Bombeo en Anexo II”

Tabla1. Curva Característica del Sistema

Q(gpm)	Q(lps)	H(pies)	H(m)
20	1.26	492.12	150.90
40.63	2.56	485.56	148.00
80	5.04	446.19	136.00
100	6.30	420.08	128.04
120	7.56	390.06	118.89
140	8.82	355.05	108.22
160	10.08	321.52	98.00
180	11.34	275.03	83.83
200	12.6	205.02	62.49

Fig. 1 Curva de Comportamiento de la Bomba



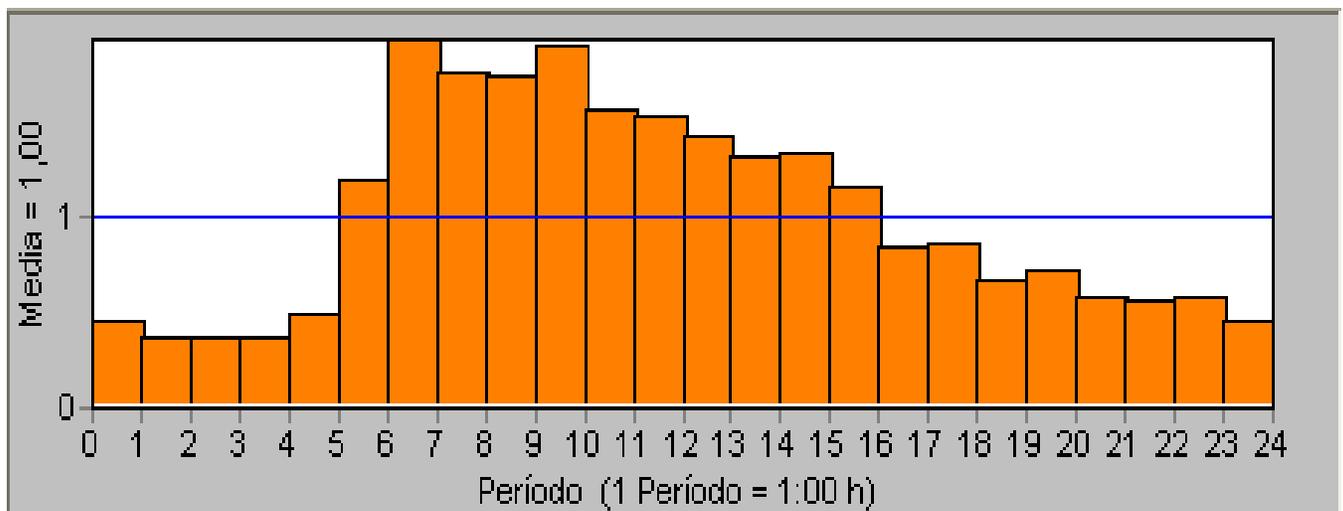
*Nota: Curva Característica de la Bomba, indica el comportamiento que tendrá la bomba. Se grafica con Altura vrs Caudal

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 2 Curva de Modulación del Tanque

Período	Multiplicador	Período	Multiplicador
1	0.46	13	1.41
2	0.37	14	1.31
3	0.36	15	1.32
4	0.36	16	1.15
5	0.49	17	0.83
6	1.18	18	0.86
7	1.92	19	0.67
8	1.75	20	0.71
9	1.73	21	0.57
10	1.89	22	0.55
11	1.56	23	0.58
12	1.51	24	0.45

Fig.2 Curva de Modulación del Tanque



*Nota: La curva analiza el comportamiento del tanque durante las 24 horas del día, es decir, indica las horas críticas que se presentan en el sistema (Horas en que El Tanque se encuentra vacío o lleno).

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

1. Análisis Dinámico

Los resultados que se presentan a continuación son los evaluados en el sistema en la hora más crítica (3 de la mañana), es decir cuando se da la menor demanda de agua, ya que en esta se dan las mayores presiones.

Tabla de Resultados:

Las siguientes tablas presentan los resultados del análisis Dinámico que se le realizó al sistema en el Programa Epanet.

Presiones en el Sistema:

Tabla 3.1 Presiones en la Línea de Conducción por Gravedad.

Línea de Conducción Tanque-Red de Distribución			
	Cota	Altura	Presión
TRAMO	m	m	m
Tanque-Amayo	300	384,73	84,41
Amayo	300	310	10
Amayo-Lajitas A	220	309,81	89,81
Lajitas de Apompua	220	230	10
Lajitas de Apompua-Chanal A	140	229,73	89,83
Chanal Arriba	140	180	40
Chanal Arriba-La Victoria	100	179,83	79,83
La Victoria	100	140	40
La Victoria-La Trinidad	80	139,82	59,82
La Trinidad	80	110	30
Río Escondido	60	109,83	49,83
San Francisco de Tepano	40	109,63	69,63
Carril Guasimo	20	109,44	89,44
Empalme	21	108,27	87,27
Red Casares	24	107,22	84,23
Red La Boquita	22	107,27	86,26

*Se colocaran cinco válvulas reguladoras de Presión en los primeros tramos de la Línea para asegurar buenas presiones en la Red de Distribución de las localidades y garantizar el buen funcionamiento del sistema.

*Toda la tubería a utilizarse en la Línea de Conducción es PVC SDR-26, cuya presión de servicio ofrecida para la primera cédula es de 112.0 m de columna de agua, por lo que es factible el usar tubería PVC SDR-26 en la Red de Conducción.

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla3.2 Presiones en la Red de Distribución en La Boquita

Red La Boquita				
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	M
Nudo 1	22	0,08	107,27	86,26
Nudo 2	24	0,08	107,23	84,24
Nudo 3	23	0,08	107,21	85,23
Nudo 4	27,5	0,12	107,19	80,72
Nudo 5	21,5	0,12	107,17	86,7
Nudo 6	24	0,12	107,15	84,19
Nudo 7	24	0,14	107,13	84,18
Nudo 8	24	0,07	107,13	84,18
Nudo 9	24	0,07	107,12	84,17
Nudo 10	19	0,07	107,11	89,17
Nudo 11	16	0,04	107,11	92,17
Nudo 12	11	0,04	107,11	97,17
Nudo 13	4	0,04	107,11	104,16
Nudo 14	23,5	0,02	107,06	84,63
Nudo 15	16	0,02	107,06	92,13
Nudo 16	6	0,02	107,06	102,13
Nudo 17	19	0,02	107,06	89,13
Nudo 18	24	0,12	107,05	84,13
Nudo 19	18	0,02	107,05	90,13
Nudo 20	19	0,02	107,05	89,13
Nudo 21	15	0,02	107,05	93,13
Nudo 22	3	0,02	107,05	105,13
Nudo 23	8,5	0,02	107,05	99,63
Nudo 24	5	0,02	107,05	103,13
Nudo 25	25,5	0,03	107,04	82,62
Nudo 26	24	0,03	107,04	84,12
Nudo 27	27	0,03	107,03	81,11
Nudo 28	27,5	0,03	107,02	80,61
Nudo 29	31	0,03	107,01	77,1
Nudo 30	35	0,03	107,01	73,1
Nudo 31	36	0,03	107,01	72,1
Nudo 32	36	0,03	107,01	72,1
Nudo 33	28	0,03	107	80,09
Nudo 34	40	0,07	107	68,09
Nudo 35	39	0,04	107	69,09
Nudo 36	35	0,04	107	73,09

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 3.3 Presiones en la Red de Distribución de Casares.

Red Casares				
ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión M
Nudo 1	24	0	107,22	84,23
Nudo 2	17,5	0,1	106,66	90,38
Nudo 3	17	0,1	106,38	90,7
Nudo 4	13	0,04	105,89	94,39
Nudo 5	12	0,04	105,54	95,17
Nudo 6	12	0,04	105,13	94,9
Nudo 7	13	0,04	105,09	93,88
Nudo 8	7,5	0,04	104,95	99,29
Nudo 9	6	0,04	104,94	100,78
Nudo 10	14,5	0	105,11	92,39
Nudo 11	20	0,06	105,07	86,87
Nudo 12	18	0	105,02	88,84
Nudo 13	18	0,06	104,99	88,82
Nudo 14	14	0,06	104,95	92,79
Nudo 15	5	0	104,95	101,79
Nudo 16	5	0,07	104,95	101,79
Nudo 17	5	0,07	104,9	101,76
Nudo 18	8	0,07	104,88	98,75
Nudo 19	9,5	0,07	104,86	97,24
Nudo 20	10	0,07	104,86	96,73
Nudo 21	6	0,07	104,9	100,76
Nudo 22	5	0,07	104,9	101,76
Nudo 23	9	0,07	104,88	97,75
Nudo 24	8,5	0,07	104,88	98,25
Nudo 25	10	0,07	104,87	96,74
Nudo 26	9	0,07	104,87	97,74
Nudo 27	10,5	0,07	104,86	96,24
Nudo 28	9,5	0,07	104,87	97,24
Nudo 29	10,5	0,07	104,85	96,23
Nudo 30	10	0,07	104,85	96,73
Nudo 31	10	0,05	104,83	96,72
Nudo 32	10	0,05	104,83	96,72
Nudo 33	10	0,05	104,83	96,72
Nudo 34	11	0,05	104,83	95,71
Nudo 35	10,5	0,05	104,81	96,2
Nudo 36	9,5	0,05	104,78	97,19
Nudo 37	8	0,05	104,78	98,68
Nudo 38	6	0,05	104,81	100,7
Nudo 39	4	0,05	104,81	102,71
Nudo 40	5	0,05	104,83	101,71
Nudo 41	3,5	0,05	104,83	103,21

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Nudo 42	4,5	0,05	104,83	102,22
Nudo 43	3	0,05	104,84	103,72
Nudo 44	3	0,05	104,84	103,73
Nudo 45	3	0,07	104,86	103,73
Nudo 46	2,5	0	104,89	104,25
Nudo 47	5	0	104,93	101,78
Nudo 48	12	0,11	104,71	94,64
Nudo 49	15	0,11	104,54	91,53
Nudo 50	18	0,11	104,52	88,52
Nudo 51	30	0,09	104,47	76,49
Nudo 52	23,5	0,09	104,44	82,97
Nudo 53	10	0,09	104,42	96,46
Nudo 54	4	0,09	104,42	102,46

*Hay que señalar que las presiones obtenidas en el sistema no están dentro del rango establecido por las normas para el diseño de agua potable, esto se debe a que se analizó la red de distribución aprovechando la resistencia de las tuberías.

La tubería a utilizarse en la Red de Distribución es PVC SDR-26 y PVC SDR-17, cuya presión de servicio ofrecida para la primera cédula es de 112.0 mca, y 170 mca para la segunda, por lo que es factible el usar tubería PVC SDR-26 y 17 en la Red de Distribución de las localidades.

La tubería PVC SDR-17 se colocara en aquellos tramos donde la presión sea mayor de 92m, esto con el fin de evitar rupturas en las tuberías en las horas más críticas que presente el sistema.

Velocidades en el Sistema:

Tabla 4.4 Velocidades en la Línea de Conducción por Gravedad.

Línea de Conducción Tanque-Red de Distribución				
Tramo	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Velocidad m/s
Tanque-Amayo	2066,7898	150	150	0,08
Amayo-Lajitas A	2262,1007	150	150	0,07
Lajitas de Apompua-Chanal A	2098,3961	150	150	0,03
Chanal Arriba-La Victoria	2016,1226	150	150	0,11
La Victoria-La Trinidad	2166,9379	150	150	0,08
La Trinidad-Río Escondido	2095,562	150	150	0,06
Río Escondido-San Francisco de Tepano	2348,304	150	150	0
San Francisco de Tepano-Carril Guasimo	2352,4884	150	150	0
Carril Guasimo-Empalme	1954,6037	100	150	0,04
Empalme-Red Casares	141,47	100	150	0,01
Empalme-Red La Boquita	68,38	100	150	0,05

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 4.5 Válvulas y Velocidades en la Línea de Conducción por Gravedad.

Válvulas		
Tramo	Rugosidad	Velocidad m/s
Tanque-Amayo	150	0,1
Amayo-Lajitas A	150	0,1
Lajitas de Apompua-Chanal A	150	0,1
Chanal Arriba-La Victoria	150	0,1
La Victoria-La Trinidad	150	0,1

Tabla 4.6 Velocidades en la Red de Distribución de La Boquita

Red La Boquita					
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Velocidad m/s	Cédula PVC SDR-26
Tubería 1-2	236,8	100	150	0,11	26
Tubería 2-3	175,5	100	150	0,11	26
Tubería 3-4	196	100	150	0,11	26
Tubería 4-5	181,5	100	150	0,1	26
Tubería 5-6	287	100	150	0,01	26
Tubería 6-7	246	100	150	0,01	26
Tubería 7-8	53	100	150	0,11	26
Tubería 8-9	217	100	150	0,07	26
Tubería 9-10	122,5	100	150	0,05	26
Tubería 10-11	52,2	50	150	0,04	26
Tubería 11-12	96	50	150	0,03	17
Tubería 12-13	110	50	150	0,08	17
Tubería 10-14	62,3	50	150	0,09	26
Tubería 14-15	105	50	150	0	26
Tubería 15-16	54,51	50	150	0,07	17
Tubería 15-17	59,71	50	150	0,08	26
Tubería 14-18	14,5	50	150	0	26
Tubería 18-19	64	50	150	0,06	26
Tubería 19-20	76	50	150	0,01	26
Tubería 20-21	38,12	50	150	0,07	26
Tubería 20-22	107,5	50	150	0,05	17
Tubería 19-23	80	50	150	0,05	17
Tubería 23-24	70	50	150	0,03	17
Tubería 18-25	39	50	150	0,07	26
Tubería 25-26	32,62	50	150	0,02	26
Tubería 25-27	62	50	150	0,07	26
Tubería 27 -28	42,7	50	150	0,06	26
Tubería 28-29	37	50	150	0,05	26

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tubería 29-30	50	50	150	0,04	26
Tubería 30-31	18,5	50	150	0,03	26
Tubería 31-32	24,71	50	150	0,06	26
Tubería 31-33	105	50	150	0,06	26
Tubería 33-34	39	50	150	0,05	26
Tubería 34-35	87,2	50	150	0,09	26
Tubería 35-36	87	50	150	0,04	26

Tabla 4.7 Velocidades en la Red de Distribución de Casares

Red Casares					
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Velocidad m/s	Cédula PVC SDR-26
Tubería 1-2	344,11	75	150	0,26	26
Tubería 2-3	179,03	75	150	0,25	26
Tubería 3-4	336,1	75	150	0,24	17
Tubería 4-5	250,89	75	150	0,24	17
Tubería 5-6	297,73	75	150	0,23	17
Tubería 6-7	100,9	75	150	0,11	17
Tubería 7-8	389,43	75	150	0,11	17
Tubería 8-16	10,69	75	150	0,11	17
Tubería 6-10	44	75	150	0,11	26
Tubería 10-11	121	75	150	0,15	0,11
Tubería 11-12	140	75	150	0,14	0,11
Tubería 12-13	95	75	150	0,14	0,11
Tubería 13-14	122	75	150	0,13	0,1
Tubería 14-15	112	75	150	0,01	0,01
Tubería 15-16	123	75	150	0,01	0,01
Tubería 16-9	30	75	150	0,14	0,11
Tubería 17-9	178	50	150	0,09	0,07
Tubería 17-18	132	50	150	0,07	0,05
Tubería 18-19	137	50	150	0,05	0,04
Tubería 19-20	130	50	150	0,04	0,03
Tubería 9- 21	118	50	150	0,1	0,08
Tubería 9-22	95	50	150	0,12	0,09
Tubería 21-22	56	50	150	0	0
Tubería 21-23	82	50	150	0,08	0,07
Tubería 22-24	55	50	150	0,1	0,08
Tubería 23-24	82	50	150	0	0
Tubería 23-25	68	50	150	0,07	0,06
Tubería 25-26	85	50	150	0,01	0,01
Tubería 24-26	50	50	150	0,08	0,07
Tubería 25-27	60	50	150	0,06	0,05
Tubería 26-28	34	50	150	0,06	0,05
Tubería 27-28	79	50	150	0,04	0,03
Tubería 27-29	30	50	150	0,09	0,07
Tubería 20-29	126	50	150	0,02	0,02

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tubería 29-30	28	50	150	0,09	0,07
Tubería 30-31	68	50	150	0,08	0,06
Tubería 31-32	30	50	150	0,07	0,05
Tubería 32-33	22	50	150	0,05	0,04
Tubería 33-34	30	50	150	0,04	0,03
Tubería 34-35	76	50	150	0,08	0,06
Tubería 35-36	171	50	150	0,07	0,06
Tubería 36-37	70	50	150	0,06	0,05
Tubería 37-38	91	50	150	0,11	0,09
Tubería 38-39	30	50	150	0,05	0,04
Tubería 38-40	89	50	150	0,08	0,06
Tubería 38-35	112	50	150	0	0
Tubería 34-40	100	50	150	0	0
Tubería 34-42	94	50	150	0,05	0,04
Tubería 40-41	39	50	150	0,01	0,01
Tubería 39-41	105	50	150	0,06	0,05
Tubería 40-42	42	50	150	0,08	0,06
Tubería 41-43	42	50	150	0,09	0,07
Tubería 42-43	38	50	150	0,04	0,03
Tubería 42-44	35	50	150	0,1	0,08
Tubería 44-45	35	50	150	0,11	0,08
Tubería 45-43	36	50	150	0,14	0,11
Tubería 45-46	137	75	150	0,12	0,09
Tubería 46-47	148	75	150	0,12	0,09
Tubería 47-14	86	75	150	0,12	0,09
Tubería 37-48	90	50	150	0,16	0,13
Tubería 48-49	326	50	150	0,14	0,11
Tubería 49-50	74	50	150	0,11	0,09
Tubería 50-51	190	50	150	0,08	0,07
Tubería 51-52	316	50	150	0,06	0,05
Tubería 52-53	236	50	150	0,04	0,03
Tubería 53-54	82	50	150	0,02	0,02

*Las Velocidades del flujo son despreciables debido a que en ambas localidades el caudal requerido es pequeño, por tanto la distribución de los mismos hace que las velocidades disminuyan.

A continuación se presenta el Sistema que estará compuesto por: Pozo-Línea de Conducción por Bombeo-Tanque-Línea de Conducción por Gravedad-Red Distribución (Casares y La Boquita).

2. Análisis Estático

Tabla de Resultados:

Las tablas que se presentan a continuación presentan los resultados del análisis hidráulico obtenido en el Programa Epanet.

*El análisis Estático analiza el sistema en un intervalo de tiempo y se realiza para poder determinar los diámetros que se utilizarán en la tubería para posteriormente con el análisis dinámico lograr establecer las cédulas de las tuberías y ajustar el sistema para que el mismo funcione de manera óptima durante la simulación.

Tabla 2.1 Presiones en la Línea de Conducción por Gravedad

Línea de Conducción Tanque-Red de Distribución			
	Cota	Altura	Presión
TRAMO	m	m	m
Tanque-Amayo	300	110	78,92
Amayo	300	110	10
Amayo-Lajitas A	220	110	83,35
Lajitas de Apompua	220	110	10
Lajitas de Apompua-Chanal A	140	110	83,83
Chanal Arriba	140	110	40
Chanal Arriba-La Victoria	100	110	74,07
La Victoria	100	110	40
La Victoria-La Trinidad	80	110	53,63
La Trinidad	80	110	30
Río Escondido	60	110	43,84
San Francisco de Tepano	40	110	56,93
Carril Guasimo	20	110	70,01
Empalme	21	110	27,58
Red Casares	24	110	86
Red La Boquita	22	110	88

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 2.2 Presiones en la Red de Distribución en La Boquita

Red La Boquita				
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Nudo 1	22	0,08	110	88
Nudo 2	24	0,08	110	86
Nudo 3	23	0,08	110	87
Nudo 4	27,5	0,12	110	82,5
Nudo 5	21,5	0,12	110	88,5
Nudo 6	24	0,12	110	86
Nudo 7	24	0,14	110	86
Nudo 8	24	0,07	110	86
Nudo 9	24	0,07	110	86
Nudo 10	19	0,07	110	91
Nudo 11	16	0,04	110	94
Nudo 12	11	0,04	110	99
Nudo 13	4	0,04	110	106
Nudo 14	23,5	0,02	110	86,5
Nudo 15	16	0,02	110	94
Nudo 16	6	0,02	110	104
Nudo 17	19	0,02	110	91
Nudo 18	24	0,12	110	86
Nudo 19	18	0,02	110	92
Nudo 20	19	0,02	110	91
Nudo 21	15	0,02	110	95
Nudo 22	3	0,02	110	107
Nudo 23	8,5	0,02	110	101,5
Nudo 24	5	0,02	110	105
Nudo 25	25,5	0,03	110	84,5
Nudo 26	24	0,03	110	86
Nudo 27	27	0,03	110	83
Nudo 28	27,5	0,03	110	82,5
Nudo 29	31	0,03	110	79
Nudo 30	35	0,03	110	75
Nudo 31	36	0,03	110	74
Nudo 32	36	0,03	110	74
Nudo 33	28	0,03	110	82
Nudo 34	40	0,07	110	70
Nudo 35	39	0,04	110	71
Nudo 36	35	0,04	110	75

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 2.3 Presiones en la Red de Distribución de Casares

Red Casares				
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Nudo 1	24	0	110	86
Nudo 2	17,5	0,1	110	92,5
Nudo 3	17	0,1	110	93
Nudo 4	13	0,04	110	97
Nudo 5	12	0,04	110	98
Nudo 6	12	0,04	110	98
Nudo 7	13	0,04	110	97
Nudo 8	7,5	0,04	110	102,5
Nudo 9	6	0,04	110	104
Nudo 10	14,5	0	110	95,5
Nudo 11	20	0,06	110	90
Nudo 12	18	0	110	92
Nudo 13	18	0,06	110	92
Nudo 14	14	0,06	110	96
Nudo 15	5	0	110	105
Nudo 16	5	0,07	110	105
Nudo 17	5	0,07	110	105
Nudo 18	8	0,07	110	102
Nudo 19	9,5	0,07	110	100,5
Nudo 20	10	0,07	110	100
Nudo 21	6	0,07	110	104
Nudo 22	5	0,07	110	105
Nudo 23	9	0,07	110	101
Nudo 24	8,5	0,07	110	101,5
Nudo 25	10	0,07	110	100
Nudo 26	9	0,07	110	101
Nudo 27	10,5	0,07	110	99,5
Nudo 28	9,5	0,07	110	100,5
Nudo 29	10,5	0,07	110	99,5
Nudo 30	10	0,07	110	100
Nudo 31	10	0,05	110	100
Nudo 32	10	0,05	110	100
Nudo 33	10	0,05	110	100
Nudo 34	11	0,05	110	99
Nudo 35	10,5	0,05	110	99,5
Nudo 36	9,5	0,05	110	100,5
Nudo 37	8	0,05	110	102
Nudo 38	6	0,05	110	104
Nudo 39	4	0,05	110	106

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Nudo 40	5	0,05	110	105
Nudo 41	3,5	0,05	110	106,5
Nudo 42	4,5	0,05	110	105,5
Nudo 43	3	0,05	110	107
Nudo 44	3	0,05	110	107
Nudo 45	3	0,07	110	107
Nudo 46	2,5	0	110	107,5
Nudo 47	5	0	110	105
Nudo 48	12	0,11	110	98
Nudo 49	15	0,11	110	95
Nudo 50	18	0,11	110	92
Nudo 51	30	0,09	110	80
Nudo 52	23,5	0,09	110	86,5
Nudo 53	10	0,09	110	100
Nudo 54	4	0,09	110	106

Las presiones que se presentan en el análisis estático son mayores a las que se presentan en el análisis dinámico y esto se debe a que no hay flujo, no hay velocidad en el sistema. A mayor flujo mayor velocidad, menor presión y viceversa. Las presiones máximas son las correspondientes a las diferencias de elevaciones existentes entre la altura del tanque y la altura de los nodos en la red, cuando las velocidades y las pérdidas son cero.

El análisis estático simula el comportamiento del sistema cuando la bomba se encuentra apagada y no circula agua en las redes. .

Velocidades en el Sistema:

Tabla 2.4 Velocidades en la Línea de Conducción por Gravedad.

Línea de Conducción Tanque-Red de Distribución				
Tramo	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Velocidad m/s
Tanque-Amayo	2066,7898	150	150	0
Amayo-Lajitas A	2262,1007	150	150	0
Lajitas de Apompua-Chanal A	2098,3961	150	150	0
Chanal Arriba-La Victoria	2016,1226	150	150	0
La Victoria-La Trinidad	2166,9379	150	150	0
La Trinidad-Río Escondido	2095,562	150	150	0
Río Escondido-San Francisco de Tepano	2348,304	150	150	0
San Francisco de Tepano-Carril Guasimo	2352,4884	150	150	0
Carril Guasimo-Empalme	1954,6037	100	150	0
Empalme-Red Casares	141,47	100	150	0
Empalme-Red La Boquita	68,38	100	150	0

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tabla 2.5 Válvulas y Velocidades en la Línea de Conducción por Gravedad.

Válvulas		
	Rugosidad	Velocidad
		m/s
Tanque-Amayo	150	0
Amayo-Lajitas A	150	0
Lajitas de Apompua-Chanal A	150	0
Chanal Arriba-La Victoria	150	0
La Victoria-La Trinidad	150	0

Tabla 2.6 Velocidades en la Red de Distribución de La Boquita

Red La Boquita					
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad	Cédula
ID Línea	m	mm		m/s	PVC SDR-26
Tubería 1-2	236,8	100	150	0	26
Tubería 2-3	175,5	100	150	0	26
Tubería 3-4	196	100	150	0	26
Tubería 4-5	181,5	100	150	0	26
Tubería 5-6	287	100	150	0	26
Tubería 6-7	246	100	150	0	26
Tubería 7-8	53	100	150	0	26
Tubería 8-9	217	100	150	0	26
Tubería 9-10	122,5	100	150	0	26
Tubería 10-11	52,2	50	150	0	26
Tubería 11-12	96	50	150	0	17
Tubería 12-13	110	50	150	0	17
Tubería 10-14	62,3	50	150	0	26
Tubería 14-15	105	50	150	0	26
Tubería 15-16	54,51	50	150	0	17
Tubería 15-17	59,71	50	150	0	26
Tubería 14-18	14,5	50	150	0	26
Tubería 18-19	64	50	150	0	26
Tubería 19-20	76	50	150	0	26
Tubería 20-21	38,12	50	150	0	26
Tubería 20-22	107,5	50	150	0	17
Tubería 19-23	80	50	150	0	17
Tubería 23-24	70	50	150	0	17
Tubería 18-25	39	50	150	0	26
Tubería 25-26	32,62	50	150	0	26
Tubería 25-27	62	50	150	0	26
Tubería 27 -28	42,7	50	150	0	26
Tubería 28-29	37	50	150	0	26

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tubería 29-30	50	50	150	0	26
Tubería 30-31	18,5	50	150	0	26
Tubería 31-32	24,71	50	150	0	26
Tubería 31-33	105	50	150	0	26
Tubería 33-34	39	50	150	0	26
Tubería 34-35	87,2	50	150	0	26
Tubería 35-36	87	50	150	0	26

Tabla 2.7 Velocidades en la Red de Distribución de Casares

Red Casares					
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Velocidad m/s	Cédula PVC SDR-26
Tubería 1-2	344,11	75	150	0	26
Tubería 2-3	179,03	75	150	0	26
Tubería 3-4	336,1	75	150	0	17
Tubería 4-5	250,89	75	150	0	17
Tubería 5-6	297,73	75	150	0	17
Tubería 6-7	100,9	75	150	0	17
Tubería 7-8	389,43	75	150	0	17
Tubería 8-16	10,69	75	150	0	17
Tubería 6-10	44	75	150	0	26
Tubería 10-11	121	75	150	0	26
Tubería 11-12	140	75	150	0	26
Tubería 12-13	95	75	150	0	26
Tubería 13-14	122	75	150	0	26
Tubería 14-15	112	75	150	0	17
Tubería 15-16	123	75	150	0	17
Tubería 16-9	30	75	150	0	17
Tubería 17-9	178	50	150	0	17
Tubería 17-18	132	50	150	0	17
Tubería 18-19	137	50	150	0	17
Tubería 19-20	130	50	150	0	17
Tubería 9- 21	118	50	150	0	17
Tubería 9-22	95	50	150	0	17
Tubería 21-22	56	50	150	0	17
Tubería 21-23	82	50	150	0	17
Tubería 22-24	55	50	150	0	17
Tubería 23-24	82	50	150	0	17
Tubería 23-25	68	50	150	0	17
Tubería 25-26	85	50	150	0	17
Tubería 24-26	50	50	150	0	17
Tubería 25-27	60	50	150	0	17
Tubería 26-28	34	50	150	0	17
Tubería 27-28	79	50	150	0	17
Tubería 27-29	30	50	150	0	17
Tubería 20-29	126	50	150	0	17

Propuesta de Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para las localidades de Casares y La Boquita.

Tubería 29-30	28	50	150	0	17
Tubería 30-31	68	50	150	0	17
Tubería 31-32	30	50	150	0	17
Tubería 32-33	22	50	150	0	17
Tubería 33-34	30	50	150	0	17
Tubería 34-35	76	50	150	0	17
Tubería 35-36	171	50	150	0	17
Tubería 36-37	70	50	150	0	17
Tubería 37-38	91	50	150	0	17
Tubería 38-39	30	50	150	0	17
Tubería 38-40	89	50	150	0	17
Tubería 38-35	112	50	150	0	17
Tubería 34-40	100	50	150	0	17
Tubería 34-42	94	50	150	0	17
Tubería 40-41	39	50	150	0	17
Tubería 39-41	105	50	150	0	17
Tubería 40-42	42	50	150	0	17
Tubería 41-43	42	50	150	0	17
Tubería 42-43	38	50	150	0	17
Tubería 42-44	35	50	150	0	17
Tubería 44-45	35	50	150	0	17
Tubería 45-43	36	50	150	0	17
Tubería 45-46	137	75	150	0	17
Tubería 46-47	148	75	150	0	17
Tubería 47-14	86	75	150	0	17
Tubería 37-48	90	50	150	0	17
Tubería 48-49	326	50	150	0	17
Tubería 49-50	74	50	150	0	26
Tubería 50-51	190	50	150	0	26
Tubería 51-52	316	50	150	0	26
Tubería 52-53	236	50	150	0	17
Tubería 53-54	82	50	150	0	17

A continuación se presenta el Sistema, como se observa no se presenta La Bomba (Línea de conducción del Pozo al Tanque), esto se debe a que la simulación se realiza con la bomba apagada, por lo cual fue necesario realizar el análisis sin incluir la misma.

ANEXO IV
ANEXO IV
PRESUPUESTO
PRESUPUESTO

ANEXO V
ANEXO V
MAPAS Y/O PLANOS
MAPAS Y/O PLANOS

