

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**"REDISEÑO DEL SERVICIO PUBLICO DE AGUA POTABLE
DE SANTA CATARINA PINULA"**

T E S I S

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

por

MARCO TULIO SOLARES MONTERROSO

En el Acto de Investidura como

INGENIERO AGRONOMO

en el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Guatemala, Noviembre de 1978.

01
T(326)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. SAUL OSOPIO PAZ

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.	Br. Juan Miguel Irias
Vocal 5o.	P.A. Giovanni Reyes
Secretario:	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador:	Ing. Agr. Salvador Castillo
Examinador:	Ing. Agr. Oscar González
Examinador:	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez
Secretario:	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

Guatemala, 10 de noviembre de 1978

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Presente

Señor Decano:

Por medio de la presente me complace comunicar a usted que en la presente fecha he concluido la revisión y corrección del trabajo de tesis del estudiante Marco Tulio Solares Monterroso, titulado "REDISEÑO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DE SANTA CATARINA PINULA", trabajo que me fuera encomendado por la Honorable Junta Directiva.

Dicha tesis ha sido realizada satisfactoriamente y considero que reúne los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para suscribirme de usted.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Luis Ernesto Alvarez A.

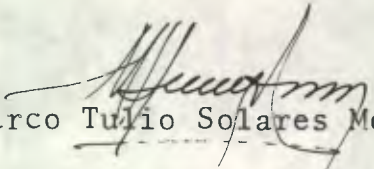
Guatemala, 13 de noviembre de 1978

Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía
Honorable Tribunal examinador

Tengo el agrado de dirigirme a sus respetables, con el objeto de presentarles el trabajo de tesis que recientemente he realizado y concluido; para que como consecuencia de su justa crítica y análisis me considere, si en caso fuera de su aprobación; como solvente en cuanto a los requisitos que me son demandados para optar el título de Ingeniero Agrónomo; el trabajo de tesis sujeto a discusión es referente a: "REDISEÑO DEL SERVICIO PUBLICO DE AGUA POTABLE DE SANTA CATARINA PINULA".

En espera de su indispensable respuesta, me suscribo de ustedes,

Deferentemente,


P.A. Marco Tulio Solares Monterroso

AGRADECIMIENTO

Agradezco a quienes hicieron posible este trabajo:

A mi Asesor: Ing. Agr. Luis Ernesto Álvarez A.

Al Ing. Arnoldo Sequeira

Al Ing. Oscar González H.

Al Ing. Gustavo Adolfo Méndez G.

A Obras Públicas y al INFOM

A la Municipalidad de Santa Catarina Pinula, especialmente a su Secretario Don Federico Tello.

A mis compañeros de trabajo

TESIS QUE DEDICO A LA MEMORIA DE:

Mis abuelos:

Agustín Solares B.
Julio Monterroso
Andrea González

Mi tío:

Amancio Solares S.

Mis compañeros de promoción:

Jorge M. Menéndez N.
Héctor D. Salguero V.
Luis Castillo Cajas

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

MI PATRIA GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Mi aldea Chapas (Nva. Sta. Rosa), con mucho cariño

Mis Padres con mucho amor

Augusto Solares S.
M. Celia Monterroso de S.

Mis hermanos

Reyna, Armando, Marta,
Arcenio, Augusto, Ga -
briel, Odilia, Baldo -
mero y Joelito.

Mis hermanos paternos

Heleodoro, Rogelia y
muy en especial a Ar -
nolfo y su Familia.

La abuelita

Natalia Sagastume v. de S.

Las Familias

Solares Herrera, Monterro -
so Zamora, Galán Chilin
y Solares Sagastume.

Doña Anita Castro con mucho cariño.

Todos mis Familiares y Amigos

Mis compañeros de Promoción, trabajo Especialmente a Chico
Polanco

Usted con mucho cariño

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
3. REVISION DE LITERATURA	3
3.1 Manantiales	3
3.2 Conducciones de agua	3
3.3 Almacenamiento	4
3.4 Distribución	5
3.5 Cualidades y composición de las aguas potables	6
3.5.1 Características físicas	6
3.5.2 Características químicas	6
3.5.3 Calidad bacteriológica	8
3.6 Estimación de la demanda	8
3.7 Estimación de la población	9
4. GENERALIDADES	10
5. ESTUDIOS REALIZADOS	11
5.1 Disponibilidad y calidad del agua	11
5.2 Estudio Topográfico	11
6. DISEÑO DEL SISTEMA	14
6.1 Estimación de la población	14
6.2 Estimación del caudal	15
6.3 Selección del tipo de tubería	15
7. DISEÑO DE OBRAS	16
7.1 Captación	16
7.2 Caja de reunión	16
7.3 Tubería de conducción	16
7.3.1 Dispositivos especiales	20
7.4 Lozas de tanques existentes	20
7.5 Tanque de almacenamiento	20
8. ESTIMACION DE COSTOS	20
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
10. BIBLIOGRAFIA	28

1. INTRODUCCION

Como parte del desarrollo integral de los pueblos, son de mucha importancia los sistemas de abastecimiento de agua potable, elemento indispensable para el consumo humano, consumo animal, riego de jardines y desarrollo de industrias y comercios.

Es de vital importancia para la salud de los habitantes y por ende para el desarrollo económico y social de una comunidad mantener en condiciones de salubridad todo el sistema, desde la captación hasta las fuentes de servicio domiciliar y/o público, así como garantizar la eficiencia del mismo y que satisfaga las necesidades futuras de la población.

De acuerdo a las características que serán mencionadas más adelante, el sistema de abastecimiento de agua potable de Santa Catarina Pinula, muestra ineficiencias debido a las condiciones actuales de la captación, deterioro de tuberías de conducción, así como la construcción y estado de los tanques de almacenamiento; situación que ha causado malestar a la población, previniéndose con el tiempo, se agrave la ineficiencia del sistema así como las garantías para la salud de las familias; por lo tanto es necesario rediseñar el sistema actual para evitar cualquier situación que frene el desarrollo social y económico de Santa Catarina Pinula.

Los beneficios más importantes que se pretenden con el rediseño del sistema actual, motivo de este trabajo, son disponer comodamente de un abastecimiento más abundante y al mismo tiempo más seguro y conveniente para la protección de la salud de los habitantes de ese lugar, así mismo constituye un aporte de la Facultad de Agronomía al desarrollo integral de las comunidades en nuestro medio.

2. OBJETIVOS

1.- General

- a) Rediseño del sistema del Servicio de agua potable de la población de Santa Catarina Pinula, Guatemala.

2.- Específicos

- a) Diseñar las estructuras u obras de Arte, que permitan mejorar el sistema establecido y garantizar el abastecimiento de agua suficiente y en condiciones de potabilidad.
- b) Establecer los costos de la obra para poder analizar la posibilidad de su ejecución.
- c) Que el presente trabajo sirva como modelo para la realización de trabajos similares en comunidades que lo requieran.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 MANANTIALES:

La gran mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua potable de las regiones rurales, consisten en captaciones subterráneas de diversos tipos. Esto es debido a que, de todas las aguas las subterráneas son las más prácticas e inocuas para el consumo.

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 la toma.

En cambio, las aguas subterráneas presentan los siguientes inconvenientes:

- 1) Contienen muchas veces gran cantidad de sustancias minerales, y
- 2) Suele ser necesario elevarlas con bombas. (4)

Es necesario que estas aguas se reúnan en cámaras cerradas cubiertas para que se mantengan frescas y al abrigo de la luz; esto último, para evitar que proliferan las algas. Estas cajas de captación se construyen de acuerdo a las necesidades de la población y al caudal que de la fuente. (5)

3.2 CONDUCCIONES DE AGUA

Puede conducirse agua por medio de canales o por medio de tuberías. En proyectos de agua potable se prefieren tuberías para no exponer el agua a posibles contaminaciones

que alteren su calidad química y bacteriológica.

Puede utilizarse diferentes tipos de tubería: De hierro galvanizado, de asbesto cemento, de cloruro de polivinilo (PVC), de hierro fundido, de hierro fundido con recubrimiento de cemento. Dependiendo del lugar, del período de diseño, clima y costo, así se elegirá el tipo de tubería a usar. (7)

La tubería debe tener un diámetro mínimo recomendable que sea capaz de conducir un volumen de agua igual a una vez y media el consumo medio diario a una velocidad no inferior a 0.45 m/seg. y una máxima de 4 m/seg. a fin de impedir el depósito de cieno. En lugares donde la presión estática es igual a la presión máxima de trabajo de la tubería, es necesario proyectar cajas rompedoras. (4)

3.3 ALMACENAMIENTO

Para todo sistema de abastecimiento debe diseñarse un tanque o tanques para almacenamiento de agua, las principales razones que aconsejan esta medida son:

- 1) La necesidad de atender las variaciones horarias del consumo, que en los pequeños sistemas pueden llegar a ser tres veces mayores y en ocasiones aún más, que el consumo medio por hora;
- 2) La conveniencia de mantener una presión adecuada en todo el sistema de distribución;
- 3) La posibilidad de reparar las tuberías que conectan la captación con el depósito, sin interrumpir el suministro de agua a la población;
- 4) La necesidad de proporcionar protección contra incendios, esto en abastecimiento de gran escala, y
- 5) Reducir la turbiedad y el contenido bacteriano al permitir la sedimentación.

El primer punto que debe resolverse al proyectar un depósito es la capacidad de almacenamiento que se requiere. El consumo rural varía de un lugar a otro por lo que se ha tomado como factor de diseño, almacenar el 25% del caudal medio diario.

Una vez determinadas las dimensiones del depósito, hay que estudiar su localización tomando en cuenta las diferencias de nivel, ya que la presión mínima que debe existir en todo el

sistema debe ser igual a 10 mts. en los edificios de una sola planta; en el caso de existir bocas de incendio, la presión mínima será de 25 mts. (4)

Todos los tanques de almacenamiento habrán de protegerse contra las inundaciones y contra los niveles máximos de crecientes de ríos, lagos y otras masas de agua y si es práctico, el tanque debe instalarse a elevación mayor que las de las crecientes máximas. La estructura y sus anexos deben ser de construcción hermética. Todos los tanques superficiales, subterráneos, elevados o cualquier otra estructura destinada al almacenamiento de agua ha de tener un techo resistente y adecuado, El área o superficie de los techos no debe ser usada para ningún propósito en que sea posible la presencia de sustancias contaminantes. La tapadera debe ser sólida y hermética, de preferencia con bordes dispuestos hacia abajo y que encajen en el exterior del muro perimetral por lo menos de 5 cms., debe tener además una cerradura fuerte y segura.

Los tanques de almacenamiento deben operarse, en todo tiempo con la mira de mantener la más alta calidad sanitaria del agua. (5)

3.4 DISTRIBUCION

El sistema de tuberías debe proyectarse de manera que se mantenga una presión adecuada en todas partes del sistema. Entre los sistemas de distribución utilizados se encuentran el sistema arterial o abierto y el sistema en red o cerrado, diseñándose de acuerdo al tamaño y distribución del poblado.

Se toma como factor de consumo máximo horario de 2.0 a 2.5 veces el consumo promedio diario para el diseño de la tubería de distribución, siendo 2.0 para poblaciones mayores de 1500 habitantes y 2.5 para poblaciones menores de ese número.

Otras condiciones de diseño son las siguientes: Para poblaciones grandes el cálculo se hace por el método de Hardy-Cross considerando las presiones como mínimo de 10 mts. a un máximo de 40 mts. columna de agua. La velocidad del agua deberá quedar comprendida entre un mínimo de 0.90 m/seg. a un máximo de 1.5 m/seg. Los diámetros de los circuitos serán de 3/4". (7)

3.5 CUALIDADES Y COMPOSICION DE LAS AGUAS POTABLES

3.5.1 Características físicas:

Deben ser claras, agradables al paladar, inodoras e incoloras. Su ingestión no debe causar trastornos en el organismo humano. La temperatura ha de ser sensiblemente constante y mantenerse entre 7° y 18°C. Deben contener no menos de 150 mgs/lt. en materias minerales sin pasar de 500. Se toleran hasta 1000.

Es preciso que el agua suministrada sea de buena calidad química y física, ya que de ese modo se facilita su aceptación por parte de la población, se protege la salud del consumidor y se contribuye a la conservación de las instalaciones. (2)

3.5.2 Características químicas:

La presencia de carbonatos de calcio es muy deseable por su acción sobre el desarrollo del sistema óseo. También deben encerrar gases disueltos, como ser: 6 a 7 cms. cúbicos de oxígeno por litro, 14 a 15 de nitrógeno y 15 a 18 de ácido carbónico. El agua que contiene carbonatos de calcio y magnesio en una proporción superior a 100 mg/lt. es "dura" y exige una gran cantidad de jabón para el lavado de la ropa; esto influye mucho en lugares donde el lavado de ropa es una industria. El cloruro de sodio da un sabor desagradable al agua. El hierro, produce un sabor desagradable, colorea las telas y se incrusta en las tuberías. El nitrato en proporción superior a 50 ppm puede causar metahemoglobinemia (alteraciones hemáticas y cianosis) en los niños de corta edad.

Una concentración de fluoruros superior a 1.5 ppm puede provocar la aparición de manchas oscuras y picaduras en la dentadura de los niños y en menor grado en los adultos.

La International Standar for Drinking-Water hace las siguientes sugerencias: (4)

Concentración de sustancias y sus valores tolerables y excesivos:

	<u>mg/lt.</u> <u>TOLERABLE</u>	<u>EXCESIVO</u>
Materiales sólidos totales	500 mg/lt	1500 mg/lt
Color	5 unidades	50 unidades
Turbiedad	5 unidades	25 unidades
Sabor	aceptable	-----
Olor	aceptable	-----
Hierro (Fe)	0.3 mg/lt	1.0 mg/lt
Manganeso (MN)	0.1 mg/lt	0.5 mg/lt
Cobre (Cu)	1.0 mg/lt	1.5 mg/lt
Zinc (Zn)	5.0 mg/lt	15 mg/lt
Calcio (Ca)	75 mg/lt	200 mg/lt
Magnesio (Mg)	50 mg/lt	150 mg/lt
Sulfatos (S)4)	200 mg/lt	400 mg/lt
Cloruros (Cl)	200 mg/lt	600 mg/lt
p ^H	7.5-8.5	menos de 6.5 o más de 9.2
Sulfatos de sodio+magnesio	500 mg/lt	1000 mg.1t
Compuestos fenólicos	0.001 mg/lt	0.002 mg/lt
Plomo (pb)	0.1	-----
Selenio (Se)	0.05	-----
Arsénico (As)	0.2	-----
Cromo (Cr)	0.05	-----
Cianuros (CN)	0.01	-----

3.5.3 CALIDAD BACTERIOLOGICA

Acerca de la calidad bacteriológica del agua usada para consumo humano, el informe del grupo de estudio de la Organización Mundial de la Salud (OMS), sobre Normas Internacionales para el Agua Potable, dice lo siguiente:

"Se admite universalmente que el agua destinada al consumo humano no debe contener en cantidades peligrosas, ni gérmenes ni sustancias químicas nocivas para la salud".

"Un tratamiento eficaz con cloro proporciona un agua prácticamente exenta de bacterias coliformes, es decir, un agua cuyo contenido en Coliformes es inferior a un germen por 100 ml".

"Para agua no tratada, en el 90% de las muestras examinadas en el curso de un año el índice NMP (número más probable) de bacterias coliformes deberá ser inferior a 10. El índice NMP no será superior a 20 en ninguna muestra". (4)

3.6 ESTIMACION DE LA DEMANDA

Las predicciones sobre las futuras demandas de agua se basan, por lo común, en las estimaciones de la población y en los consumos por cabeza. El gasto cambia considerablemente en el curso del año y durante el día. Hay que tener mucha precaución al predecir las demandas futuras porque existen muchas variables que influyen en su aplicabilidad a cualquier sistema, siendo algunas de ellas: Condiciones climáticas locales, el carácter de la población servida, riego de jardines, cantidad relativa de empresas comerciales e industriales y la proporción de consumidores. (1)

En general se admite que las previsiones no han de exceder en más de 20 a 25 años, ya que es un tiempo prudencial para proceder a la renovación de una parte del sistema. (2)

Según las normas de UNEPAR establecidas para diseños de introducción de agua potable en el área rural para Guatemala, las demandas son:

- | | |
|--------|---|
| 60 | lts por habitantes por día para servicios públicos. |
| 80-100 | lts por habitante por día para servicios domiciliarios. |

3.7 ESTIMACION DE LA POBLACION

La predicción del futuro número de pobladores se basa en las estadísticas. Los censos comunales son bastantes frecuentes y una extrapolación aritmética no dará errores excesivos dentro del grado de probabilidad de esta clase de cálculos. (2)

4. GENERALIDADES

4.1 ANTECEDENTES

El servicio público de agua potable de Santa Catarina Pinula fué inaugurado en noviembre de 1954 a un costo de Q 18,000.00 diseñado de tal manera, que sus condiciones actuales no garantizan un servicio calificado de potable poniendo en peligro la salud de las familias; debido a esto la municipalidad pensó en rediseñar el sistema para solucionar los problemas que confronta la población.

La aldea El Pueblito goza también de este servicio público compartiendo con Santa Catarina Pinula una captación común; contando con 1,759 habitantes hasta la fecha y localizado a 1 Km. de Santa Catarina Pinula.

En vista de que la población ha crecido y las aguas ya no son suficientes para el abastecimiento, la municipalidad se vió en la necesidad de construir un pozo que produce 235 gmp faltando energía y el nuevo tanque de almacenamiento. Esto constituye una alternativa para dotar de agua a la aldea y a la población de Santa Catarina Pinula.

4.2 LOCALIZACION

Santa Catarina Pinula está localizada al este de la capital ciudad de Guatemala. La cabecera se encuentra a latitud $14^{\circ}34'18''$ longitud $90^{\circ}29'48''$.

4.3 VIAS DE ACCESO

El municipio es atravesado por la carretera Interamericana CA-1 que en la jurisdicción entra por la aldea Puerta Parada y sale por la de Don Justo, donde hace entronque con la Ruta Nacional 18 que conduce a Esquipulas.

4.4 DESCRIPCION DEL LUGAR

La cabecera se encuentra a 1580 mts. SNM. Posee una población aproximada de 3957 habitantes y un promedio de crecimiento poblacional de 4.02%. Se cultiva principalmente maíz, frijol y un poco de café, hay críanza de ganado y ha tenido fama el destace de buena clase de marranos.

5. ESTUDIOS REALIZADOS

5.1 DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

Santa Catarina Pinula para abastecerse de agua potable cuenta actualmente con los manantiales Ubieto I y II así como de otros dos pequeños nacederos que se reúnen en la caja de reunión donde se inició el levantamiento topográfico. Esta caja está localizada a 1300.29 mts. del tanque de almacenamiento (localizado en la finca El Refugio), tiene un caudal de 5.52 Lts/seg. en ese punto capaz de abastecer aproximadamente a 5,000 habitantes dando una dotación de 100 lts/hab/día; hipotéticamente esta fuente dejará de ser funcional dentro de pocos años; debido a esto se construyó un pozo mecánico el cual produce 235 gpm equivalente a 653 pajas, el cual todavía no está funcionando por falta de energía y depósito de almacenamiento.

Al efectuar los análisis químico y bacteriológico se determina que es un agua no apta para el consumo humano (cuadro No. 1 y cuadro No. 2) lo que es atribuible a varias causas: La muestra fue tomada en el mes de septiembre y el manantial ha recibido mucha agua de escorrentía; la captación es una presa y está expuesta a cualquier tipo de contaminación por su poca protección; la parte este del manantial es un potrero y la única protección que existe es un cerco para evitar el acceso de los animales, pero al llover el agua escurre hacia el manantial; el acceso a personas no es restringido. El estudio de calidad del agua es estrictamente, en este trabajo, para el manantial.

5.2 ESTUDIO TOPOGRAFICO

Al proyectar e instalar un sistema de conducción hay que levantar un mapa topográfico, señalando en él, el emplazamiento de la tubería e instalaciones accesorias así como el perfil del terreno a lo largo del itinerario elegido. Debe indicarse también las dimensiones de las tuberías y la situación de las válvulas y otros elementos si fuese necesario construirlos tales como puentes, cajas rompe-presión, o traves.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, C. A.

12

O. T. No. 26211

INFORME No. A-50322

CUADRO No. 1

EXAMEN BACTERIOLOGICO

Interesado: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA 1) (Marco Tulio Solares M.) Municipalidad de Sta. Catarina Pinula Muestra captada en: Chorro Municipio: Sta. Catarina Pinula Departamento: Guatemala	Control Calidad del Agua Proyecto: (Tesis) Dependencia: FACULTAD DE AGRONOMIA Fecha y hora de captación: 23-9-78 10:49 A.M. Fecha y hora de llegada a Lab.: 25-9-78 9:00A.M. Condiciones de transporte: Sin Refrigeración
---	--

Captada por: Max Mirol González.

Sabor: _____
 Aspecto: _____ Lig. Turbia
 Olor: _____ Inodora

Substancias en suspensión Reg. 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 L E S	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 L E S	S

RESULTADO número de bacterias por cc

Innumerales

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		

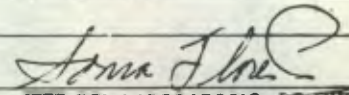
RESULTADO número de coliformes por 100 cc

220 N. M. P.

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua no es potable.

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

Guatemala, 12 de octubre de 1978
 SFP/os.-


 JEFE DEL LABORATORIO DE QUÍMICA
 Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

8 13

Ciudad Universitaria Zona 12
Guatemala, C. A.

INFORME No. 9779

O. T. No. 26212

CUADRO No. 2

ANALISIS QUIMICO - SANITARIO DE AGUA

Interesado: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA 1) Municipalidad de Sta. Catarina Pinula Muestra captada en: Chorro Municipio: Sta. Catarina Pinula Departamento: Guatemala	Proyecto: Control Calidad del Agua (Tesis) Dependencia: FACULTAD DE AGRONOMIA Fecha y hora de captación: 23-9-78 10:49 A.M. Fecha y hora de llegada a Lab. 25-9-78 9:00 A.M. Condiciones de transporte: Sin Refrigeración
--	---

Captada por: Max Nirol González.

RESULTADOS

1. Aspecto: Lig. Turbia	4. Sabor: -----	7. Temperatura: No se reportó
2. Color: Unid.	5. Turbidez: Unid.	(en momento de la toma)
3. Olor: Inodora	6. pH 7.3	8. Dureza: 60.0 mg/l.

Sustancias	mg/l	Sustancias	mg/l	Sustancias	mg/l
Amoníaco NH ₃	0.011	Fluoruros F	0.15	Sólidos totales	183.0
Hierro Total Fe	0.01	Cloruros Cl	7.50	Pérdida por ignición	92.0
Manganeso Mn	-----	Nitritos NO ₂	0.00	Sust. mineral fija	91.0
Cloro residual	-----	Nitratos NO ₃	0.10	Sólidos en suspensión	64.0
Oxígeno consumido	-----	Sulfatos SO ₄	-----	Amoníaco Alb.	0.050

OBSERVACIONES:

Bicarbonatos: 68.0 mg/l.
 Alcalinidad Total: 68.0 "

Desde el punto de vista Químico Sanitario el color, turbiedad y el hierro están .

Guatemala, 12 de octubre de 1978

1) Los datos del encabezamiento fueron tomados literalmente de la etiqueta.-


 Jefe Lab. Químico Sanitario

SFP/os.-

No fué necesario trabajar con ningún tipo de mapas cartográficos o fotografías aéreas debido a que el itinerario ya estaba elegido siendo éste la mejor alternativa para conducir el agua por gravedad; por esto mismo en el plano No. 1 sólo aparece el perfil.

En el diseño de 1954 se proyectó colocar tubería de asbesto cemento de 4" de diámetro la cual tuvo que ser reemplazada, en parte, por tubería PVC del mismo diámetro. El objetivo del levantamiento es rediseñar el sistema con tubería de diámetro económico y localizar los puntos donde es necesario proyectar válvulas de aire válvulas de limpieza y/o cajas rompe-presión que en el sistema actual no esta considerado.

Se hizo el estudio topográfico para conocer también la diferencia de altura entre la salida del pozo mecánico y el lugar adecuado donde se construirá el nuevo tanque de almacenamiento, como un dato para el cálculo del motor de la bomba.

6. DISEÑO DEL SISTEMA

6.1 ESTIMACION DE LA POBLACION

La población se estimó a partir de dos datos reales (censos de 1950 y 1973) y con amplio margen como para extrapolar los datos al período considerado.

El incremento demográfico se estimó así:

P_i = Población de 1950 = 1160 hab.
 P_f = Población de 1973 = 3129 hab.
 n = Años transcurridos = 23 años
 r = Incremento demográfico

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_i}} - 1 \therefore r = 4.02\%$$

Por lo tanto la población para el año 2,000 (período del rediseño) será:

P_f = Población para el año 2,000
 P_i = Población de 1973 (Sta. Catarina y el Pueblito)
 n_i = Período comprendido: año del último censo y finalización del período de rediseño (2,000-1973=27)

$$P_f = P_i (1+r)^{n_i} \therefore P_{2000} = 13517 \text{ Hab.}$$

6.2 Estimación del caudal necesario para abastecer la población.

Fórmula:

$$Q_d = \frac{d \times n}{86400}$$

donde:

Q_d = Caudal medio diario en Lts/seg.

d = Dotación en lts/hab/día

n = Número de población de diseño

De acuerdo al aforo realizado en la fuente (manantial) - que actualmente abastece a la población, se establece que ésta no es capaz de suplir la demanda futura.

Q fuente= 5.52 lts/seg.

Q requerido= 15.645 Lts/seg.

Utilizando el agua proveniente del pozo que ya está construido, más el agua del manantial, si se puede suplir la demanda futura de la población.

Q fuente + Q pozo $\geq$ Q requerido

5.52 lts/seg + 14.82 lts/seg $>$ 15.645 Lts/seg.

6.3 SELECCION DEL TIPO DE TUBERIA

Se seleccionó tubería PVC por las razones siguientes:

- Este tipo de tubería se recomienda para alturas entre los límites de 1000 a 1800 mts. SNM y Santa Catarina Pinula está en este límite.
- La tubería no estará sujeta a presiones
- El período de diseño puede ser de 30 años
- El costo del proyecto se reduce por ser más barata que las otras que se usan actualmente.

7. DISEÑO DE OBRAS

7.1 CAPTACION

Ninguna de las fuentes existentes está aislada del medio ambiente por lo que es necesario protegerlas de la contaminación ambiental así como garantizar la producción de agua para el período considerado. Se diseñan para cada fuente pequeñas cajas de captación (Plano 2.A); el agua captada en estas tres cajas es llevada a una sola obra que es la caja de reunión mostrada en el plano No. 2

7.2 CAJA DE REUNION

La obra física será construida de ladrillo tayuyo con sus refuerzos respectivos y tapadera de seguridad. Ver plano No. 2 Se localizará en la presa que existe actualmente.

7.3 TUBERIA DE CONDUCCION

Se diseñó para caudal de día máximo, que es igual al caudal promedio por el factor de diseño de conducción equivalente a 1.5

$$\text{diamax.} = 5.52 \text{ lts/seg} \times 1.5 = 8.29 \text{ lts/seg}$$

Los diámetros de tubería fueron elegidos a partir de una serie de combinaciones de diámetros y distancias horizontales hasta lograr un diámetro económico y comercial. Ver cuadro No. 3

Los cálculos hidráulicos se efectuaron utilizando la fórmula de HAZEM y WILLIAMS:

$$H_f = KQ^{1.85}$$

donde:

H_f = pérdida de carga en metros

Q = Caudal de día máximo en Lts/seg.

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

K' = Valor obtenido de la tabla de aplicación de la fórmula Hazem y Williams o conductos circulares (Tabla No. 1). Considerando el diámetro y la calidad de la tubería.

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)

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

d = Diámetro (pulgadas)

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

L = Longitud (metros)

$$K' = \frac{1733000}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

H_f = Pérdida de Carga (metros)

Calculó: Ing. Rodolfo González Morasso

CUADRO No 3

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION

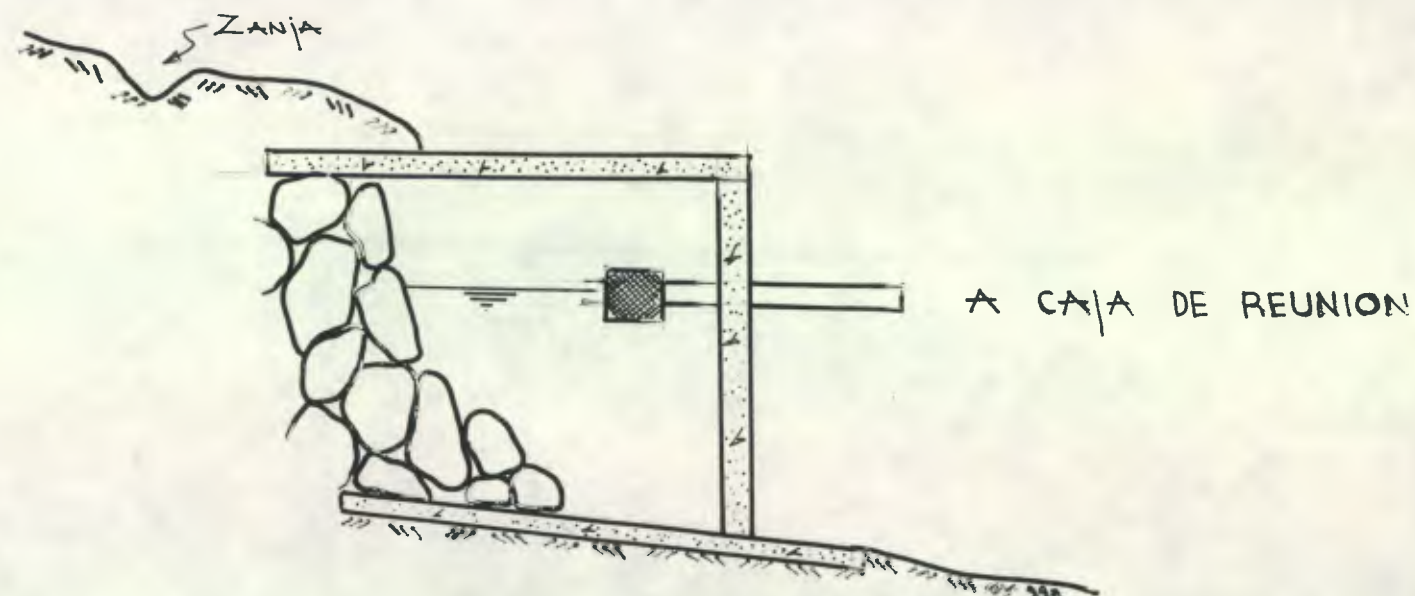
Q = 8.29 Lts/seg

CALCULOS HIDRAULICOS

TRAMO	h _o	h _y	h _d	L	Ø	M/L-1000	h _f	h _p	OBSERVACIONES
E-48, E-39	563.90	549.12	14.78	391.82	2"	6.345206	124.41		h _f > h _d
					3"	0.8808078	17.27		h _f > h _d
					4"	0.216985	4.25	559.65	
E-39, E-10	549.12	505.24	43.88	908.47	2"	6.345206	288.46		h _f > h _d
					3"	0.8808078	40.04	509.08	

h_o = CARGA INICIAL
 h_y = CARGA FINAL
 h_d = CARGA DISPONIBLE
 L = LONGITUD
 Ø = DIAMETRO DE TUBERIA
 h_f = PERDIDA DE CARGA
 h_p = ALTURA PIEZOMETRICA

CAPTACION



PLANO No 2 A

7.3.1 DISPOSITIVOS ESPECIALES

En la línea de conducción se instalarán válvulas de aire o ventosas para evitar el fenómeno de cavitación o de presiones negativas que provocan estrangulamiento de la sección útil de la tubería.

En las partes bajas se instalaran válvulas de limpieza (ver plano No. 1)

7.4 LOZAS DE TANQUES EXISTENTES

En las condiciones actuales de los dos tanques existentes hay exposición del agua a la contaminación debido a la mala calidad de los materiales utilizados y a la construcción de los mismos. En vista de esto se cree necesaria la construcción de una loza cuyos detalles aparecen en el plano No. 3

7.5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Considerando que el pozo ya está construido y que es necesario su funcionamiento para suplir la demanda futura de la población, se tendrá que construir un tanque para almacenar el agua que este produce. El tanque será ubicado en terreno municipal a orilla de la carretera y a 15.89 mts. sobre el nivel de la boca del pozo.

Como el tanque solo abastecerá a Santa Catarina Pinula y no al Pueblito, tendrá que abastecer en el período considerado a 9022 habitantes equivalente a 902.2 m^3 , por lo que la capacidad de almacenamiento deberá ser de 225.5 m^3 (25% del consumo medio diario) al final del período. Como el pozo produce $1280.844 \text{ m}^3/\text{día}$ se ha diseñado para una capacidad de 250 m^3 dando margen a una posible superpoblación (Ver plano No. 4)

8. ESTIMACION DE COSTOS

En el cuadro siguiente se muestra en resumen los gastos de materiales, mano de obra, accesos y transporte. Dichos costos asumen un total de Q 26,486.33 distribuidos así:

Materiales	Q 21778.11
Mano de obra	Q 1241.50
15% accesorios	Q 3266.72
Transporte	Q 200.00
TOTAL	<u>26486.33</u>

COSTO DE MATERIALES

Cuadro Resumen de los materiales a utilizar en el proyecto y costo de los mismos, incluyendo estimación de costos de transporte.

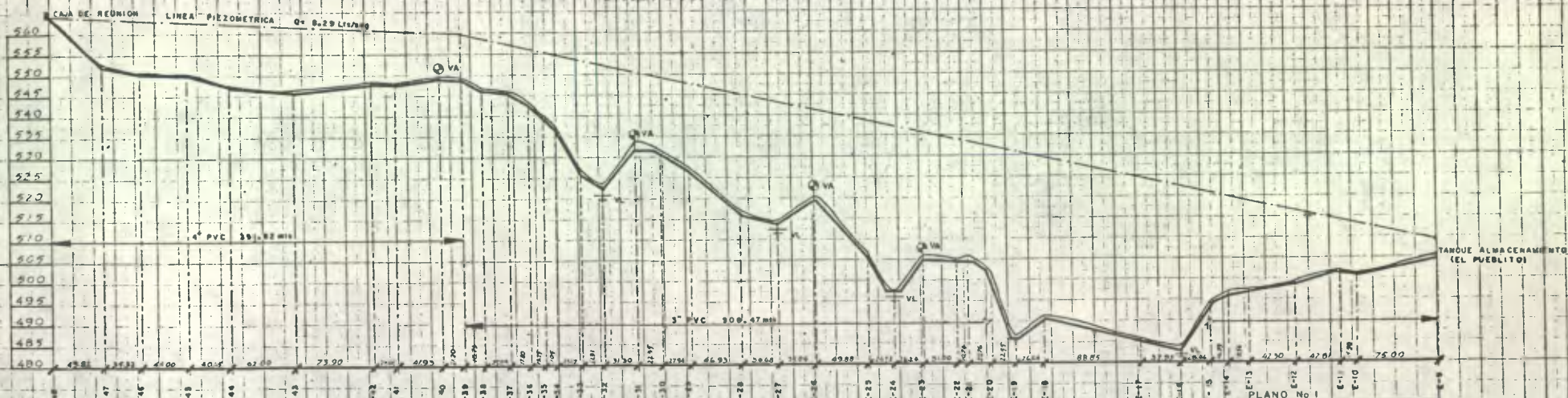
No. orden Fase	Materiales	Cantidad	Costo Material P/Unidad (Q)	Costo Total	Total Fase
1	Trabajos pre- liminarios: Captación y Caja de reu- nión.	Cemento 5 Sacos Arena 0.3 m ³ Piedrín 0.6 m ³ Hierro 0.8 qq	3.00 3.00 5.00 13.29	15.00 0.90 3.00 10.60	29.50
2	Conducción	Tubería PVC 3" (125 PSI-6m) 152 Tubería PVC 4" (125 PSI-6m) 653	14.15 24.00	2150.80 156.72	17822.80
3	Lozas	Cemento 58.5 Sacos Arena 3.3 m ³ Piedrín 6.6 m ³ hierro 17.3 qq	3.00 3.00 5.00 13.25	175.50 9.90 33.00 229.23	447.63
4	Tanque alma- cenamiento	cemento 532 Sacos Arena 29.8 m ³ Piedrín 44.7 m ³ hierro 3/8" 58.71 qq 3/4" 25 qq 5/8" 24 qq 1/4" 1 qq	3.00 3.00 5.00 13.25 16.00 15.50 19.50	1596.00 89.40 223.50 777.78 400.00 372.00 19.50	3478.18
Costo Materiales					21778.11
+ 15% accesorios					3266.72
Transporte					200.00
COSTO TOTAL					Q 25244.83

ESTIMACION DE MANO DE OBRA

No. Orden	Fase	Trabajo	Cant.	Unidad	P/Unidad	Total renglón	Total fase
1	Captación	Limpieza y caja de reunión	2	Jornales	2.25	4.50	
	Tanque Almacén	Limpieza	2	Jornales	2.25	4.50	
		Excavación (10 m ³)	10	Jornales	2.25	22.50	31.50
2	Captación y Caja reunión	Albañilería ayudantes	4	Jornales	5.00	20.00	
			8	Jornales	2.25	18.00	38.00
3	Conducción	Unir Tubería	6	Jornales	5.00	30.00	
		Ayudantes	12	Jornales	2.25	27.00	
		Abrir Zanja	200	Jornales	2.25	450.00	507.00
4	Lozas	Albañilería	5	Jornales	5.00	25.00	
		Ayudantes	10	Jornales	2.25	22.50	47.50
5.	Tanque almacenamiento.	Albañiles	65	Jornales	5.00	325.00	
		Ayudantes	130	Jornales	2.25	292.50	617.5
				TOTAL MANO DE OBRA			<u>1241.50</u>

PLANO No 1

REFERENCIAS
VA = VALVULA DE VIRE
VL = VALVULA DE LIMPIEZA



PLANO No 1

FACULTAD DE AGRONOMIA

PROYECTO

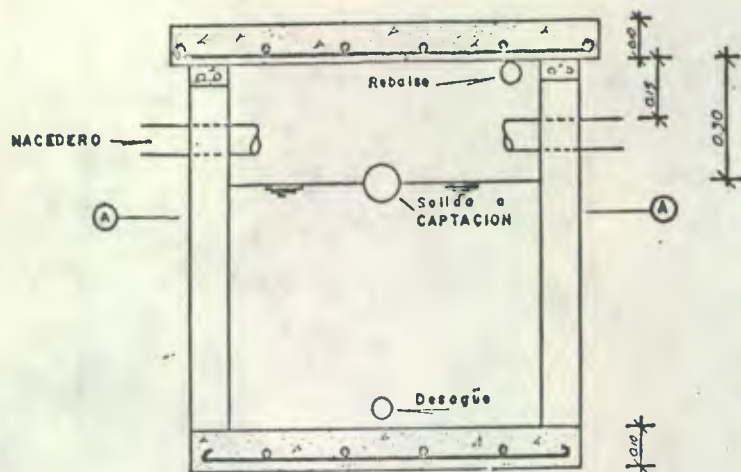
AGUA POTABLE DE STA. CATARINA PINULA

LEVANTO: C. VELAZ (C)

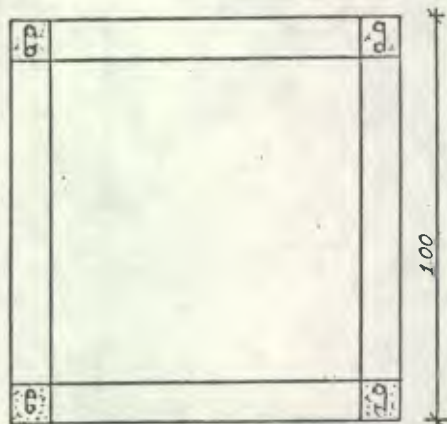
DIBUJO: M. T. SOLARES

ESCALA: N 1:5000
V 1:500

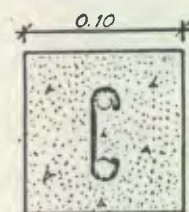
PLANO No 2
DISEÑO DE CAJA DE REUNION



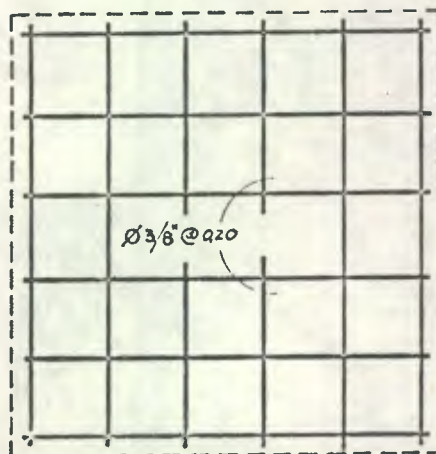
SECCION FRONTAL
Escala 1:10



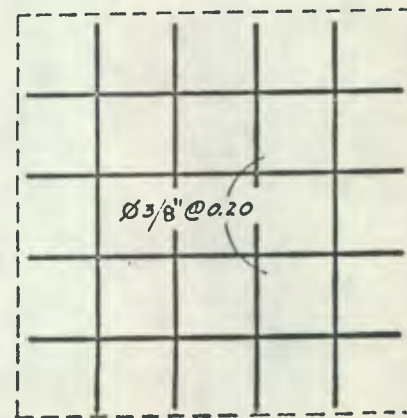
CORTE A-A



DETALLE DE MOCHETA
Escala 1:2.5



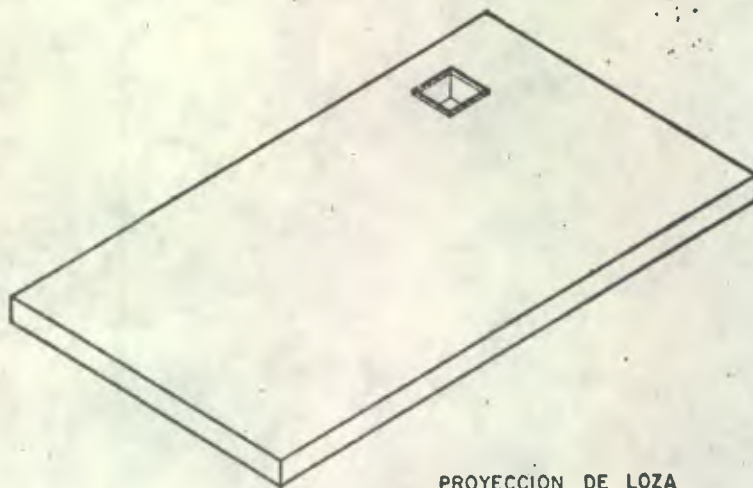
DETALLE DE TAPADERA



DETALLE DE BASE

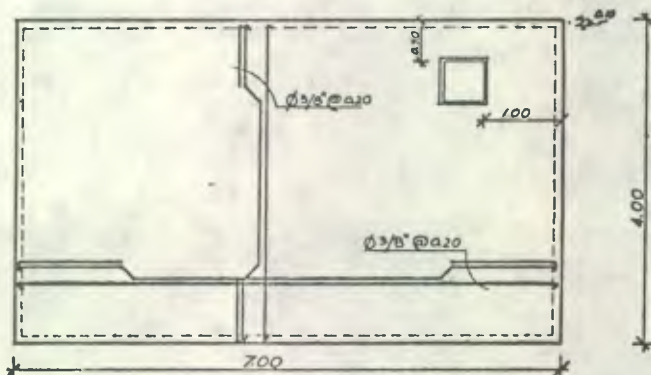
PLANO No 3

DISEÑO DE LOZA PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO



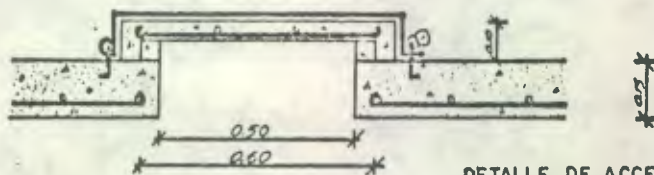
PROYECCION DE LOZA

ESCALA 1:50



DETALLE DE LOZA

ESCALA 1:50

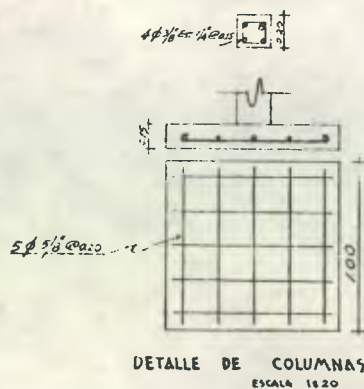
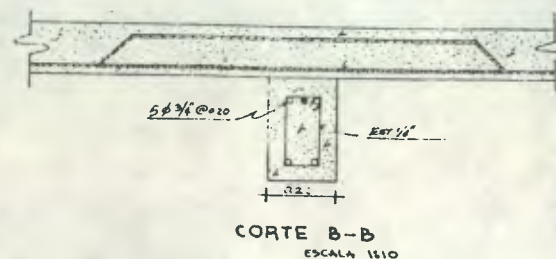
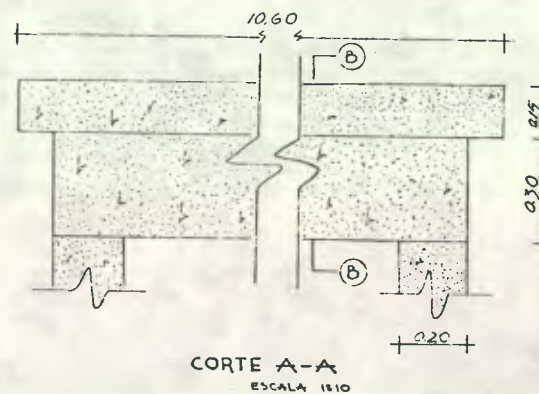
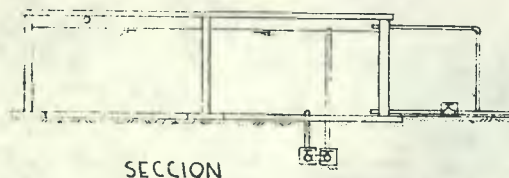
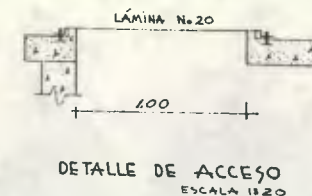
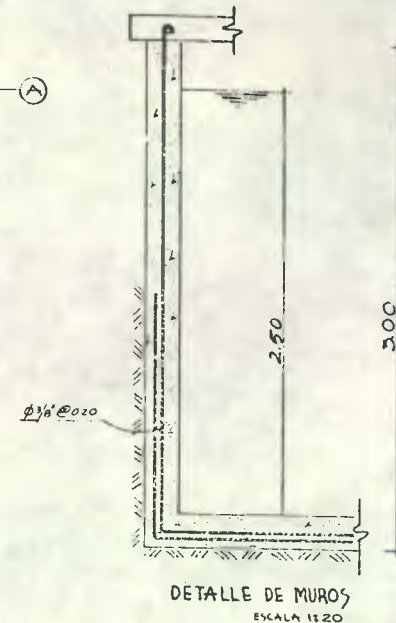
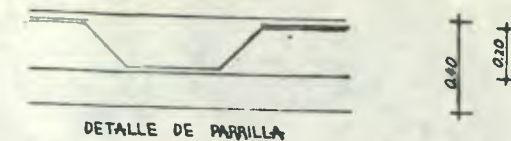
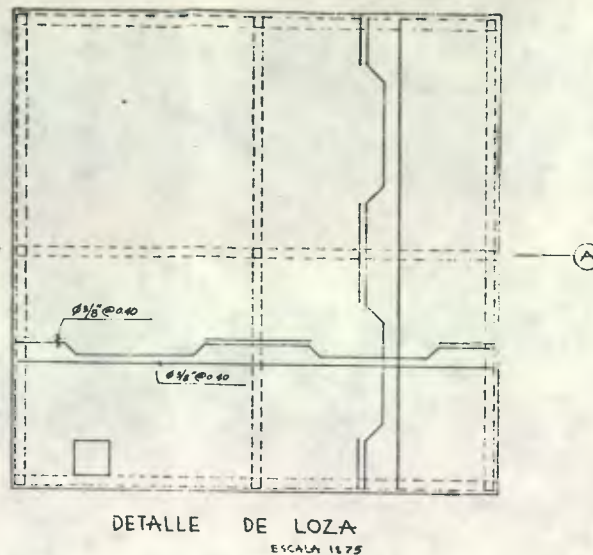
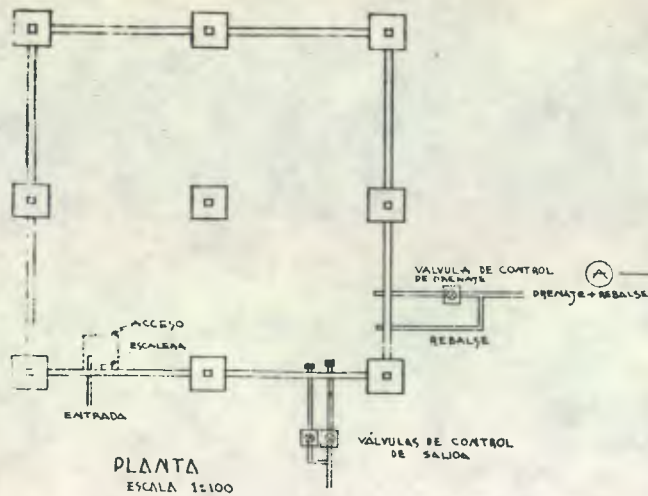


DETALLE DE ACCESO

ESCALA 1:10

DISEÑO Y CALCULO 8 Marco Tulio Solares M.

PLANO N.º 4



PROYECTO: AGUA POTABLE
SANTA CATARINA PINULA
FACULTAD DE AGRONOMIA, USAC
TANQUE ALMACENAMIENTO. CAP. 250M³
DISEÑO Y DIBUJO: M.T. SOLARES

REFERENCIA:
CONCRETO 18213

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES:

- 1) De acuerdo al estudio realizado, se comprobó la necesidad de rediseñar el sistema.
- 2) El manantial y el pozo si abastecieran en el período de diseño a la población de Santa Catarina Pinula.
- 3) La calidad química y bacteriológica del agua del manantial, según análisis no es favorable para el consumo humano.
- 4) De acuerdo al estudio realizado, el costo del rediseño es equivalente a:

Costo materiales	Q 21,778.11
Costo Mano de obra	Q 1,241.50
Accesorios	Q 3,266.72
Transporte	Q 200.00
TOTAL	26,486.33

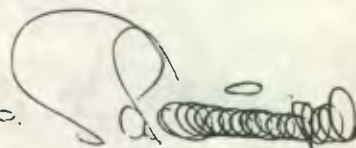
9.2 RECOMENDACIONES:

- 1) Es necesario mantener la producción y calidad sanitaria del agua del manantial, protegiéndolo del medio ambiente y reforestando la cuenca que surte dicho manantial.
- 2) Tras la imposibilidad de eliminar el uso de los terrenos aledaños al manantial para potreros, es necesario aislar la fuente de toda posible contaminación, por lo que se deben construir zanjias o terrazas de desviación alrededor de ésta para desviar los escurrimientos superficiales, ocasionados por excesos de precipitación.

10. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Curso de adiestramiento en la distribución del agua. Trad. por: México, Centro Regional de Ayuda Técnica, RTAC/AID, 1966. 167 p.
- 2.- SALLOVITZ, MANUEL. Tratado de Ingeniería Sanitaria. 4a. Ed. Buenos Aires, Editorial "El Ateneo". 1944. 450 p.
- 3.- USA, Servicio de Salubridad Pública. Manual - recomendable para el saneamiento del agua. 4a. Ed. Trad. por: P.J. Caballero. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, RTAC/AID, 1965. 55 p.
- 4.- WAGNER, E.G. y LANOIX, J.N. Abastecimiento de agua en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades. Ginebra, Organización Mundial de la Salud. 1961. 366 p.
- 5.- ALVAREZ, A.E. Estudio y diseño de un sistema - de introducción de agua potable al Caserío Lo de Carranza. Guatemala, Universidad - de San Carlos, Fac. de Agr. 1978. 35 p.
- 6.- FAIR, GEYER y OKUN. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales. México, Editorial Limusa-Wiley, S.A, 1968.
- 7.- FUENTES A., B. y OROZCO, G. Manual de tratamientos de aguas. Ed. por: Guatemala, División de Saneamiento Ambiental Depto. de Ingeniería Sanitaria, 1972. 43 p.

Uo. 30.



PALMIRA R. DE QUIN
JEFE CENTRO DE DOCUMENTACION
E INFORMACION AGRICOLA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

IMPRIMASE:

ING. AGR. RODOLFO ESTRADA G.
DECANO EN FUNCIONES

