



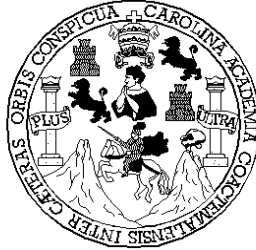
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COLONIA
LINDA VISTA, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Adán Anmed Franco Ramírez
Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, septiembre de 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
DE LA COLONIA LINDA VISTA, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

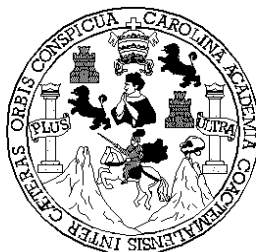
ADÁN ANMED FRANCO RAMÍREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Lic. Amaham Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
DE LA COLONIA LINDA VISTA, MUNICIPIO DE VILLA NUEVA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Tema que se me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de junio de 2002

Adán Anmed Franco Ramírez

DEDICATORIA MUY ESPECIAL A:

Mis padres

Marco Antonio Franco Solórzano
Argelia Bernarda Ramírez de Franco (Q.E.P.D.)
María Vidal López

Por su amor, entrega
y ejemplo a lo largo de
mi vida, mil gracias.

Mis hermanos

Marco Antonio
Edwing Lizardo
Hanz Darío
Juan Carlos
Lilian Emperatriz

Por el amor y respeto que
nos une.

Mi esposa

Evelyn Iliana Santizo de Franco

Por su apoyo incondicional,
con mucho amor.

Mis hijos

Evelyn Alessandra y
Adam Enmanuel

Por ser mi fuente de
inspiración y motivación.

Mi familia en general

Con respeto y aprecio.

Mis amigos

Por su apoyo e
incondicionalidad.

AGRADECIMIENTO A:

DIOS TODOPODEROSO

Por su Don inefable, por darme salud, amor e iluminarme en todo momento.

FAMILIA FRANCO MONROY

Por su apoyo desinteresado hacia mi persona, que Dios **les bendiga.**

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IV
RESUMEN	V
OBJETIVOS	VI
INTRODUCCIÓN	VII
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR	1
1.1 Aspectos físicos.....	1
1.1.1 Ubicación geográfica.....	1
1.1.2 Aspectos climáticos.....	1
1.1.3 Colindancias.....	1
1.1.4 Topografía.....	2
1.1.5 Flora, fauna y minerales.....	2
1.2 Demografía y situación social.....	2
1.2.2 Población.....	2
1.2.3 Educación.....	2
1.3 Infraestructura.....	3
1.3.1 Tipo de vivienda.....	3
1.3.2 Transporte.....	3
1.4 Actividad económica.....	3
1.4.1 Comercio.....	3
1.4.2 Producción.....	3
2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO	5
2.1 Información disponible.....	5
2.2 Fuentes de agua disponibles.....	5
2.3 Operación y mantenimiento.....	6
2.4 Análisis de calidad de agua.....	8
2.5 Proceso de tratamiento de la fuente de agua.....	8
2.6 Evaluación de la red de agua existente.....	9

3. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	11
3.1 Memoria técnica.....	11
3.1.1 Estimación de la demanda.....	12
3.1.2 Factores de variación.....	14
3.1.3 Identificación de nudos y tramos.....	14
3.1.4 Demandas por nudo.....	15
3.1.5 Método de análisis.....	15
3.1.6 Cuadros de cálculo.....	19
4. VOLUMENES DE TRABAJO	27
4.1 Excavación, relleno y acarreo.....	28
4.2 Instalación de tuberías.....	28
4.3 Levantado y reposición de pavimento.....	29
4.4 Trabajos complementarios.....	29
5. PRESUPUESTO	31
5.1 Análisis de precios unitarios.....	31
5.2 Resumen de costos.....	33
6. DESARROLLO DEL PROYECTO	35
6.1 Sectorizar el área de trabajo.....	35
6.2 Sondeo del sector a trabajar.....	36
6.3 Programa de ejecución.....	37
6.3.1 Delimitar el área de trabajo.....	37
6.3.2 Levantamiento topográfico.....	37
6.3.3 Elaboración de los planos topográficos.....	37
6.3.4 Elaboración de los planos de ingeniería.....	38
6.3.5 Sondeo de los sectores a trabajar.....	38
6.3.6 Notificación al usuario.....	38
6.3.7 Replanteo topográfico.....	39
6.3.8 Demolición de bordillos, banquetas y pavimentos.....	39
6.3.9 Zanjeo de líneas.....	39
6.3.10 Instalación de tubería secundaria.....	39
6.3.11 Instalación de tuberías principales y acometidas domiciliares.....	40
6.3.12 Taponamiento de interconexiones.....	40
6.3.13 Pruebas de presión y limpieza.....	40
6.3.14 Relleno y compactación.....	41
6.3.15 Reposición de bordillo, banqueta y pavimento.....	41

6.4	Educación sanitaria.....	42
6.4.1	Programa prioritario a ser ejecutado.....	43
6.4.2	Obtención de recursos para su ejecución.....	44
7.	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA	45
7.1	Cuantificación de beneficios.....	45
7.1.1	Reducción de los costos actuales por adquirir agua potable con conexión directa.....	45
7.1.2	Eliminación de peligros para la salud y ahorro en los servicios asistenciales.....	46
7.1.3	Ahorro del volumen de agua al disminuir las pérdidas en la red de distribución.....	47
7.2	Relación beneficio costo.....	50
7.2.1	Capacidad de endeudamiento.....	50
7.3	Integración de la tarifa.....	54
7.3.1	Determinación del costo de producción de agua.....	54
7.3.1.1	Energía eléctrica.....	54
7.3.1.2	Costo de operación.....	55
7.3.2	Análisis de capacidad de pago de la población.....	56
7.3.3	Programa de operación y mantenimiento.....	58
7.3.4	Costos de operación y mantenimiento.....	60
7.3.5	Costos de nuevas introducciones y ampliaciones de cobertura de servicio.....	61
	CONCLUSIONES.....	63
	RECOMENDACIONES.....	65
	BIBLIOGRAFÍA.....	67
	APÉNDICE.....	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Perfil estatigráfico de pozo	73
2	Informe de muestras de control	77
3	Resultado de análisis	79
4	Diagrama de nivelación para agua potable	81
5	Diagrama de flujo de red de agua potable	83
6	Diagrama de tuberías de PVC para agua potable	85
7	Detalle de caja de compuerta	87
8	Programa de ejecución	91
9	Acometida domiciliar	93
10	Diagrama de ubicación población de Villa Nueva	95
11	Diagrama de la cuenca hidrográfica, lago de Amatitlán	97
12	Plano de localización	99

TABLAS

I	Recursos de agua de la colonia Linda Vista	6
II	Tiempo de funcionamiento de los pozos	7
III	Cálculo hidráulico de la red de agua potable	24
IV	Costo de mano de obra, instalación y construcción de red de agua	33
V	Proyección de consultas e incidencia diarreica en función de la población	48
VI	Mortalidad evitadas por contar con agua sanitariamente segura	49
VII	Proyección de ingresos y egresos, municipalidad de Villa Nueva.	52
VIII	Costo del consumo de energía eléctrica por pozo	55
IX	Proyección de los costos directos del programa de operación y mantenimiento	61
X	Costos de nuevas introducciones y ampliaciones de cobertura	62
XI	Cuantificación de materiales	87

RESUMEN

Los abastecimientos de agua, por medio de pozos profundos y no profundos, son el recurso más usado para poblaciones situadas en el medio urbano, sin embargo y como requisito primordial, la fuente deberá producir el caudal suficiente para satisfacer la demanda de la población en un período de por lo menos 20 a 30 años.

En las redes de distribución de agua, normalmente existen fugas que son tolerables hasta ciertos límites, se ha comprobado que las pérdidas de agua aumentan a medida que transcurre el tiempo llegando a representar en ocasiones cantidades considerables, tal es el caso de los pozos Eterna Primavera I y II que datan de más de 30 años de uso, y cuyo diseño original lo constituía tuberías de material de asbesto cemento para la distribución.

El presente trabajo contiene información importante acerca del cambio de la tubería de distribución de agua existente a un material tipo PVC de 160 psi, de diferentes diámetros, de igual manera los costos en los cuales se incurre al hacer dicho cambio.

Para la propuesta de cambio de tuberías se elaboró un cronograma de ejecución, el cual aplicado correctamente evitará lapsos prolongados sin el vital líquido, así como gastos no considerados.

OBJETIVOS

◆ **General**

Realizar un estudio fundamentado en las actuales condiciones para poder implementar un sistema de agua potable adecuado a las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes de la colonia Linda Vista, perteneciente al municipio de Villa Nueva.

◆ **Específicos**

1. Proponer las obras que solucionen los problemas que presenta el servicio de agua de la población de la colonia Linda Vista, municipio de Villa Nueva.
2. Controlar la anulación de fugas, y conocer completamente las eficiencias en la distribución de agua y las ampliaciones necesarias para la población.
3. Implementar un sistema de agua potable adecuado a las necesidades de crecimiento y salud de los habitantes de dicha colonia.

HIPÓTESIS

La construcción de un sistema apropiado de abastecimiento de agua potable, contribuirá al desarrollo integral de la población.

INTRODUCCIÓN

Entre los servicios necesarios para la vida se encuentra el agua, y ésta constituye una necesidad fundamental para la vida misma, ya que influye directamente en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

Desde el punto de vista de prestación del servicio de agua en una forma eficiente, se realizan trabajos adicionales para mantener la cantidad y calidad requeridas por la población usuaria, es así que una de las tareas más significativas la constituye la renovación de las partes del sistema que presentan mayor desgaste, que en la mayoría de los casos se traducen en pérdidas de agua y de los ingresos generados por el cobro de la tarifa.

Este estudio es parte de una práctica asesorada por la unidad de E.P.S. (Ejercicio Profesional Supervisado), de la Facultad de Ingeniería en coordinación con la U.T.M. (Unidad Técnica de la Municipalidad de Villa Nueva, Municipio del Departamento de Guatemala).

Entre los resultados que se esperan al desarrollar este estudio, está el poder recuperar la eficiencia del servicio de agua, invirtiendo en la sustitución de las tuberías antiguas por nuevas, con los diámetros adecuados a las exigencias del caudal con que cuentan los habitantes de la colonia Linda Vista, perteneciente al municipio de Villa Nueva.

El estudio y diseño de este sistema de abastecimiento de agua potable, contribuirá tanto al desarrollo socioeconómico como al mejoramiento de la salud de la población.

1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR

1.1 Aspectos físicos

1.1.1 Ubicación geográfica

La colonia Linda Vista se encuentra ubicada al sur del municipio de Villa Nueva, y ésta a su vez se encuentra localizada al sur de la capital de Guatemala. (Ver localización del lugar en apéndices).

1.1.2 Aspectos climáticos

La colonia, Linda Vista posee un clima agradable debido a su temperatura promedio de 20° Centígrados anuales, su precipitación anual 1000 mm/año y sus vientos fuertes del noreste-suroeste 80%. Su elevación, 1,330.24 metros sobre el nivel del mar, la ubican dentro de las tierras altas volcánicas y posee bastante vegetación, lo cual le da un clima templado bastante favorable. Se le considera además como un área con un 50% de humedad.

1.1.3 Colindancias

La colonia Linda Vista colinda de la siguiente manera: al Norte con la propiedad del señor Mateo Ramazinni, cabe señalar que los terrenos actualmente se encuentran invadidos; al Sur con la colonia de empleados de Guatel; al Este con el asentamiento Mártires del Pueblo, y al Oeste con la colonia Santa Isabel II. Carretera CA-9 de por medio, todos pertenecientes al municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.

1.1.4 Topografía

La topografía de la colonia Linda Vista es bastante plana, por lo cual se utilizó el método taquimétrico (topografía de segundo orden), para su medición.

1.1.5 Flora, fauna y minerales

Con relación a la flora, la colonia no cuenta con bosques como área de recreación. Con respecto a la fauna los únicos animales que se podrían encontrar son los domésticos, tales como, perros gallinas, gatos y palomas.

En lo referente a los minerales en el área, no hay indicios de que exista algún material catalogado como tal.

1.2 Demografía y situación social

1.2.1 Población

Los datos de población se obtuvieron del censo levantado por la unidad de E.P.S. y la colaboración de los vecinos de la colonia; el número de viviendas es de 1,660. (Ver encuesta de población en apéndices).

1.2.2 Educación

La mayoría de los habitantes ha cursado la educación primaria, aunque hay personas que se siguen superando en los distintos centros educativos.

1.3 Infraestructura

1.3.1 Tipo de vivienda

En su mayoría son de mampostería de bloques de pómez, aunque existen algunas casas con levantado de mampostería de bloques de ladrillo. El tipo de techo predominante es de lámina de zinc y en pequeños porcentajes han utilizado cubierta de losa de concreto.

1.3.2 Transporte

La colonia cuenta con un servicio urbano local que sirve para trasladarse hacia el casco central del municipio, así como también hacia la capital de la república.

1.4 Actividad económica

1.4.1 Comercio

Algunas familias se dedican a la venta de insumos básicos, por medio de pequeños comercios o tiendas, las cuales generan ingresos que ayudan a la economía del hogar.

1.4.2 Producción

La mayor parte de la población se dedica a laborar en empresas en las áreas aledañas.

2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO

2.1 Información disponible

Se cuenta con:

- Informe de operación y mantenimiento de los pozos comprendidos en el área a analizar.
- Plano de ubicación y localización que comprenden la red de agua a analizar.
- Características de la cuenca hidrográfica. (Ver figura No. 3).
- Datos técnicos del jefe del área técnica de aguas y personal que labora en la Municipalidad de Villa Nueva.

2.2 Fuentes de agua disponibles

La colonia Linda Vista, desde su inicio, fue diseñada para poder incluir dentro de la misma 1660 lotes, sin embargo nunca se consideró el tener pozo propio, razón por la cual desde que empezó ha tenido serios problemas de abastecimiento del vital líquido; la municipalidad del municipio de Villa Nueva, en su afán de servicio, le proporciona lo necesario con respecto al agua, y desde sus inicios los pozos Eterna Primavera I y II han realizado este trabajo.

También es de tomar en consideración que se trata de pozos con más de 30 años de servicio, cuya vida útil y económica puede no ser conveniente para un funcionamiento óptimo.

Además de los pozos existentes y debido al crecimiento de la población, la municipalidad del municipio ha perforado un tercer pozo para poder suplir la

demanda. Del mismo está pendiente la conexión eléctrica y la compra del equipo de bombeo para sumarlo a la red existente de dicha colonia. (Ver tabla I.)

En el anexo se presenta el perfil estatigráfico del pozo Eterna Primavera III.

Tabla I. Recursos de agua de la colonia Linda Vista

RECURSOS DE AGUA DE LA COLONIA LINDA VISTA										
UBICACIÓN	BOMBAS			MOTORES			POZO		PRODUCCIÓN	
	Tipo	Pot. HP	Volta je	Tipo	Pot. HP	Volta je	Profundidad En Pies	Diámetro	Actual GPM	Inicio GPM
Eterna Primavera I	S	30	460	S	30	460	650	8	45	58
Eterna Primavera II	S	30	460	S	30	460	713	8	72	88
Eterna Primavera III	S	30	460	S	30	460	1,100	8	247	247
Total	S= Sumergible								364	393

2.3 Operación y mantenimiento

Las diferentes instalaciones de los tres pozos mencionados anteriormente tienen en común que todas sus bombas y motores son sumergibles y utilizan energía eléctrica, no tienen sistemas de cloración de agua en la actualidad.

El personal que opera los sistemas existentes posee la experiencia obtenida por el tiempo de labores en el Departamento de Aguas y para resolver problemas cuentan con la asesoría de los ingenieros del mismo. Este personal no ha recibido una capacitación adecuada para resolución o prevención de situaciones que puedan surgir inesperadamente.

En lo referente al mantenimiento de los equipos de bombeo, la Municipalidad de Villa Nueva contrata los servicios de la empresa EQUIVAL, la cual entrega un informe conteniendo: datos del equipo de bombeo (potencia, voltaje nominal, amperaje nominal y S.F.I.), voltaje del motor trabajando, amperaje del motor, voltaje a motor parado, resistencia de los cables del motor en Ohm, prueba de aislamiento a tierra en MegaOhms, y en algunos casos medición del caudal en galones por minuto (G.P.M.), conjuntamente se encuentran recomendaciones a seguir para el sistema de bombeo de cada pozo.

Además, el Departamento de Aguas de Villa Nueva cuenta con cuadrillas de emergencia para resolver cualquier eventualidad en la red de distribución.

Es importante tomar en cuenta el tiempo de funcionamiento de cada pozo, lo cual puede ser un factor importante en el momento que se desee dar un mantenimiento preventivo de los mismos, esto podrá determinar la necesidad de construcción de nuevos pozos.

En la tabla II se muestra el tiempo de funcionamiento de los pozos.

Tabla II. Tiempo de funcionamiento de los pozos que abastecen a la colonia Linda Vista.

POZO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO
Eterna Primavera I	32 Años
Eterna Primavera II	32 Años
Eterna Primavera III	No está habilitado*

* El pozo Eterna Primavera III a la fecha carece de equipo de bombeo así como la instalación eléctrica para su funcionamiento.

2.4 Análisis de calidad de agua

Los análisis fisicoquímico y bacteriológico, son realizados para la Municipalidad de Villa Nueva por dos instituciones, Laboratorio Nacional de Salud "LNS" del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, y la empresa Proserquímicos "PSQ".

El análisis microbiológico se realizó por el método de tubos de fermentación por diluciones múltiples, con 3 tubos por dilución, los resultados deben de compararse con la norma COGUANOR NGO 29001.

Según el análisis bacteriológico, el agua es potable. Los datos del análisis fisicoquímico, el olor, color aparente, color verdadero, conductividad, PH, temperatura, turbiedad, cloruros, calcio, magnesio, hierro, manganeso y sulfatos están dentro del límite máximo permisible. Los nitritos están fuera del límite máximo permisible.

2.5 Proceso de tratamiento de la fuente de agua

El sistema de pozos analizados en el inciso anterior demuestra la falta de equipo de cloración complementario al de bombeo, de forma que no se puede proporcionar a los usuarios agua sanitariamente segura. Lo anterior demuestra la carencia de tratamiento del agua proveniente de los pozos para ser distribuida, aunque a éstos se les realice exámenes químico-sanitarios con regularidad.

2.6 Evaluación de la red de agua existente

En la actualidad, la red de agua consta de tramos de tuberías de asbesto cemento y pvc, por tal razón se hace imperativo el cambio de tuberías donde sea necesario, es decir, se propone cambiar todo lo existente de tubería de asbesto cemento para así evitar colapsos por tiempo de vida de los diferentes materiales empleados en el diseño original.

Originalmente se destinó para diámetros mayores de 3", tuberías de asbesto cemento, sin embargo, por el tiempo de vida de dicho material y la cantidad de agua que circula en la misma, es necesario efectuar los cambios de tubería en los diámetros arriba indicados, y es precisamente en este punto donde se centra el estudio de diseño de la red de agua existente.

3. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Como consecuencia de tuberías en mal estado en diferentes sectores de la colonia Linda Vista, se hace necesario y a la vez constituye la principal causa de estudio y rediseño de la red de distribución existente.

Una nueva red de distribución mejorará y volverá el sistema de distribución más efectivo, tratando de eliminar las pérdidas de agua potable ocasionadas por fugas, además de abastecer a más usuarios con mejor y mayor eficiencia.

3.1 Memoria técnica

Dentro de las partes fundamentales que integran un sistema de abastecimiento de agua, lo que se refiere al sistema de distribución representa frecuentemente más del 50% del total del abastecimiento, es decir que si se cuenta con un sistema ideal, la distribución que se obtiene es la óptima, sin embargo, el proyecto consiste en sustituir tuberías principales y secundarias de materiales tales como asbesto cemento o de cualquier otro material que se encuentre en mal estado. Lo anterior incluye la sustitución de tuberías principales y de conducción localizadas sobre las calles y avenidas dentro del área de estudio, por tuberías de un material más resistente al fenómeno de la corrosión y de mejores ventajas hidráulicas.

Uno de los materiales que cumple con lo mencionado anteriormente es el P.V.C., aunque de costo elevado, es de más rápida instalación y durabilidad, hechos ya comprobados.

Es necesario tomar en cuenta que las tuberías a instalar sean de P.V.C., con lo cual logra adaptarse a las condiciones hidráulicas proyectadas.

Al sustituir la nueva tubería se debe proceder a realizar un catastro físico de usuarios, lo que es necesario para la futura instalación de medidores de agua para cada vivienda. Además, las actividades enfocadas a la ejecución de dicho proyecto deben ser programadas de manera que no se afecte el servicio de agua potable de forma abrupta, para esto se debe contar con cuadrillas de trabajo bien organizadas, con lo que se logrará una instalación rápida y efectiva de los ramales de tubería a ser sustituidos.

3.1.1 Estimación de la demanda

Cada día aumenta la demanda de agua de las comunidades, las continuas sequías han agravado seriamente estos problemas, pero la principal condición es el marcado crecimiento de la población y de la industria. La determinación de la demanda es fundamentalmente el establecimiento de los caudales de consumo que afectan a la población, debiéndose tomar en cuenta las pérdidas y desperdicios así como las conexiones ilícitas en las redes.

Como resultado de la encuesta de población, realizada para el análisis, se concluye que la densidad a adoptar es de 200 hab./ha. Ver apéndice No. 1 (Resultado de la encuesta de población).

- Uso doméstico

Contempla los volúmenes de agua necesarios para cubrir las necesidades en el hogar, como por ejemplo: aseo personal, cocina, bebida, lavado de ropa, riego de jardines, patios y limpieza en general.

Según recomendaciones de tratados en esta materia, este consumo se acerca a los 150 Ltrs./hab./día. (Referencia bibliográfica, Manual de Hidráulica, Acevedo Alvarez, 1,981).

- Uso comercial e industrial

Se relaciona con el tipo de industria que se proyecta para el futuro, sea ésta clasificada como húmeda, lavanderías, lavado de automóviles, productos alimenticios, embotelladoras de aguas, etc.

Sobre la base de experiencias de países latinoamericanos de la América del Sur, este volumen de agua se aproxima a los 70 litros por habitante por día.

- Pérdidas y desperdicios

Íntimamente ligado con el estado físico de la red de distribución y con la cultura del uso del agua de la población servida, este volumen de agua debiera ser de 4 litros por habitante por día.

De manera que los desperdicios, constituyen un factor que siempre existe, pero cuyo valor, mayor o menor, dependen de:

- 1) Los desperdicios domiciliarios
- 2) Las fugas en la red

La primera puede reducirse a valores mínimos con el empleo de contadores y una buena educación de los usuarios. La segunda es consecuencia del tipo de mantenimiento que se haga en las redes. Es una cantidad que debe estimarse tanto para los diseños como para la operación.

Los otros factores dependen de la población, de su nivel de vida y de su grado de industrialización.

3.1.2 Factores de variación

Como todo fenómeno variable, el consumo permite establecer un sistema de números índices, que sirve para dos cosas, principalmente:

- a) Conocer las tendencias que sigue.
- b) Calcular las variaciones que sufre.

La variación de la cantidad de agua consumida está relacionada con las condiciones sociales de la población, cambios climáticos y fundamentalmente con las horas del día. Esta variación se acentúa en las horas diurnas y al final del día.

Según los tratados sobre este tema, se recomienda que para diseñar las instalaciones aguas arriba del almacenamiento se usará un factor de día máximo y las líneas principales y redes de distribución con el factor de hora máxima, denominado también factor de refuerzo.

Este factor tiene valores que fluctúan entre 1.5 y 3.0, en América Latina el más usado es 2.0.

3.1.3 Identificación de nudos y tramos

Tomando en consideración las condiciones de la Red de Abastecimiento de Agua de la colonia Linda Vista, la distribución se mantendrá en circuito cerrado, es decir que no se requiere de cambios de diseño de red, además que el plan de uso de la tierra ya se encuentra definido.

3.1.4 Demandas por nudo

En cada nudo, debidamente identificado y localizado, se procedió a delimitar el área de influencia, marcándola en todo su contorno, lo cual siguió una lógica geográfica.

Todas las medidas se tomarán en hectáreas, las cuales al multiplicarse por las demandas, permitirán estimar los consumos en cada nudo.

3.1.5 Método de análisis

Uno de los procedimientos de cálculo que con más frecuencia son utilizados en redes de agua potable, lo constituye el método de Hardy-Cross; este es un método de tanteos, en donde se suponen los caudales en todas las ramas de la red de distribución, para luego determinar las pérdidas de carga en todo el circuito.

Para que el sistema funcione, todas las pérdidas calculadas deberán ser iguales en cualquier sentido.

Este método es muy utilizado, porque permite chequear las condiciones iniciales propuestas por el diseñador; generalmente, es suficiente con corregir el gasto o consumo hasta un 5% máximo dependiendo de la precisión del diseñador, de lo contrario es preferible ajustar los diámetros de las tuberías.

Aplicación del método de Hardy-Cross

- 1- Definir los diferentes puntos de consumo y sus respectivos gastos o consumos.

- 2- Suponer los caudales iniciales, para cada tramo y verificar que se cumpla el principio de continuidad en cada nudo, (la sumatoria de caudales que llegan es igual a la sumatoria de los que salen).
- 3- Establecer la distancia de cada tramo para conocer la pérdida por fricción en la tubería.
- 4- Asumir los diámetros considerando la velocidad máxima en cada tubería. Además deberá considerarse las presiones disponibles y la pérdida de carga tolerada en la red.
- 5- Para cada tramo se calcula la pérdida de carga utilizando la fórmula de Hazen – Williams.

Pérdida de Carga = H_f

$$H_f = \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.852}}{(D^{4.87}) \times (C^{1.852})}$$

L = Longitud del tramo

Q = Caudal

D = Diámetro de tubería

C = Coeficiente de rugosidad

Para P.V.C. el coeficiente de rugosidad es igual a 150.

- 6- Se suman las pérdidas de carga en cada circuito, en el sentido de las agujas del reloj; teniendo en cuenta la colocación correcta de los signos, (si la suma de pérdidas es casi nula, los caudales están dentro de lo correcto).

- 7- Para compensar las pérdidas de carga de cada circuito, se emplea la siguiente ecuación al caudal de cada línea.

$$\text{Corrección } q = \frac{-\sum (H_f)}{1.85 \times \sum (H_f/Q)}$$

- 8- Se corrige el caudal en cada uno de los tramos de las tuberías.

$$\text{Caudal corregido} = \text{caudal} - \text{corrección}$$

$$Q' = Q - q$$

Cuando la tubería pertenece a dos circuitos se aplica como corrección la diferencia de las dos correcciones.

- 9- Se continúa en forma análoga hasta que los valores de las correcciones sean despreciables o los caudales no varíen en más del 5%.

Esto permite realizar las tablas, en donde los datos que se van obteniendo tienen una relación matemática, que lleve a la optimización en las dimensiones de las tuberías.

Se colocan dos iteraciones para verificar los pasos a seguir, y por último, el resultado final en donde se obtienen las dimensiones de los diámetros de tubería y las pérdidas de carga.

El método de Hardy-Cross es un procedimiento iterativo, y se hace complicado cuando el estudio es grande, o se aplica en redes de gran tamaño. Para el presente estudio se utiliza como plataforma el sistema operativo D.O.S., conocido como Loop, el cual sigue los mismos criterios del método de Hardy-Cross.

Para la aplicación del programa Loop se debe tomar en cuenta ciertos parámetros, por ejemplo: velocidad, pérdida de carga y diámetro en sus condiciones mínimas para obtener resultados efectivos.

El área en estudio la trabajaremos como una red de gran tamaño, para así poder obtener mejores resultados.

Dadas las características particulares del sistema de abastecimiento actualmente en operación, se deduce que, por ser eminentemente de extracción de agua subterránea, debe ser desinfectada, para fines de abastecimiento. Esta constituye una medida de carácter correctivo o preventivo y debe ser obligatoriamente adoptada en todos los sistemas públicos. Solamente un proceso de desinfección bien controlado, antes de que alcance el punto de consumo, podrá garantizar la calidad del agua desde el punto de vista de la salud pública.

Los productos normalmente utilizados para la desinfección del agua son:

- a) Cloro (cloro gas o cloro líquido; la dosificación necesaria para obtener agua sanitariamente segura es de 1.5 mm/ltrs.)
- b) Hipoclorito de calcio (ClO)₂ Ca, encontrado comercialmente en polvo. (Por cada 1000 ltrs., se le agrega 24.5 ltrs. de Hipoclorito diluido en agua al 65% ó 70% de concentración.)
- c) Cal clorada (CaO Cl₂) en forma de polvo. (Se recomienda que por cada litro de agua se disuelva 1.43 gramos de Cal clorada en forma de polvo con una concentración del 70%.)

Para la adición de estos productos al agua son utilizados normalmente dosificadores, denominados de acuerdo al producto que se va a utilizar; cloradores o hipocloradores. Estos equipos deben estar ubicados en un lugar

debidamente protegido, por ejemplo, en una guardianía o caseta ventilada, recomendando al operador que utilice equipo de protección adecuado.

3.1.5 Cuadros de cálculo

Para proceder a la estimación de los elementos que conforman las redes de distribución ya establecidas, se presentan los cuadros de cálculo que tienen como base los diagramas de los circuitos de cada red, en los cuales se indican los parámetros siguientes:

- a) Número de cada nudo, siguiendo una secuencia lógica.
- b) Longitud del tramo, en metros.
- c) Demanda de cada nudo, en litros por segundo.
- d) Caudales que llegan y salen de cada nudo, suma de éstos igual a cero.
- e) Caudal y sentido de corrimiento en cada tramo.
- f) Altura sobre el nivel del mar en metros.
- g) Altura piezométrica en el nudo número uno (entre rangos establecidos).
- h) Factor pico igual a uno.
- i) Máxima pérdida de carga por kilómetro igual a 10 metros.
- j) Máximo error en la estimación de caudal igual a un décimo (0.10 ltrs/seg).

Los cuadros resumen producto del corrimiento del programa de cómputo denominado LOOP, establecen los diámetros más económicos que permiten mantener, entre otras, las siguientes condiciones:

- a) Un caudal en el tramo congruente con las demandas en el nudo.
- b) Una altura piezométrica positiva en todos los tramos.
- c) El factor de fricción de la tubería de P.V.C. de 150.

- d) Una velocidad entre 0.60 m/seg. y 0.30 m/seg.
- e) Presiones entre 10 mca y 60 mca.

Al obtener la información de los cuadros de cálculo y especialmente lo relacionado con las presiones en cada nudo, se puede realizar la representación gráfica de los puntos de igual presión, en otras palabras, un diagrama de isobaras, el cual indica la variación de presiones cuando la red funciona en condiciones normales, entendiéndose:

1 bar = Presión producida por 10.20 metros de columna de agua.

Procedimiento para utilizar el programa LOOP:

Cuando se va a iniciar un diseño con el programa LOOP, se parte de los conocimientos que se tienen sobre el área a trabajar, es decir que se deben de considerar todos los elementos y parámetros los cuales son: la dotación de agua, el período de diseño, la población a servir al final del periodo y los factores de variación de caudal.

Entre los elementos que primeramente debemos de ingresar se encuentra el factor máximo o peak factor determinado por las normas internacionales. Indica el tipo de población y el clima imperante. Para este caso específico se consideró que la adopción de una dotación de 200 ltrs/hab/día es adecuada.

Seguidamente debe ingresarse la máxima pérdida de carga por km. Regularmente este dato no se toma en cuenta, pero en este caso el programa pide un dato con el cual trabajar, para nuestro estudio se tomará 10.

Luego se debe agregar el máximo desvalance de caudales o Max. Unbal (LPS); este dato se toma como error máximo a considerar en el programa, el que se fijara será de 0.003.

Para la segunda hoja de nuestro programa, se nos pide que se identifiquen todos los tramos a trabajar, así como los elementos de cada uno.

En esta pantalla se requieren el número de tuberías y el número de nudos en que funcionan, de igual manera se requieren la longitud de cada tramo (este dato lo proporciona la topografía), se pide además un diámetro, el cual inicialmente se asume, además el coeficiente de rugosidad, que exige la fórmula de Hazen- Williams, ya que el programa está basado en la misma. Para este caso se tomará $C=150$.

Para la tercera hoja se pide ingresar los caudales que se consumen en cada tramo. Por lo regular estos valores se ingresan en el nudo final, entre los que está dicho tramo, además se pide las elevaciones en metros para todos los nudos, los cuales obtenemos de la altimetría, haciendo énfasis en que si en algún tramo no existe consumo se deberá de poner cero (0).

Cuarta hoja: En esta hoja identificamos el punto número uno, el cual será nuestro punto de partida. Este punto deberá contener la carga piezométrica, la cual se calcula de la siguiente manera: se conoce la elevación del punto uno (dato proporcionado por la altimetría), y la elevación del tanque elevado (para nuestro caso es de 15 metros sobre el nivel del piso), entonces, para el diseño de este trabajo de graduación, la cota piezométrica es la suma de la elevación del terreno más la elevación del tanque elevado. *

La carga piezométrica para los demás puntos, es calculada por el programa en base a los datos ingresados en las páginas anteriores.

* Nota: Este procedimiento sólo se hace para el primer nudo o punto de partida.

Pasos para desplegar los cálculos realizados por el programa:

Después de haber completado los datos requeridos por el programa, se procede a la revisión de los mismos, esto se logra presionando la tecla "Esc", seguidamente aparece un cuadro, se oprime la tecla "R" para correr el programa y observar los resultados. Es en este cuadro donde se verifica la demanda total, y se debe salvar lo trabajado o hacer las modificaciones al mismo.

Seguidamente se encuentran los cálculos que el programa realiza, entre ellos está el caudal que pasa en cada tramo, haciendo la aclaración que caudal de consumo es diferente a caudal de tramo.

Adicional a los datos antes descritos se encuentra la velocidad en cada tramo, el programa nos marca si está entre los parámetros mínimo y máximo.

De igual manera se encuentra la pérdida de carga por km; esta se evidencia si está alta o baja. Lo anterior en base a los parámetros iniciales de diseño que para este caso fue de 10 por Km.

En el otro cuadro que desplaza el monitor aparecen los caudales de consumo por tramo, las elevaciones que eran los datos que se ingresaron basándose en la altimetría, además, aparece la elevación de la cota piezométrica para cada nudo (HGL) expresada en metros; de igual manera, la presión en metros columna de agua para cada nudo. Esta columna es una de las más importantes, ya que en ella se puede chequear la presión en cada nudo y así verificar si cumple con la presión mínima, que debe de ser de 10 mca, según norma.

Si en dado caso existen presiones negativas o deseamos incrementar la presión en cualquier nudo, es recomendable elevar los diámetros en las tuberías anteriores y en el tramo que nos conduce a dicho nudo, con el fin de reducir las pérdidas por fricción, ya que a mayor diámetro, menor pérdida.

Se obtiene, además del incremento de la presión, la verificación de la velocidad, ya que a mayor diámetro la velocidad disminuye. Evaluando todos los datos anteriores se procede a la impresión de los resultados.

Tabla III. Cálculo hidráulico, red de la colonia Linda Vista

Título: Red de agua, colonia Linda Vista, Villa Nueva									
No de tubos: 56									
No de nudos: 47									
Peak Factor: 2									
Max pérdida de carga/km: 10									
Max Unbal (LPS): 0.003									
Tubo No	De nudo	A nudo	Longitud en mts	Diámetro en mm	Constante Hazen-Williams	Caudal LPS	Velocidad MPS	Pérdida de carga M/KM M	
1	1	2	145.00	200	150	43.56	1.39	7.72	1.12
2	3	4	150.00	40	150	0.69	0.55	9.24	1.39
3	5	6	120.00	40	150	0.64	0.51	7.91	0.95
4	7	8	80.00	40	150	0.42	0.33	3.59	0.29
5	9	10	40.00	25	150	0.22	0.45	11.07HI	0.44
6	11	12	120.00	40	150	0.58	0.46	6.72	0.81
7	13	14	80.00	65	150	1.75	0.53	4.80	0.38
8	15	16	80.00	65	150	1.67	0.50	4.39	0.35
9	15	47	25.00	100	150	3.72	0.47	2.38	0.06
10	2	3	50.00	165	150	23.21	1.09	6.15	0.31
11	3	5	50.00	150	150	20.36	1.15	7.67	0.38
12	5	7	50.00	140	150	17.63	1.14	8.22	0.41
13	7	9	50.00	140	150	15.14	0.98	6.21	0.31
14	9	11	50.00	125	150	12.84	1.005	7.95	0.40
15	11	13	50.00	125	150	10.93	0.89	5.90	0.29
16	13	15	50.00	115	150	7.74	0.75	4.68	0.23
17	2	17	50.00	125	150	7.74	0.63	3.12	0.16
18	17	18	100.00	100	150	5.38	0.69	4.71	0.47
19	18	19	110.00	75	150	2.89	0.65	6.06	0.67
20	19	20	90.00	75	150	2.86	0.65	5.95	0.54
21	18	22	180.00	75	150	2.46	0.56	4.51	0.81
22	17	24	275.00	75	150	2.36	0.53	4.17	1.15
23	2	26	275.00	150	150	12.22	0.69	2.98	0.82
24	3	28	275.00	75	150	2.16	0.49	3.53	0.97
25	5	30	275.00	75	150	2.09	0.47	3.33	0.92
26	7	32	275.00	75	150	2.07	0.47	3.26	0.90
27	9	34	275.00	75	150	2.08	0.47	3.30	0.91
28	11	36	275.00	65	150	1.33	0.40	2.89	0.79
29	13	38	275.00	65	150	1.44	0.43	3.34	0.92
30	15	40	275.00	75	150	2.36	0.53	4.16	1.14
31	42	43	190.00	40	150	0.67	0.53	8.57	1.63
32	45	46	90.00	40	150	0.44	0.35	4.05	0.36
33	22	20	50.00	40	150	0.63	0.50	7.82	0.39
34	24	22	50.00	50	150	0.64	0.33	2.71	0.14

Continuación

Título: Red de agua, colonia Linda Vista, Villa Nueva.									
No de tubos: 56									
No de nudos: 47									
Peak Factor: 2									
Max. pérdida de carga/km: 10									
Max. Unbal (LPS): 0.003									
Tubo No.	De nudo	A nudo	Longitud en mts	Diámetro en mm	Constante Hazen-Williams	Caudal LPS	Velocidad MPS	Pérdida de Carga M/KM. M	
35	26	24	50.00	50	150	1.28	0.65	9.66	0.48
36	26	28	50.00	100	150	7.69	0.98	9.13	0.46
37	28	30	50.00	100	150	6.44	0.82	6.57	0.33
38	30	32	50.00	90	150	5.34	0.84	7.75	0.39
39	32	34	50.00	90	150	4.79	0.75	6.36	0.32
40	34	36	50.00	90	150	4.49	0.71	5.62	0.28
41	36	38	50.00	75	150	3.43	0.78	8.30	0.41
42	38	40	50.00	65	150	2.47	0.75	9.12	0.46
43	40	42	50.00	50	150	1.14	0.58	7.78	0.39
44	42	44	53.00	40	150	0.47	0.38	4.53	0.16
45	44	45	30.00	40	150	0.47	0.38	4.53	0.14
46	20	21	280.00	65	150	1.75	0.53	4.80	1.34
47	22	23	345.00	65	150	1.61	0.49	4.12	1.42
48	24	25	380.00	65	150	1.72	0.52	4.67	1.77
49	26	27	405.00	65	150	1.86	0.56	5.39	2.18
50	28	29	415.00	65	150	2.03	0.61	6.31	2.62
51	30	31	280.00	65	150	1.80	0.54	5.09	1.42
52	32	33	200.00	50	150	1.22	0.62	8.88	1.78
53	34	35	200.00	50	150	1.00	0.51	6.13	1.23
54	36	37	200.00	50	150	1.00	0.51	6.13	1.23
55	38	39	200.00	50	150	1.00	0.51	6.13	1.23
56	40	41	215.00	75	150	2.61	0.59	5.02	1.08

Continuación

Nodo No.	Caudal LPS	Elevación en mts	H G L (M)	Presión (M)
1 R	43.559	100.00	115.50	15.50
2	-0.388	99.25	114.38	15.13
3	0.000	99.13	114.07	14.94
4	-0.694	100.75	112.69	11.94
5	0.000	99.05	113.69	14.64
6	-0.638	101.01	112.74	11.73
7	0.000	98.87	113.28	14.41
8	-0.416	100.20	112.99	12.79
9	0.000	98.58	112.97	14.39
10	-0.222	99.62	112.53	12.91
11	0.000	98.64	112.57	13.93
12	-0.584	99.37	111.76	12.39
13	0.000	98.79	112.28	13.49
14	-1.748	100.18	111.89	11.71
15	0.000	98.97	112.04	13.07
16	-1.666	100.35	111.69	11.34
17	0.000	99.08	114.22	15.14
18	-0.028	100.23	113.75	13.52
19	-0.028	100.41	113.09	12.68
20	-1.748	101.38	112.55	11.17
21	-1.748	101.91	111.21	9.30
22	-0.862	102.31	112.94	10.63
23	-1.610	100.87	111.52	10.65
24	-1.276	102.43	113.08	10.65
25	-1.722	100.40	111.30	10.90
26	-1.388	103.07	113.56	10.49
27	-1.862	99.67	111.38	11.71
28	-1.388	102.85	113.10	10.25
29	-2.026	99.53	110.49	10.96
30	-1.388	104.18	112.77	8.59
31	-1.804	98.42	111.35	12.93
32	-1.388	104.73	112.38	7.65
33	-1.222	98.35	110.61	12.26
34	-1.388	103.12	112.06	8.94
35	-1.000	98.09	110.84	12.75
36	-1.388	101.33	111.78	10.45
37	-1.000	98.25	110.55	12.30
38	-1.388	102.15	111.36	9.21
39	-1.000	98.13	110.13	12.00
40	-1.084	102.97	110.90	7.93
41	-2.610	99.03	109.82	10.79
42	0.000	103.51	110.51	7.00
43	-0.666	100.20	108.88	8.68
44	0.000	101.03	110.35	9.32
45	-0.028	101.70	110.21	8.51
46	-0.444	101.61	109.85	8.24
47	-3.720	101.47	111.98	10.51

4. VOLÚMENES DE TRABAJO

Para cuantificar los volúmenes de trabajo de cada uno de los renglones de que se compone este proyecto, se deberán tomar en consideración los siguientes factores:

- a) Los trabajos a realizar deben ser cuidadosamente programados, pues presentan una serie de problemas propios de obras de remodelación, por ejemplo, que el servicio no puede ser suspendido más de 24 horas en los sectores de trabajo, lo cual obliga a realizar obras provisionales para provocar las menores molestias al usuario, el cual se verá afectado por un servicio irregular de agua mientras duren los trabajos.
- b) Facilitar la excavación de zanjas, teniendo una disposición rápida del desperdicio que producen estos trabajos, tales como concreto retirado y material de excavación y relleno sobrante, lo cual mantendrá un flujo de vehículos no problemático.
- c) Sincronizar los trabajos de instalación de tuberías y accesorios así como lo concerniente a las pruebas de presión y desinfección, lo cual permitirá realizar estas actividades en el menor tiempo posible.
- d) El relleno de las zanjas se realizará conforme a normas establecidas en el Reglamento de Drenajes de la Municipalidad de Guatemala, para luego reponer la capa de concreto.
- e) Se construirá en cada vivienda o lote catastrado, un grifo nuevo con las características indicadas en el plano correspondiente, el cual quedará previsto para instalarle un medidor en el futuro. Ver apéndice 11.

- f) Los trabajos serán recibidos de conformidad por las autoridades edilicias después de cumplir con los requisitos que establece la ley de la materia en cuanto a calidad y costo contractual.
- g) La elaboración de los planos finales de construcción deberá ser debidamente supervisada por el Departamento de Aguas, y serán responsabilidad del contratista.

4.1 Excavación, relleno y acarreo

Los volúmenes de excavación, relleno y acarreo se considera en base a los criterios de construcción prevalecientes en el municipio de Villa Nueva, tomándose en cuenta lo siguiente: ancho de zanja 0.60 metros; profundidad de zanja, 1.00 metro a todo lo largo de la tubería principal y secundaria, siendo una longitud total de: 6,390 metros lineales de diámetros de 3" hasta 8" y 5,088 metros lineales de tubería de 1/2", correspondientes a grifos que dan un total de 11,478 metros lineales.

4.2 Instalación de tuberías

Se colocarán 6,390 metros lineales de tuberías principales y 647 metros lineales de tuberías secundarias, con accesorios como tees, cruces, válvulas, codos, reductores, etc., siguiendo lo indicado en los planos de construcción de cada una de las esquinas, en los cuales se identifican los accesorios de cada nudo ya sean de la red principal o secundaria.

4.3 Levantado y reposición de pavimento

Se procederá a remover unos 2,195 metros lineales de pavimento de calles y avenidas para colocar la tubería principal, y unos 1,600 metros lineales de concreto de banquetas para instalar grifos, el cual será inmediatamente repuesto al terminar de instalarse las tuberías.

4.4 Trabajos complementarios

Se procederá a la instalación de válvulas de aire donde sea necesario, desinfección de las tuberías a ser puestas en operación e instalación de accesorios para tomas de presión en la red, para así poder verificar la colocación de grifos domiciliarios y accesorios instalados.

5. PRESUPUESTO

5.1 Análisis de precios unitarios

Es importante tener en cuenta los tipos de materiales que se deseen utilizar en un proyecto, ya que esto dará la pauta de los costos a manejarse dentro del mismo. La experiencia de más de 30 años, a nivel local, en el uso e instalación de tubería de P.V.C., garantiza que esta clase de tubería sea ampliamente utilizada en la construcción de redes de distribución de agua potable, así como también considerar lo siguiente:

- Las tuberías de 8" de diámetro y menores, se recomienda que sean de P.V.C., de la clase 160, fabricada bajo norma ASTM D-2241, como mínimo.
- Las válvulas por ser elementos importantes dentro de la red, se recomienda que si son de 6" o más de diámetro sean fabricadas bajo normas ANSI/AWWA estándar 509, cuerpo de hierro fundido con recubrimiento epóxico que prolongue su vida útil, cuña sólida forrada de un material resistente a la abrasión y corrosión, extremos de junta mecánica para conexión a tubería P.V.C., de vástago fijo con volante o dado operador y para presiones de trabajo de 250 psi.

Para proceder a los análisis de precios unitarios que permitan integrar el costo de los trabajos planteados en este estudio, se contó con las cotizaciones de materiales presentadas por los diferentes proveedores, y los valores de mano de obra de la construcción.

Mano de obra:

$$\text{Volumen por metro lineal de zanja} = 1.00 \times 0.60 = 0.60 \text{ m}^3$$

Salario mínimo	Q. 31.90 por día	Q. 31.90
Prestaciones	76% x Q.31.90	Q. 24.24

		Q. 56.14
IGSS	12% x Q. 56.14	Q. 6.73

Día efectivo		Q. 62.87

$$\text{Costo por metro lineal (ml) de zanja} = 0.60 \times \text{Q. 62.87} = \text{Q. 37.72 ml}$$

$$\text{Costo de mano de obra de relleno de zanja} = \text{Q. 18.86 ml}$$

(se asume la mitad del costo del zanqueo)

$$\text{Acarreo } 0.60 \times 0.10 \times \text{Q.50.00} = \text{Q.3.00} \times 4 \text{ Km} = \text{Q. 12.00 ml}$$

$$\text{Costo total de mano de obra de excavación por metro lineal} = \text{Q. 68.58 ml}$$

Tabla IV. Costos de mano de obra, instalación y construcción de red de agua de la colonia Linda Vista

No	Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	Total
1	Zanjeo y relleno		MI	6390	Q.68.58	Q 438,226.20	Q438, 226.20
2	Inst. tubería	Calles y Ave.	MI	6390	Q. 6.00	Q 38,340.00	Q.38, 340.00
3	Domiciliares		MI	1270			
4	Inst. tuberías	Domiciliares	MI	647	Q. 6.00	Q 3,882.00	Q. 3,882.00
5	Inst. válvulas	De 6" y 8"	No.	6	Q.500.00	Q 3,000.00	Q. 3,000.00
6	Inst. válvulas	De 4"	No.	16	Q.200.00	Q 3,200.00	Q. 3,200.00
7	Pruebas de presión	6390/200m	No.	32	Q.500.00	Q 16,000.00	Q 16,000.00
8	Construcción	Cajas de válvula	No.	32	Q.800.00	Q 25,600.00	Q 25,600.00
9	Desinfección	Tuberías	MI	6390	Q. 2.90	Q 18,531.00	Q 18,531.00
10	Reposición	Asfalto	MI	2195	Q 85.00	Q186, 575.00	Q186, 575.00
11	Reposición	Banquetas	MI	1600	Q 15.00	Q 24,000.00	Q 24,000.00
Total						Q757, 354.20	Q757, 354.20

Nota: El volumen de materiales a utilizar así como el precio unitario y total de los mismos se encuentran en las hojas anteriores a los anexos.

5.2 Resumen de costos

Costo de mano de obra	Q. 757,354.20
Costo de materiales	Q. 380,981.00
Subtotal	<u>Q.1,138,335.20</u>
Imprevistos 10%	Q. 113,833.52
TOTAL	<u>Q.1,252,168.70</u>

Nota: El monto de materiales y mano de obra de dicho proyecto deberá actualizarse, según la variación de precios en el año de ejecución.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1 Sectorizar el área de trabajo

Teniendo delimitada el área de trabajo se procederá a:

- a) Indicar al personal designado para la ejecución de labores del proyecto, el proceso a ser aplicado, siendo recomendable que posean cada uno de los jefes de grupo el programa de ejecución de la obra.

- b) El proceso a aplicar en el desarrollo del proyecto deberá contemplar:
 - Puntos de interconexión en la red.
 - Domiciliares a ser instalados y dejados con conexión y cuáles deben quedar previstos para el futuro.
 - Tubería a quedar fuera de servicio.
 - Accesorios probables a utilizar.
 - Conexión de medidores, determinando en gabinete la cantidad a instalar por el grupo encargado (sí se procede a colocarlos).
 - Tiempo de ejecución, tomando en cuenta zanjeo, instalación de tuberías y sus derivaciones, corte en las tuberías a quedar fuera de servicio y conectes finales en la red principal y en cada domicilio. Se debe tomar en cuenta el no dejar al usuario más de 48 horas sin servicio de agua.

- c) Notificación al usuario:

El usuario del área o manzana a trabajar deberá ser notificado por carta dejada en su domicilio, en donde se le indicarán los trabajos a realizar, el motivo de los mismos, los beneficios de la ejecución, el monto al que podrán ascender en su domicilio en función del volumen de los mismos; planes de pago (si es

necesario), el lugar para hacer efectivos los pagos, el tiempo en que éstos se desarrollarán, lugares para requerir información, teléfonos y nombre de la persona responsable del proyecto.

6.2 Sondeo del sector a trabajar

Se designará personal calificado, el cual podrá ser del Departamento de Aguas de la Municipalidad de Villa Nueva, el cual tendrá a su cargo verificar los sectores que abastecen las tuberías a ser sustituidas y las probables dificultades que se presenten al dejar fuera de servicio estas tuberías. De igual manera, se contabilizará los domicilios que tendrán que conectarse y los grifos previstos y se estimarán las probables soluciones en donde al dejar las tuberías fuera de servicio, provoquen desabastecimiento del vital líquido. Soluciones como conexiones provisionales a tuberías desfavorecidas serán adoptadas, así como interconexiones a otros puntos de abastecimiento y de acuerdo al grado de dificultad chorros provisionales en el área afectada. Estas últimas con período de servicio no mayor de 48 horas, tiempo durante el cual deberán solucionarse completamente. Se deberá disponer de mapas y planos de los sectores en el cual se identificarán el número de calles y avenidas, número catastral de cada una de las viviendas, tuberías y válvulas a ser utilizadas.

Los avisos de notificación a los usuarios deberán ir sellados y firmados para mayor confianza y seriedad del trabajo. Al terminar éstos se dejará una nota de conclusión de los trabajos y el pronto pago del monto estipulado, como un estímulo para poder seguir desarrollando los trabajos en los otros sectores.

Las unidades de atención al público tendrán conocimiento continuo del área a trabajar y del responsable de los trabajos, lo que permitirá orientar al público que solicite información.

6.3 Programa de ejecución

La realización de los trabajos a ejecutar debe seguir una secuencia que permita cubrir las eventualidades planteadas en los puntos anteriores, para el efecto se presenta el programa de ejecución. Ver apéndice.

6.3.1 Delimitar el área de trabajo

En función de las características de nuestro estudio, se aprovechará el diseño de la red general de la colonia Linda Vista, ya que presenta ventajas físicas tales como la fuente única de abastecimiento y congruencia en su desarrollo.

6.3.2 Levantamiento topográfico

La realización de los trabajos topográficos contempla la identificación y ubicación geográfica de los elementos más importantes del sistema de agua, tanque de distribución, pozos mecánicos, línea de conducción, válvulas y acometidas domiciliarias, entre otras, que permitan la realización de los trabajos y sirva de base para el catastro físico de los mismos.

6.3.3 Elaboración de los planos topográficos

La base cartográfica sobre la cual se pueden cuantificar los volúmenes de trabajo real, lo constituyen los planos topográficos que determinarán con detalle la longitud de las líneas y la localización de accesorios.

6.3.4 Elaboración de planos de ingeniería

En estos planos se podrán cuantificar obras tales como anclajes, interconexiones, cajas de válvulas, tramos de tuberías instaladas, tuberías auxiliares que darán servicio mientras se ejecutan los trabajos definitivos, reposición de banquetas y asfalto de calles, así como obras complementarias que se requieran.

6.3.5 Sondeo de los sectores a trabajar

Delimitar las áreas a trabajar con más detalle definiendo los frentes de trabajo, programando los cortes del servicio, definiendo los problemas propios del funcionamiento vial, desviación del tránsito vehicular, señalización y la realización de los trabajos nocturnos.

6.3.6 Notificación al usuario

La notificación deberá ser entregada con la antelación suficiente para despejar cualquier duda a ser planteada por los vecinos. Ésta contendrá los beneficios que traerán los trabajos a realizar, el monto en quetzales de la contribución de cada uno y los plazos para su cancelación, tiempo estimado de la ejecución de los trabajos y la necesidad de verificar el sistema de agua interno de cada vivienda por parte del propietario.

6.3.7 Replanteo topográfico

La verificación, así como la supervisión de las obras, dependerá del replanteo topográfico que en el campo se haga de los mismos, especialmente lo relacionado con las interconexiones.

6.3.8 Demolición de bordillos, banquetas y pavimentos

Deberá identificarse con claridad el trazo de las redes nuevas a ser construidas para proceder con seguridad a demoler las estructuras existentes, teniendo el cuidado de reparar lo que sea necesario y rehacer lo que esté parcialmente destruido.

6.3.9 Zanjeo de líneas

El personal de cuadrilla designado para la excavación procederá a realizarla tomando las precauciones que indique el encargado responsable, toda vez que el servicio no conviene interrumpirlo más de 24 horas.

Existirán casos en que la excavación se realizará en las banquetas y en pistas indistintamente, y al igual que para salvar obstáculos se utilizarán codos de 45° y no más de cuatro accesorios en cada caso. El zanjeo debe quedar totalmente terminado antes de instalar cada tramo de tubería.

6.3.10 Instalación de tubería secundaria

Retirada la tubería de la bodega central y llenando la papelería correspondiente, se llevarán a cabo las interconexiones necesarias en el sector a trabajar, previo a la instalación de la nueva tubería, garantizando así el

servicio, al efectuar los cortes en la tubería antigua, igual criterio se utilizará para los tramos provisionales.

6.3.11 Instalación de tuberías principales y acometidas domiciliarias

Con las cuadrillas de plomeros se instalarán las tuberías proyectadas a 30 ó 40 centímetros de profundidad, con una tee derivadora (2" x ¾") o según el diámetro de dicha tubería, se colocará un niple de P.V.C. del largo requerido para ser colocado al centro de la caja protectora. En este punto, quedará pendiente la colocación del futuro medidor o la instalación directa a la vivienda con su respectiva válvula de paso de ¾", debidamente taponado.

6.3.12 Taponamiento de interconexiones

El mismo día en que se interconecten los ramales, personal designado procederá a dejar fuera de servicio las actuales tuberías de asbesto cemento, debiendo eliminar las alimentaciones en cada extremo de la calle. Se utilizarán abrazaderas del tipo domiciliar de bronce sin derivación alguna (brida ciega). Hasta que se eliminen totalmente estas derivaciones existentes se podrán llevar a cabo las conexiones a los domiciliarios, salvo disposiciones especiales a cargo de la jefatura.

6.3.13 Pruebas de presión y limpieza

El lavado de las tuberías deberá efectuarse con agua limpia de la misma calidad que será utilizada en el sistema y el tiempo de lavado deberá ser el necesario para que circule dos veces el volumen de agua contenido en la

tubería o de 15 minutos, el que resulte mayor. Para la desinfección se utilizará Hipoclorito de calcio, cloro líquido en 50 mg/lit. , con un período de contacto de 24 horas.

La prueba de presión se efectuará en tramos no mayores de 200.00 metros de largo, con el 75% de la presión estática de diseño, por un período no mayor de una hora, tiempo en el cual se aceptará una disminución del 10% de dicha presión de prueba.

6.3.14 Relleno y compactación

Los trabajos de relleno se iniciarán lo más pronto posible después de instalada la tubería y efectuada la prueba de presión. La capa de material soporte o lecho de zanja, debe quedar consolidado y compactado por debajo de los tubos, utilizando el material producto de la excavación, libre de piedras, basura o cualquier otro material que afecta la compactación. Sin embargo, a juicio del delegado residente, el material podrá ser sustituido por material selecto.

El grado de compactación se logrará con equipo mecánico, con un 95% estándar Proctor ASSHO-99, realizando las pruebas de campo que el delegado o supervisor residente ordene.

Entre la excavación y el relleno no deberán pasar más de 15 días calendario, debiéndose disponer el material excedente en un lugar adecuado.

6.3.15 Reposición de bordillo, banquetta y pavimento

Se fabricará y colocará la mezcla de concreto para la construcción de bordillo en aquellos lugares indicados en los planos y/o a criterio del supervisor

residente. El trabajo se realizará de acuerdo a las especificaciones, dimensiones y calidad indicados en los planos. La reposición de banquetas se efectuará con concreto del tipo 176 kg/cm² (2,500 Lbs/pul.2) con agregado de 1".

La reposición de pavimento cumplirá con las siguientes especificaciones:

Pavimento flexible: La imprimación será con asfalto rebajado RC-2 o RC-250 cumpliendo con especificaciones ASTM: D-597 o D-598, con kerosina en proporción hasta el 15%, el volumen de ampliación será entre 0.40 y 2.00 lts./m²

Pavimento rígido: Se deberá cambiar toda la base con nuevo material selecto, según características identificadas en el numeral 6.3.14, y colocarse nuevamente el adoquín existente, esto último salvo disposición especial del supervisor residente.

6.4 Educación sanitaria

La importancia de un proyecto de esta naturaleza, la determina el usuario ya que él define o no, el aprovechamiento de las ventajas y beneficios de gozar del servicio de agua potable. Es en este sentido que el control sobre el buen uso del vital líquido se traduce en una disponibilidad del mismo las 24 horas del día, lo cual permite garantizar un desarrollo positivo en las distintas actividades que generan los habitantes de una comunidad, que como los vecinos de la colonia Linda Vista, pertenecientes al Municipio de Villa Nueva, están en crecimiento.

Tomando en cuenta que el principal objetivo de disponer de agua sanitariamente segura, significa garantizar la salud del conglomerado, el uso racional e inteligente de este recurso obliga a proporcionar a los usuarios la capacidad de reconocer la importancia de este servicio, lo que implica establecer programas de educación que permitan aprovechar las ventajas

sanitarias del mismo. Aspectos tales como el uso adecuado, evitando desperdicios; un higiénico manipuleo y control de fugas internas en la vivienda es imprescindibles.

El objetivo principal de las acciones educativas y participativas es lograr la reanimación del concepto del uso sostenible de los recursos naturales en general y de los recursos hídricos en particular, a través de campañas educativas que resalten la necesidad de lograr una adecuada administración de los recursos. Dicho proceso se logrará a través del entendimiento por parte de los usuarios, del valor y de la importancia del recurso como paso fundamental para un aprovechamiento racional

6.4.1 Programa prioritario a ser ejecutado

Objetivo: Crear una cultura del agua y lograr la concientización de la población acerca de la importancia del agua y el papel que ésta representa en la vida de los habitantes de la colonia Linda Vista y a su vez, proponer su participación en la propuesta de acciones a ejecutarse en el programa.

Organos de participación: La municipalidad, como órgano principal, tendrá a su cargo la implementación de métodos modernos de educación para el alcance del público usuario del sistema.

El diseño y promoción de campañas urbanas de tipo informativo y comparativo de los beneficios y daños causados por el buen o mal uso del agua.

6.4.2 Obtención de recursos para su ejecución

El financiamiento requerido para el desarrollo de los programas planteados deberá ser obtenido en forma tripartita; la municipalidad, por una parte, como la entidad más interesada; el gobierno central, como rector de la enseñanza en el país, y aportes provenientes de las entidades de cooperación que se interesan en el tema.

7. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA

Para establecer si el proyecto planteado es rentable se requiere realizar una evaluación que permita justificar la inversión y su recuperación económica.

7.1 Cuantificación de beneficios

La determinación y cuantificación de los beneficios económicos generados por este tipo de proyectos, contienen muchos elementos de consideración, entre los cuales se destacan:

- a) Los ahorros generados por gozar de un servicio directo y no recurrir a la compra de agua en toneles.
- b) Los beneficios atribuibles a la protección de la salud por disponer de agua sanitariamente segura, reflejados en el desarrollo de sus actividades humanas.
- c) El beneficio directo que lo constituye el ahorro del volumen de agua disponible, al minimizar las pérdidas por fugas en las tuberías antiguas de la red de distribución.

7.1.1 Reducción de los costos actuales por adquirir agua potable con conexión directa

Con los resultados obtenidos en la encuesta habitacional realizada, el número aproximado de personas que se surten de agua por medio de la compra de toneles es de aproximadamente 1,500 que corresponde al 15% de la población de la colonia Linda Vista.

Esta población consume, según información comparada con la de la ciudad de Guatemala, un promedio de entre 8 y 10 metros cúbicos mensuales por familia, equivalente a 8,000 a 10,000 litros/mes, lo que significa de 6 a 8 toneles de agua por mes (208 ltrs./tonel y 6 personas por vivienda).

El costo de cada tonel es de Q. 5.00, lo que significa de Q. 190.00 a Q. 240.00 por mes, por vivienda (38 ton./vivienda/mes x Q. 5.00 / tonel).

7.1.2 Eliminación de peligros para la salud y ahorro en los servicios asistenciales

La mortalidad (cantidad proporcional de defunciones correspondientes a población o tiempo determinado) y la morbilidad (proporción de enfermos en lugar y tiempo determinado) son los indicadores principales que se utilizan para determinar el índice de salud de una población.

La morbilidad en Guatemala está determinada fundamentalmente por enfermedades de origen hídrico, las cuales pueden ser reducidas en forma sustancial al mejorar las condiciones sanitarias en general.

En base a la información obtenida en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, documento titulado "Situación de la Salud en Guatemala" (Indicadores básicos, código No. 22 Guatemala Sur), que involucra el municipio de Villa Nueva, los enfermos por causas provocadas al no contar con agua segura, se presentan en la tabla V, en la cual se comparan las consultas esperadas por enfermedades diarreicas con relación a las consultas totales. Esta comparación se basa en resultados obtenidos en el Hospital Roosevelt, en donde de 43,273 consultas atendidas el 45% son de enfermedad común, en donde predominan las enfermedades diarreicas, a esta cantidad se agregan

18,980 casos del municipio de Amatlán, que suman 62,253 consultas x 0.45 da un resultado de 28,000 casos diarreicos.

Las defunciones por enfermedades diarreicas, tanto infantiles como de adultos, con una tasa del 2.01 por cada 10,000 habitantes (1,998), ver tabla VI. Esto permite establecer que los muertos evitados arrojan unas 25,560 personas (tasa decreciente asumida en diez años, del 1.90 á 0.40).

Es de hacer notar el ahorro en la adquisición de medicamentos previo al ingreso a los centros asistenciales. Desajuste del presupuesto familiar por falta del ingreso que dejan de percibir las personas que se enferman.

7.1.3 Ahorro del volumen de agua al disminuir las pérdidas en la red de distribución

Aunque no existen estadísticas reales en cuanto a las pérdidas de agua motivadas por las fugas en la red de distribución, se estima que un 30% del total de agua abastecida se pierde por fugas directas, especialmente cuando su estado de deterioro es marcado, tal es el caso de la red de distribución de la colonia Linda Vista.

Tabla V. Proyección de consultas e incidencia diabética en función de la población total

Año	Población	%	Consultas 1	%	Enfermos diarréicos	Tasa %
2000	243,000	4.9	109,350	0.45	12,800	0.17
2001	254,900	4.9	114,705	0.45	13,400	0.17
2002	267,400	4.9	120,300	0.45	14,100	0.17
2003	280,500	4.9	126,200	0.45	15,700	0.17
2004	294,200	4.9	132,400	0.45	17,500	0.17
2005	309,000	4.9	132,800	0.43	19,600	0.17
2006	322,600	4.4	138,718	0.43	21,800	0.17
2007	336,800	4.4	144,824	0.43	24,400	0.17
2008	351,600	4.4	147,672	0.42	27,300	0.17
2009	367,000	4.4	154,100	0.42	30,500	0.17
2010	383,300	4.4	160,900	0.42	43,000	0.17

1|: $62,253 / 1,673,230 = 0.0372$; $62,253=43,253+18,980$; $1,673,230=$
Población Guatemala Sur, Fuente INE.

Tabla VI. Mortalidad evitada por contar con agua sanitariamente segura

Año	Población	Enfermos diarreicos 1	Muertes que habría Tasa cons. 2	Tasa propuesta 3	Muertes a esperar Tasa propuesta	Muertes evitadas
2000	243,000	12,800	2.57	1.90	2.43	0.14
2001	254,900	13,400	2.69	1.81	2.42	0.27
2002	267,400	14,100	2.83	1.63	2.29	0.54
2003	280,500	15,700	3.16	1.43	2.24	0.92
2004	294,200	17,500	3.52	1.23	2.15	1.37
2005	309,000	19,600	3.94	1.03	2.01	1.93
2006	322,600	21,800	4.38	0.83	1.81	2.57
2007	336,800	24,400	4.90	0.63	1.54	3.36
2008	351,600	27,300	5.48	0.48	1.31	4.17
2009	367,000	30,500	6.13	0.43	1.31	4.82
2010	383,300	34,000	6.83	0.40	1.36	5.47
			46.43		20.87	25.56

1| 45% de consultas son personas enfermas de diarrea

2| Tasa = 2.01 por cada 10,000 habitantes enfermos en 1,998

3| Tasa propuesta, disminuye de 1.90 a 0.40 (quinta parte) en 10 años

7.2 Relación beneficio costo

El análisis que permita calcular la rentabilidad financiera del proyecto, requiere estimar los ingresos de la Municipalidad de Villa Nueva, incluyendo el ajuste de la actual tarifa de agua (canon), así como mejorar los demás rubros de ingresos. De igual manera, el renglón de egresos necesita incluir un rubro de mantenimiento preventivo y una sustancial mejora en la inversión y administración del sistema.

Dado que actualmente se cobra un canon fijo mensual, se hace indispensable realizar un cambio que permita un cobro más racional y justo, por ejemplo, que el pago sea por metro cúbico consumido, lo que fomenta el ahorro y el buen uso del agua, lo anterior requiere de la instalación de medidores en cada vivienda.

La tabla VII de ingresos y egresos, que aparece a continuación, amerita algunos comentarios y aclaraciones previas a la interpretación de resultados, el análisis de rentabilidad requiere plantear una hipótesis realista en cuanto a la mejora de los ingresos y egresos que maneja la municipalidad.

7.2.1 Capacidad de endeudamiento

Reconociendo la limitada capacidad de inversión para emprender nuevas obras de desarrollo, se cuenta con el 12% institucional, con el cual todas las municipalidades del país logran cumplir con los requerimientos de la población en cuanto a las obras de infraestructura de servicios básicos, incluyendo el mantenimiento y la rehabilitación de los mismos. En este orden, las dos más seguras fuentes de ingresos con que contaría la municipalidad de Villa Nueva

para hacerle frente a las condiciones financieras de un préstamo para la ejecución de los trabajos de este proyecto, lo constituyen el incremento del actual canon de agua o en su defecto la implementación de una tarifa adecuada, complementario todo lo anterior a un programa de instalación de medidores domiciliarios que permita conocer el consumo real.

Tabla VII. Proyección de ingresos y egresos, municipalidad de Villa Nueva
(Cantidad en miles de quetzales)

Rubro	Tasa %	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007
1-Ingresos tributarios	1.5	5,819.96	5,907.26	5,995.87	6,085.81.	6,177.09	6,269.75	6,363.80	6,459.25
No tributarios	1.8	6,502.55	6,619.60	6,738.75	6,860.05	6,983.53	7,109.23	7,237.20	7,367.47
Canon de agua	7.3	1,940.48	2,082.13	2,249.92 1	2,677.05	2,872.48	3,082.17	3,307.17	3,548.59
Operación del sistema	2.5	4,631.38	4,747.16	4,865.84	4,987.49	5,112.18	5,239.98	5,370.98	5,505.25
Transferencias y saldos	1.1	22,109.27	22,352.47	22,598.35	22,846.93	23,098.24	23,352.33	23,609.20	23,868.90
Total ingresos		41,003.64	41,708.62	42,448.73	43,457.33	44,243.52	45,053.46	45,888.35	46,567.46
2-Egresos inversión	1.8	23,223.62	23,641.65 2	24,500.41	24,941.42	25,390.36	25,847.39	26,312.64	26,786.27
Operación	1.6	1,607.34	1,633.06	1,659.19	1,685.73	1,712.70	1,740.11	1,767.95	1,796.24
Mantenimiento	1.0	2,388.84	2,412.73	2,436.86	2,461.22	2,485.84	2,510.69	2,535.80	2,561.16
Administración	1.2	13,983.84	14,151.65	14,321.47	14,493.32	14,667.24	15,021.37	15,201.62	15,384.04
Total ingresos 1 – 2		41,203.64	41,839.09	45,419.11	43,140.68	43,807.20	44,662.53	45,352.76	46,054.08
Superávit de operación		-200.00	- 130.47	-2,970.38	316.65	436.32	390.93	535.59	513.38
Factor de actualización 12%		1.254	1.120	1.00	0.893	0.797	0.711	0.636	0.567
Valor actual al 12%		-250.80	- 146.10	-2,970.38	282.80	347.70	277.9	340.63	291.10

1| Nueva tarifa, aumento del canon para cubrir el 80% de la deuda = Q.1, 001.73 en miles de Q, en 7 años (2,002 al 2,010) a razón de Q.143.10/año.

2| Incluye Q.1, 252,168.70 de construcción del proyecto.

Continuación

Rubro	Tasa %	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015
1-Ingresos tributarios	1.5	6,556.14	6,654.48	6,754.30	6,855.61	6,958.45	7,062.80	7,168.77	7,276.30
No tributarios	1.8	7,500.08	7,635.08	7,772.51	7,912.42	8,054.84	8,199.83	8,347.42	8,497.68
Canon de agua	7.3	3,807.64	4,085.60	4,383.85	4,703.87	5,047.25	5,415.70	5,811.05	6,235.26
Operación del sistema	2.5	5,642.89	5,783.96	5,928.56	6,076.77	6,228.69	6,384.41	6,544.02	6,707.62
Transferencias y saldos	1.1	24,131.46	24,396.90	24,665.29	24,936.61	25,210.91	25,488.23	25,768.60	26,052.05
Total de ingresos		47,638.21	48,556.02	49,504.51	50,485.28	51,500.14	52,550.97	53,639.86	54,768.91
2-Egresos inversión	1.8	27,268.42	27,759.25		27,749.92	28,249.41	28,757.90	29,275.55	29,802.50
Operación	1.6	1,824.98	1,854.18	1,883.84	1,913.98	1,944.61	1,975.72	2,007.33	2,039.45
Mantenimiento	1.0	2,586.77	2,612.64	2,638.76	2,665.15	2,691.80	2,718.72	2,745.90	2,773.36
Administración	1.2	15,568.65	15,755.47	15,944.54	16,135.83	16,134.82	16,328.44	16,524.38	16,722.67
Total de ingresos		46,766.67	47,490.71	48,226.39	48,464.88	49,020.64	49,780.78	50,553.16	51,337.23
1- 2 Superávit de operación		871.54	1,065.31	1,278.12	2,020.40	2,479.50	2,770.19	3,086.70	3,431.23
Factor de actualización 12%		0.506	0.452	0.404	0.361	0.322	0.287	0.257	0.229
Valor actual al 12%		441.00	481.50	516.4	729.36	798.40	795.04	793.28	785.75

7.3 Integración de la tarifa

El objetivo principal de este análisis es obtener los recursos económicos necesarios para financiar la instalación de las nuevas tuberías y sus accesorios (red de distribución), acometidas domiciliarias del sector principal de la colonia Linda Vista, incluyendo mejoras en el sistema.

En términos generales, este capítulo ofrece las opciones factibles de proponer en el medio, en cuanto a la aplicación de una tarifa racional que sustituya el actual sistema de cobro, ya que ninguna municipalidad puede asumir los costos de un proyecto como éste, por lo que es necesario distribuirlo entre los beneficiados, usando un sistema equitativo de recuperación. Estos beneficiados son de dos tipos, usuarios directos y potenciales.

7.3.1 Determinación del costo de producción de agua

La determinación de los costos que implica producir un metro cúbico de agua para el consumo humano, nos hace pensar con mayor exactitud posible, los gastos directos e indirectos para producir un volumen de agua que asegure en calidad y cantidad un servicio continuo.

7.3.1.1 Energía eléctrica

Al no poder contar con una información confiable de la producción de los pozos habilitados actualmente y por carecer de un sistema de medición de caudal, se procede a la estimación del mismo tomando la información proporcionada por el Departamento de Aguas, ver tabla VIII contenida en la

columna “Producción actual” para los pozos existentes y el costo de la energía eléctrica consumida por cada uno. (Detalle general por cuenta, Empresa Eléctrica de Guatemala).

La producción total es de 364 G.P.M. = 22.96 ltrs./seg. = 1,983.74 m³/día, lo cual significa 59,512.32 m³/mes. El costo de energía por cada metro cúbico por mes es de Q. 0.69 (Q.40, 923.73/mes / 59,512.32 m³/mes.)

Tabla VIII. Costos del consumo de energía eléctrica por pozo

Número	Ubicación	Producción actual en G.P.M.	Costo por mes de energía eléctrica en quetzales
1	4 ^a . Ave. Eterna Primavera	45.00	Q. 10,230.93
2	4 ^a . Ave. Eterna Primavera	72.00	Q. 15,346.40
3	4 ^a . Ave. Eterna Primavera	247.00	Q. 15,346.40
	Total	364.00	Q. 40,923.73

7.3.1.2 Costo de operación

La integración del costo incluye un 80% de los renglones servicios personales, materiales y suministros, calculados en la siguiente forma:

$$\text{Costo operativo} = \text{Egresos totales} - \text{Egresos por inversión}$$

$$\text{Costo operativo} = 45,419.11 - 24,500.41 \quad (\text{Ver tabla VII.})$$

$$\text{Costo operativo} = 20,918.70$$

El costo operativo neto es de Q.20, 918.70 x 0.80 = Q.16, 734.96 /año.

7.3.2 Análisis de capacidad de pago de la población

Como resultado de la encuesta levantada a una muestra al azar de 83 viviendas del centro de la colonia Linda Vista, se obtuvieron los siguientes resultados:

Número total de viviendas	1660
Muestra del 5%	83
No tienen servicio de agua	37 (2.2%)
Comercios	20 (1.2%)
Número de personas por familia	06
Número de personas de la muestra	415

Nota: Ver encuesta de población en apéndice.

Por la importancia de estos resultados, concluimos que:

El 2.2% de la población no cuenta con servicio directo de agua. Lo anterior permite identificar el mercado de futuras conexiones que se estima en 37 (1660×0.022), las cuales pueden ser cubiertas en un año.

La actividad comercial se desarrolla en unas 20 propiedades (1660×0.012), que generan mejores ingresos además que ocupan a 60 personas, que en determinado momento son un aporte para la familia.

La composición familiar de 6 personas, comparada con el 5.1 promedio a nivel nacional, indica la escasez de vivienda obliga a un aumento del 18.8% en dicho número de personas.

La composición de los gastos familiares se detalla a continuación:

Pago de renta para vivienda	33 %
Comida y vestuario	36%
Educación	13%
Transporte	07%
Esparcimiento	04%
Servicios	07%

Para pagos de servicios entre los cuales se puede mencionar: energía eléctrica, servicio de cable, extracción de basura, agua y otros, el más bajo es el servicio de agua. Actualmente se paga por canon de agua Q.15.00

De ahí que el canon de agua se puede incrementar, dada la importancia del servicio.

El consumo de agua promedio por vivienda/mes es de 25 metros cúbicos, lo cual suma Q.60.00 (25 x Q.2.40 *), lo que significa que si existe disponibilidad para pago de servicios, con un incremento real del 300%.

En las lotificaciones aledañas a la población de Villa Nueva que se abastecen de agua subterránea, por ejemplo, en Ciudad San Cristóbal se paga mensualmente por este servicio Q.50.00 y en otras colonias un poco más.

Con este análisis, y sobre la base a los resultados mostrados, la capacidad de pago de la población con relación al servicio de agua, permitiría un incremento del 150% equivalente a pagar Q.37.50, en una primera etapa y en una segunda, llegar al costo real de Q.60.00 por mes por familia.

7.3.3 Programa de operación y mantenimiento

Cada día aumenta la demanda de agua de las comunidades, las continuas sequías han agravado seriamente estos problemas, pero la principal condición es el aumento en el standard de vida y el marcado crecimiento de la población, adicional a esto los problemas de fugas en las tuberías.

Para mantener un sistema de agua en óptimas condiciones de operación, es necesario contar con un programa de mantenimiento que asegure su continuidad en el abastecimiento, garantizando la cantidad y calidad del agua suministrada.

En un sistema como el que posee la colonia Linda Vista, cuya fuente principal depende del funcionamiento de pozos mecánicos que extraen el agua del subsuelo, se hace indispensable contar con un programa de mantenimiento preventivo, cuyo cumplimiento evite al máximo los altos costos que significan las reparaciones imprevistas, especialmente cuando se refiere a equipos electromecánicos.

Actualmente, el sistema de agua en general de Villa Nueva recibe un mantenimiento preventivo proporcionado por la contratación de una empresa particular que cubre la revisión del equipo eléctrico, bombas y controles, así como la producción y eficiencia de los 31 pozos, incluyendo los pozos que abastecen a la colonia Linda Vista, además de los construidos por los lotificadores, a un costo promedio de Q. 2833.00 por mes, esto representa la cantidad de Q.34, 000.00 por año.

Los pozos que operan conectados directamente a la red de distribución limitan la vida útil de sus equipos a 3 años y los conectados a tanque elevado a

6 años promedio. Lo anterior hace suponer que los pozos conectados directamente a la red se tiene que hacer una inversión anual mucho mayor para reponer sus equipos.

En lo referente a la calidad del agua, se debe implementar un plan encaminado a equipar de cloradores a cada uno de los pozos en operación, esto con el fin de garantizar la salud de los habitantes y reducir la tasa de mortalidad infantil.

Es importante también considerar la necesidad de capacitar al personal operativo del cual depende la eficiencia y durabilidad de los equipos, así como la evaluación periódica que permita al programa de mantenimiento preventivo sea más efectivo.

El programa, en resumen, consiste en mantener el sistema de agua operando en condiciones lo más cercanas a su máxima eficiencia, especialmente lo relacionado al equipo de bombeo de los pozos en operación, los dosificadores de cloro instalados y por instalar, además de proveer la sustitución oportuna de las bombas y los motores antes de que el costo de operación además de la reparación se eleve y no sea rentable.

Es de vital importancia lo referente al estado físico de los tanques de almacenamiento, ya que los mismos requieren de inspecciones periódicas o trabajos de reparación, esto con el objetivo de evitar colapsos en forma oportuna. Asimismo, se debe de mantener un monitoreo de las presiones de la red de distribución, con el objetivo de anticiparse a los problemas de altas y bajas presiones, producto generalmente de expansiones de la red de servicio o cambio del uso de la tierra.

7.3.4 Costos de operación y mantenimiento

La integración del costo de operación del sistema de agua requiere tomar en cuenta lo relacionado con la capacitación del personal y apoyo computacional con el objetivo de mejorar el servicio.

Como se indica la mejora en la calidad del servicio, implica invertir en equipos de cloración a ser instalados en cada pozo, ya que actualmente no cuentan con éstos, mejorar los procesos comerciales, especialmente al implantar una tarifa y programar las inversiones futuras con costos reales.

Los costos se proyectan en el tiempo hasta el año 2,013, el cual constituye el horizonte de estudio, para lo cual las tasas de crecimiento son estimadas sobre la base de la información disponible o ha estimaciones basadas en experiencias de empresas similares, por ejemplo, Empagua.

En la tabla IX se calcularon los costos directos de operación y mantenimiento pudiéndose deducir que en 10 años, los mismos se incrementan en un 225%, siendo los renglones de mantenimiento de pozos y químicos los que más inciden con los incrementos.

Tabla IX. Proyección de los costos directos del programa de operación y mantenimiento
(Cantidades en miles de quetzales)

Renglón	Tasa de Creci. % *	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013
Energía eléctrica	8.9	721.9	786.2	856.2	932.4	1,015.3	1,105.7	1,204.1	1,311.3	1,428.0	1,555.1	1,693.5
Mantenimiento de pozos	12.00	47.8	53.5	59.9	67.1	75.2	84.2	94.3	105.6	118.27	132.46	148.36
Reposición de equipo	10.0 **	1,597.2	1,756.9	1,932.6	2,125.8	2,338.5	2,572.3	2,829.5	3,112.45	3,423.7	3,766.1	4,142.71
Sistema de tratamiento	10.0	139.8	153.8	169.2	186.1	204.7	225.1	247.7	272.4	299.65	329.61	362.57
Químicos	12.0	29.5	33.0	37.0	41.4	46.4	52.0	58.2	65.2	72.92	81.67	91.47
Nuevos pozos, cubrir déficit	8.0	3,527.2	3,809.4	4,114.1	4,443.2	4,798.7	5,182.6	5,597.2	6,044.9	6,528.5	7,050.7	7,614.83
Total		6,063.4	6,592.8	7,169.0	7,796.0	8,438.8	9,221.9	10,031.0	10,627.8	11,871.0	12,915.7	14,053.4

* Tasa de crecimiento anual energía eléctrica entre los meses de agosto de 2000 a abril del 2001 es de 8.85% se asume 8.9%.

** Por ser adquiridos los equipos en dólares, la tasa se asume del 10%.

7.3.5 Costos de nuevas introducciones y ampliaciones de cobertura de servicio

Es de suma importancia el planificar las inversiones a realizar en el futuro para poder satisfacer las exigencias de una población en rápido crecimiento, las cuales demandaran un servicio de agua eficiente.

Lamentablemente, por no contarse con un plan a largo plazo de desarrollo urbano propio, se toma como guía los lineamientos generales de la municipalidad de Guatemala, plasmados en Metrópolis – 2010, en el cual se plantean las estrategias urbanísticas que incluyen al municipio de Villa Nueva desde el punto de vista, habitacional, industrial y comercial.

En la tabla X se resume los requerimientos en área urbana a ocupar por la población proyectada en los años 2000, 2005 y 2010, el caudal requerido según los usos, capacidad de almacenamiento requerida y los pozos necesarios para satisfacer la demanda, esto sin incluir las fuentes particulares.

Tabla X. Costos de nuevas introducciones y ampliaciones de cobertura, municipio de Villa Nueva

	OBRAS			COSTOS			Observaciones
	2,000	2,005	2,010	2,000	2,005	2,010	
Población	243,000	309,000.00	384,000.00				
Area urbana *	1,602.60	2,037.80	2,532.50	19,337.60	24,588.90	30,558.20	Distribución
Caudal requerido ltrs./seg.	737.20	937.40	1,165.00	1,528.70	1,943.80	2,415.70	Producción
Capacidad de almacenamiento **	2,033.00	2,585.10	3,212.80	3,862.70	4,911.50	6,104.30	Almacenamiento
Nuevas fuentes	4 Pozos	5 Pozos	7 Pozos	3,000.00	3,750.00	5,250.00	Pozos
Total				27,729.00	35,194.20	44,325.20	Montos en miles de quetzales.

* Área en hectáreas

** En metros cúbicos

Caudal residencial 0.35, más comercial 0.10, más público 0.01 = 0.46 ltrs./seg. ,
 Por hectárea; $1,602.6 \times 0.46 = 737.20$ ltrs./seg.

Costo de producción = $Q\ 2.40/m^3 = Q.0.0024/ltrs.$; $0.0024 \times 86,400\ seg. = Q207,360/día.$

Costo de almacenamiento = $Q. 1,900.00/m^3$

Costo de distribución = $Q.12, 066.41/Ha.$ ($Q.2, 934,429.65/243.19Ha.$)

Caudal por pozo promedio = 180.0 ltrs./seg. ; costo por pozo $Q.750, 000.00$
 (1,000 pies de profundidad y 12" de diámetro).

CONCLUSIONES

1. La importancia que representa el ahorro del volumen de agua, al reducir las pérdidas que generan las tuberías en mal estado y al ser sustituidas por nuevas, generará un mejor servicio a la población usuaria.
2. El agua a obtenerse con la ejecución de este proyecto permitirá contar con una calidad de agua sanitariamente segura, condición que actualmente no se cumple, pues no se cuenta con sistemas de cloración en cada pozo.
3. La importancia que tiene la remodelación de la red de distribución de agua potable de la colonia Linda Vista, radica en mejorar la prestación del servicio que actualmente presenta deficiencias en cuanto a calidad y cantidad de agua suministrada.

RECOMENDACIONES

1. El iniciar la ejecución del proyecto, permite eliminar las pérdidas de agua que actualmente se producen como consecuencia de lo deteriorado que se encuentra la red de distribución, cambiando las tuberías antiguas por nuevas, aprovechando los nuevos materiales disponibles en el mercado, en igual manera se deberá mejorar el sistema comercial en lo referente a la implantación de una tarifa acorde a las condiciones económicas de la población.
2. Será necesario el estudio de la tarifa para que el agua se administre en forma razonable y así evitar desperdicios.
3. Será necesario implementar en la red general los equipos de cloración necesarios para proporcionar agua sanitariamente segura.
4. La Municipalidad de Villa Nueva deberá realizar la campaña de información y promoción del proyecto, haciendo énfasis en la importancia del servicio de agua y de las molestias que provoca un proyecto como el considerado.

5. Iniciar un plan para obtener un catastro actualizado de usuarios que contemple el aspecto físico, identificando la localización de los usuarios tanto presentes como futuros y el control de los consumos por medio de un proceso de facturación computarizado.

6. Es de vital importancia iniciar un estudio que permita, a mediano plazo, contar con la estrategia de implementación de una tarifa que sustituya el actual pago fijo del canon de agua, por un cobro de volumen consumido que permita captar los recursos económicos para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema, incluido, por supuesto, la rehabilitación presentada y sea la misma administrada en forma eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Archivo General de la Unidad Técnica Municipal
Municipalidad de Villa Nueva
2. Arroyo Castillo, Eduardo y otros. **Metrópolis 2,010... 3 años después**
1995. 152 pp.
3. Rubio Luna, Héctor Fernando. Diseño del sistema de agua potable para
La Lotificación Margaritas VI. Tesis de graduación de Ingeniero Civil,
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
Guatemala, 1985. 103 pp.
4. Alvarez Acosta, Guillermo y J.M. de Acevedo Neto. **Manual de Hidráulica.**
6ta. ed. Brasil: Editorial Tec-Cien, 1975. 546 pp.
5. Reglamento Municipal de Agua de la Empresa Municipal de Agua,
Empagua.

FIGURAS

Apéndice A	Encuesta de población
Apéndice B	Figura de perfil de pozo perforado
Apéndice C	Informe de muestras de control
Apéndice D	Resultado de análisis
Apéndice E	Diagrama de nivelación para agua potable
Apéndice F	Diagrama de flujo de red de agua potable
Apéndice G	Diagrama de tuberías de PVC para agua potable
Apéndice H	Detalle de caja de compuerta
Apéndice I	Tabla de cuantificación de materiales
Apéndice J	Figura de remodelación de red de agua potable, colonia Linda Vista, programa de ejecución
Apéndice K	Acometida domiciliar
Apéndice L	Diagrama de ubicación, población de Villa Nueva
Apéndice M	Diagrama de cuenca hidrográfica, lago de Amatitlán
Apéndice N	Mapa de ubicación de colonia Linda Vista

APÉNDICE

ENCUESTA DE POBLACIÓN

El objetivo principal de proceder a realizar la encuesta de población, en el área de estudio, fue para determinar la densidad que permita estimar las demandas de agua en cada nudo de la red proyectada. De tal manera que se procedió a cubrir un 5.0% del universo de 1660 viviendas como muestra representativa, para lo cual se elaboraron 83 papeletas que permitieron obtener la siguiente información:

Estimar la cantidad de habitantes por vivienda, identificar otros usos del inmueble aparte del residencial, por ejemplo, comercial, mixto y otros, además de la frecuencia con que reciben el servicio de agua y los posibles usos más frecuentes.

Dentro de la categoría comercial se incluyeron negocios tales como tiendas, ferreterías, talleres, librerías, barberías, etc. en la categoría mixta se consideró que el inmueble es utilizado como vivienda y negocio.

Total de encuestas:	83
Habitacional	47
Comercios	20
Mixtos	16
Total de habitantes	496

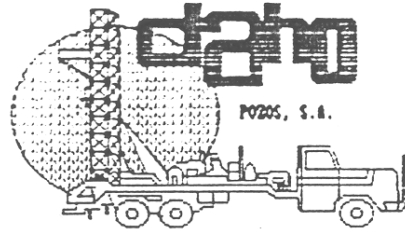
Habitacional	398
Comercio	54
Mixto	44

Con base a los resultados anteriores se obtienen los siguientes promedios:

Número de habitantes por vivienda:	$398 / 47 = 8.46$ (para nuestro estudio tomaremos como parámetro 6).
Número de habitantes por comercio	$54 / 20 = 2.7$ Aproximado 3
Número de habitantes por mixto	$44 / 16 = 2.75$ Aproximado 3

Es importante mencionar que el 98% de los encuestados indicaron que el servicio de agua es intermitente, con rango de servicio que va desde las 5 horas a las 12 horas, siendo en algunos casos diariamente y en otros, día de por medio.

Figura 1. Perfil de pozo perforado

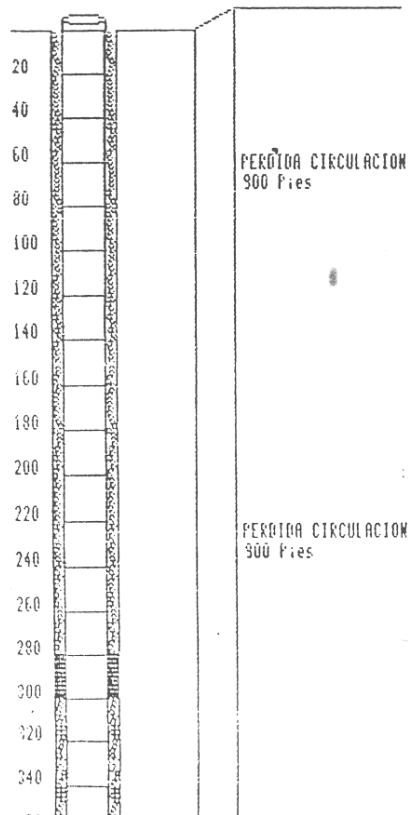


GUATEMALA, C.A.
 17 AVE. 26-02 ZONA 11
 TEL. 76-15-93 al 97

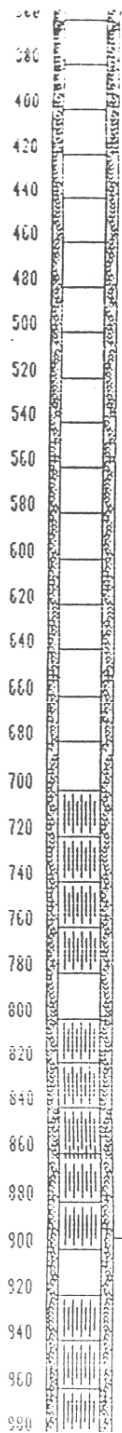
CODIGO DEL POZO: 05002
 NOMBRE PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 UBICACION POZO: COLONIA ETERNA PRIMAVERA, VILLA NUEVA

FECHA DE INICIO: 06/12/02
 FECHA DE FINALIZACION: 07/23/02
 POZO No. 1
 PERFORADORA: INTERNATIONAL
 METODO: ROTATIVO
 PERFORADOR: ADAM ELIAS CHAVARRIA
 DIAMETRO: 8 Pulgadas.
 PROFUNDIDAD POZO: 1100 Pies

TOTAL RANURACION: Pies
 TOTAL PICHACHAS: 340 Pies
 TOTAL REGILLA : 8 Pies
 NIVEL ESTATICO: 530 Pies
 NIVEL DE BOMBEO: 590 Pies
 PRODUCCION: 247 GPM.
 DURACION BOMBEO: 24:00 Horas
 PROFUNDIDAD DE LA BOMBA 908 Pies, de 60 H.P. de 17 E



Continuación



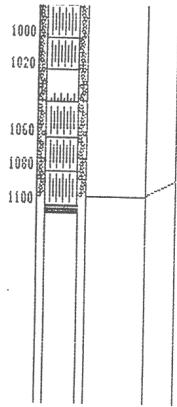
PERDIDA CIRCULACION
900 Pies

PERDIDA CIRCULACION
900 Pies

PERDIDA CIRCULACION
900 Pies

PERDIDA CIRCULACION
200 Pies

Continuación



OBSERVACIONES:
SELLO SANITARIO DE CEMENTO DE: 280 A 300 PIES. FILTRO DE GRAVA DE: 300 A 1100 PIES.
FONDO DEL POZO ABIERTO.

Figura 2. Informe de muestras de control

REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
Y ASISTENCIA SOCIAL



LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCIÓN DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



INFORME DE MUESTRAS CONTROL

Nombre del Producto AGUA
Remite ISA. REYES SAMAYOA CACERES
Tipo de Recipiente VIDRIO
Procedencia C/S. VILLA NUEVA
No. de LNS AC03-0489-0498
Fecha de Recibido 26/02/2003
Fecha de Egreso 06/03/2003

Resultados de Análisis

PROCEDENCIA	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
*COLONIA LOS PLANES ZONA 5	30 NMP/100ml	NO DETECTADO
COLONIA PANORAMICA DEL FRUTAL ZONA 5	NO DETECTADO	NO DETECTADO
COLONIA PARAISO DEL FRUTAL ZONA 5	NO DETECTADO	NO DETECTADO
COLONIA SAN ANTONIO ZONA 5	NO DETECTADO	NO DETECTADO
COLONIA ENRIQUETA ZONA 5	NO DETECTADO	NO DETECTADO
COLONIA SAN MIGUELITO ZONA 1	NO DETECTADO	NO DETECTADO
COLONIA EL TABLONCITO ZONA 1	NO DETECTADO	NO DETECTADO
COLONIA LINDA VISTA ZONA 4	NO DETECTADO	NO DETECTADO
COLONIA LAS ORQUIDEAS ZONA 4	NO DETECTADO	NO DETECTADO
PARQUE CENTRAL ZONA 1	NO DETECTADO	NO DETECTADO

[Signature]
Lic. Víctor Hugo Jiménez
Supervisor Microbiología de Alimentos

Observaciones

MUESTRA NO ACEPTABLE

PARA AGUA POTABLE EL RECUESTO DE COLIFORMES NO DEBE SER MAYOR DE 3 NMP/100ml. PARA CONSUMO ES NECESARIO CLORAR O HERVIR PARA ASI EVITAR POSIBLES ENFERMEDADES DIARREICAS QUE SE PRODUCEN POR CONSUMIR AGUA CONTAMINADA.

Analista/Supervisor JA/VJ Código Laboratorio B02-03/93-13-16

CD

Km. 22 Carretera al Pacífico. Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C. A.
PBX: 630-6017, Telefax: 630-6011 Tels. 630-6024, 630-6035, 630-6036, 630-5837
Email: lns@ops.org.gt

Figura 3. Resultado de análisis

PSQ PROSERQUIMICOS

EMPRESA: MUNICIPALIDAD DE WILMA NUEVA
 POZO: ETERNA PRIMAVERA
 MUESTRA DE: AGUA
 ANALISIS SOLICITADO: MICROBIOLOGICO
 FECHA DE MUESTREO: 10/01/03
 FECHA DE REPORTE: 30/01/03
 SERVICIO CORRESPONDIENTE AL MES DE ENERO DEL 2,003

RESULTADO DE ANALISIS

LUGAR DE MUESTREO	DEPOSITO LINDA VISTA
RECUENTO AEROBICO TOTAL	18 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml
AISLAMIENTO	NEGATIVO
POTABILIDAD	POTABLE

Especificaciones para agua potable según COGUANOR

RECUENTO AEROBICO TOTAL	< 500 UFC/ml
COLIFORMES TOTALES	<2 NMP / 100 ml

- NOTA:**
- La concentración de cloro residual en las muestras de agua es ≥ 0.5 pp (partes por millón)
 - Muestra captada por Personal de PROSERQUIMICOS.

[Firma]
 Lic. Anibal Ventura M.
 QUIMICO BIOLOGO
 Colegiado No. 1701

Figura 4. Diagrama de nivelación para agua potable

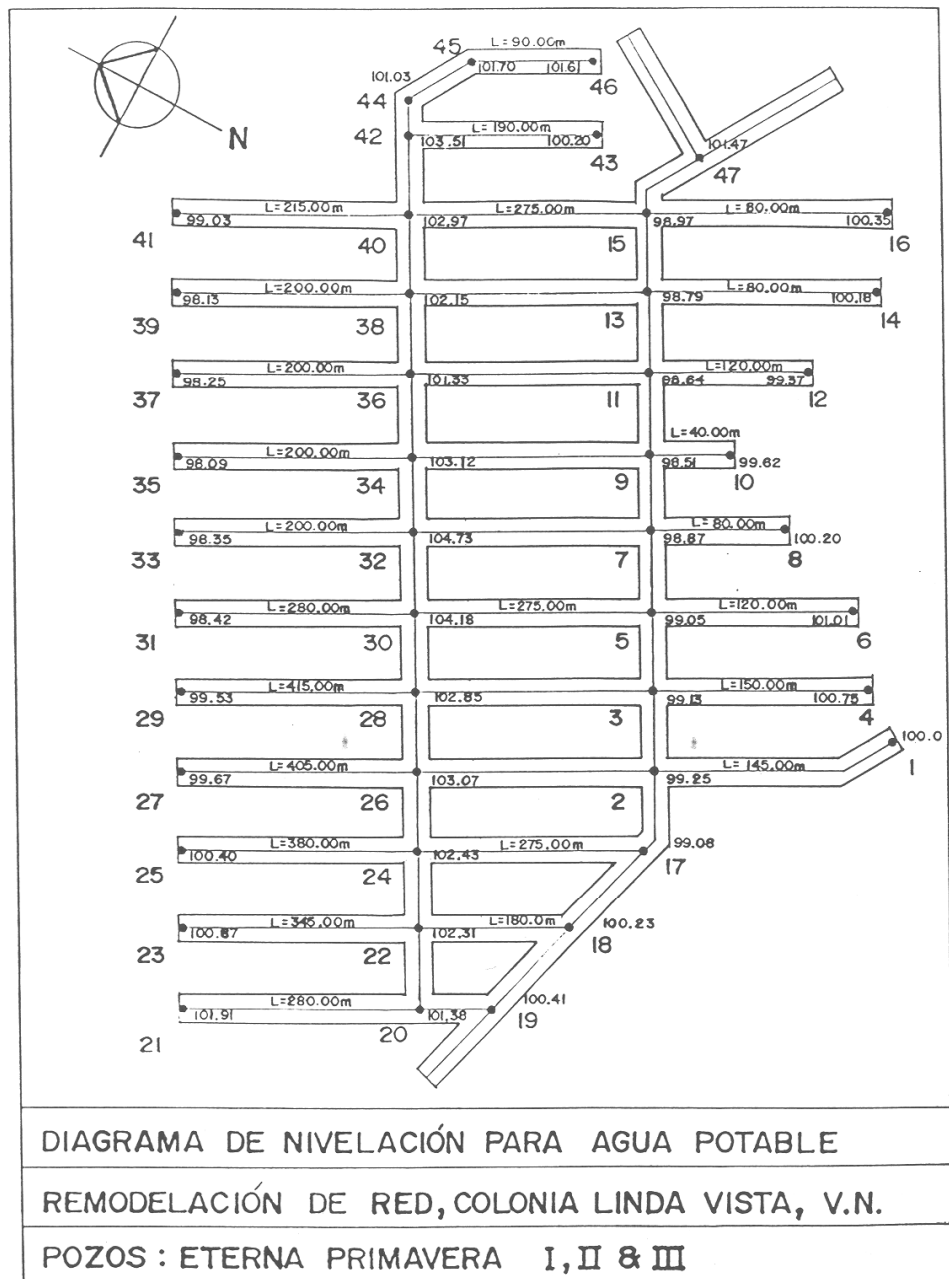


Figura 5. Diagrama de flujo de red de agua potable

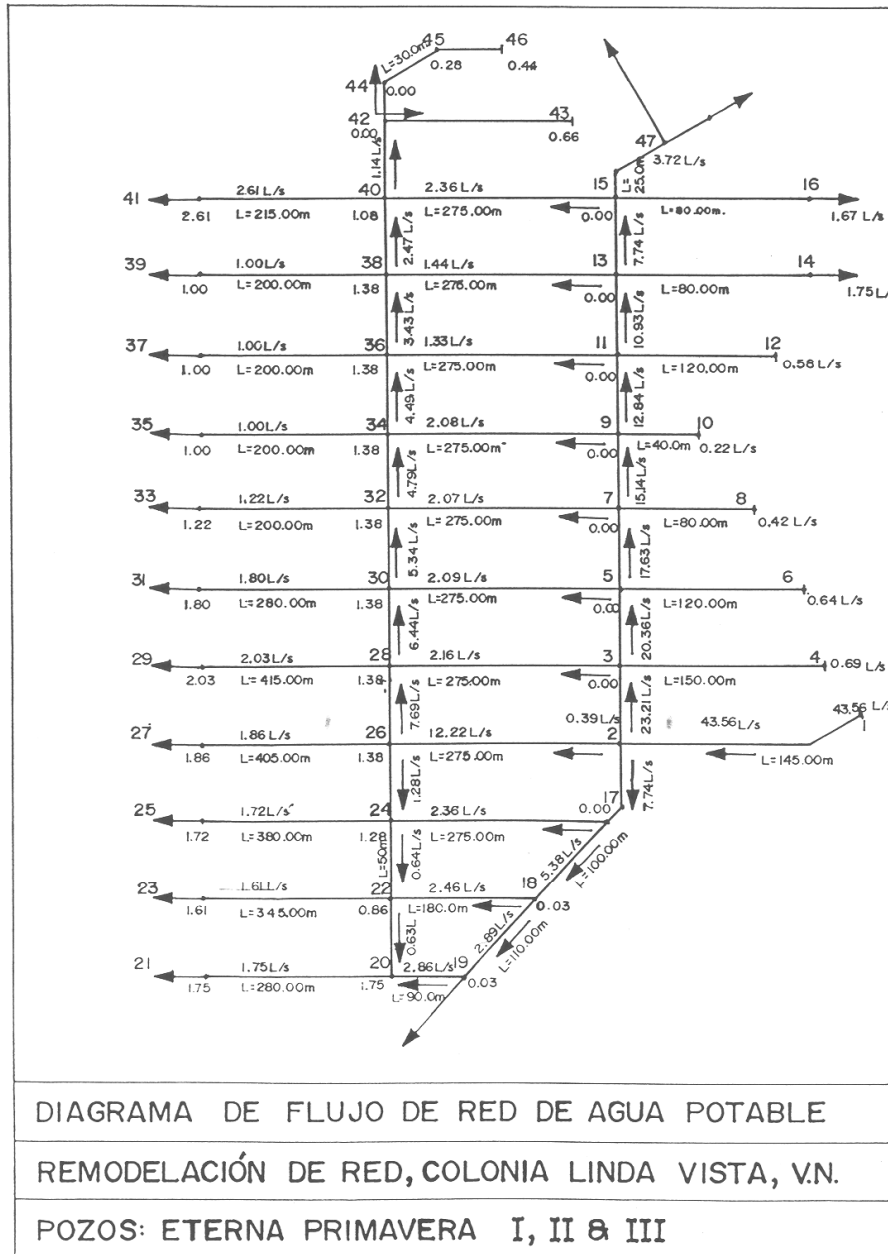


Figura 6. Diagrama de tuberías de PVC para agua potable

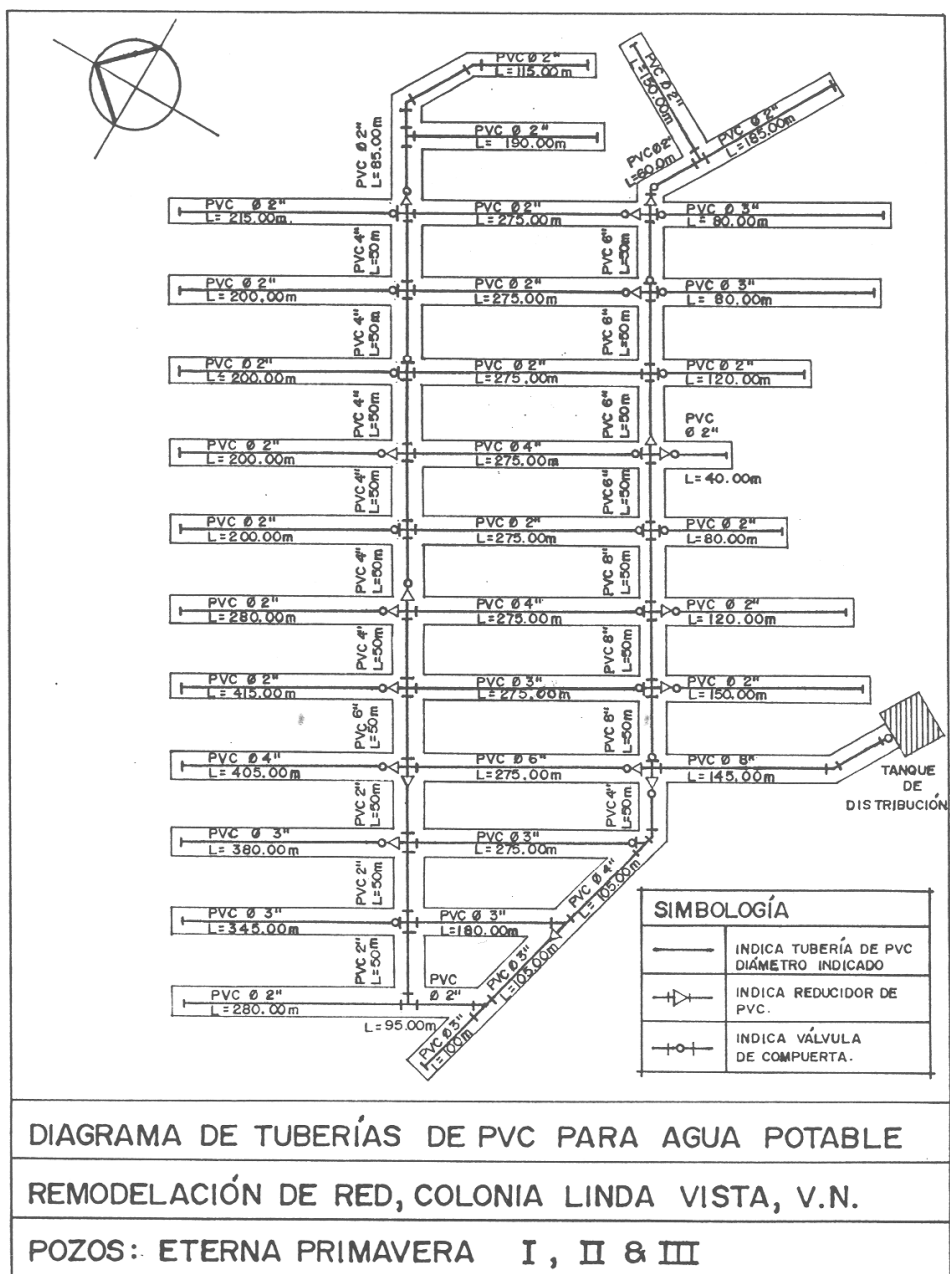


Figura 7. Detalle de caja de compuerta

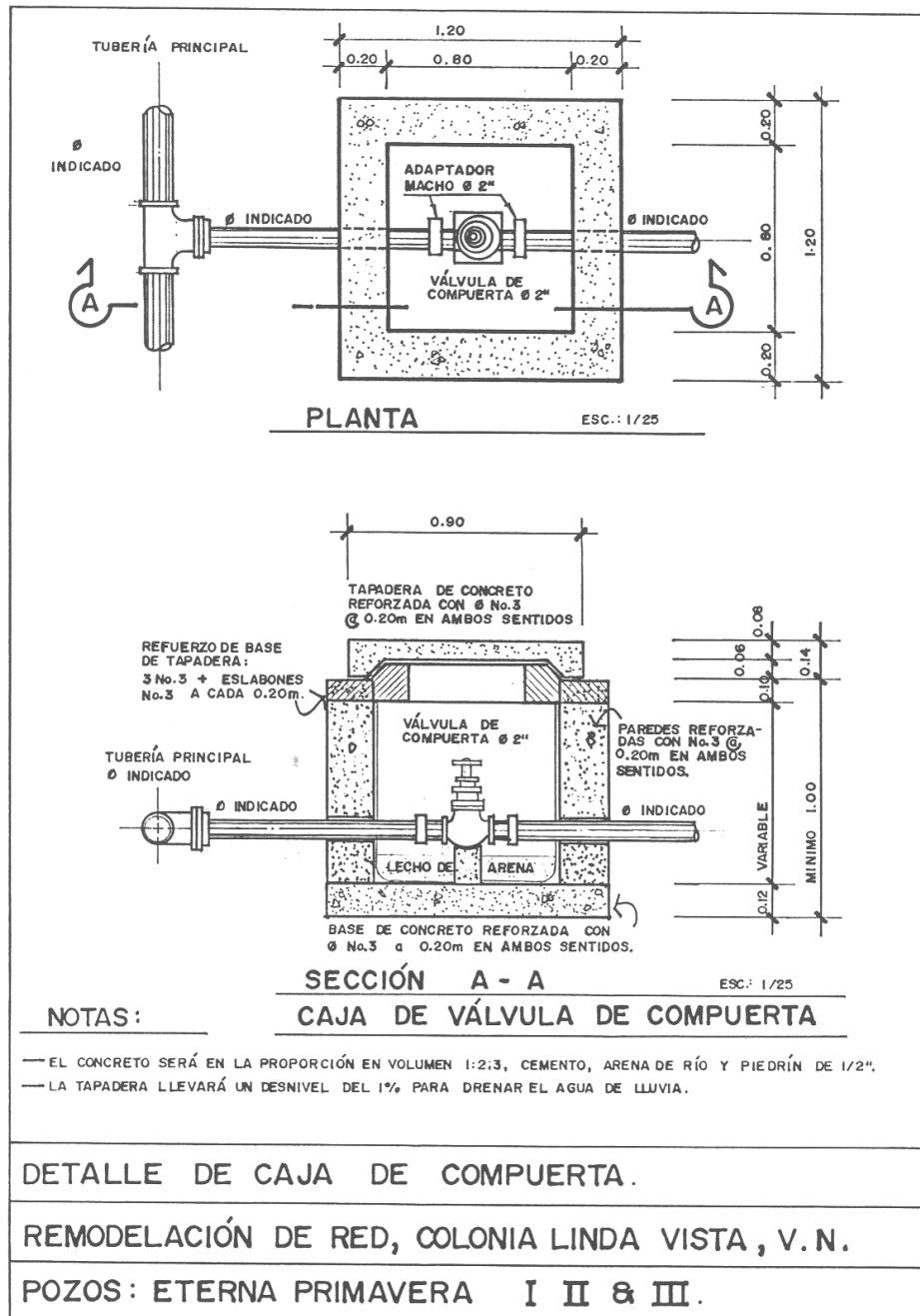


Tabla XI. Cuantificación de materiales

Tubería, accesorios, válvulas, señalización y herramienta.			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
1,696	Adaptadores machos de ½"	Q. 1.50	Q. 2,544.00
1,696	Codos de ½" x 90°	Q. 1.50	Q. 2,544.00
2	Codos de 2" x 45°	Q. 20.00	Q. 20.00
1	Codo de 3" x 45°	Q. 50.00	Q. 50.00
1	Codo de 4" x 45°	Q. 90.00	Q. 90.00
1	Codo de 4" x 30°	Q. 100.12	Q. 100.12
4	Cruces de 2"	Q. 18.15	Q. 72.60
6	Cruces de 3"	Q. 74.28	Q. 445.68
8	Cruces de 4"	Q. 97.28	Q. 778.24
5	Cruces de 6"	Q. 132.53	Q. 662.65
4	Cruces de 8"	Q. 184.35	Q. 737.40
20	Reducidores de 3" a 2"	Q. 18.58	Q. 371.60
13	Reducidores de 4" a 2"	Q. 20.99	Q. 272.87
4	Reducidores de 4" a 3"	Q. 23.00	Q. 92.00
6	Reducidores de 6" a 2"	Q. 82.25	Q. 493.50
2	Reducidores de 6" a 3"	Q. 82.25	Q. 164.50
4	Reducidores de 6" a 4"	Q. 91.26	Q. 365.04
1	Reducidores de 8" a 3"	Q. 278.90	Q. 278.90
2	Reducidores de 8" a 4"	Q. 269.80	Q. 539.60
2	Reducidores de 8" a 6"	Q. 208.54	Q. 417.08
848	Tapones hembra de ½"	Q. 0.90	Q. 763.20
16	Tees de 2"	Q. 15.00	Q. 240.00
848	Llaves de paso de ½"	Q. 45.00	Q. 38,160.00
873	MI de tubería de ½"	Q. 3.11	Q. 2,715.03
7969	MI de tubería de 2"	Q. 12.00	Q. 95,628.00
1670	MI de tubería de 3"	Q. 35.00	Q. 58,450.00
948	MI de tubería de 4"	Q. 43.33	Q. 41,079.99
210	MI de tubería de 6"	Q. 51.38	Q. 10,789.80
295	MI de tubería de 8"	Q. 92.06	Q. 27,157.70
2	Válvulas de aire	Q. 7,000.00	Q. 14,000.00
2	Válvulas de limpieza	Q. 5,000.00	Q. 10,000.00
50	Pomo de Permatex	Q. 28.75	Q. 1,437.50
12	Pegamento Tangit/galón	Q. 460.00	Q. 5,520.00
1	Señalización	Global	Q. 24,000.00
1	Herramienta	Global	Q. 40,000.00
Total			Q.380,981.00

Figura 8. Programa de ejecución

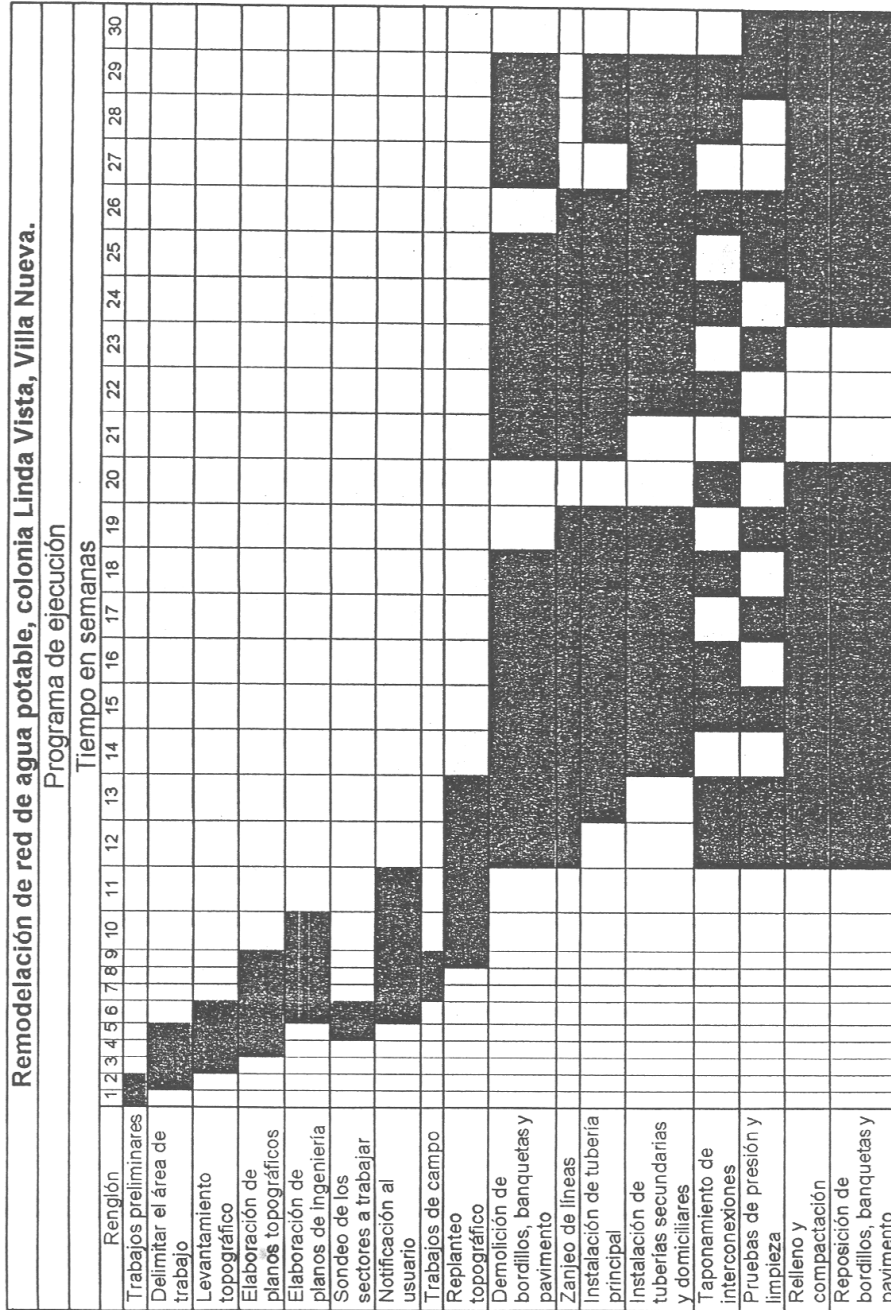


Figura 9. Acometida domiciliar

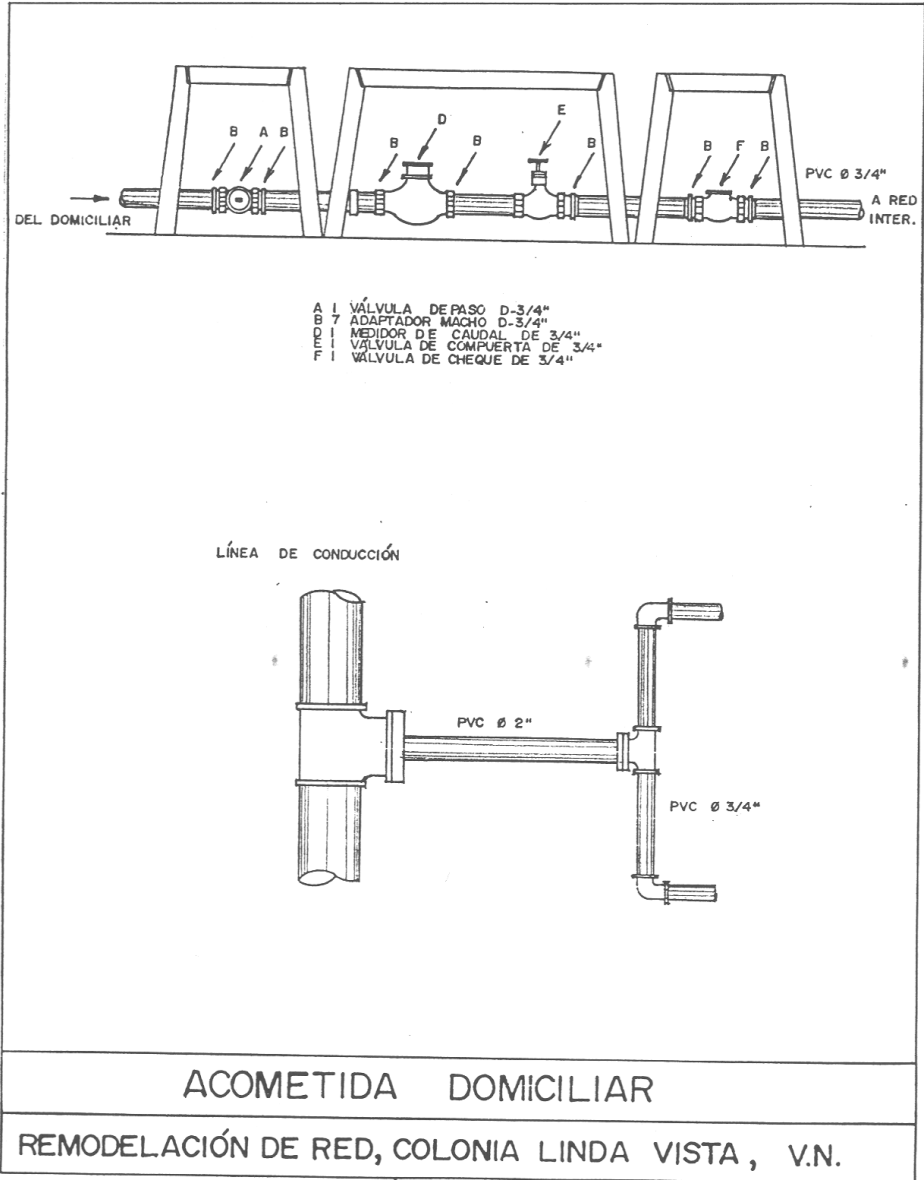


Figura 10. Diagrama de ubicación, población de Villa Nueva

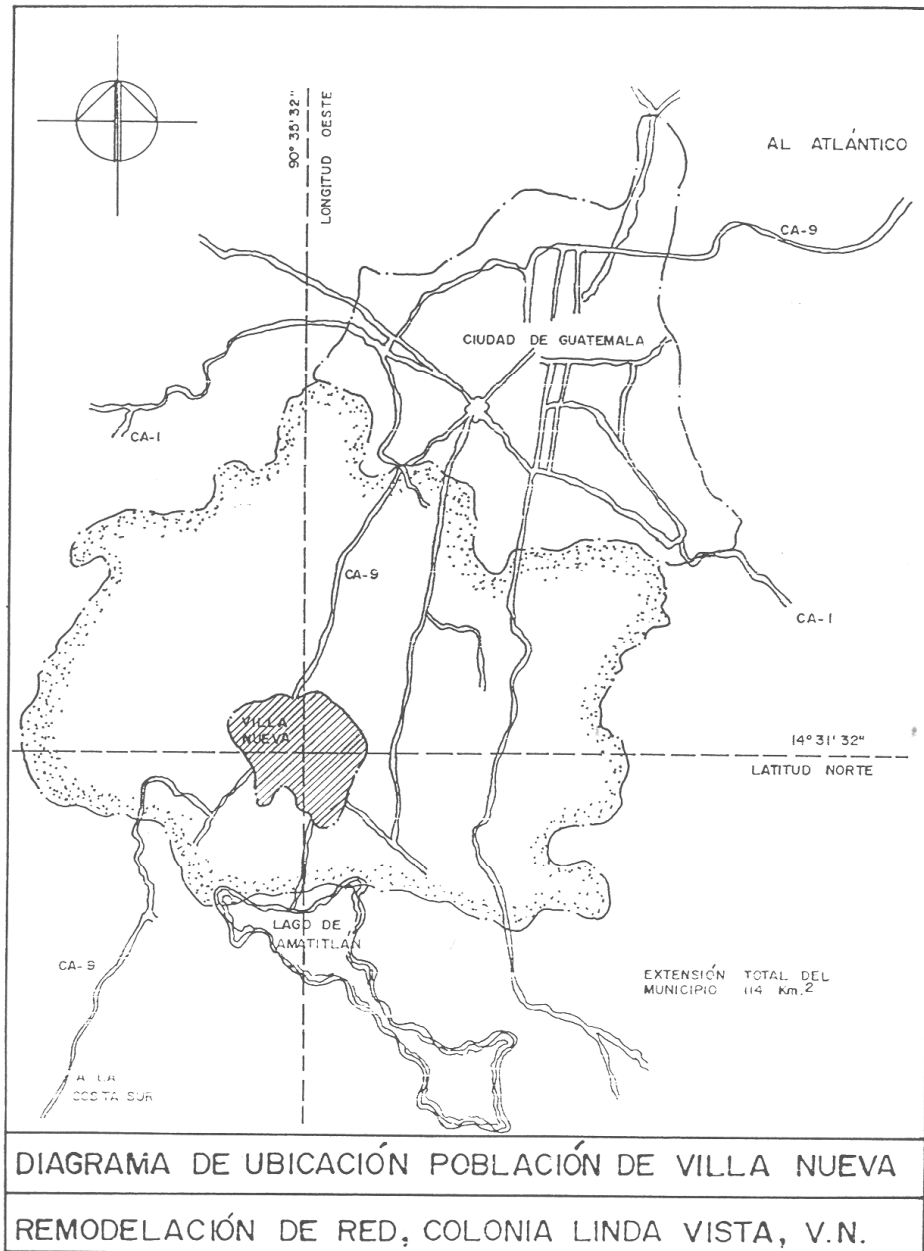


Figura 11. Diagrama de la cuenca hidrográfica, lago de Amatlán

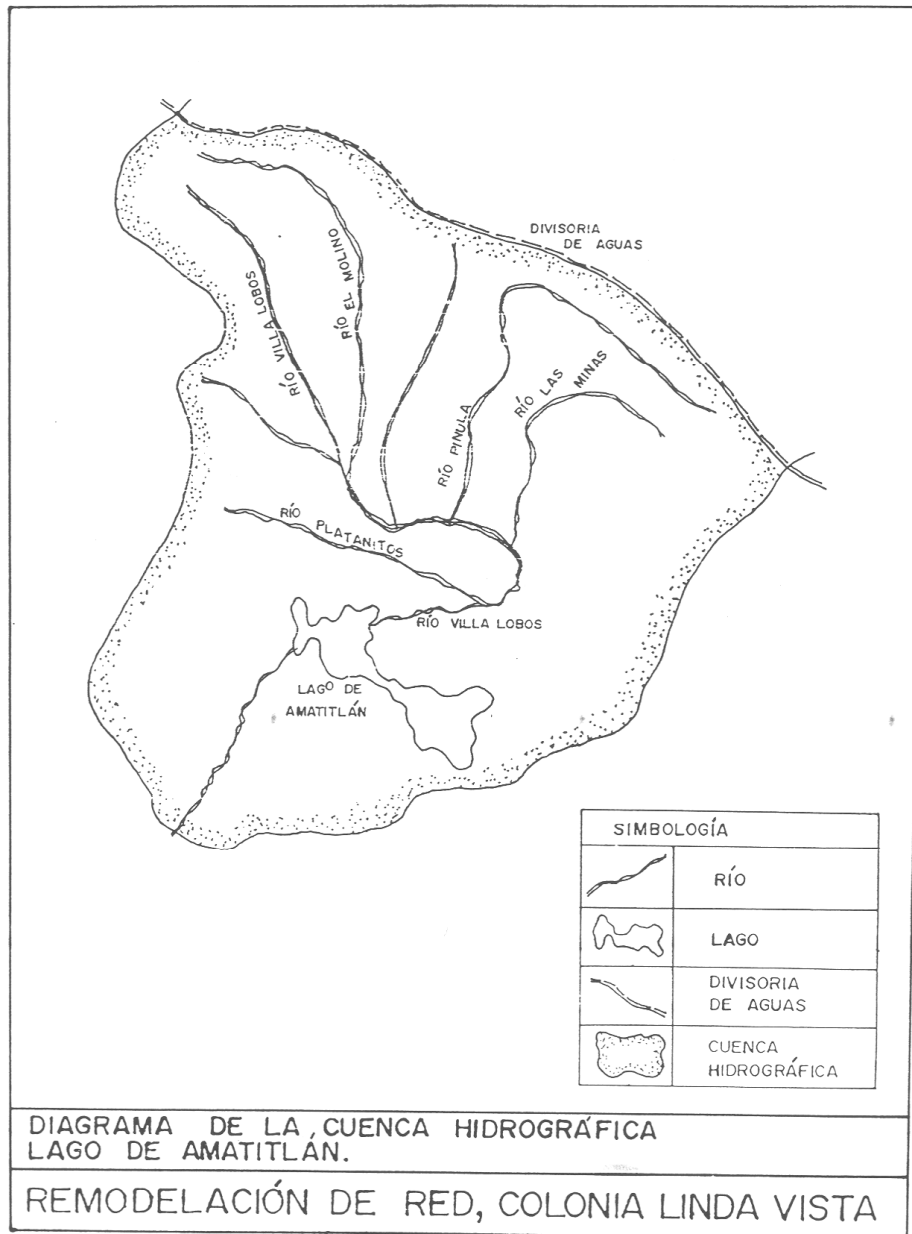


Figura 12. Mapa de ubicación de la colonia Linda Vista

