

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE INTRODUCCION
DE AGUA POTABLE AL CASERIO LO DE CARRANZA”**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la

Facultad de Agronomía de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

POR:

LUIS ERNESTO ALVAREZ ARRIOLA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Roberto Valdeavellano Pinot

JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Vocal 2o.	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.
Vocal 4o.	P.A. Lauriano Figueroa Q.
Vocal 5o.	P.A. Carlos H. Leonardo L.
Secretario:	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador:	Ing. Agr. Oscar Gonzalez
Examinador:	Ing. Agr. César Conde
Examinador:	Dr. Antonio Sandoval S.
Secretario:	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

27 de febrero de 1978.

Sr. Decano
De la Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
P r e s e n t e

Señor Decano:

En cumplimiento al nombramiento recibido para asesorar al P.A. Luis Ernesto Alvarez Arriola en la elaboración de su trabajo de tesis titulado "ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL CASERIO LO DE CARRANZA", informo a Ud. que dicho trabajo ha sido concluído y revisado, llenando los requisitos que establece la Facultad, por lo que me permito recomendar sea aceptado por la Honorable Junta Directiva.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

(f) Ing. Agr. M.C. Oscar A. González H.
Asesor

Guatemala, 22 de Febrero de 1978.

Honorable Junta Directiva,

Honorable Tribunal Examinador,

De acuerdo a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado "ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE INTRODUCCION DE AGUA POTABLE AL CASERIO LO DE CARRANZA", con el propósito de llenar con él, el último requisito para optar al título de INGENIERO AGRONOMO.

Sin otro particular, me es grato suscribirme atentamente.

(f) Luis Ernesto Alvarez Arriola

TESIS QUE DEDICO A LA MEMORIA DE:

Mis abuelos:

Hipólito Arriola
Virgilia Lopez de Arriola
Mercedes Morales de Alvarez

Mi hermano:

Carlos Humberto Alvarez Arriola

Mis compañeros de promoción:

Jorge Mario Menéndez Nieves
y
Héctor David Salguero Vásquez

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

MI PATRIA

MI PUEBLO, PATZICIA

MI PADRE

Agustín Alvarez Morales

MI MADRE

María del Carmen Arriola de Alvarez

MI ABUELO

Manuel Alvarez Mazariegos

MIS HERMANOS

Tere, Cristi, Isabel, Jorge, Julia,
Carmen, Mercedes, Anabela y Agustín.

MIS FAMILIARES Y AMIGOS

MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION Y TRABAJO

USTED

Respetuosamente.

AGRADECIMIENTO

Quiero patentizar mi agradecimiento a las siguientes personas que en una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo.

A mi Asesor: Ing. Agr. Oscar Gonzalez

Al Ing. Arnoldo Sequeira

A mis Compañeros:

Alberto Hernández,
Luis Humberto Ortiz Castillo
y
Francisco Javier Quiñónez.

A los pobladores del caserío "Lo de Carranza".

INDICE

Página

INDICE DE CUADROS.
INDICE DE PLANOS
INDICE DE TABLAS

1.	INTRODUCCION	1
2.	OBJETIVOS	3
3.	REVISION DE LITERATURA	5
3.1	Fuentes de agua	5
3.2	Manantiales o emergencia natural	5
3.3	Conducciones de agua	6
3.4	Cualidades y composición de las aguas potables	6
3.5	Normas de calidad Bacteriológica recomendadas	7
3.6	Tratamiento del agua en el medio rural	7
3.6.1	Sedimentación simple	8
3.6.2	Cloración	8
3.7	Depósito de distribución	8
4.	GENERALIDADES	11
4.1	Antecedentes	11
4.2	Localización	11
4.3	Vías de acceso	11
4.4	Descripción del lugar	11
5.	ESTUDIOS REALIZADOS	13
5.1	Estudios preliminares	13
5.2	Estudio de disponibilidad y calidad del agua	14
5.3	Estudio de demandas de agua	15
5.4	Estudio topográfico	15
5.5	Estudios complementarios	16
6.	DISEÑO DEL SISTEMA	17
6.1	Factores de diseño	17
6.2	Cálculo de población de diseño	17
6.3	Estimación del caudal necesario para abastecer la población	18
6.4	Selección del tipo de tubería a emplear	19
6.5	Diseño de obras	19
6.5.1	Captación	19
6.5.2	Línea de conducción	20
6.5.3	Dispositivos especiales en la línea de conducción	23
6.5.4	Línea de distribución	25
6.5.5	Red de distribución	25
7.	ESTIMACION DE COSTOS	29
7.1	Materiales	29
7.2	Mano de obra	29
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33,
9.	BIBLIOGRAFIA	35

INDICE

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.1	Análisis Químico-Sanitario de agua.	
Cuadro No.2	Examen Bacteriológico de agua.	
Cuadro No.3	Diseño Línea de Conducción.	22
Cuadro No.4	Diseño Línea de Distribución.	26
Cuadro No.5	Diseño de Red de Distribución.	27
Cuadro No.6	Cuadro resumen de los materiales a utilizar en el proyecto y costo de los mismos, incluyendo estimación de costos de transporte.	30
Cuadro No.7	Estimación de mano de obra.	31

INDICE DE PLANOS

Plano No.1	Levantamiento Topográfico
Plano No.2	Diseño de Caja de Captación
Plano No.3	Diseño Tanque de Almacenamiento
Plano No.4	Diseño Fuentes Públicas o Llenacántaros.

INDICE DE TABLAS

Tabla No.1	Aplicación de la fórmula de Hazen y Williams a conductos circulares.
------------	--

1. INTRODUCCION

En el proceso de desarrollo material de los pueblos, ocupan un lugar sobresaliente las obras destinadas a la captación y el suministro de agua. Este elemento interviene como factor fundamental en todas las manifestaciones biológicas, no existe humano, animal ni planta que pueda prescindir de él. Es una de las necesidades más imperiosas para la vida humana ya que el hombre pocos días podría vivir privado de este líquido vital. El agua es indispensable como bebida y necesaria en la preparación de alimentos, es el medio obligado para todo propósito de higiene sea esta individual o colectiva.

El sistema de abastecimiento de agua potable al caserío "Lo de Carranza", objeto del presente trabajo, trata de mejorar las condiciones actuales de vida de los pobladores, quienes hacen uso de aguas insanas para subsanar todas sus actividades estando expuestos a contraer enfermedades por la insalubridad de las mismas.

Este trabajo de tesis se ha realizado como consecuencia del interés que han manifestado los habitantes del caserío, por contar con agua en cantidad suficiente, de buena calidad y el sistema se ha diseñado teniendo el conocimiento previo en cuanto a cantidades posibles que la comunidad ha de consumir, tomando en cuenta los distintos factores que pueden tener influencia en las variaciones de consumo.

En él se plantea la utilización del manantial denominado El Chichicastal, propiedad de la comunidad del caserío "Lo de Carranza", y las obras necesarias para abastecer la población de dicho líquido vital, haciendo una estimación de los costos de materiales y mano de obra necesarios para su ejecución. Así mismo constituye un aporte de la Facultad de Agronomía que será utilizado por los interesados para lograr los recursos financieros para hacer del proyecto una realidad.

2. OBJETIVOS

2.1 Estudio y diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable al caserío “Lo de Carranza”, que permita:

- a) Suministrar agua sana e inocua a los pobladores, mejorando con ello las condiciones de saneamiento de la comunidad;
- b) Proporcionar agua en cantidad suficiente, evitándose con ello los problemas que tiene la comunidad para abastecerse de éste líquido vital; y
- c) Hacer que el agua sea fácilmente accesible a la población, para fomentar con ello la higiene personal y domésticas.

3. REVISION DE LITERATURA

Según la definición de las Normas para Agua Potable del U.S. Public Health Service, un "sistema de abastecimiento de agua incluye las obras para la captación, tratamiento y distribución del agua, desde la fuente de abastecimiento hasta la toma del último consumidor".(5)

3.1 Fuentes de Agua.

El agua circula continuamente en el globo terrestre y su atmósfera a través del interminable: Ciclo Hidrológico, que se presenta en las fases de precipitación o lluvia, escurrimiento, infiltración, retención o almacenamiento, evaporación, reprecipitación y así sucesivamente.(3)

Se entiende por fuente de abastecimiento de agua aquel punto o fase del ciclo hidrológico del cual se desvía o aparte el agua, temporalmente, para ser usada, regresando finalmente a la naturaleza.(2)

El agua requerida para los diversos usos tiene su origen casi exclusivamente en las precipitaciones atmosféricas. En forma de lluvia puede ser captada antes de su caída y depositada en cisternas. Cuando escurre sobre el suelo forma ríos, lagos y arroyos de los cuales puede ser derivada o almacenada. La parte que se infiltra en el suelo se condiciona según napas superpuestas y puede ser extraída en pozos, perforaciones o drenes y, en otros casos aflora espontáneamente. La inmensa mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las comunidades rurales consisten en captaciones de agua subterránea. Según Wagner & Lanoix (4) las aguas subterráneas ofrecen las siguientes ventajas:

1. Suelen estar exentas de bacterias patógenas;
2. Pueden utilizarse por lo general sin ningún tratamiento;
3. Se encuentran en muchos casos en las inmediaciones de las colectividades rurales;
4. Su captación y su distribución son, con frecuencia, prácticas y económicas; y
5. La capa acuífera de la que se extraen constituye de ordinario un depósito natural en el punto de toma.

Sin embargo, las aguas subterráneas presentan los siguientes inconvenientes o desventajas:

1. Contienen muchas veces gran cantidad de sustancias minerales y
2. Suele ser necesario elevarlas con bomba.

3.2 Manantiales o emergencia natural.

El afloramiento de las aguas subterráneas viene a constituir un manantial como fuente para el agua que surtirá a la población. Cuando esto sucede debe evitarse que al emerger puedan mezclarse con aguas de superficie.(3). Para que pueda existir un contacto directo de estas fuentes con el medio exterior, se hace necesaria la captación en galerías o drenes introducidos

hasta el terreno impermeable y se reúnen en cámaras cerradas cubiertas para que se mantengan frescas y al abrigo de la luz; esto último, para evitar que proliferen algas. Estas cajas de captación se construyen de acuerdo a las necesidades de la población y al caudal que dé la fuente, generalmente con un caño de toma para la conducción del agua y en el piso con un caño de desague para efectuar limpieza eventual.

3.3 Conducciones de agua.

Cuando se ha encontrado una fuente adecuada para el abastecimiento, se hará necesaria la conducción del agua directamente a la aldea, a un depósito de distribución o a una central de tratamiento. Para la conducción del agua destinada al consumo humano, se pueden emplear los acueductos abiertos o bien las conducciones por medio de tuberías. Estas últimas son preferibles por lo siguiente:

- a) Son fáciles de transportar y colocar en zonas de difícil acceso;
- b) Se obtiene buen rendimiento; y
- c) No suelen comunicar al agua sabor, olor, ni color como sucede a veces con los acueductos.

En las comunidades rurales se emplea comunmente tuberías de pequeño diámetro. El hierro forjado, negro o galvanizado, el hierro fundido, el acero o el cemento de amiento son excelentes materiales.(4)

3.4 Cualidades y composición de las aguas potables.

Se designan con este nombre las aguas que son apropiadas para la alimentación. Deben ser claras, agradables al paladar, inodoras e incoloras y su ingestión no debe causar perturbaciones en el organismo humano. La temperatura debe ser sensiblemente constante y mantenerse entre 7 y 18 grados centígrados. Deben contener no menos de 150 mgrs. por litro de materiales minerales sin pasar de 500. La presencia de carbonato de calcio es muy deseable por su acción sobre el desarrollo del sistema óseo.(3) También deben encerrar gases disueltos: 6 a 7 cc. de oxígeno por litro, 14 a 15 cc. de nitrógeno y 15 a 18 cc. de ácido carbónico.

Las siguientes sustancias químicas no se deben encontrar en un abastecimiento de agua en exceso de las concentraciones que aquí se enumeran:(5)

SUBSTANCIA		Concentración en mg/lt.
Arsénico	(As)	0.05
Cianuro	(CN)	0.20
Cinc	(Zn)	5
Cloruro	(Cl)	250
Cobre	(Cu)	1.00
Fluoruro	(F)	1.50
Hierro	(Fe)	0.30
Manganeso	(Mn)	0.05
Nitrato	(NO ₃)	45
Sulfato	(SO ₄)	250
Bario	(Ba)	1.00
Plata	(Ag)	0.05
Plomo	(Pb)	0.05
Selenio	(Se)	0.05
Cadmio	(Cd)	0.01
Sólidos totales disueltos		500

3.5 Normas de calidad bacteriológica recomendadas.

Las normas que se describen a continuación están basadas en la hipótesis de que las tomas de muestras se efectuarán con frecuencia. En las muestras la densidad de bacterias coliformes se expresará con el índice NMP, "número más probable" de microorganismos existentes en 100 ml de agua.

Agua no tratada. En el 90o/o de las muestras examinadas en el curso de un año el índice NMP de bacterias coliformes deberá ser inferior a 10. El índice NMP no será superior a 20 en ninguna de las muestras. Si el índice NMP es regularmente igual o superior a 20, habrá que estudiar la posibilidad de aplicar un tratamiento al agua suministrada.

3.6 Tratamiento del agua en el medio rural.

Los sistemas rurales de abastecimiento deben constituirse preservando siempre la calidad del agua natural elegida. La calidad del agua de los embalses pueda ser tal que apenas requiera

tratamiento, siempre y cuando se observen cuidadosamente ciertas precauciones sanitarias; entre ellas se puede citar el tomar medidas rigurosas para proteger la fuente de escurrimientos superficiales, como contaminantes y evitar la erosión; impedir por medio de una cerca el acceso de ganado y otros a la zona colectora. Entre los métodos de tratamiento aplicables figuran la sedimentación, la filtración, la aireación y la cloración.

3.6.1 Sedimentación simple.

Un método bastante sencillo para el tratamiento del agua en el medio rural es la simple sedimentación en depósitos artificiales o naturales, sirve para eliminar la mayor parte de la turbiedad y reducir el contenido bacteriano, especialmente el de bacterias patógenas. La sedimentación simple produce los efectos siguientes:(4)

1. Reducción de la turbiedad.
2. Reducción del contenido bacteriano. El simple hecho de retener el agua en un depósito, reduce el número total de bacterias existentes, porque el ritmo de desaparición de los gérmenes es mayor que el de la reproducción.
3. Almacenamiento. Todo depósito construido especialmente para permitir la sedimentación, sirve al mismo tiempo para almacenar agua, teniendo con esto la seguridad de un abastecimiento continuo.
4. Reducción del color.
5. Producción de algas. El almacenamiento del agua en depósitos abiertos facilita la reproducción y crecimiento de algas, lo que constituye un serio problema. Se evita esto en un depósito cerrado.

3.6.2 Cloración.

La cloración ha resultado ser el procedimiento más práctico para desinfectar el agua por medios químicos. En la mayoría de las zonas rurales, se aplica el cloro por métodos sencillos excluyendo el empleo de aparatos industriales. El más corrientemente empleado es el de mezcla discontinua, que consiste en obtener una solución de concentración determinada y añadirla al agua por algún sistema basado en la gravedad. La concentración de la solución no debe ser mayor de 0.65o/o de cloro en peso, ya que este es aproximadamente el límite de solubilidad del cloro a las temperaturas ordinarias.

Los compuestos de cloro que se emplean con más frecuencia son los hipocloritos de sodio o de calcio, cuya riqueza en cloro activo varía del 70o/o en hipoclorito de primera calidad, al 25o/o ó 30o/o en los polvos de gas ordinarios. Este tratamiento, aunque efectivo para eliminar la contaminación bacteriológica, resulta con costo relativamente elevado.

3.7 Depósito de distribución.

En pequeños sistemas de abastecimiento, es conveniente instalar un depósito de distribución. Las principales razones que aconsejan estas medidas son:

- a) La necesidad de atender las variaciones horarias del consumo;

- b) La conveniencia de mantener una presión adecuada en todo el sistema de distribución;
- c) La posibilidad de reparar las tuberías que conectan la captación con el depósito, sin interrumpir el suministro de agua a la aldea, y
- d) La necesidad de proporcionar protección contra incendios.



4. GENERALIDADES

4.1 Antecedentes.

El problema de abastecimiento de agua es muy común encontrarlo en muchas comunidades rurales de nuestro medio y aún cuando, existen programas de gobierno y entidades internacionales dedicados a estos estudios, no logra cubrirse la totalidad de las zonas necesitadas de una cantidad adecuada de agua y que reúna condiciones de salubridad.

El caserío "Lo de Carranza", es una comunidad que desde hace mucho tiempo ha venido realizando gestiones ante diversas entidades para lograr su abastecimiento de agua. En Noviembre de 1976 el Comité pro mejoramiento del caserío se interesó en la fuente de agua, cuyo derecho lo tenía el Comité de la Aldea Sacoj Chiquito, del Municipio de Mixco, Departamento de Guatemala, y gracias a esfuerzos de los mismos pobladores y con la asesoría del Movimiento Nacional de Pobladores (MONAP), consiguieron comprar la fuente de agua denominada el chichicastal, que está ubicada en la aldea Lo de Mejía, por la cantidad de Q.1,000.00. La posición de esta fuente facilita grandemente la introducción de agua ya que esta puede ser conducida por gravedad.

En 1976 se presentó una solicitud a UNEPAR a fin de que esta institución estatal realizara un estudio de factibilidad para el abastecimiento de agua potable al caserío, el cual no fue posible realizarlo por una serie de problemas entre la comunidad y personas ajenas quienes alegaban tener el derecho de propiedad sobre la fuente de agua.

El movimiento nacional de pobladores, interesado en que se realizara el estudio, por medio de sus miembros solicitaron al departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, asesoría para efectuar el estudio, el cual fue aprobado por considerarlo como una colaboración y proyección de la facultad de agronomía hacia la comunidad rural.

4.2 Localización.

El caserío "Lo de Carranza" se encuentra situado a 627255 según coordenadas cartográficas, pertenece a la Aldea "Lo de Mejía", municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

4.3 Vías de acceso.

El acceso principal se encuentra en la carretera que conduce a la Colonia "El Milagro" zona 19, y dista de la ciudad capital 24 Kms. Puede llegarse al caserío también por el municipio de San Raymundo, departamento de Guatemala. En ambos casos el camino es de terracería, manteniéndose en condiciones adecuadas todo el año.

4.4 Descripción del lugar.

El caserío se encuentra localizado en un pequeño valle, a una altitud de 1500 m.s.n.m. De acuerdo al censo de población efectuado para este estudio, cuenta con 506 habitantes en total incluyendo mayores y menores de edad. De dicha población el 23.25% es económicamente activa dedicándose a la agricultura en su mayoría y una pequeña parte a la artesanía (fabricación de pelotas de cuero). Con motivo del terremoto del 4 de Febrero del año

1976, la mayoría de las viviendas están construídas de madera y/o caña, estas se encuentran dispersas en pequeños núcleos y distribuídas a lo largo de los caminos principales. Se cuenta con una escuela y no existen servicios como electricidad, agua, disposición de excretas, centro de salud.

5. ESTUDIOS REALIZADOS

5.1 Estudios preliminares.

Antes de iniciar los trabajos preliminares de campo, se efectuó una primera calificación de la comunidad usándose para el efecto el formulario de información preliminar para el abastecimiento de agua, diseñado por la División de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Dicho formulario se presenta a continuación:

INFORMACION PRELIMINAR PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Localidad: Caserío "Lo de Carranza" No. de Habitantes 506

Municipio: San Juan Sacatepéquez No. de Viviendas 104

Departamento: Guatemala

Centro de Salud: -----

1o. ¿Tiene la localidad servicio público de agua a presión? Si No. x

2o. En caso de que la localidad no cuente con servicio público de agua a presión sírvase informar:

2.1 Existe algún manantial situado a nivel más alto que la localidad, que pueda ser empleado para el sistema público de agua? Si x No

2.2 Si la respuesta del punto anterior es positiva, sírvase informar:

2.2.1 El nombre del manantial es Chichicastal y su aforo es de: 0.90 litros por segundo.

2.2.2 La distancia a que está ubicado el manantial del centro de la población es de 6.8 kilómetros.

2.2.3 Existe algún obstáculo legal para utilizar el manantial como fuente de servicio de agua? Si No x

2.2.4 ¿Cómo se surte de agua la localidad en época de verano?

Por pozo x Por río x Por manantial x

Por otro sistema

2.2.5 ¿Se han hecho estudios para introducción de agua?

Si No. x En caso positivo, indique qué dependencia los hizo

y en qué fecha

30. ¿Cómo se llega hasta la localidad desde la cabecera municipal? _____

¿Cuántos kilómetros en carro? _____

Si no se llega en carro hasta la localidad, ¿cuántos kilómetros a pie o a caballo desde donde se deja el carro? _____

Indique en forma resumida: ¿cómo una persona que no conoce la localidad, puede llegar a visitarla? Puede llegarse perfectamente por el camino que conduce a la Colonia "El Milagro", Zona 19 de la Ciudad Capital.

40. Nombre de la persona y su cargo, con la cual se puede tratar en una visita a la localidad: Señor Maximiliano Cór, Presidente del Comité Pro-Mejoramiento del Caserío "Lo de Carranza".

Observaciones: La Comunidad está interesada en la introducción del agua y cuentan con promesa de financiamiento de parte de AID; y están dispuestos a proporcionar mano de obra para la ejecución del proyecto.

Nombre de la persona que levantó esta información: Luis Alvarez A.

Cargo que desempeña: Estudiante pasante de la Facultad de Agronomía

Fecha: Octubre de 1977.

De acuerdo a la información preliminar recibida, se estableció que existen posibilidades de introducir el agua potable al caserío ya que existe disponibilidad de fuente de agua, y las condiciones adecuadas para la conducción y distribución, así como la necesidad e interés por parte de la comunidad.

De acuerdo a esto, se procedió a efectuar los estudios que a continuación se detallarán.

3.2 Estudio de disponibilidad y calidad del agua.

Actualmente los habitantes del lugar para obtener el agua necesaria en todas sus actividades, hacen uso de pequeños manantiales que se encuentran en los alrededores del caserío, además hacen usos de las aguas del río "El Zapote" lo cual ocasiona graves consecuencias no sólo porque el transporte del agua se dificulta, sino también porque hacen uso de aguas contaminadas por la gran cantidad de desperdicios y desechos que contienen, esto en mayor grado en las aguas del río. Una solución factible para el abastecimiento doméstico de agua, podría ser mediante pozos convenientemente situados, pero con la limitación que el agua así obtenida tiene que transportarse en latas o cubos hasta las casas, por lo que el consumo suele ser limitado y demasiado pequeño para el fomento eficaz de la salud y la higiene personal.

La distribución del agua a cada casa del caserío, por medio de tuberías, desde una captación o un depósito central, es un objetivo al que deben tender todas las comunidades por las evidentes ventajas que esto representa, entre los beneficios más importantes tenemos: disposición cómoda de un abastecimiento más abundante, más seguro y conveniente para la protección de la salud. Esta es la posibilidad más factible para la comunidad en estudio.

Para lograr un sistema de distribución de agua potable, se dispone de una fuente (manantial) que se adquirió mediante compra, localizada en la aldea "Lo de Mejía" y distante del caserío 6.8 kms. Efectuados los aforos correspondientes para la determinación del caudal de la fuente, se obtuvo un caudal de 0.90 litros por segundo. El método de aforo empleado es el volumétrico haciendo uso de una lata de 5 galones y un cronómetro. El agua puede ser llevada por gravedad de la fuente al caserío, y para determinar la calidad de la misma, se tomaron muestras en el manantial para su análisis químico-sanitario y bacteriológico, con el fin de determinar la conveniencia o inconveniencia de su uso, así como para determinar los métodos de tratamiento que se requieran.

Los resultados del análisis químico-sanitario de agua se muestran en el cuadro No.1, donde se establece que se encuentra entre los límites normales.

En el cuadro No.2 se presentan los resultados del examen bacteriológico, donde se establece que en las actuales condiciones en que se encuentra el agua en el manantial no se considera potable.

Al efectuar la inspección sanitaria de la fuente se pudo comprobar que está fácilmente expuesta a inundaciones y a escurrimientos superficiales, así mismo que existe una gran cantidad de vegetación en los alrededores y además que no se encuentra protegida al acceso de personas ajenas, ni tampoco al acceso de animales lo cual contribuye a la alta contaminación bacteriológica, que posee el agua, tal como quedó demostrado en su análisis ya que estos, son factores que pueden modificar sustancialmente la calidad del agua proveniente de la fuente, por lo que será necesario protegerla de todas estas situaciones para poder usarla como agua potable.

5.3 Estudio de demandas de agua.

Las características de una población, son factores determinantes en la investigación de demandas de agua, debido a que las costumbres y las necesidades influyen en forma directa en su consumo. Para adoptar determinado consumo por habitante y por día, es necesario tomar en cuenta también condiciones climatológicas, económicas e importancia de la comunidad. Generalmente cuando no se tengan estudios de demandas de agua en comunidades rurales similares, se considera un consumo mínimo de 60 litros por habitante y por día, criterio que se toma en el presente estudio para la proyección de demandas en el diseño del sistema.

5.4 Estudio topográfico.

El estudio topográfico tiene como objetivos fundamentales el conocimiento de desniveles, distancias y todos los accidentes naturales de la zona. Antes de proceder a efectuar el levantamiento topográfico, se efectuó un reconocimiento del terreno en base a fotografía aérea escala 1:25,000 y mapas cartográficos escala 1:50,000, con el objeto de determinar la línea más conveniente a trazarse. Para el sistema de abastecimiento de agua potable fue necesario el levantamiento de las zonas en las cuales pueden localizarse las obras de captación, conducción y almacenamiento de aguas, distribución tanto de la línea de distribución como también de la red, para esta última se efectuó el levantamiento de poblaciones tomando en cuenta el área edificada y la de desarrollo futuro, localización exacta de todas las calles, carreteras, viviendas, campos de deporte, cementerios. Se anotó además el No. de estación, caminamiento y otros detalles de importancia.

La nivelación se efectuó con ayuda de un nivel de precisión, haciendo lecturas de nivelación a cada 20 metros, tomando en cuenta puntos salientes, de presiones, altura de los lechos de las quebradas, etc. para obtener el perfil que refleje adecuadamente los accidentes del terreno. La nivelación también quedó referenciada a un banco de marca de cota conocida. Con los datos de campo del levantamiento topográfico efectuado, se elaboró en el gabinete el plano No.1 que contiene el perfil y planta del caminamiento efectuado.

5.5 Estudios complementarios.

Al momento de efectuar el levantamiento topográfico, se anotaron las características del subsuelo, determinadas por medio de excavaciones a una profundidad no menor de 80 cms. tanto en la línea de conducción como también en la línea de distribución. Las perforaciones se hicieron a cada 300 metros con el objetivo de determinar la clase y constitución del terreno y con ello saber bajo que condiciones de subsuelo trabajará la mano de obra al abrir la zanja para la instalación de la tubería y para la instalación de las demás obras que requiere el diseño. Las condiciones del subsuelo también nos indica el tipo de tubería que se puede instalar.

El subsuelo de la zona estudiada en términos generales, se encuentra constituido de materiales arenosos, barro y talpetate que en algunos tramos presentará dificultad en la excavación de la zanja, principalmente en la línea de distribución a la orilla de la carretera por la que pasa la misma. Las anotaciones con respecto al tipo de subsuelo se presentan en el plano No.1.

En estos estudios complementarios, se obtuvo información adicional con respecto a los nombres y localización de los terrenos que atraviesa la línea, el tipo de siembra de los mismos y el nombre de los propietarios.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria Zona 12
Guatemala, C. A.

CUADRO No. 1

INFORME No. 9405.-

O. T. No. 23991

ANALISIS QUIMICO - SANITARIO DE AGUA

Interesado: Luis E. Alvarez. Tesis.	Proyecto: Control de Calidad de Agua. Dependencia: Facultad de Agronomía.
Muestra captada en: Manantial, Lo de Mejía.	Fecha y hora de captación: 8/11/77. 11:30
Municipio: San Juan Sacatepéquez.	Fecha y hora de llegada a Lab. 8/11/77.-
Departamento: Guatemala.	Condiciones de transporte: -----

Captada por: Luis E. Alvarez A.

RESULTADOS

1. Aspecto: Claro.	4. Sabor: ----	7. Temperatura:
2. Color: 2.0 u	5. Turbidez: 1.3 u	(en momento de la toma) No se reportó.
3. Olor: Inodoro.	6. pH 7.3	8. Dureza: 90.0 mg/l

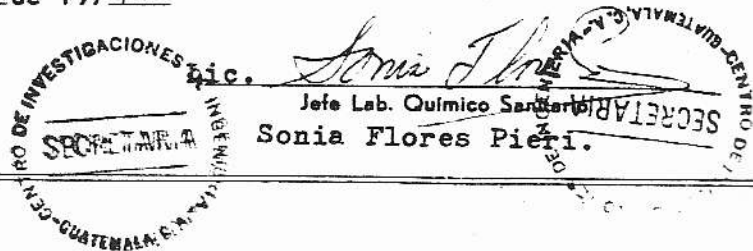
Sustancias	mg/l	Sustancias	mg/l	Sustancias	mg/l
Amoníaco NH ₃	0.017	Fluoruros F	0.26	Sólidos totales	181.00
Hierro Total Fe	0.1	Cloruros Cl	8.00	Pérdida por ignición	89.00
Manganeso Mn	----	Nitritos NO ₂	0.001	Sust. mineral fija	92.00
Cloro residual	----	Nitratos NO ₃	0.25	Sólidos en suspensión	4.00
Oxígeno consumido	----	Sulfatos SO ₄	----	Nitrógeno albumi-noideo.	0.074

OBSERVACIONES:

Alcalinidad con bicarbonatos. - - - - 100.00 mg/l
Alcalinidad Total. - - - - - - - - 100.00 mg/l

Desde el punto de vista Químico Sanitario los resultados del análisis están entre los límites de la normalidad.-

Guatemala, 22 de Noviembre de 197 7.-


 Jefe Lab. Químico Sanitario
Sonia Flores Pieri.

SFP/hjgm.-

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Guatemala, C. A.

CUADRO No. 2

INFORME No. A-46875

O. T. No. 23990

EXAMEN BACTERIOLOGICO

Interesado: "Universidad de San Carlos de Guatemala" 1) <u>Lo de Mejía</u> Muestra captada en: <u>Manantial</u> Municipio: <u>San Juan Sacatepéquez</u> Departamento: <u>Guatemala</u>	Proyecto: Control Calidad del Agua Dependencia: Facultad de Agronomía Fecha y hora de captación: <u>8-11-77 11:30 A.M.</u> Fecha y hora de llegada a Lab.: <u>8-11-77</u> Condiciones de transporte: <u>En Refrigeración</u>
---	---

Captada por: Luis E. Alvarez A.

Sabor: _____ Aspecto: <u>Clara</u> Olor: <u>Inodora</u>	Substancias en suspensión: <u>Lig.</u> Cantidad _____ Cloro residual: _____
--	---

NUMERACION TOTAL DE GERMESES

a) Siembra en agar nutritivo, incubación a 35°C.

Cantidad sembrada	1.0 cc	1.0 cc	0.1 cc	0.01 cc
Número de colonias desarrolladas	-----	I N N U M E	R A B I E	S

b) Siembra en agar nutritivo, incubación a temperatura ambiente.

Cantidad sembrada	1.0 cc	1.0 cc	0.1 cc	0.01 cc
Número de colonias desarrolladas	-----	I N N U M E	R A B I E	S

RESULTADO número de bacterias por cc

Innumerables

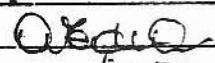
INVESTIGACION DE COLIBACILO (GRUPO COLIFORME)

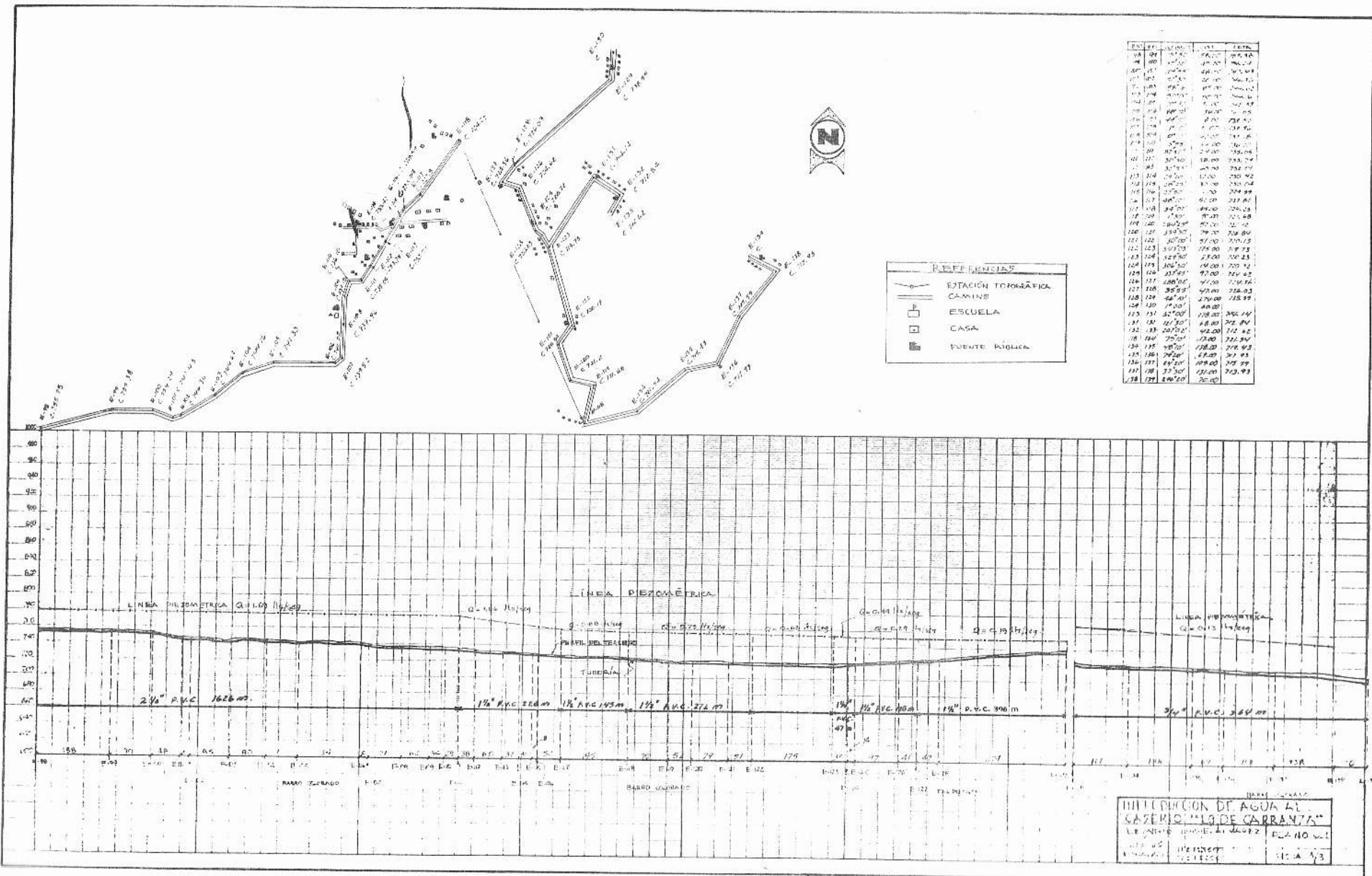
Pruebas Normales	Prueba Presuntiva	Prueba Confirmativa
Cantidad sembrada:	Formación de gas:	Formación de gas:
10.0 cc	+ + + + +	+ + + + +
1.0 cc	+ + + + +	+ + + + +
0.1 cc	+ + + - -	+ + +
0.01 cc		
0.001 cc		
0.0001 cc		
RESULTADO número de coliformes por 100 cc		920 N. M. P.

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua no es potable.

1) Los datos del encabezamiento han sido tomados literalmente de la etiqueta.

Guatemala, 14 de noviembre de 197 7


 DRA. A. B. ...
 JEFE DEL Laboratorio "MICA"
 Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
 DIRECCION



EST.	ALTI.	EL.	EL.
100	100.00	100.00	100.00
101	100.10	100.10	100.10
102	100.20	100.20	100.20
103	100.30	100.30	100.30
104	100.40	100.40	100.40
105	100.50	100.50	100.50
106	100.60	100.60	100.60
107	100.70	100.70	100.70
108	100.80	100.80	100.80
109	100.90	100.90	100.90
110	101.00	101.00	101.00
111	101.10	101.10	101.10
112	101.20	101.20	101.20
113	101.30	101.30	101.30
114	101.40	101.40	101.40
115	101.50	101.50	101.50
116	101.60	101.60	101.60
117	101.70	101.70	101.70
118	101.80	101.80	101.80
119	101.90	101.90	101.90
120	102.00	102.00	102.00
121	102.10	102.10	102.10
122	102.20	102.20	102.20
123	102.30	102.30	102.30
124	102.40	102.40	102.40
125	102.50	102.50	102.50
126	102.60	102.60	102.60
127	102.70	102.70	102.70
128	102.80	102.80	102.80
129	102.90	102.90	102.90
130	103.00	103.00	103.00
131	103.10	103.10	103.10
132	103.20	103.20	103.20
133	103.30	103.30	103.30
134	103.40	103.40	103.40
135	103.50	103.50	103.50
136	103.60	103.60	103.60
137	103.70	103.70	103.70
138	103.80	103.80	103.80
139	103.90	103.90	103.90
140	104.00	104.00	104.00

REFERENCIAS	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CAMINO
	ESCUELA
	CASA
	FUENTE PUBLICA

DISEÑO DE AGUA AL
 CASERIO "LA DE CARRANZA"
 ELABORADO POR: [signature]
 FECHA: 10/10/1973
 HOJA 3/3

6. DISEÑO DEL SISTEMA

6.1 Factores de diseño.

Para efectuar el diseño del sistema se tomaron como base los siguientes factores de diseño:

- a) De dotación: 60 litros por habitante y por día;
- b) De distribución: 2.5 veces el consumo medio diario; y
- c) De conducción: 1.5 veces el consumo medio diario.

Estos factores fueron seleccionados de acuerdo a las normas para introducción de agua potable en comunidades rurales (7).

6.2 Cálculo de población de diseño.

En los cálculos de población se usan varios procedimientos de estimación, aritméticos, geométricos y se hace un análisis comparativo de los resultados obtenidos a fin de que la cifra anotada en definitiva, se acomode a la realidad demográfica de la localidad considerada.

Actualmente, en la introducción de agua potable a las comunidades rurales, se emplean normas para el cálculo de la población las que han sido obtenidas como consecuencia de muchos años de experiencia en este tipo de trabajos.

De acuerdo a estas normas, se puede hacer el cálculo de la población mediante un incremento de la población actual, de esa manera, se considera un incremento del 20o/o para zonas con menos de 1,500 habitantes, esto considerado para un período de diseño de 30 años. Es también factible para el cálculo de la población, emplear el incremento demográfico del municipio o del departamento a que pertenece la comunidad considerada.

En el presente estudio se analizó todo lo anteriormente anotado y se adoptó la cifra que pueda dar un mayor margen de confianza con respecto a la población futura del caerío "Lo de Carranza".

Método aritmético:

Fórmula

$$P_n = P_o + (P_o - P_i) \frac{n}{N_i} \text{ donde:}$$

P_n = Población futura.

P_o = Población actual.

P_i = Población existente anteriormente y tomada de un censo poblacional pasado.

N_i = Número de años transcurridos desde efectuado el censo hasta el momento actual.

N = Número de años a que se calcula la población futura.

Aplicación de la fórmula con los datos obtenidos:

Po = 506 habitantes (Censo levantado para efectos del estudio en 1977).

Pi = 447 habitantes (tomado del censo de 1964).

Ni = 13 años.

N = 30 años (período de diseño).

Pn = ?

$$Pn = 506 - (506 - 447) \frac{30}{13} = 642$$

Población futura = 642 habitantes.

Cálculo de la población empleando el incremento de un 20o/o

Población actual = 506 habitantes.

Incremento = 20o/o

Población futura (30 años plazo) = $506 + (506 \times 0.2) = 607$

Población futura = 607 habitantes

Cálculo de la población empleando los incrementos Nacional y Municipal

Población actual = 506 habitantes

Incremento demográfico nacional = 3.08o/o anual.

Población futura = $506 + (506 \times 0.0308 \times 30) = 974$ habitantes.

Incremento demográfico municipal (San Juan Sacatepéquez) = 2.8o/o anual.

Población futura = $506 + (506 \times 0.0289 \times 30) = 945$ habitantes.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se toma como población futura a 30 años, 974 habitantes para lograr un mayor margen de seguridad en el diseño de las obras, resultado obtenido aplicando el o/o de incremento nacional.

6.3 Estimación del caudal necesario para abastecer la población.

Para efectuar esta estimación se utilizó la siguiente fórmula:

$$Qd = \frac{d \times N}{86400} =$$

donde:

$\bar{Q}d$ = Caudal medio diario en litros/segundo.

d = Dotación en litros/habitante/día.

N = Número de población de diseño.

$$\bar{Q}_d = \frac{60 \times 974}{86400} = 0.676 \text{ litros/segundo.}$$

De acuerdo al resultado obtenido en el aforo de la fuente, se desprende que el caudal que ésta proporciona es capaz de suplir las necesidades de la población.

$$\bar{Q}_{\text{fuente}} = 0.906 \text{ litros/segundo.}$$

$$\bar{Q}_{\text{diario necesario}} = 0.676 \text{ litros/segundo.}$$

Lo cual da un margen disponiendo del caudal que da la fuente, pudiendo abastecer a un mayor número de habitantes si fuese necesario, hasta un máximo de 1304.

6.4 Selección del tipo de tubería a emplear.

Se seleccionó tubería del tipo P.V.C. (Cloruro de Polivinilo), por las siguientes razones:

- En la zona se puede excavar una zanja adecuada.
- Este tipo de tubería se recomienda emplearlo entre los límites de altura de 1000 a 18000 m.s.n.m. y el lugar bajo estudio se sitúa entre éstos límites.
- Aún cuando el material puede estar sujeto a presiones, estas pueden ser reguladas mediante la instalación de cajas rompe-presión.
- El período de diseño puede ser de 30 años.
- Es más barata que los demás tipos de tubería que se utilizan actualmente.

6.5 Diseño de obras.

6.5.1 Captación.

La fuente disponible para el abastecimiento, la forman 3 pequeños manantiales uno de los cuales ya está confinado por medio de una pequeña caja de captación de 1m^3 de capacidad, a la que es necesario hacer reparaciones para que quede en perfecto estado; el agua proveniente de los otros dos manantiales tiene que ser captada por medio de cajas de captación con capacidad de 1m^3 cada una. Lo que se persigue con la captación es fundamentalmente evitar que la fuente esté expuesta a contaminación del medio circundante. El agua captada en estas 3 cajas, será llevada a una caja de reunión ya construída, de donde se llevará al tanque de almacenamiento por medio de la línea de conducción.

Se construirán 2 cajas de captación, de concreto de 1m^3 cada una, con las siguientes dimensiones: $1 \times 1 \times 1$ metros. Su localización se muestra en el plano No.1 y las especificaciones de las cajas en el plano No.2.

6.5.2 Línea de conducción.

Esta se diseñó para caudal de día máximo, que es igual al caudal promedio por el factor de diseño de conducción.

$$Q \text{ día máx.} = 0.676 \text{ Its/seg.} \times 1.5 = 1.014 \text{ Hs/seg.}$$

Para la determinación de los diámetros de tubería conducción, se empleó la fórmula de Hazen y Williams. En este caso, fue necesario hacer combinaciones de diámetros para tratar de reducir en lo posible los costos del proyecto:

$$H_f = K Q^{1.85}$$

donde:

$$H_f = \text{Pérdida de carga en metros}$$

$$Q = \text{Caudal de día máximo en litros/seg.}$$

$$K = \frac{K' \times L}{1000}$$

$$K' = \text{Valor obtenido para el cálculo de la pérdida de carga de acuerdo al diámetro de tubería (tomado de la tabla de aplicación de la fórmula de Hazen y Williams a conductos circulares). Tabla No.1.}$$

$$L = \text{Longitud de tubería en metros.}$$

A continuación se ilustra la forma en que se hicieron los cálculos hidráulicos para la determinación de los diámetros de tubería y la línea piezométrica en uno de los tramos de la conducción.

Tramo E-O a E-18

$$L = 419 \text{ m.}$$

$$Q = 1.014 \text{ Hs/seg.}$$

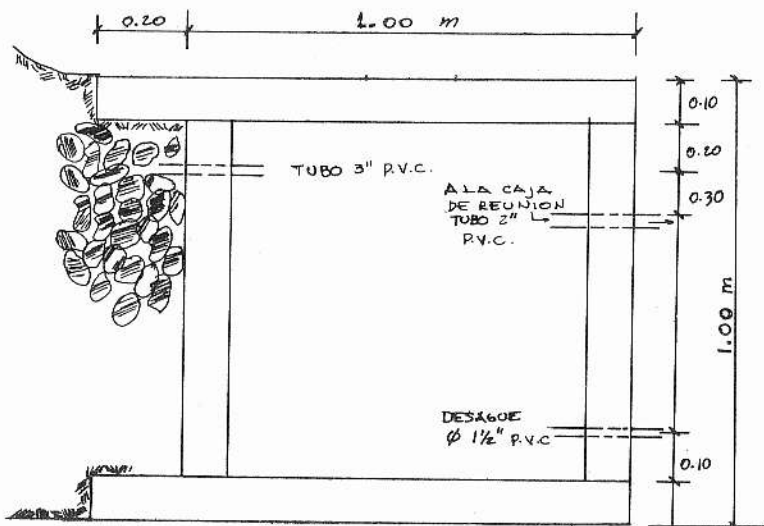
$$\begin{aligned} \text{Altura disponible} &= (\text{cota E-O}) - (\text{cota E-18}) = - \\ &= (1000.000) - (990.506) = 9.494 \text{ m.} \end{aligned}$$

Al emplear la fórmula de Hazen y Williams, con un diámetro de 2" para un caudal de 1.014 Hs/seg. y una longitud de 419m. Se tiene una pérdida de carga real de 2.728 m. Con un diámetro de tubería de 1 1/2" para el mismo caudal y la misma longitud se tiene una pérdida de carga real de 11.07 m. que es mayor que la carga disponible.

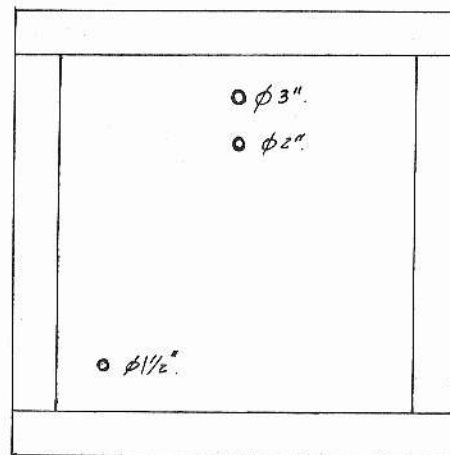
De acuerdo a lo anterior, se emplearán en el tramo ya indicado una tubería de 2" de diámetro.

$$\begin{aligned} \text{Altura piezométrica E-18} &= (\text{Cota E-O}) - (\text{Pérdida real} \\ &\quad \text{de carga}) = (1000.000) - \\ &\quad (2.728) = 997.272 \text{ m.} \end{aligned}$$

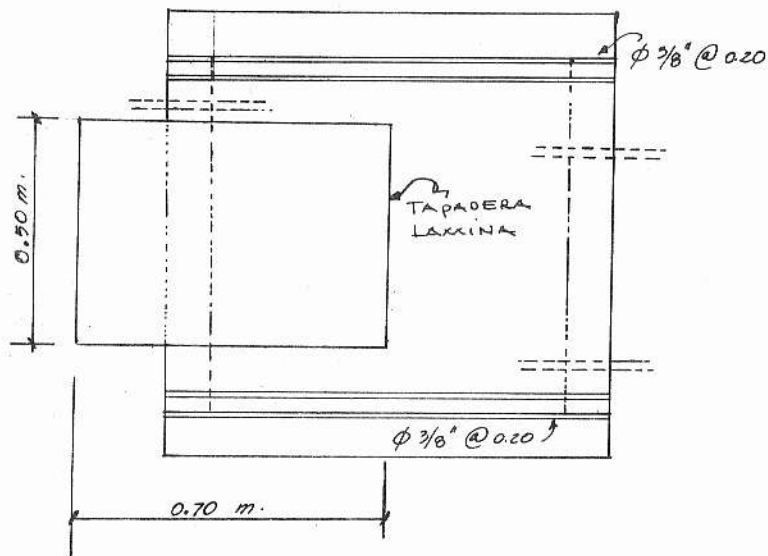
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



PLANTA



ESPECIFICACIONES

CONCRETO PROP. 1:2:4.

TUBOS P.V.C.

HIERRO 3/8\"/>

INTRODUCCION DE AGUA POTABLE
AL CASERIO "LO DE CARRANZA."
CAJA DE CAPTACION.

ESCALA 1:10

FECHA: FEB. 1978

DIBUJO: LOIS E. ALVAREZ.

PLANO
No. 2.

En el cuadro No.3 se presentan los resultados por tramo. Los diámetros de tubería a emplear y los accesorios necesarios en la línea de conducción.

TABLA No.1
VALORES DE K' PARA EL CALCULO DE LA PERDIDA DE CARGA
 (Aplicación de la fórmula de Hazen-Williams a conductos circulares)

DIAMETRO (pulg)	C = 100	C = 140
1/4"	295686.0	158669.7
1/2"	10111.48	5425.976
3/4"	1403.622	753.2052
1"	345.7790	185.5503
1 1/4"	116.6398	62.59075
1 1/2"	47.99922	25.75711
2"	11.82449	6.345206
2 1/4"	6.663000	3.575469
2 1/2"	3.988695	2.140396
3"	1.641413	0.8808078
3 1/4"	1.111543	0.5964714
3 1/2"	0.7747961	0.4157676
3 3/4"	0.5535894	0.2971183
4"	0.4043583	0.2169850
5"	0.1364000	0.07319441
6"	0.05613087	0.03012070
7"	0.02649545	0.01421787
8"	0.01382771	0.007420164
10"	0.004664430	0.002503006
12"	0.001919492	0.001030029
14"	0.0009060562	0.0004862038
16"	0.0004728617	0.0002537449
18"	0.0002664536	0.0001429831
20"	0.0001595080	0.00008559447

Q = Gasto (lts/seg)	Hf	$KQ^{1.85}$
d = Diámetro (pulgadas)	K	$\frac{K' L}{1000}$
L = Longitud (metros)	K'	$\frac{1733000}{C^{1.85} d^{4.87}}$
Hf = Pérdida de Carga (metros)		

Calculó: Ing. Rodolfo González Morasso.

CUADRO No.3

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION. Q – 1.014 Hs/seg.

1. CALCULOS HIDRAULICOS

Tramo	ho	hy	hd	L	Q	hf/L=1000	hf	hp	Observaciones
Eo-E-18	1000.000	990.506	9.494	419	2"	6.345206	2.728	997.272	
					1 1/2"	25.75711	11.07	—	hf hd.
E-18-E-45	997.272	971.214	26.058	759	1 1/2"	25.75711	20.058	977.214	Caja Rmpepresión
					1 1/4"	62.59074	48.74	—	hf hd.
E-45-E-54	971.214	948.448	22.766	500	1 1/2"	25.75711	13.215	957.999	
					1 1/4"	62.59074	32.30	—	hf hd.
E-54-E-57	957.999	952.475	5.524	362	2"	6.345206	2.357	955.642	Tanque Almacenamiento
					1 1/2"	25.75711	9.506	—	hf hd.

Referencias:

- ho — carga inicial (m)
- hy — carga final (m)
- hd — carga disponible (m)
- L — longitud (m)
- O — diámetro tubería en pulgadas.
- hf — pérdida real de carga.
- hp — altura piezométrica.

En conducciones forzadas, hay límites de velocidades recomendables:

Velocidad mínima: 0.60 m/seg. para aguas en material de suspensión. Para aguas claras no hay límite.

Velocidad máxima: 4 m/seg.

Por medio de la ecuación de continuidad, $Q = A.V.$, se determinó la velocidad en los tramos de la línea de conducción.

$$Q = A.V.$$

$$Q = \text{caudal m}^3/\text{seg.}$$

$$A = \text{área m}^2$$

$$V = \text{Velocidad m/seg.}$$

Para Diámetro (D) de 2" = 0.0508 m.

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.001014 \text{ m}^3/\text{seg.} - 0.507 \text{ m/seg.}}{\frac{3.1416 (0.0508)^2}{4}}$$

Para diámetro de 1 1/2" (0.0381 m)

$$V = \frac{0.001014 \text{ m}^3/\text{seg.}}{\frac{3.1416 (0.0381)^2}{4}} = 0.339 \text{ m/seg.}$$

El agua proveniente de los manantiales es clara, por lo que no tiene un límite mínimo de velocidad.

6.5.3 Dispositivos especiales en la línea de Conducción.

Es necesario diseñar la línea de conducción con válvulas de aire automáticas en las cimas, que por su altura con respecto al resto de la conducción, contribuyan al estrangulamiento de la sección útil de la tubería con acumulación de aire. En las partes bajas de la conducción se instalarán válvulas de limpieza. (Ver plano topográfico).

Se proyectan cajas rompe-presión en los puntos de la conducción, cuya presión estática iguale a la presión máxima de trabajo de la tubería que en el caso de la del P.V.C. es de 7.1015 kgs/cm² (125 P.S.I.) Por lo tanto se instalarán cajas rompe-presión en aquellos puntos donde la diferencia de altura con respecto a otros sea de 71m. (Ver plano topográfico).

$$P = wh$$

$$h = P/w$$

donde:

$$P = \text{presión en Kgs/m}^2$$

$$W = \text{peso específico del agua Kgs/m}^3$$

$$h = \text{Dif. de altura en m}$$

$$h = \frac{71015.62 \text{ Kgs/m}^2}{1000 \text{ Kgs/m}^3} = 71.01562 \text{ m.}$$

$$h = 71.015 \text{ m.}$$

Tanque de Almacenamiento

En todo sistema, incluyendo aquellos con abastecimiento por gravedad durante las 24 horas del día, es necesario el diseño de un tanque de almacenamiento de agua que supla las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución y para mantenimiento de una reserva prudencial, en los casos de interrupción en la línea o fuente de abastecimiento.

Para el diseño del tanque se toma como base el 25o/o del gasto medio diario.

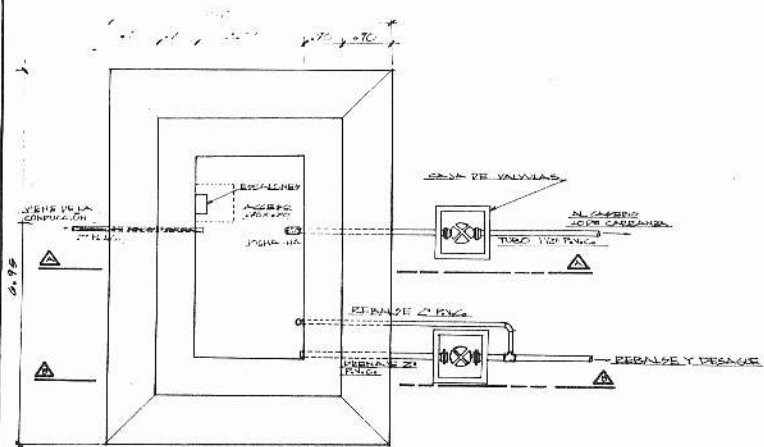
$$\text{Almacenamiento} = 0.676 \text{ lts/seg} \times 0.25 =$$

$$= 0.169 \text{ lts/seg} \times \frac{86400 \text{ seg.}}{1 \text{ día}}$$

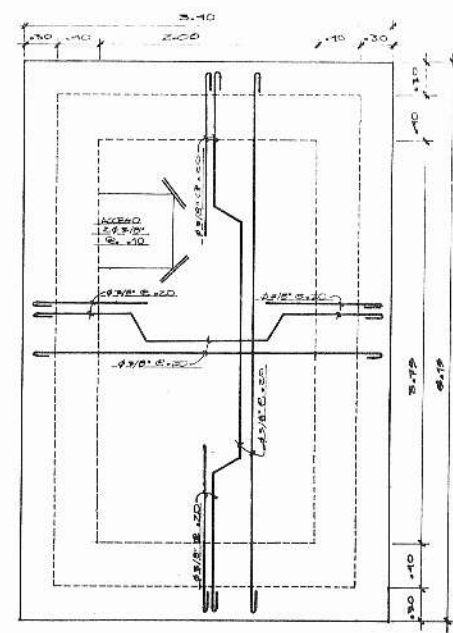
$$= 14601.6 \text{ lts/día}$$

$$= 14.601 \text{ m}^3/\text{día.}$$

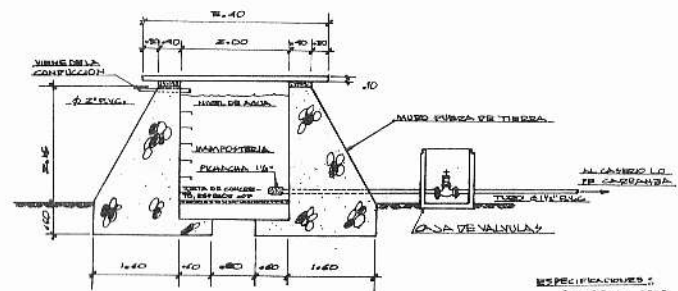
De acuerdo a este resultado, se diseñó un tanque de almacenamiento con capacidad de 15m³ con las siguientes dimensiones: 2 x 3.75 x 2 metros, el cual deberá ser construido de concreto ciclopeo. Las especificaciones de dicho tanque se muestran en el plano No.3.



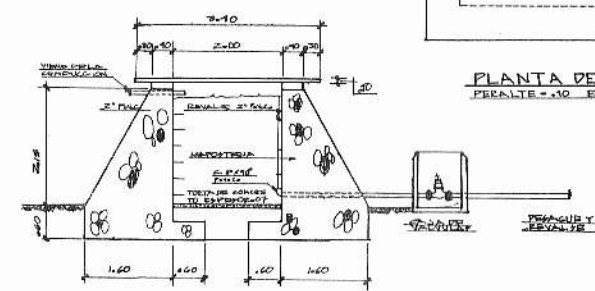
PLANTA
ESCALA 1/100



PLANTA DE LA LOSA
PRELITE 0.10 ESCALA 1/20

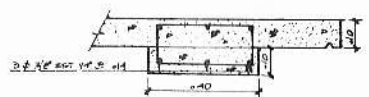


SECCION A-A
ESCALA 1/20

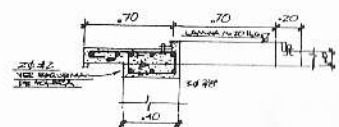


SECCION B-B
ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES
CONCRETO prop 13356
USAR MASA POSTERIOR DE PIEDRA.
70% PIEDRA.
30% CONCRETO.
PARA EL ARMADO PONER LAS
BARRAS DENTRO Y ALTERNAS
RECUBRIMIENTO MINIMO 3/4"



ESQUEMA DE COBERTA
ESCALA 1/10



DETALLE DE ALCEJO
ESCALA 1/20

PLANO No. 3			
REPUBLICA DE GUATEMALA INTRODUCCION DE AGUA AL TANQUE DE DISTRIBUCION DE 15 M ³			
PROYECTO	CONSTRUCCION	FECHA	1/1/1970
PROYECTISTA	ING. J. GARCIA	PROYECTISTA	ING. J. GARCIA
PROYECTISTA	ING. J. GARCIA	PROYECTISTA	ING. J. GARCIA

6.5.4 Línea de Distribución.

Para el diseño de la tubería de la línea de distribución, se toma como base el caudal máximo horario que es igual al caudal promedio por el factor de diseño de distribución, o sea:

$$Q. \text{ max. horario} = 0.676 \text{ Hs/seg} \times 2.5 = 1.69 \text{ Hs/seg.}$$

En la determinación de los diámetros de la tubería de distribución también se emplea la fórmula de Hazen y Williams. El empleo de esta fórmula quedó ejemplificado en el inciso 6.5.2, donde se calculó el diámetro de tubería en un tramo de la línea de conducción, lo único que varía en este caso es el caudal que será de 1.69 Hs/seg.

En el cuadro No.4 se anota el resultado por tramos en cuanto a los diámetros de tubería a emplear y los accesorios necesarios en la línea de distribución.

6.5.5 Red de Distribución.

Esta se diseña de acuerdo a las características topográficas de la comunidad y a la situación relativa de la densidad de población a abastecer. la distribución abierta es empleada en este caso, porque la población es poco densa y los tramos de tubería necesarios para cerrar circuitos resultan muy largos y con escasa utilización.

De acuerdo a las normas de diseño para acueductos rurales (7), las presiones de servicio en cualquier punto de la red deben estar limitadas a un mínimo de 10m. ó un máximo de 40m. de columna de agua. La velocidad del agua en las tuberías debe quedar comprendida entre un m mínimo de 0.90 m/seg a un máximo de 1.5 m/seg y el diámetro mínimo de los circuitos deberá ser de 3/4".

En el cuadro No.5 se anotan los distintos diámetros de tubería que deberán utilizarse en la red de distribución de acuerdo a los cálculos efectuados, lo mismo que la población que quedará abastecida en cada tramo.

En las pequeñas comunidades que carecen de suficientes medios económicos para la introducción de agua potable a cada casa las fuentes públicas son inevitablemente la forma de distribución del agua. Para el emplazamiento de estas fuentes, es necesario tomar en cuenta una serie de cuestiones, entre las que podemos mencionar:

- a) Número y distribución de las fuentes,
- b) La clase de grifo o caño que conviene,
- c) La altura de la plataforma de carga que permita facilidad en la obtención del líquido y
- d) Las molestias que origina un desagüe insuficiente del agua vertida.

La solución a la mayoría de estos problemas debe plantearse de acuerdo a las circunstancias locales.

Para el caso del presente estudio, para la distribución de agua a los pobladores del caserío "Lo de Carranza" se seleccionó el sistema de fuentes públicas o llenacántaros, tomando en cuenta los factores anotados con anterioridad y las condiciones económicas de los pobladores. Además se ubicaron y diseñaron las fuentes respondiendo a las necesidades y circunstancias propias de la comunidad, se ha diseñado para la distribución un total de 14 fuentes o llenacántaros cuya localización puede apreciarse en el plano No.1 y las especificaciones de las mismas en el plano No.4.

CUADRO No.4
DISEÑO DE LA LINEA DE DISTRIBUCION $Q=1.69$ lts/seg.
CALCULOS HIDRAULICOS

Tramo	ho	hy	hd	L	ϕ	hf/1000m	hf	hp	Observaciones
E-57 a E-65	952.475	908.463	44.012	440	1 1/2	25.75711	29.91	922.565	
					1 1/4	62.59074	72.70		hf > hd.
E-65 a E-60	922.565	892.352	30.21	172	1 1/4	62.59074	28.40	894.165	Caja rompe-Presión
					1				hf > hd
E-70 a E-78	892.352	833.776	58.576	785	1 1/2	25.75711	53.38	838.972	
					1 1/4	62.59074	129.71		hf > hd
E-78 a E-82	838.972	827.865	11.107	303	2	6.345206	5.07	833.902	Caja rompe-Presión
					1 1/2	25.75711	20.60		hf > hd
E-82 a E-90	827.865	796.228	31.637	756	2	6.345206	12.67	815.195	
					1 1/2	25.75711	51.39		hf > hd
E-90 a E-95	815.195	783.60	31.59	405	1 1/2	25.75711	27.53	787.66	Caja rompe-Presión
					1 1/4	62.59074	66.92		hf > hd

Referencias:

ho = Altura inicial (m)

hy = Altura final (m)

hd = Altura disponible (m)

L = Longitud (m)

O = Diámetro de tubería (pulg.)

hf = Pérdida de carga (m)

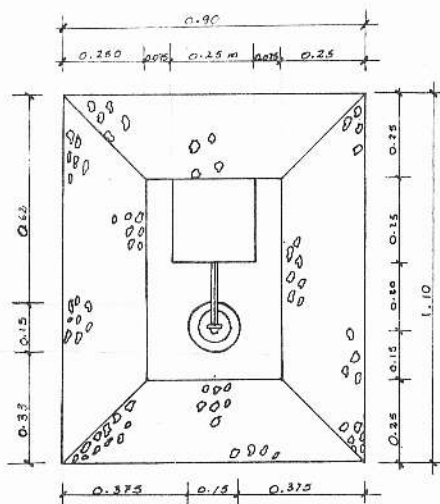
hp = Altura piezométrica (m)

CUADRO No.5
DISEÑO RED DE DISTRIBUCION
CALCULOS HIDRAULICOS

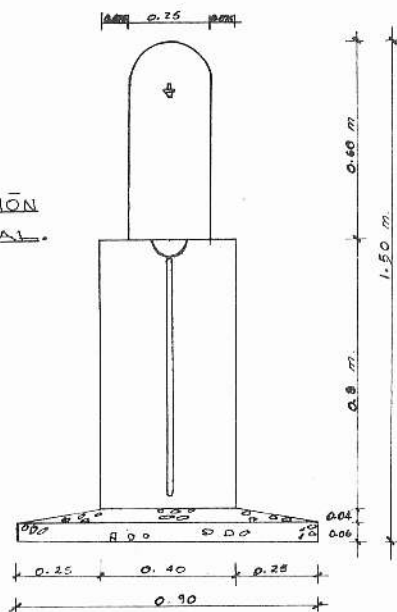
Tramo	ho	hy	hd	Po	L	Q	Ø	hf/1000m	hf	hp	P
E-95 a E-111	783.60	735.05	48.55	96	1626	1.69	2 1/2	2.140396	9.1869	774.41	39.36
E-111 a E-117	774.41	727.81	46.60	450	227	1.663	1 1/2	25.75711	15.05	759.36	31.55
E-117 a E-118	759.36	724.25	35.11		145	0.88	1 1/2	25.75711	2.984	757.38	31.2
E-118 a E-122	756.38	720.13	36.25	75	272	0.75	2	6.345206	1.01	755.37	35.24
E-122 a E-123	755.37	719.73	35.64		175	0.62	1 1/2	25.75711	1.86	753.51	33.78
E-123 a E-125	753.51	720.72	32.79	110	47	0.49	1 1/4	62.59074	0.803	752.71	31.49
E-125 a E-127	752.71	724.62	28.09	50	138	0.29	1 1/2	25.75711	0.36	752.35	27.73
E-127 a E-130	752.35	738.55	13.79	94	396	0.19	1 1/2	25.75711	0.47	751.88	13.33
E-118 a E-138	756.38	713.927	42.453	75	564	0.13	3/4	753.2052	9.75	746.63	32.70
E-123 a E-131	753.51	714.137	39.37	120	178	0.21	3/4	753.2052	7.47	746.04	31.90
E-131 a E-132	746.04	712.837	33.20	40	68	0.07	3/4	753.2052	0.36	745.68	32.84

Referencia: ho = Altura inicial (m) hy = Altura final (m) hd = Altura disponible (m) po = Población L = Longitud (m)
Q = Caudal (lts/seg.) Ø = Diámetro tubería (pulg.) hf = Pérdida de carga (m) hp = Altura piegométrica (m) P = Presión (m)

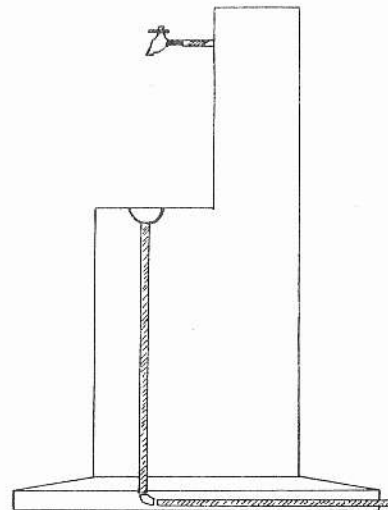
PLANTA



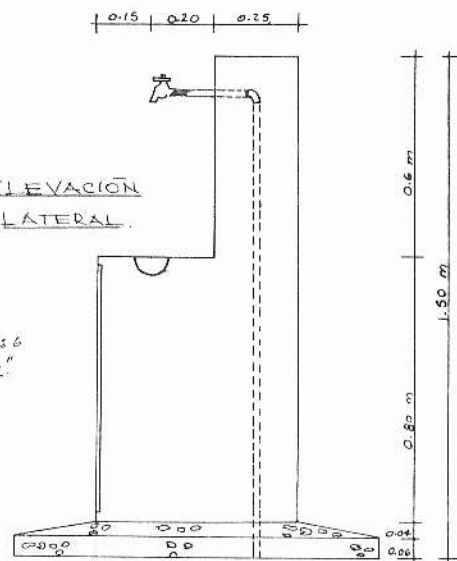
ELEVACIÓN FRONTAL



DRENAJE



ELEVACIÓN LATERAL



ESPECIFICACIONES

- MAMPUESTERÍA
- 70% Piedra
- 30% Cemento prop. 1:2:3:6
- TUBOS HIERRO GALVANIZADO 1/2"

INTRODUCCION DE AGUA A CUBIERTA "CODECARRAN"

ZA. LLENACANTAROS

ESCALA 1:10

DISEÑO: LUIS ALVAREZ

FECHA: FEBRERO

1976

PLAN: 10.1

7. ESTIMACION DE COSTOS.

7.1 Materiales.

En el cuadro No.6 se presenta una estimación de los materiales a utilizar en la ejecución del proyecto de introducción de agua, en cada una de las fases, contemplando los costos de los materiales puestos en plaza. Se incluye además una estimación de los costos de transporte de dichos materiales al lugar de su utilización. Dichos costos asumen un total de Q.11,809.50, distribuidos así:

Materiales	Q. 9,138.70
15o/o accesorios	Q. 1,370.80
Transporte	<u>Q. 1,300.00</u>
TOTAL	Q.11,809.50

7.2 Mano de Obra

En cuanto al empleo de mano de obra, se estimó para cada una de las fases y clase de trabajo, considerando rendimientos promedios obtenidos en la ejecución de proyectos similares, ejecutados por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

La estimación se presenta en el cuadro No.7 en donde se concluye que se deberán invertir aproximadamente Q.4,682.00 en la ejecución de la obra por concepto de mano de obra. Es de hacer notar que los jornales a emplear están diferenciados de acuerdo al salario, correspondiendo un salario de Q.5.00 por día a la mano de obra especializada y Q.2.25 por día a peones o mano de obra no especializada.

El costo total de la ejecución de la obra se estima entonces en:

a)	Materiales y Transporte	Q.11,809.50
b)	Mano de Obra	<u>Q. 4,682.00</u>
	SUB-TOTAL	Q.16,491.50
c)	10o/o de Imprevistos	<u>Q. 1,649.15</u>
	TOTAL	Q.18,140.65

CUADRO No.7

ESTIMACION DE MANO DE OBRA

No. Orden	Fase del proyecto	Clase de trabajo	Cant.	Unidad	P/Unid.	Total renglón	Total fase
1.	Trabajos preliminares.	Limpieza, lugar, captación.	2	Jornales	2.25	4.50	
		Limpieza, lugar, tanque almacenamiento.	2	Jornales	2.25	4.50	9.00
2.	Captación	Albañilería	2	Jornales	5.00	10.00	
		Ayudantes	4	Jornales	2.25	9.00	19.00
3.	Conducción	Unir tubería	10	Jornales	5.00	50.00	
		Ayudantes	20	Jornales	2.25	45.00	
		Abrir zanja	408	Jornales	2.25	418.00	1013.00
4.	Tanque almacenaje	Albañilería	6	Jornales	5.00	30.00	
		Ayudantes	24	Jornales	2.25	54.00	84.00
5.	Distribución	Unir tubería	30	Jornales	5.00	150.00	
		Ayudantes	60	Jornales	2.25	135.00	
		Abrir zanjas	1336	Jornales	2.25	3006.00	3291.00
6.	Fuentes o llenacántaros.	Albañilería	28	Jornales	5.00	140.00	
		Ayudantes	56	Jornales	2.25	126.00	<u>266.00</u>
TOTAL MANO DE OBRA							Q.4682.00

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

8.1 Conclusiones:

1. De acuerdo al estudio realizado, se estableció que sí existen posibilidades de introducir el agua potable al caserío "Lo de Carranza", aprovechando el manantial denominado Chichicastal, propiedad de la comunidad ubicado a 6.8 Km. de distancia.
2. La disponibilidad de agua en la fuente, de acuerdo a los aforos realizados, se estimó en un caudal de 0.9 lts/seg.
3. El análisis de la calidad del agua desde el punto de vista químico, determinó que es adecuado para ser utilizado en el consumo humano.
4. El análisis desde el punto de vista bacteriológico, estableció que en las condiciones actuales, el agua no se considera potable, pero protegiendo la fuente podrá mejorarse esta condición.
5. Para el diseño del sistema, se estimó una población futura a 30 años de 974 habitantes, aplicado una tasa de incremento anual de 3.08o/o, lo cual requerirá de 0.676 lts/seg., tomando como base un consumo de 60 litros/habitante/día.
6. De acuerdo a la disponibilidad de caudal en la fuente, queda un margen para abastecer hasta 1,304 habitantes en la comunidad.
7. De acuerdo al diseño efectuado, el costo total de la obra se estima en: Q.18,140.65, distribuidos así:

a)	Materiales y Transporte	Q.10,438.70
b)	Accesorios	Q. 1,370.08
c)	Mano de Obra	Q. 4,682.00
d)	Imprevistos	<u>Q. 1,649.15</u>
	TOTAL	Q.18,140.65

8. Las especificaciones se presentan en el contenido del estudio, en cuanto a localización de obras, características y materiales a utilizar.

8.2 Recomendaciones:

1. Para garantizar el caudal de la fuente de abastecimiento en forma permanente, se recomienda protegerla y mantenerla efectuando trabajos de reforestación en área de la parte superior, donde se encuentra localizada.
2. Para mejorar la calidad bacteriológica del agua, deberá efectuarse las obras de captación diseñadas y proteger esta captación, cercando el área para no permitir el paso de animales y personas.

BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Agua su calidad y tratamiento. 2a. Ed. trad. por: Jack M. Verrey. México, UTEHA, 1968. 564 p.
2. ————. Curso de adiestramiento en la distribución del agua. trad. por: Centro Regional de Ayuda Técnica. México, RTAC/AID, 1966. 167 p.
3. SALLOVITZ MANUEL. Tratado de Ingeniería Sanitaria. 4a. Ed. Buenos Aires, Lib. y Editorial "El Atenco", 1944. 450 p.
4. WAGNER E. G. y J. N. LANOIX. Abastecimiento de agua en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1961. 366 p.
5. Manual de práctica recomendable para el Saneamiento del agua. Servicio de Salubridad Pública de los Estados Unidos de América. 4a. Ed. trad. por: P. J. Caballero. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, RTAC/AID, 1965. 55 p.
6. Manual de Tratamiento de aguas. 2a. Ed. trad. por: Raúl Guerrero Torres. (Albany, New York. Depto. de Sanidad) Ed. por: México, Limusa-Wiley S.A. 1965. 205 p.
7. Manual de tratamiento de aguas. Recop. por: Fuentes A., Bernardo, y Orozco y O., Guillermo. Ed. por: Guatemala, División de Saneamiento Ambiental; Depto. de Ingeniería Sanitaria, 1972. 43 p.

Vo. Bo.

(f) Palmira R. de Quan
Bibliotecaria

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....
.....

IMPRIMASE:

Dr. ANTONIO A. SANDOVAL
DECANO

