

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

RAUL ALBERTO SANTOS ELIZONDO

**EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE EXISTENTE EN LA ALDEA
HORCONES, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.**

GUATEMALA

2000

**EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE EXISTENTE EN LA ALDEA
HORCONES, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL



**EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE EXISTENTE EN LA ALDEA
HORCONES, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.**

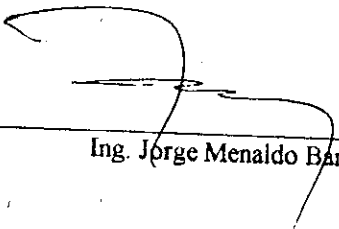
RAUL ALBERTO SANTOS ELIZONDO

Trabajo de graduación presentado para
Optar al título de Ingeniero Civil
en el grado de Licenciado

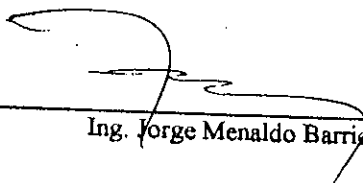
Guatemala

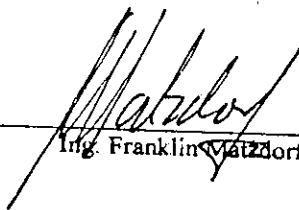
2000

Vo. Bo.:

F.) 
Ing. Jorge Menaldo Barrios

Tribunal:

F.) 
Ing. Jorge Menaldo Barrios

F.) 
Ing. Franklin Matzdorf

F.) 
Ing. Rafael Girón Méndez

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES:

Raúl Enrique Santos
Mima Ninneeth Elizondo de Santos

A MIS HERMANOS

Lester Enrique
David José
Juan Manuel

Agradecimiento especial a:

Ingeniero Jorge Menaldo Barrios,
por la asesoría de este trabajo de graduación.

A la municipalidad de Santa Catarina Mita, al
comité de Horcones y Llano del lagarto, por la
colaboración brindada.

CONTENIDO

	Páginas
I. INTRODUCCION	1
II. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN	2
A. Localización y Accesos	2
B. Topografía del Lugar	2
C. Aspectos Climatológicos	2
D. Viviendas	3
E. Autoridades	3
F. Servicios Públicos Existentes	3
G. Actividades Productivas	4
III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE AGUA	6
A. Descripción del Diseño del Proyecto Original	6
1. Generalidades	6
2. Descripción del Proyecto Construido	6
3. Captación	6
a. Caja Recolectora	6
b. Tanque de Alimentación	7
4. Casetas de Bombeo	7
5. Equipo de Bombeo	7
6. Línea de Bombeo	7
7. Tanque de Distribución	8
8. Red de Distribución	8
9. Conexiones Domiciliares	8
10. Diseño de Sistema	8

a. Datos de Diseño	8
b. Clase de Tubería	9
c. Cálculos Hidráulicos	9
11. Resumen de Costos	9
B. Descripción de la Obra Física Ejecutada	9
1. Generalidades	9
2. Caja de Recolección	9
3. Tanque de Alimentación	10
4. Casetas de Bombeo	10
5. Equipo de Bombeo	10
6. Línea de Bombeo	10
7. Tanque de Distribución	10
8. Conexiones Domiciliarias	11
C. Proyectos en Ejecución	11
IV. EVALUACION DEL SISTEMA ACTUAL	18
A. Cantidad y Calidad de Agua Servida	18
1. Cantidad de Agua Abastecida	18
a. Generalidades	18
b. Aforos al Sistema de Bombeo	18
2. Calidad de Agua Abastecida	19
a. Generalidades	19
b. Análisis Bacteriológico	19
c. Interpretación del Análisis Bacteriológico	27
d. Análisis Físico-Químico	27
e. Interpretación del Análisis Físico-Químico	31

B. Cantidad y Calidad del Agua Necesaria	31
1. Cantidad del Agua Necesaria	31
a. Generalidades	31
b. Estimación de Población Futura	31
c. Alternativa de Desinfección	35
C. Administración	35
1. Generalidades	35
2. Costo de Operación	38
3. Tarifas de Agua	38
4. Manejo de Fondos	39
5. Manejo y Mantenimiento	39
6. Evaluación de la Administración	39
V. POSIBLES SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS O MEJORAS NECESARIAS	40
A. Instalaciones	40
1. Conclusiones	40
2. Recomendaciones	40
B. Administración	41
1. Conclusiones	41
2. Recomendaciones	41
C. Mantenimiento y Asistencia Técnica	41
VI. BIBLIOGRAFIA	42

LISTA DE TABLAS Y GRAFICAS

	Páginas
2.1 Mapa de División Política y Administrativa	5
3.1 Planos del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Horcones	12
3.2 Fotos del Sistema de Abastecimiento de Agua en la Aldea Horcones	14
4.1 Normas de COGUANOR	20
4.2 Informe de Inspección Sanitaria	28
4.3 Examen Bacteriológico	29
4.4 Análisis Físico-Químico	30
4.5 Población Futura	33
4.6 Estimación de Población	34
4.7 Estimación de Hipoclorito de Calcio	36
4.8 Dispensor de Cloro	37

I. INTRODUCCION

La importancia de la evaluación de un sistema de agua potable es para conocer si satisface las necesidades de la población, si no necesita ser modificado o cambiado, como en nuestro caso. También observar si está operando en las condiciones para las cuales fue creado, y si su mantenimiento es eficiente, y a la vez con esto evaluar si el criterio empleado en su diseño fue o no el adecuado.

Debido al crecimiento demográfico en la aldea Horcones, el proyecto de agua, originalmente diseñado, no satisface las necesidades de la población.

Se pretende que el trabajo de graduación titulado "Evaluación del Sistema de Abastecimiento de agua potable en la Aldea los Horcones, Santa Catarina Mita, Jutiapa" pueda contribuir a mejorar el mencionado sistema y así el bienestar de la población existente y futura.

II. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

A. Localización y Accesos

La aldea Horcones, del municipio de Santa Catarina Mita, tiene dos vías de acceso principales: una de 13 km. por el municipio El Progreso y la otra de 16.5 km. por el sur oriente vía Arenera pasando por Santa Catarina Mita, ruta departamental No. 4. La elevación del centro de la población es de 1,050 mts. sobre el nivel del mar.

La localización exacta es:

Latitud	14°16'28"
Longitud	89°46'52"

Colindancias

Al Norte	Llano del Lagarto
Al Oeste	La Aradita
Al Sur	Aldea Nueva
Al Este	El Roblar

Fuente: IGN, Diccionario Geográfico de Guatemala, 1987

B. Topografía del Lugar

La aldea se encuentra al pie del tercer pico del volcán Suchitán, por lo tanto la población está en una pendiente de suroeste a noreste, con una diferencia de nivel de 100 mts. entre la parte alta y la parte más baja. El terreno es en su mayoría de forma de roca y lava.

Fuente: IGN, Diccionario Geográfico de Guatemala, 1987

C. Aspectos Climatológicos

Horcones generalmente tiene un clima semicálido. Las condiciones climatológicas promedio de la zona en el año 1,995 fueron.

-	Temperatura promedio máxima anual	32.51°C
-	Temperatura promedio mínima anual	17.98°C
-	Temperatura promedio medio anual	23.74°C

- Lluvia media anual	1,498.3mm
- Numero de días de lluvias al año	98 días

Fuente: INSIVUMEH, Clima de Guatemala, Guatemala 1,995.

D. Vivienda

Las viviendas de Horcones, en su mayoría están construidas de paredes de adobe y techos de teja de barro, otro tanto lo son de paredes de adobe y techo de lámina de zinc o de asbesto-cemento; los pisos en su mayoría son de torta de concreto y unos pocos de tierra.

En el censo del INE de 1,994 se encuentra que hubo 1,231 personas distribuidas en 257 casas.

Fuente: INE, Censos de Guatemala, Guatemala 1,994.

E. Autoridades

En la actualidad la aldea Horcones no cuenta con autoridades auxiliares, pero sí con un comité de agua potable al igual que el de Llano del Lagarto. Estos comités están formados por un Presidente, un Secretario, un Tesorero y cuatro Vocales.

Fuente: UNEPAR. Proyecto "Horcones". Guatemala, octubre de 1,977.

F. Servicios Públicos Existentes

- El Instituto Nacional de Electrificación (INDE) introdujo el servicio de energía en octubre de 1,972.

- Servicio público de agua potable inaugurado en 1,983.

- Escuela nacional de educación primaria completa y escuela de educación básica.

- Iglesias católicas y evangélicas.

- Servicio de teléfono comunitario.

- Puesto de Salud.

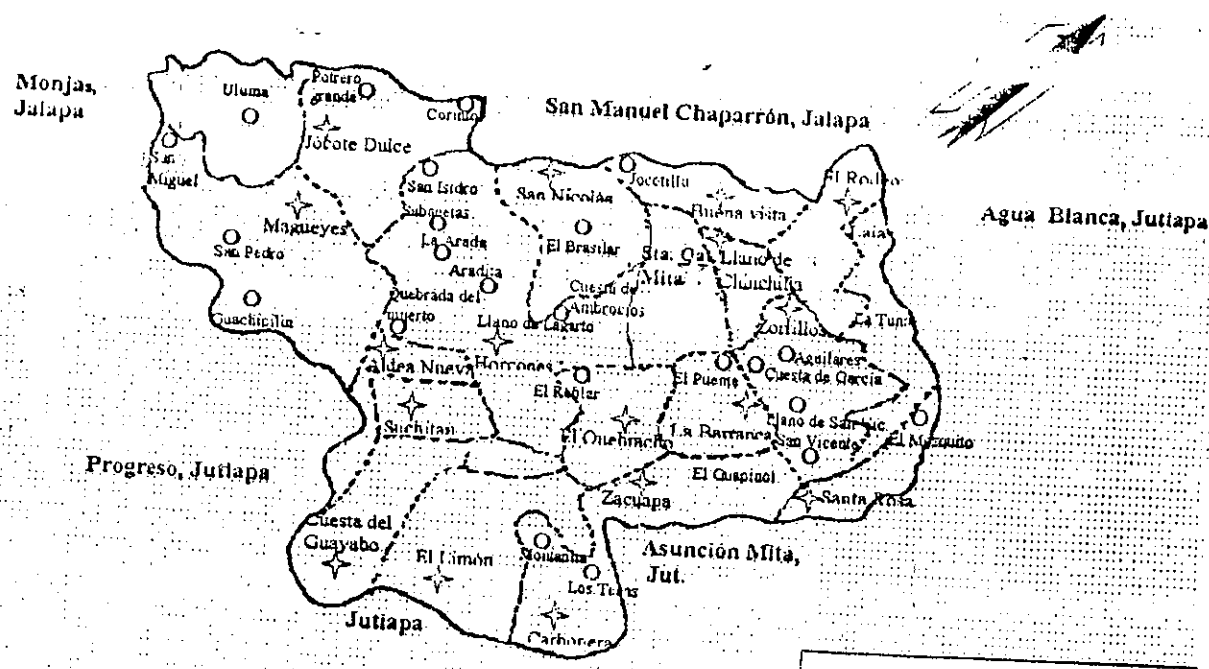
Fuente: IGN, Diccionario Geográfico de Guatemala, 1987

G. Actividades Productivas

La aldea Horcones se dedica en su mayoría a la agricultura y a la ganadería. Existen además otras fuentes de trabajo tales como: 4 molinos de maíz, 1 taller de herrería, 2 sastrerías, 3 carpinterías, 1 panadería y 2 carnicerías. El ingreso promedio al mes por cada familia es de Q 800.00.

Fuente: Entrevista con Palma, J. Monografía de Santa Catarina Mita. Guatemala 1,998.

Grafica 2.1
Mapa de división política y administrativa



UNIDAD TECNICA
MUNICIPAL
SANTA CATARINA MITA, JUT.

REFERENCIAS	
○	Cabecera Municipal
★	Caserio
⊙	Aldea

Fuente: IGN, Diccionario Geográfico de Guatemala, 1987

III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE AGUA

A. Descripción del Diseño del Proyecto Original

1. Generalidades

La aldea Horcones cuenta en la actualidad con un sistema de abastecimiento de agua potable, construido en 1,983 por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), dependencia del Ministerio de Salud Pública, cuya fuente de abastecimiento es el nacimiento Santa Rita, propiedad de José Miguel Hernández. Fue aforado en diciembre de 1,977 y dio un caudal de 6.305 Lt/s, equivalente a 176.48 m³/día. Este sistema tiene tubería HG en toda su conducción y 3 bombas en serie hasta elevar el agua a un tanque de distribución.

2. Descripción del Proyecto Construido

Toda la información siguiente fue proporcionada por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), hoy adscrito al INFOM. Luego de una breve descripción de la población se hace referencia a los servicios de agua potable existentes desde el año 1,983 en la aldea Horcones. En el sistema se proyectaron 232 conexiones domiciliarias.

3. Captación

En el nacimiento Santa Rita fueron hechos los trabajos necesarios para la captación por medio de 2 cajas recolectoras de 1 m³ y la conducción de un tanque de alimentación de 15 m³.

a. Cajas Recolectoras

Una de las cajas recolectoras se encuentra localizada en la estación 0+000, con cota de 1,000. La segunda caja recolectora se encuentra con cota de 998.5, aproximadamente. Para recolectar el agua se utilizó un drenaje francés, hecho con piedra bola.

b. Tanque de Alimentación

Se localiza en la estación E-1=0+041.90 con cota de 997.46 y tiene capacidad de 15 m³. El tanque es alimentado por 2 cajas de recolección, las cuales conducen el agua por tuberías HG de 4". El tanque tiene un rebalse de 2.225 Lt/s. por lo que no se necesita almacenamiento.

4. Casetas de Bombeo

En el diseño original la primer caseta se instaló a inmediaciones de la estación E-1=0+41.90 con cota de 997.46. La segunda caseta fue colocada en la estación E-14=0+862.10 con cota de 1,083.31. La tercera caseta fue colocada en la estación E-22=1+789.30 con cota de 1,176.75.

5. Equipo de bombeo

Fue diseñado con un sistema eléctrico trifásico con los siguientes datos;

Altura de succión	3 mts.
Altura dinámica total	363.52 mts.
Longitud de descarga	3760 mts.
Diámetro de descarga	2 1/2"
Diámetro de succión	3"
Caudal de bombeo	4.08 Lt/s.
Horas	12 horas
Número de bombas	3 bombas

6. Línea de Bombeo

La tubería entre las cajas recolectoras y el tanque de alimentación es de HG de 4" de diámetro y una longitud de 36 mts. La línea de bombeo entre el tanque de alimentación y el tanque de distribución es de tubería HG de 2 1/2" de diámetro y una longitud de 3,073 mts. La línea de bombeo fue instalada con sus respectivas válvulas de aire, codos y válvulas de limpieza.

7. Tanque de Distribución

El tanque de distribución se colocó en la estación E-32=3+716.00 con cota de terreno de 1,244.78 y cota de piso de 1,244.25. El tanque de distribución tiene capacidad para almacenar 75 m³ de agua.

8. Red de Distribución

Se utilizó tubería PVC con los siguientes diámetros y longitudes;

Diámetros	Longitud
3"	802 mts.
2"	489 mts.
2 1/2"	167 mts.
1 1/2"	1,977 mts.
1"	1,375 mts.
3/4"	617 mts.

9. Conexiones Domiciliares

Se contempló la construcción de 232 conexiones domiciliarias que representan 37% de las viviendas actuales. Constan de una llave de chorro sin rosca de manguera con la tubería y accesorios necesarios para efectuar la toma desde la red de distribución, se consideró una longitud de 30 mts. de tubería PVC de 1/2" por cada conexión domiciliar.

10. Diseño de Sistema

a. Datos de Diseño

- Fuente	Nacimiento.
- Período de diseño	20 años
- Sistema	Por bombeo
- Población en 1983	1,484 hab.
- Población en 2003	2,206 hab.
- Q promedio	2.04 Lt/s
- Q conducción	4.08 Lt/s

- Q distribución	4.08 Lt/s
- Dotación	80 Lt/hab/día
- Incremento de población	1.83%

b. Clase de Tubería

Se diseñó tubería de plástico de polivinilo (PVC) con coeficiente C=140 y presión de trabajo de 160 libras por pulgada cuadrada, y para tubería de hierro galvanizado (HG) con coeficiente C=100 para una presión de trabajo de 150 y 250 psi.

c. Cálculos Hidráulicos

El diseño se hizo con el uso del nomograma basado en la formula de Hazen Williams.

11. Resumen de Costos

Conducción y distribución	Q	151,636.32
Captación	Q	1,625.86
Utilidad contratistas e imprevistos	Q	45,978.18
Aporte comunal	Q	641.08
Estudios varios	Q	<u>1,540.00</u>
Total	Q	201,421.44

B. Descripción de la Obra Física Ejecutada

1. Generalidades

Describiremos la obra ejecutada en el año 1,978, al tomar como base lo observado durante el recorrido efectuado a lo largo del sistema de bombeo. Los datos adicionales que se muestran a continuación no se encuentran registrados en el diseño original.

2. Caja de Recolección

La fuente visitada consta de una sola caja de recolección construida de mampostería revestida. La caja de recolección tiene 39 mts. de largo, 2.5 mts. de ancho y 1.2 mts. de profundidad. El nacimiento Santa Rita tiene dos fuentes, pero se construyó un solo tanque de recolección.

3. Tanque de Alimentación

El Tanque de alimentación está construido de mampostería revestida. Sus medidas son de 3 mts. de ancho, 3 mts. de largo y 2 mts. de profundidad. Al costado de la caja de recolección y de la caja de alimentación pasa un riachuelo, que en los meses de enero y febrero es contaminado por un beneficio de café que desecha sus residuos.

4. Casetas de Bombeo

Se construyeron de mampostería revestida y losa de concreto. Sus medidas tienen 3.6 mts. de largo, 3.2 mts. de ancho y 2.2 mts. de alto. Se instalaron de acuerdo a los planos y apegados a las especificaciones que para el efecto se elaboraron y que hacemos mención en la pagina 7.

5. Equipo de Bombeo

Se instalaron y construyeron de acuerdo a las especificaciones que para el efecto se elaboraron y de las que hacemos mención en la pagina 7.

Las 3 bombas escogidas son iguales y tienen las siguientes propiedades.

Brook Crompton, Parkinson Limited, Toronto Monterrey, Frame-Bat, K215T, Nr922029. Tipe Dp, 15 HP, 3,440 RPM, V 208/416, A 4.8/20.4, F.S. 1.15, H2 60, PH 3, Cod G, AMB Max 40, Ratin Service Cont, Deingn B, Incl class B.

6. Línea de Bombeo

Se construyó de acuerdo a los planos y para cumplir las especificaciones de tal efecto.

7. Tanque de Distribución

El tanque de distribución fue construido de mampostería recubierta de cemento y piso de losa de concreto, techo de losa de concreto con su respiradero de PVC de diámetro de 4".

8. Conexiones Domiciliares

Estas fueron construidas de acuerdo a lo diseñado y a las especificaciones para las mismas, con su respectivo contador. Originalmente se colocaron 232 conexiones domiciliarias y a la fecha existe un total de 300 conexiones domiciliarias, ampliado a 17 años de su inauguración el sistema en 68 conexiones domiciliarias.

C. Proyectos en Ejecución

Actualmente se elaboran dos proyectos para abastecer de agua potable a la aldea los Horcones, la aldea Llano del Lagarto y el caserío La Aradita. Estos son:

La Unidad Ejecutora para Acueductos rurales (UNEPAR) perfora un pozo en la aldea Horcones. Este proyecto no tiene diseño actualmente.

Se contempla la instalación de tres bombas paralelas a las ya existentes se usa la misma línea de conducción fundada el 1983 por el comité del Llano del Lagarto. Este proyecto no tiene diseño actualmente.

Grafica 3.1
Planos del sistema de abastecimiento de agua potable Horcones

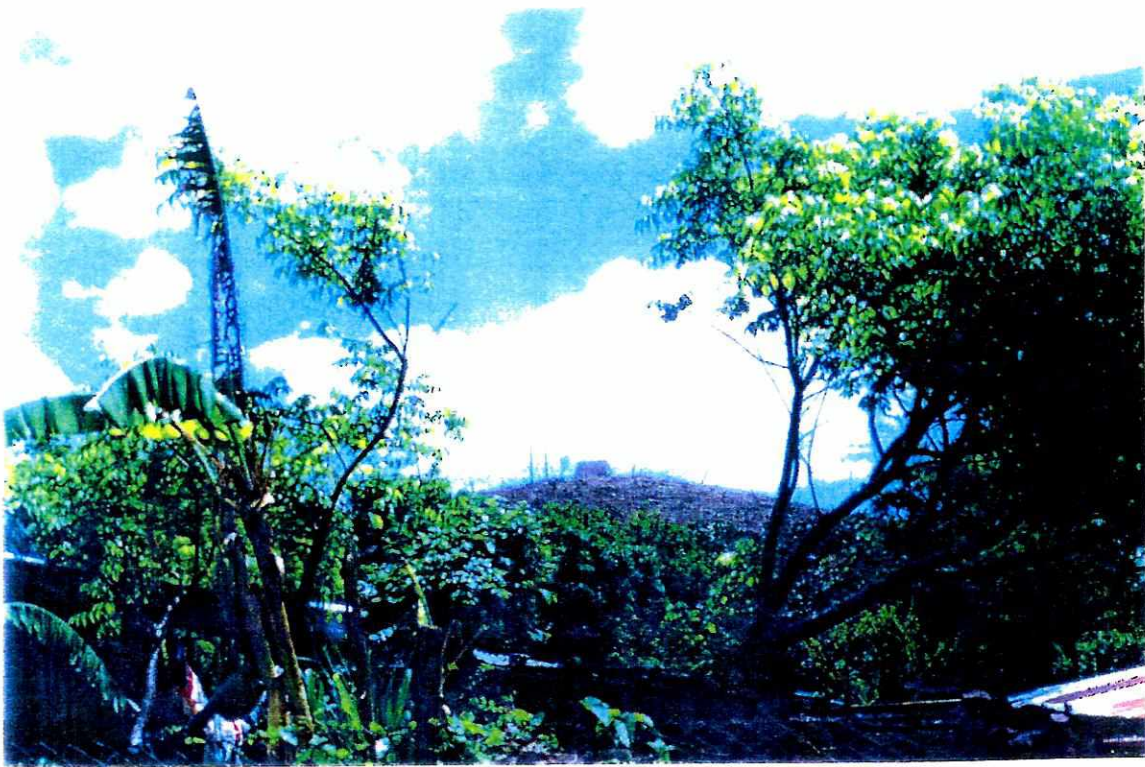
C. 22.5 HA # 221
 C. 22.5 HA # 222
 C. 22.5 HA # 223
 C. 22.5 HA # 224
 C. 22.5 HA # 225
 C. 22.5 HA # 226
 C. 22.5 HA # 227
 C. 22.5 HA # 228
 C. 22.5 HA # 229
 C. 22.5 HA # 230
 C. 22.5 HA # 231
 C. 22.5 HA # 232
 C. 22.5 HA # 233
 C. 22.5 HA # 234
 C. 22.5 HA # 235
 C. 22.5 HA # 236
 C. 22.5 HA # 237
 C. 22.5 HA # 238
 C. 22.5 HA # 239
 C. 22.5 HA # 240

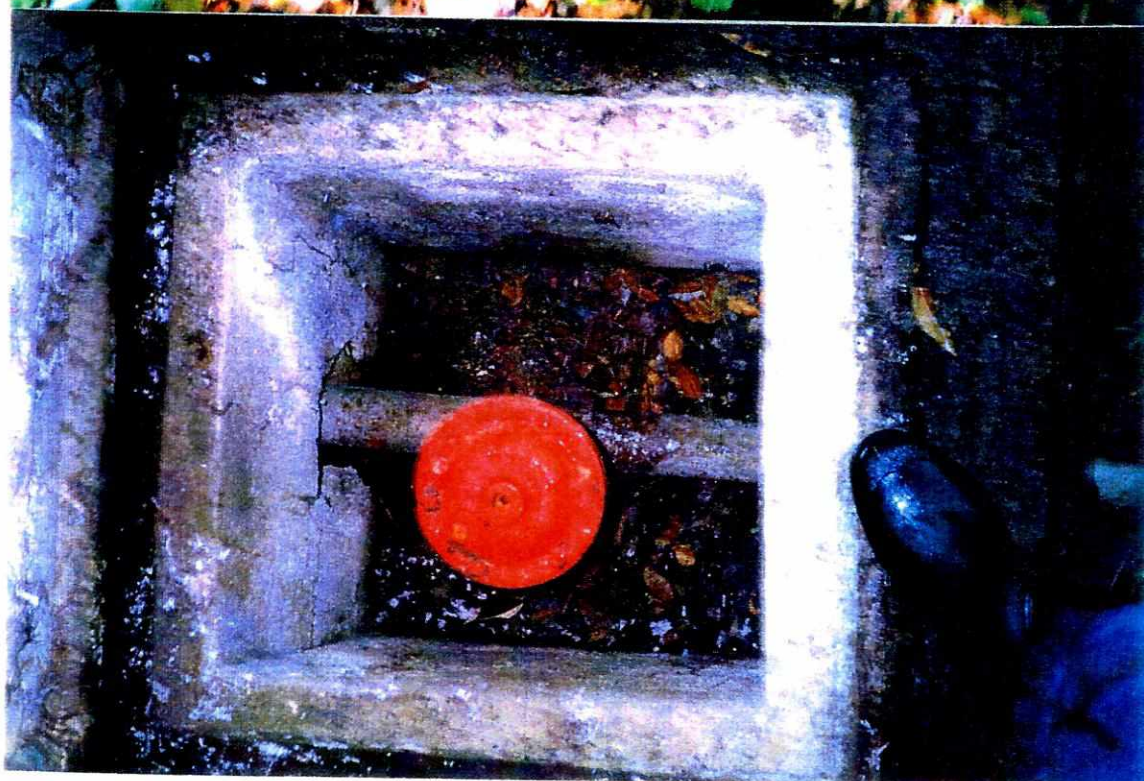
DATOS DEL LINDO
 PLANTAS: PAPA, N. JANTS
 SEME: MANDARIN (3)
 20 - 21100

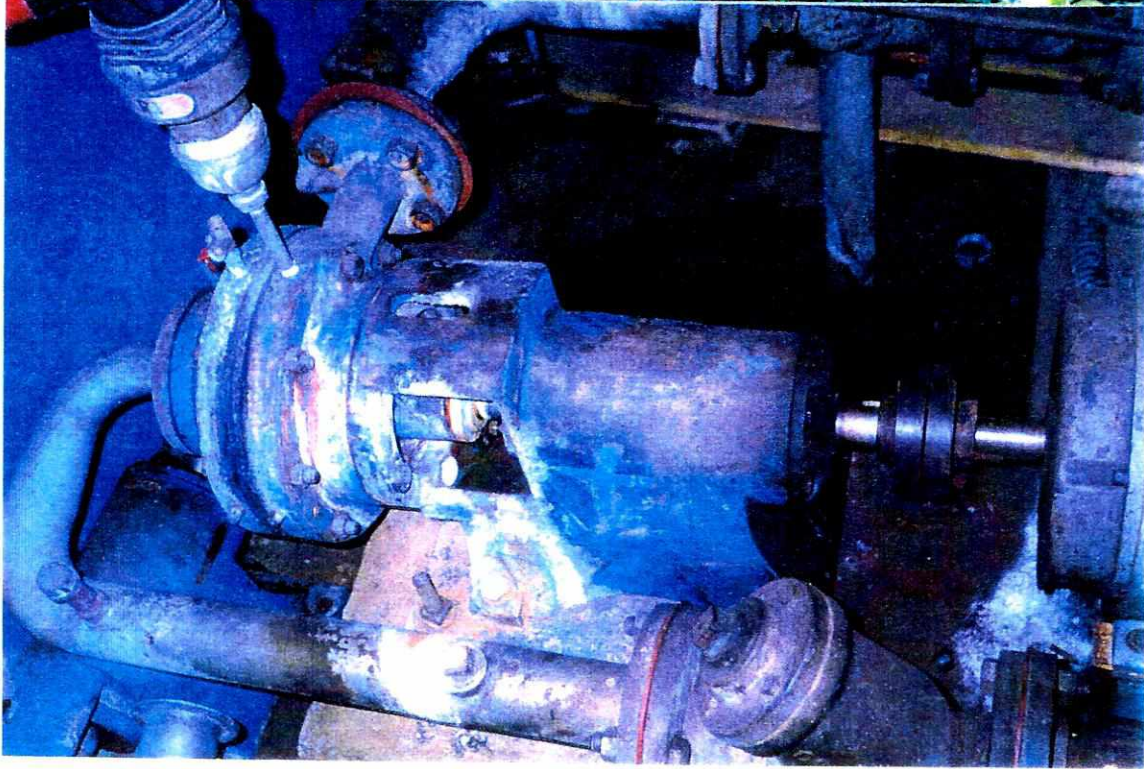
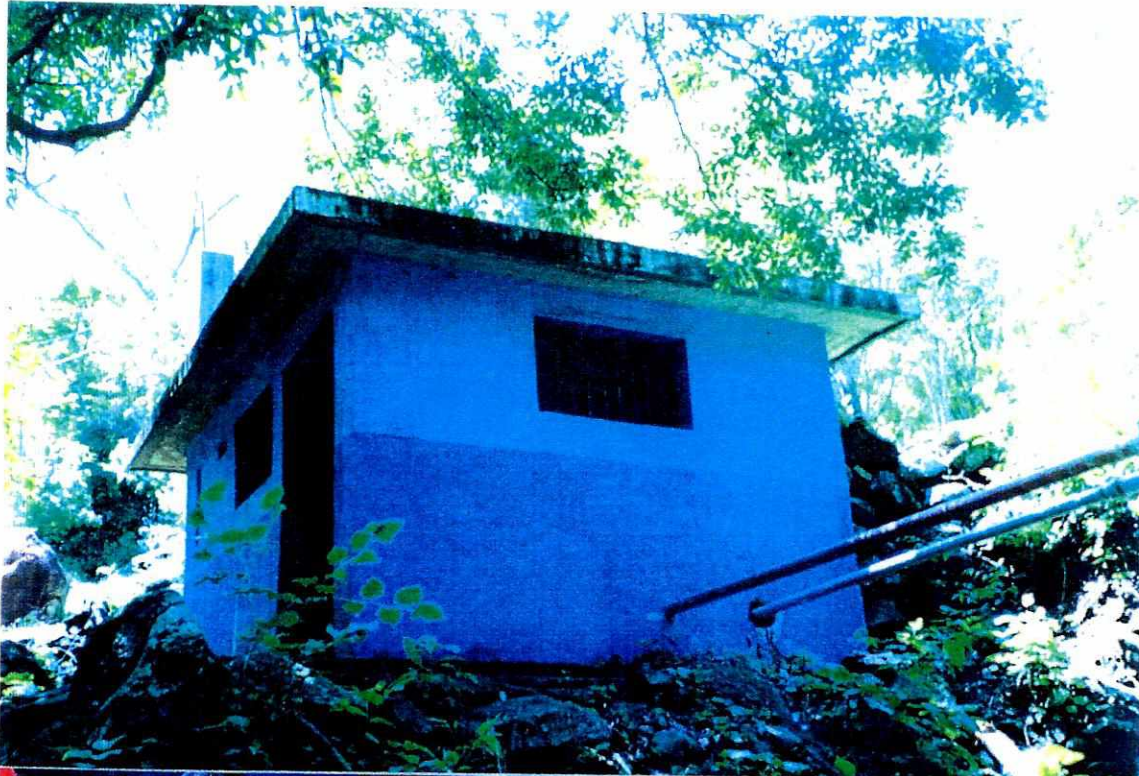
REFERENCIAS
 ESTACION (S)
 CADA DE CAPTACION
 TIPO DE ALIMENTACION
 CADA DE BARRIL
 COD (C)
 LINEA DE ALIMENTACION
 TUBERIA
 VALVULA DE CERRAMIENTO

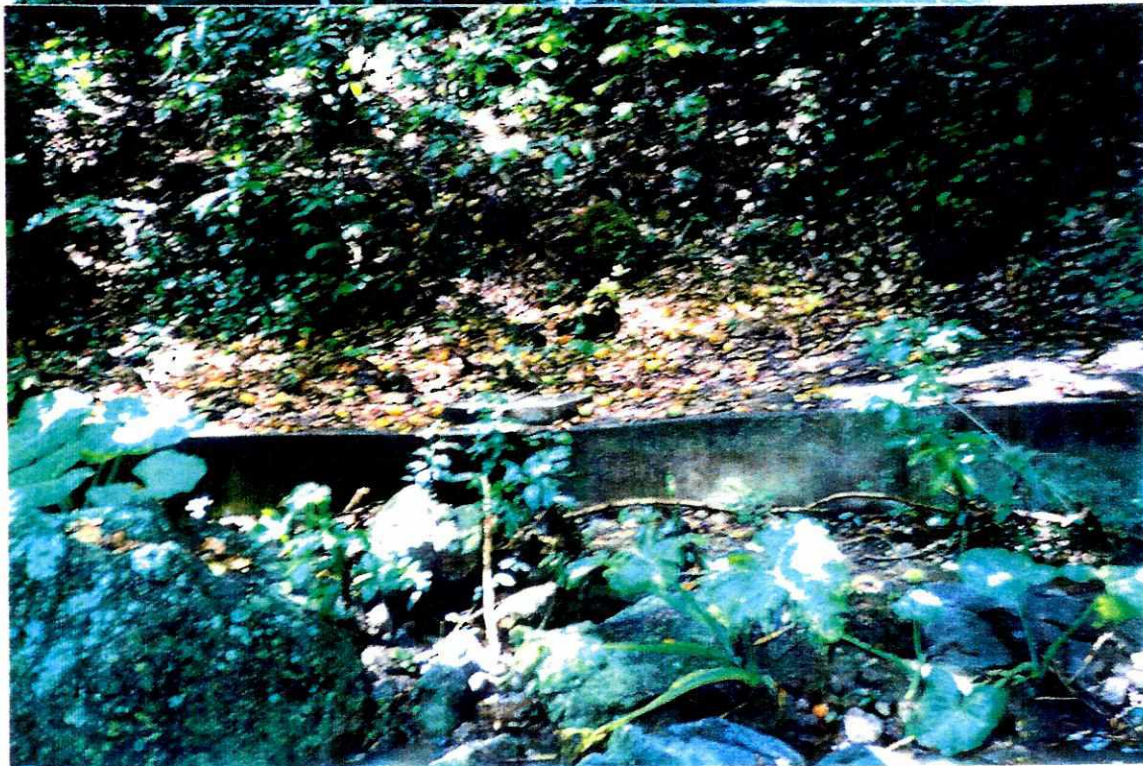
TIPO DE TUBERIA	MIS	Ø	CADA
TIPO DE TUBERIA	1	1/2"	1/2"
TIPO DE TUBERIA	2	3/4"	3/4"
TIPO DE TUBERIA	3	1"	1"
TIPO DE TUBERIA	4	1 1/4"	1 1/4"
TIPO DE TUBERIA	5	1 1/2"	1 1/2"
TIPO DE TUBERIA	6	2"	2"
TIPO DE TUBERIA	7	2 1/2"	2 1/2"
TIPO DE TUBERIA	8	3"	3"
TIPO DE TUBERIA	9	3 1/2"	3 1/2"
TIPO DE TUBERIA	10	4"	4"
TIPO DE TUBERIA	11	4 1/2"	4 1/2"
TIPO DE TUBERIA	12	5"	5"
TIPO DE TUBERIA	13	5 1/2"	5 1/2"
TIPO DE TUBERIA	14	6"	6"
TIPO DE TUBERIA	15	6 1/2"	6 1/2"
TIPO DE TUBERIA	16	7"	7"
TIPO DE TUBERIA	17	7 1/2"	7 1/2"
TIPO DE TUBERIA	18	8"	8"
TIPO DE TUBERIA	19	8 1/2"	8 1/2"
TIPO DE TUBERIA	20	9"	9"
TIPO DE TUBERIA	21	9 1/2"	9 1/2"
TIPO DE TUBERIA	22	10"	10"
TIPO DE TUBERIA	23	10 1/2"	10 1/2"
TIPO DE TUBERIA	24	11"	11"
TIPO DE TUBERIA	25	11 1/2"	11 1/2"
TIPO DE TUBERIA	26	12"	12"
TIPO DE TUBERIA	27	12 1/2"	12 1/2"
TIPO DE TUBERIA	28	13"	13"
TIPO DE TUBERIA	29	13 1/2"	13 1/2"
TIPO DE TUBERIA	30	14"	14"
TIPO DE TUBERIA	31	14 1/2"	14 1/2"
TIPO DE TUBERIA	32	15"	15"
TIPO DE TUBERIA	33	15 1/2"	15 1/2"
TIPO DE TUBERIA	34	16"	16"
TIPO DE TUBERIA	35	16 1/2"	16 1/2"
TIPO DE TUBERIA	36	17"	17"
TIPO DE TUBERIA	37	17 1/2"	17 1/2"
TIPO DE TUBERIA	38	18"	18"
TIPO DE TUBERIA	39	18 1/2"	18 1/2"
TIPO DE TUBERIA	40	19"	19"
TIPO DE TUBERIA	41	19 1/2"	19 1/2"
TIPO DE TUBERIA	42	20"	20"
TIPO DE TUBERIA	43	20 1/2"	20 1/2"
TIPO DE TUBERIA	44	21"	21"
TIPO DE TUBERIA	45	21 1/2"	21 1/2"
TIPO DE TUBERIA	46	22"	22"
TIPO DE TUBERIA	47	22 1/2"	22 1/2"
TIPO DE TUBERIA	48	23"	23"
TIPO DE TUBERIA	49	23 1/2"	23 1/2"
TIPO DE TUBERIA	50	24"	24"
TIPO DE TUBERIA	51	24 1/2"	24 1/2"
TIPO DE TUBERIA	52	25"	25"
TIPO DE TUBERIA	53	25 1/2"	25 1/2"
TIPO DE TUBERIA	54	26"	26"
TIPO DE TUBERIA	55	26 1/2"	26 1/2"
TIPO DE TUBERIA	56	27"	27"
TIPO DE TUBERIA	57	27 1/2"	27 1/2"
TIPO DE TUBERIA	58	28"	28"
TIPO DE TUBERIA	59	28 1/2"	28 1/2"
TIPO DE TUBERIA	60	29"	29"
TIPO DE TUBERIA	61	29 1/2"	29 1/2"
TIPO DE TUBERIA	62	30"	30"
TIPO DE TUBERIA	63	30 1/2"	30 1/2"
TIPO DE TUBERIA	64	31"	31"
TIPO DE TUBERIA	65	31 1/2"	31 1/2"
TIPO DE TUBERIA	66	32"	32"
TIPO DE TUBERIA	67	32 1/2"	32 1/2"
TIPO DE TUBERIA	68	33"	33"
TIPO DE TUBERIA	69	33 1/2"	33 1/2"
TIPO DE TUBERIA	70	34"	34"
TIPO DE TUBERIA	71	34 1/2"	34 1/2"
TIPO DE TUBERIA	72	35"	35"
TIPO DE TUBERIA	73	35 1/2"	35 1/2"
TIPO DE TUBERIA	74	36"	36"
TIPO DE TUBERIA	75	36 1/2"	36 1/2"
TIPO DE TUBERIA	76	37"	37"
TIPO DE TUBERIA	77	37 1/2"	37 1/2"
TIPO DE TUBERIA	78	38"	38"
TIPO DE TUBERIA	79	38 1/2"	38 1/2"
TIPO DE TUBERIA	80	39"	39"
TIPO DE TUBERIA	81	39 1/2"	39 1/2"
TIPO DE TUBERIA	82	40"	40"
TIPO DE TUBERIA	83	40 1/2"	40 1/2"
TIPO DE TUBERIA	84	41"	41"
TIPO DE TUBERIA	85	41 1/2"	41 1/2"
TIPO DE TUBERIA	86	42"	42"
TIPO DE TUBERIA	87	42 1/2"	42 1/2"
TIPO DE TUBERIA	88	43"	43"
TIPO DE TUBERIA	89	43 1/2"	43 1/2"
TIPO DE TUBERIA	90	44"	44"
TIPO DE TUBERIA	91	44 1/2"	44 1/2"
TIPO DE TUBERIA	92	45"	45"
TIPO DE TUBERIA	93	45 1/2"	45 1/2"
TIPO DE TUBERIA	94	46"	46"
TIPO DE TUBERIA	95	46 1/2"	46 1/2"
TIPO DE TUBERIA	96	47"	47"
TIPO DE TUBERIA	97	47 1/2"	47 1/2"
TIPO DE TUBERIA	98	48"	48"
TIPO DE TUBERIA	99	48 1/2"	48 1/2"
TIPO DE TUBERIA	100	49"	49"
TIPO DE TUBERIA	101	49 1/2"	49 1/2"
TIPO DE TUBERIA	102	50"	50"
TIPO DE TUBERIA	103	50 1/2"	50 1/2"
TIPO DE TUBERIA	104	51"	51"
TIPO DE TUBERIA	105	51 1/2"	51 1/2"
TIPO DE TUBERIA	106	52"	52"
TIPO DE TUBERIA	107	52 1/2"	52 1/2"
TIPO DE TUBERIA	108	53"	53"
TIPO DE TUBERIA	109	53 1/2"	53 1/2"
TIPO DE TUBERIA	110	54"	54"
TIPO DE TUBERIA	111	54 1/2"	54 1/2"
TIPO DE TUBERIA	112	55"	55"
TIPO DE TUBERIA	113	55 1/2"	55 1/2"
TIPO DE TUBERIA	114	56"	56"
TIPO DE TUBERIA	115	56 1/2"	56 1/2"
TIPO DE TUBERIA	116	57"	57"
TIPO DE TUBERIA	117	57 1/2"	57 1/2"
TIPO DE TUBERIA	118	58"	58"
TIPO DE TUBERIA	119	58 1/2"	58 1/2"
TIPO DE TUBERIA	120	59"	59"
TIPO DE TUBERIA	121	59 1/2"	59 1/2"
TIPO DE TUBERIA	122	60"	60"
TIPO DE TUBERIA	123	60 1/2"	60 1/2"
TIPO DE TUBERIA	124	61"	61"
TIPO DE TUBERIA	125	61 1/2"	61 1/2"
TIPO DE TUBERIA	126	62"	62"
TIPO DE TUBERIA	127	62 1/2"	62 1/2"
TIPO DE TUBERIA	128	63"	63"
TIPO DE TUBERIA	129	63 1/2"	63 1/2"
TIPO DE TUBERIA	130	64"	64"
TIPO DE TUBERIA	131	64 1/2"	64 1/2"
TIPO DE TUBERIA	132	65"	65"
TIPO DE TUBERIA	133	65 1/2"	65 1/2"
TIPO DE TUBERIA	134	66"	66"
TIPO DE TUBERIA	135	66 1/2"	66 1/2"
TIPO DE TUBERIA	136	67"	67"
TIPO DE TUBERIA	137	67 1/2"	67 1/2"
TIPO DE TUBERIA	138	68"	68"
TIPO DE TUBERIA	139	68 1/2"	68 1/2"
TIPO DE TUBERIA	140	69"	69"
TIPO DE TUBERIA	141	69 1/2"	69 1/2"
TIPO DE TUBERIA	142	70"	70"
TIPO DE TUBERIA	143	70 1/2"	70 1/2"
TIPO DE TUBERIA	144	71"	71"
TIPO DE TUBERIA	145	71 1/2"	71 1/2"
TIPO DE TUBERIA	146	72"	72"
TIPO DE TUBERIA	147	72 1/2"	72 1/2"
TIPO DE TUBERIA	148	73"	73"
TIPO DE TUBERIA	149	73 1/2"	73 1/2"
TIPO DE TUBERIA	150	74"	74"
TIPO DE TUBERIA	151	74 1/2"	74 1/2"
TIPO DE TUBERIA	152	75"	75"
TIPO DE TUBERIA	153	75 1/2"	75 1/2"
TIPO DE TUBERIA	154	76"	76"
TIPO DE TUBERIA	155	76 1/2"	76 1/2"
TIPO DE TUBERIA	156	77"	77"
TIPO DE TUBERIA	157	77 1/2"	77 1/2"
TIPO DE TUBERIA	158	78"	78"
TIPO DE TUBERIA	159	78 1/2"	78 1/2"
TIPO DE TUBERIA	160	79"	79"
TIPO DE TUBERIA	161	79 1/2"	79 1/2"
TIPO DE TUBERIA	162	80"	80"
TIPO DE TUBERIA	163	80 1/2"	80 1/2"
TIPO DE TUBERIA	164	81"	81"
TIPO DE TUBERIA	165	81 1/2"	81 1/2"
TIPO DE TUBERIA	166	82"	82"
TIPO DE TUBERIA	167	82 1/2"	82 1/2"
TIPO DE TUBERIA	168	83"	83"
TIPO DE TUBERIA	169	83 1/2"	83 1/2"
TIPO DE TUBERIA	170	84"	84"
TIPO DE TUBERIA	171	84 1/2"	84 1/2"
TIPO DE TUBERIA	172	85"	85"
TIPO DE TUBERIA	173	85 1/2"	85 1/2"
TIPO DE TUBERIA	174	86"	86"
TIPO DE TUBERIA	175	86 1/2"	86 1/2"
TIPO DE TUBERIA	176	87"	87"
TIPO DE TUBERIA	177	87 1/2"	87 1/2"
TIPO DE TUBERIA	178	88"	88"
TIPO DE TUBERIA	179	88 1/2"	88 1/2"
TIPO DE TUBERIA	180	89"	89"
TIPO DE TUBERIA	181	89 1/2"	89 1/2"
TIPO DE TUBERIA	182	90"	90"
TIPO DE TUBERIA	183	90 1/2"	90 1/2"
TIPO DE TUBERIA	184	91"	91"
TIPO DE TUBERIA	185	91 1/2"	91 1/2"
TIPO DE TUBERIA	186	92"	92"
TIPO DE TUBERIA	187	92 1/2"	92 1/2"
TIPO DE TUBERIA	188	93"	93"
TIPO DE TUBERIA	189	93 1/2"	93 1/2"
TIPO DE TUBERIA	190	94"	94"
TIPO DE TUBERIA	191	94 1/2"	94 1/2"
TIPO DE TUBERIA	192	95"	95"
TIPO DE TUBERIA	193	95 1/2"	95 1/2"
TIPO DE TUBERIA	194	96"	96"
TIPO DE TUBERIA	195	96 1/2"	96 1/2"
TIPO DE TUBERIA	196	97"	97"
TIPO DE TUBERIA	197	97 1/2"	97 1/2"
TIPO DE TUBERIA	198	98"	98"
TIPO DE TUBERIA	199	98 1/2"	98 1/2"
TIPO DE TUBERIA	200	99"	99"
TIPO DE TUBERIA	201	99 1/2"	99 1/2"
TIPO DE TUBERIA	202	100"	100"
TIPO DE TUBERIA	203	100 1/2"	100 1/2"
TIPO DE TUBERIA	204	101"	101"
TIPO DE TUBERIA	205	101 1/2"	101 1/2"
TIPO DE TUBERIA	206	102"	102"
TIPO DE TUBERIA	207	102 1/2"	102 1/2"
TIPO DE TUBERIA	208	103"	103"
TIPO DE TUBERIA	209	103 1/2"	103 1/2"
TIPO DE TUBERIA	210	104"	104"
TIPO DE TUBERIA	211	104 1/2"	104 1/2"
TIPO DE TUBERIA	212	105"	105"
TIPO DE TUBERIA	213	105 1/2"	105 1/2"
TIPO DE TUBERIA	214	106"	106"
TIPO DE TUBERIA	215	106 1/2"	106 1/2"
TIPO DE TUBERIA	216	107"	107"
TIPO DE TUBERIA	217	107 1/2"	107 1/2"
TIPO DE TUBERIA	218	108"	108"
TIPO DE TUBERIA	219	108 1/2"	108 1/2"
TIPO DE TUBERIA	220	109"	109"
TIPO DE TUBERIA	221	109 1/2"	109 1/2"
TIPO DE TUBERIA	222	110"	110"
TIPO DE TUBERIA	223	110 1/2"	110 1/2"
TIPO DE TUBERIA	224	111"	111"
TIPO DE TUBERIA	225	111 1/2"	111 1/2"
TIPO DE TUBERIA	226	112"	112"
TIPO DE TUBERIA	227	112 1/2"	112 1/2"
TIPO DE TUBERIA	228	113"	113"
TIPO DE TUBERIA	229	113 1/2"	113 1/2"
TIPO DE TUBERIA	230	114"	114"
TIPO DE TUBERIA	231	114 1/2"	114 1/2"
TIPO DE TUBERIA	232	115"	115"
TIPO DE TUBERIA	233	115 1/2"	115 1/2"
TIPO DE TUBERIA	234	116"	116"
TIPO DE TUBERIA	235	116 1/2"	116 1/2"
TIPO DE TUBERIA	236	117"	117"
TIPO DE TUBERIA	237	117 1/2"	117 1/2"
TIPO DE TUBERIA	238	118"	118"
TIPO DE TUBERIA	239	118 1/2"	118 1/2"
TIPO DE TUBERIA	240	119"	119"
TIPO DE TUBERIA	241	119 1/2"	119 1/2"
TIPO DE TUBERIA	242	120"	120"
TIPO DE TUBERIA	243	120 1/2"	120 1/2"
TIPO DE TUBERIA	244	121"	121"
TIPO DE TUBERIA	245	121 1/2"	121 1/2"
TIPO			

Gráficas 3.2
Fotos del sistema de abastecimiento de agua en la aldea Horcones









IV. EVALUACION DEL SERVICIO ACTUAL

A. Cantidad y Calidad de Agua Servida

1. Cantidad de Agua Servida

a. Generalidades

El objeto de este punto es conocer la cantidad de agua que se sirve y la cantidad disponible. Para poder desarrollar este punto nos basamos en los resultados de la encuesta realizada por el comité de Horcones. Estos datos fueron aportados por la tesorera del comité del Llano del Lagarto, Aura Mérida Palma y por el presidente del comité de Horcones, Esaúl Girón. Es importante mencionar que el sistema de agua potable de Horcones abastece la aldea Llano del Lagarto, el caserío La Aradita y la aldea Horcones. El número de viviendas con servicio domiciliar a la fecha es el siguiente;

Número de Habitantes	=3,690
Número de Viviendas	= 615
Número de Viviendas con Servicio	
Domiciliar de Agua	= 300
Número de Viviendas sin Servicio	
Domiciliar de Agua	= 315

b. Aforos al Sistema de Bombeo

Para el sistema de bombeo no se tienen datos anteriores de aforos, por lo tanto conoceremos los aforos que fueron proporcionados por José Víctor Palma, hechos el 6 de marzo de 2,000.

Es importante saber que las bombas tienen un trabajo de doce horas promedio diarias. El tanque de distribución tiene capacidad de 110 m³, pero sólo se ocupa para almacenar 75 m³ de agua.

El resultado del aforo del tanque es de 1.94 Lt/s. y de los datos del inciso anterior podemos decir que con este caudal se abastecen 300 casas, y al tomar 6 personas por vivienda el caudal de bombeo abastece 1,800 personas.

De los datos del diseño original las bombas pueden dar un caudal promedio que es de 2.04 Lt/s. Sin embargo en la actualidad las bombas están trabajando con un caudal de 1.94 Lt/s. durante un período de doce horas diarias. Al dividir esta capacidad en el caudal de llenado podemos estimar el período de llenado del tanque así; $75\text{m}^3/0.00194\text{m}^3/\text{s} = 38,659.79$ segundos = 10.7 horas.

2. Calidad de Agua Abastecida

a. Generalidades

En el mes de enero de 1998 se tomaron muestras del nacimiento Santa Rita y en agosto de 1,998 se tomaron muestras de agua en un grifo de Horcones, para lo cual se siguieron las normas para recolección de agua dictadas por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. En las páginas siguientes se encuentran los resultados de laboratorio de la fuente y del grifo de Horcones.

b. Análisis Bacteriológico

Se usó un frasco de vidrio esmerilado, el cual estaba completamente estéril, el que fue abierto hasta el momento de recoger la muestra.

Para recoger las muestras se procedió de la manera siguiente: Primero se esterilizó el grifo con la flama de un mechero de alcohol. Inmediatamente después se abrió con cuidado el grifo y se dejó correr el agua durante un tiempo estimado en cinco minutos y se procedió a recoger la muestra abriendo con mucho cuidado el frasco esmerilado, sin tocar el cuello ni el tapón del frasco, acercar la boca del frasco al grifo una distancia de 3 centímetros llenar el frasco en 3/4 de su capacidad, inmediatamente se procedió a cerrar el frasco, llenar la etiqueta y colocarla en el frasco respectivo, para ser trasladada en refrigeración al laboratorio.

Tabla 4.1
Normas de COGUANOR

AGUA POTABLE. Especificaciones.

COGUANOR
NGO 29 001:99
1ª. Revisión

Esta norma constituye la primera revisión a la norma COGUANOR NGO 29 001 AGUA POTABLE. Especificaciones, publicada en el Diario Oficial del 18 de octubre de 1985, a la cual sustituye.

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto fijar los valores de las características que definen la calidad del agua potable.

2. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR

- COGUANOR NGD 4 010 Sistema internacional de unidades (SI)
- COGUANOR NGO 29 011R2 Aguas. Ensayos físicos. Determinación del color método de referencia.
- COGUANOR NGO 29 011H2 Aguas. Ensayos físicos. Determinación de la turbiedad
- COGUANOR NGO 29 012H1 Aguas. Determinación de metales. Dureza.
- COGUANOR NGO 29 012H1.5 Aguas. Determinación de metales. Hierro.
- COGUANOR NGO 29 013R3 Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Alcalinidad.
- COGUANOR NGO 29 013R7 Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Cloruro.
- COGUANOR NGO 29 013H3 Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Fluoruro.
- COGUANOR NGO 29 013H8 Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Nitrógeno (nitrato).
- COGUANOR NGO 29 013H9 Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Nitrógeno (nitrato).
- COGUANOR NGO 29 013H21 Aguas. Determinación de constituyentes orgánicos no metálicos. Oxígeno disuelto. Método de referencia.
- COGUANOR NGO 29 013H23 Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Potencial de hidrógeno (pH)

3. DEFINICIONES

- 3.1. Agua potable. Es aquella que por sus características de calidad especificadas en esta norma, es adecuada para el consumo humano.
- 3.2. Cloro. Es el elemento número 17 de la tabla periódica de los elementos. En condiciones normales de temperatura y presión es un gas verde, poderoso oxidante, dos y media veces más pesado que el aire.

Nota 1. El cloro es, sin duda alguna, el desinfectante más importante que existe debido a que reúne todas las ventajas requeridas, además de ser de fácil utilización y menos costoso que la mayoría de los otros productos o agentes desinfectantes disponibles.

3.3. Límite máximo aceptable (LMA). Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.

Continúa

3.4. Límite máximo permisible (LMP). Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para consumo humano.

3.5. Características físicas. Son aquellas características relativas a su comportamiento físico, que determinan su calidad.

3.6. Características químicas. Son aquellas características relativas a sustancias contenidas en ella, que determinan su calidad.

3.7. Características bacteriológicas. Son aquellas características relativas a la presencia de bacterias, que determinan su calidad.

3.7.1. Grupo coliforme total. Son bacterias en forma de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a 35 °C ± 0.5°C en un período de 24 h - 48 h, características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación. Para el caso de la determinación del grupo coliforme total empleando el método de membrana de filtración, se definirá como todos los microorganismos que desarrollen una colonia rojiza con brillo metálico dorado en un medio tipo endo (u otro medio de cultivo reconocido internacionalmente) después de una incubación de 24 h a 35 °C.

3.7.2. Grupo coliforme fecal. Son las bacterias que forman parte del grupo coliforme total, que fermentan la lactosa con producción de gas a 44°C ± 0.2°C en un período de 24 h ± 2 h cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación. En el método de filtración en membrana se utiliza un medio de lactosa enriquecido y una temperatura de incubación de 44.5 °C ± 0.2 °C en un período de 24 h ± 2 h. Al grupo coliforme fecal también se le designa como termotolerante o termorresistente.

3.8. Escherichia coli. Son las bacterias coliformes fecales que fermentan la lactosa y otros sustratos adecuados como el manitol a 44°C ó 44.5°C con producción de gas, y que también producen indol a partir de triptofano.

Nota 2. La confirmación de que en verdad se trata de Escherichia coli se logra mediante el resultado positivo en la prueba con el indicador rojo de metilo, la comprobación de la ausencia de síntesis de acetililcarbamil y de que no se utiliza el citrato como única fuente de carbono. La Escherichia coli es el indicador más preciso de contaminación fecal.

4. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS

4.1. Características físicas.

Tabla 1. Características sensoriales. Límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP) que debe tener el agua potable (Continuación)

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT (2)

(1) Unidades de color en la escala de platino-cobalto

(2) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados

4.1.1. Conductividad eléctrica. El agua potable deberá tener una conductividad de 100 µS/cm a 25°C.

4.2. Características químicas del agua potable. Son aquellas características que afectan la potabilidad del agua y que se indican en la tabla 2 siguiente.

Continúa

Tabla 2. Substancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles

Características	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
Cloro residual libre (1) (2)	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	100.000 mg/L	< de 1.500 µS/cm
Dureza Total (CaCO ₃)	7.0-7.5	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno (3)	500.0 mg/L	6.5-8.5
Sólidos totales disueltos	100.000 mg/L	1.000.0 mg/L
Sulfato (SO ₄)	15.0°C-25.0°C	250.000 mg/L
Temperatura	0.050 mg/L	34.0°C
Aluminio (Al)	75.000 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	3.000 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	0.050 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	50.000 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)		100.000 mg/L

(1) El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de por lo menos 30 min de contacto, a un pH menor de 8,0, con el propósito de reducir en un 99% la concentración de *Escherichia coli* y ciertos virus.

(2) En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.

(3) En unidades de pH.

4.3 Agua clorada La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria segura, potable. La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, por lo que en la tabla 2 se hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual que es aquella porción del cloro residual total que está "libre" y que sirva como medida de capacidad para oxidar la materia orgánica que pueda encontrarse en el interior de las tuberías o por ruptura de las mismas que pueda producir cierta contaminación microbiológica.

4.4 Límites de toxicidad En la tabla 3 se indican algunas substancias o compuestos químicos que al sobrepasar el límite máximo permisible en el agua potable, causan toxicidad.

Tabla 3. Relación de las substancias inorgánicas con significado para la salud, con sus respectivos límites máximos permisibles (LMP)

Substancia	LMP, en miligramos por litro
Arsénico (As)	0.010
Bario (Ba)	0.700
Boro (B)	0.300
Cadmio (Cd)	0.003
Cianuro (CN)	0.070
Cromo (Cr)	0.050
Mercurio (Hg)	0.001
Plomo (Pb)	0.010
Selenio (Se)	0.010

4.5 Relación de las substancias biocidas con sus respectivos límites máximos permisibles. Los nombres de las sustancias biocidas orgánicas sintéticas, así como el límite máximo permisible se describen en la tabla 4.

Tabla 4. Límites máximos permisibles de las substancias biocidas (continuación)

Compuestos	LMP (en microgramos/litro)
Insecticidas organoclorados	
DDT + TDE + DDE	1.0
Hexaclorobenceno	1.0
Aldrin	0.03
Dieldrin	0.03
Heptacloro	0.2
Heptacloro epóxido	0.1
Lindano	0.2
Endrin	0.2
Metolcloro	20
Clordano	0.2
Tousteno	3.0
Penicilina	1.0
Dinoseb	7.0
Ácidos fenóxi	
2, 4-D	30
2, 4, 5-TP (silvex)	9
2, 4, 5-T	9
Mecoprop	10
Dicloroprop	100
MCPA	2
Dicamba	2
Picloram	500
Dalapon	200
Endotal	100
Fungicidas	
DBCP (1,2-dibromo-3-cloropropano)	0.2
EBD (dibromo de silileno)	0.05
1,2-dicloropropano	5.0
1,3-dicloropropano	20
Triazinas	
Atrazina	2
Simazina	2
Acetanilidas	
Alaclor	2
Metolclor	10
Propaclor	10
Bulacklor	10
Carbamatos	
Aldicarb	3
Sulfóxido de aldicarb	3
Sulfona de aldicarb	3
Carbofurin	5
Oxamil	200
Metolmi	200
Benzotiazol	30
Molinateo	6
Pendimetalina	20
Isoproturón	9

Continúa

Continúa

Tabla 4. Límites máximos permisibles de las sustancias bioquímicas (reducción)

Compuesto	LMP (en microgramos/litro)
Piretroides	
Permetrina	20
Amidas	
Propanil	20
Prindato	100
Trifluralin	20
Dequat	20
Glifosato	700
Di (2-etil-hexil adipato)	400
Benzopirano	0.2
Hexaclorocicloparafineno	50
Di (etil-hexil) ftalato	5
PCB'S	0.5
Organo fosforados	
Etil paratión	0
Leptofós	0
Diazinón	0.1
Dimetoato	0.1
De los restantes organo fosforados	no más de 0.1 cada uno

Tabla 5. Substancias no deseadas. Límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisibles (LMP)

Característica	LMA, en miligramos/litro	LMP, en microgramos/litro
Fuoruro (F)	—	1,700
Hierro total (Fe)	0.100	1,000
Manganeso (Mn)	0.050	0,500
Nitrato (NO ₃)	—	10
Nitrito (NO ₂)	—	1

Tabla 6. Substancias orgánicas no permitidas por su toxicidad para la salud y su límite máximo permisible (LMP)

Compuesto	LMP, en microgramos/litro
Benceno	5
Cloruro de vinilo	2
Detergentes aniónicos	200
o-diclorobenceno	500
p-diclorobenceno	75
1,2-dicloroetano	5
1,1-dicloroetileno	7
trans-1,2-dicloroetileno	70
1,2-dicloroetileno	100
Estireno	5
Etilbenceno	100
Monoclorobenceno	700
Substancias fenólicas	100
Tetracloruro de carbono	2
Tetracloroetileno	5
Tolueno	5
1,1,1-tricloroetileno	1000
Tricloroetileno	200
Xileno	5
	10000

Continúa

5. CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS.

Las características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes, fecales en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examina, con esta finalidad se establecen las alternativas siguientes:

5.1 Método de los tubos múltiples de fermentación

5.1.1 Para nuevas introducciones de agua, en la evaluación de las plantas de tratamiento y evaluaciones anuales, se debe proceder como se indica en los literales a) y b) siguientes:

- a) **Prueba de 15 tubos.** Se examinan 5 tubos con porciones de 10 ml, 5 tubos con porciones de 1 ml y 5 tubos con porciones de 0.1 ml, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 2.0 coliformes en 100 ml de agua, lo que se interpreta como que esa muestra satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano (véase anexo 2).
- b) **Prueba de 9 tubos.** Se examinan 3 tubos con porciones de 10 ml, 3 tubos con porciones de 1 ml y 3 tubos con porciones de 0.1 ml, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 3.0 coliformes en 100 ml, lo cual se interpreta como un indicador de que esa muestra satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano (véase anexo 3). En el caso de análisis rutinarios y cuando se analizan cantidades grandes de muestras, se podrá emplear el método de los 9 tubos, pero en casos de discrepancia o inconformidad con los resultados obtenidos, deberá emplearse la prueba de los 15 tubos como método de referencia.

5.1.2 Para casos en los cuales ya se tiene un historial, se permiten las alternativas siguientes:

- a) 5 tubos con porciones de muestra de 10 ml. La ausencia de gas en todos los tubos, se expresa como número más probable menor de 2.2 coliformes en 100 ml de agua. Véase anexo 2.
- b) 10 tubos con porciones de muestra de 10 ml cada una, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 1.1 coliformes en 100 ml de agua, lo que se interpreta como que esa muestra es adecuada para el consumo humano. Véase anexo 4.

5.2. Método por la membrana de filtración. El volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de Escherichia coli en 100 ml de agua. La ausencia de coliformes se interpreta como que esa muestra satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano.

Nota 3. De ser necesario se deberán analizar porciones de 1 ml, 0.1 ml y 0.01 ml a fin de diluir muestras muy contaminadas para la obtención de resultados que puedan ser interpretados más adecuadamente.

5.3 Límites

5.3.1 Método de los tubos múltiples de fermentación. Según se indique por las muestras que se examinen, la presencia de microorganismos del grupo coliforme, no debe exceder de los siguientes límites:

Tabla 7. Límites para el método de los tubos múltiples de fermentación, grupo coliformes

Cuando se examinan porciones de 10 ml	No más del 10% deben mostrar, en cualquier más la presencia del grupo coliforme
- En dos muestras consecutivas	- En más de una muestra mensual, cuando se examinen mensualmente menos de 20 muestras
- En más de 5% de las muestras, cuando se examinan mensualmente más de 20 muestras	

5.3.2 Método de las membranas de filtración, cuando se aplique este método el número de microorganismos del grupo coliforme no debe exceder los siguientes límites:

Continúa

Tabla 8. Límites para el método de las membranas de filtración, agua coliforme

La media aritmética de todas las muestras normales que se examinen en un mes no debe exceder de:	Un microorganismo/100 ml
El número de colonias por muestra normal no ha de exceder de 350 mL, 4/100 mL, 7/200 mL ó 13/500 mL en:	- Dos muestras consecutivas - En más de una muestra mensual, cuando se examinan mensualmente menos de 20 muestras - Más del 5% de las muestras normales, cuando se examinan mensualmente más de 20 muestras

5.4 Se establece el número de muestras en relación a la población servida de acuerdo a la tabla 7 siguiente.

Tabla 9. Frecuencias mínimas de la toma de muestras y análisis del agua para consumo humano en sistemas de distribución

Población servida en número de habitantes	Cantidad de muestras al año		
	Análisis E1	Análisis E2	Análisis E3
1 - 500	2	1	(1)
501 - 5 000	4	1	(1)
5 001 - 10 000	12	3	(1)
10 001 - 50 000	60	6	1
50 001 - 100 000	120	12	2
100 001 - 150 000	180	18	3
150 001 - 300 000	360	36	6
300 001 - 500 000	360 (2)	60	10
500 001 - 1 000 000	360 (2)	120 (2)	20 (2)
1 000 001 - 5 000 000	360 (2)	120 (2)	20 (2)

(1) La frecuencia deberá ser determinada por las autoridades nacionales competentes.

(2) Las autoridades nacionales competentes deberán esforzarse, de ser posible, por aumentar esta frecuencia.

E1 Corresponde al programa de análisis básico, fácilmente ejecutable por cada laboratorio de control de calidad del agua autorizado. Los análisis en esta etapa de control son: coliforme fecal, cloro residual.

E2 Corresponde al programa de análisis normal y comprende la ejecución de los análisis de la etapa anterior ampliado con: olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, pH, conductividad, cloruro, dureza, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitratos, hierro, manganeso.

E3 Corresponde a un programa de análisis avanzado de agua potable. Comprende la ejecución de los análisis de la segunda etapa, ampliado con: aluminio, cobre, sodio, potasio, amonio, fluoruro, arsénico, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, níquel, antimonio, plomo, selenio, sulfuro de hidrógeno, zinc, sólidos totales disueltos, desinfectantes, subproductos de la desinfección y sustancias orgánicas (plaguicidas) de significado para la salud.

6. METODOS DE ANALISIS

6.1 Las determinaciones de las especificaciones y características físico-químicas y microbiológicas del agua, indicadas en la presente norma, deben realizarse de acuerdo con las normas COGUANOR correspondientes, véase capítulo 2. En ausencia de normas COGUANOR podrán emplearse los métodos de la American Water Works Association.

Continúa

7. MUESTREO

7.1 El muestreo para el análisis físico-químico y microbiológico del agua, indicadas en la presente norma, deben realizarse de acuerdo con las normas COGUANOR correspondientes, véase capítulo 2. En ausencia de normas COGUANOR podrán emplearse los métodos de la American Water Works Association.

8. CORRESPONDENCIA

Para la elaboración de la presente norma se han tomado en cuenta los siguientes documentos.

- a) Norma COGUANOR NGO 28 001, AGUA POTABLE, Especificaciones, 1985.
- b) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de la American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) y Water Environment Federation (WEF), 18th Edition, 1982.
- c) Organización Mundial de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable, segunda edición, Ginebra, 1985.

9. ANEXOS

9.1 Anexo 1

Agua Fluorizada. Cuando el agua potable se le ha adicionado compuestos derivados del fluor debe de haber una reacción entre los límites de la concentración del ión fluoruro en función del promedio anual de las máximas temperaturas diarias del aire.

Tabla 10. Promedio de temperatura y límites recomendados para la concentración de fluoruro

Promedio de temperatura máxima diaria en grados Celsius (°C)	Límites recomendados para la concentración del ión fluoruro en miligramos/litro	
	Mínimo	Máximo
10.1 - 12.0	0.9	1.2
12.1 - 14.6	0.8	1.1
14.7 - 17.7	0.8	1.0
17.8 - 21.4	0.7	0.9
21.5 - 26.3	0.7	0.8
26.4 - 32.5	0.6	0.7

(1) Los promedios de temperatura deben obtenerse en base a datos correspondientes a un mínimo de 5 años.

9.2 Anexo 2

Tabla 11. Número más probable para diversas combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se utilizan cinco porciones de 10 ml, cinco porciones de 1 ml y cinco porciones de 0.1 ml. (Continuación)

Número de tubos que dan reacción positiva 5 de 10 ml cada uno	Número de tubos que dan reacción positiva 5 de 0.1 ml cada uno		Número de tubos que dan reacción positiva 5 de 1 ml cada uno		NMP
	0	<2	0	1	
0	0	0	1	1	0
0	0	1	2	1	1
0	1	0	2	1	1
0	2	0	4	2	0
1	0	0	2	0	4
1	0	1	4	2	1
					0
					1
					7
					7

Continúa

Tabla 12. Número más probable (NMP) para diversas combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se utilizan tres porciones de 10 ml, tres porciones de 1 ml y tres porciones de 0.1 ml. (Continúa)

Número de tubos que dan reacción positiva	Número de tubos que dan reacción positiva			NMP
	3 de 10 ml, cada uno	3 de 1 ml, cada uno	3 de 0.1 ml, cada uno	
3	0	0	0	23
3	0	1	1	39
3	0	2	2	64
3	1	0	0	43
3	1	1	1	75
3	1	2	2	120
3	2	0	0	93
3	2	1	1	150
3	2	2	2	210
3	3	0	0	240
3	3	1	1	460
3	3	2	2	1100
3	3	3	3	>2400

9.4 Anexo 4

Tabla 13. Número más probable y límites de confianza de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 10 porciones de 10 ml cada una.

Número de tubos que dan reacción positiva	Número más probable	Límites de confianza de 95% (aproximados)	
		Inferior	Superior
0	<1.1	0	3.0
1	1.1	0.03	5.9
2	2.2	0.26	8.1
3	3.6	0.69	10.6
4	5.1	1.3	13.4
5	6.9	2.1	16.8
6	9.2	3.1	21.1
7	12.0	4.3	27.1
8	16.1	5.9	36.8
9	23.0	8.1	59.5
10	>23.0	13.5	Infinidad

9.5 Anexo 5

Tabla 14. Límites máximos permisibles (LMP) de las sustancias orgánicas volátiles

Substancia	LMP (en microgramos/litro)
Carbón tetracloruro	6
Cloruro de vinilo	2
1,2-dicloroetano	5
1,1-dicloroetileno	7
1,1,1-tricloroetano	200
o-diclorobenceno	600
p-diclorobenceno	75
trans-1,2-dicloroetileno	70
cis-1,2-dicloroetileno	100
1,2-dicloropropano	5
Etilbenceno	700
Monoclorobenceno	100
Etileno	100
Tetracloroetileno	5

Continúa

Tabla 11. Número más probable para diversas combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se utilizan cinco porciones de 10 ml, cinco porciones de 1 ml y cinco porciones de 0.1 ml. (Continúa)

Número de tubos que dan reacción positiva	Número de tubos que dan reacción positiva			NMP
	5 de 10 ml, cada uno	5 de 1 ml, cada uno	5 de 0.1 ml, cada uno	
2	1	0	0	30
2	2	0	0	40
2	3	0	0	50
3	0	0	1	30
3	0	1	1	50
3	0	2	2	60
3	1	0	1	70
3	1	1	1	90
3	2	0	1	110
3	2	1	1	140
3	3	0	0	170
4	0	0	1	110
4	0	1	1	140
4	0	2	2	170
4	1	0	1	220
4	1	1	1	260
4	2	0	1	270
4	2	1	1	330
4	3	0	0	340
4	3	1	1	400
5	0	0	2	230
5	0	1	1	300
5	0	2	2	400
5	1	0	1	500
5	1	1	1	600
5	1	2	2	700
5	2	0	1	800
5	2	1	1	1100
5	3	0	0	1400
5	3	1	1	1700
5	4	0	0	2200
5	4	1	1	2600
5	5	0	0	3300
5	5	1	1	4000
5	5	2	2	5000
5	5	3	3	6000
5	5	4	4	7000
5	5	5	5	8000
5	5	5	5	10000
5	5	5	5	16000
5	5	5	5	>16000

9.3 Anexo 3

Tabla 12. Número más probable (NMP) para diversas combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se utilizan tres porciones de 10 ml, 1 ml y 0.1 ml. (Continúa)

Número de tubos que dan reacción positiva	Número de tubos que dan reacción positiva			NMP
	3 de 10 ml, cada uno	3 de 1 ml, cada uno	3 de 0.1 ml, cada uno	
0	0	0	0	<3
0	0	1	1	3
0	0	2	2	3
1	0	0	0	-
1	0	1	1	4
1	1	0	0	7
1	1	1	1	7
1	2	0	0	11
2	0	0	0	9
2	0	1	1	14
2	1	0	0	15
2	1	1	1	20
2	2	0	0	21
2	2	1	1	28
2	3	0	0	-

Continúa

10. Productos secundarios de desinfección

10.1 Trihalometanos (THM) son productos secundarios de la desinfección. Son bromoformo, dibromoclorometano, bromoformo, cloroformo y cloroformo. La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor guía no debe superar la unidad. El valor guía se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Valores guía para productos secundarios de la desinfección

Producto secundario	LMP (µg/L)
Bromoformo	100
Dibromoclorometano	100
Bromoclorometano	60
Cloroformo	200

11. Aspectos relativos a radiación nuclear

11.1 Definiciones

11.1.1 Actividad: La actividad de un radionucleido es un estado particular de energía a un tiempo dado, es el cociente dN/dt, donde dN es el valor esperado del número de transiciones nucleares espontáneas desde ese estado de energía en el intervalo de tiempo dt.

11.1.2 Becquerel: Unidad radiométrica utilizada para medir la actividad de una fuente. Se simboliza por Bq y es equivalente a 1 desintegración/segundo.

11.1.3 Dosis efectiva comprometida (H_T): Es la suma de las dosis equivalentes de todos los órganos y tejidos multiplicados por los factores de ponderación (W_T) adecuados.

$$E(t) = \sum W_T H_T(t)$$

donde:

W_T = Factor de ponderación para el órgano o tejido T

H_T = Dosis equivalentes comprometidas del órgano o tejido T

t = Número de años para el que se hizo la integración para la dosis equivalentes comprometidas.

11.1.4 Dosis equivalentes comprometidas para un órgano o tejido: Integral en base al tiempo de la tasa de dosis equivalente sobre el tiempo t en un tejido particular que será recibida por un individuo siguiendo una ingestión de un material radioactivo. Cuando no se da el período de integración t, un período de 50 años está implícito para adultos o uno de 70 años para niños.

11.1.5 Dosis equivalente a un órgano o tejido: La dosis equivalente, H_T, R en el órgano o tejido T debido a la radiación R, está dada por:

$$H_T, R = W_{TD}, R$$

donde D_T, R es la dosis promedio de radiación r en el órgano o tejido T; y W_T es el factor de ponderación de la radiación.

11.1.6 Sievert: Unidad dosimétrica utilizada para medir la dosis equivalente y la dosis efectiva. Se simboliza por Sv y es equivalente a 1 J/Kg

11.2 Aspectos radiológicos

a) Asumiendo un promedio de consumo de 2 litros diarios por persona adulta promedio, las concentraciones de radionucleidos en el agua potable deben representar en conjunto una dosis efectiva concentrada menor a 0.1 mSv durante un año.

Por debajo de este nivel, el agua es apta para el consumo humano, sin que sea necesaria ninguna medida para reducir la radiactividad.

Continúa

b) Para garantizar dicha dosis efectiva concentrada, se recomiendan las concentraciones guía de actividad de:

- 0.1 bequerel/litro para radiactividad alfa total
- 1.0 bequerel/litro para radiactividad beta total

c) Si alguna de las actividades es mayor a los anteriores valores de referencia, se deben cuantificar las concentraciones de actividad de cada uno de los radionucleidos emisores de partículas alfa y beta presentes, y determinarse la dosis total correspondiente.

11.2.1 Medición de actividad alfa total

a) La actividad alfa total puede determinarse por diferentes métodos, incluyendo medición simultánea de actividades alfa y beta total en detectores proporcionales con componentes electrónicos apropiados. El límite de detección del método que se utiliza, debe ser lo suficientemente bajo para permitir la cuantificación de la actividad estudiada.

b) Para realizar la medición de actividad alfa por cualquier método, es necesario eliminar los radionucleidos radón-222 y radón-220.

c) Si la concentración de actividad es menor que 0.1 Bq/L, no se requiere de determinaciones adicionales. Si dicho valor es superior, deben cuantificarse los siguientes radionucleidos naturales: Ra-226, Ra-224, Po-210, Th-232, U-234 y U-238. Dependiendo de la hidrogeología de la localidad, se pueden anticipar los radionucleidos que se analizarán.

d) Si se presume alguna contaminación radiactiva, debe cuantificarse el Pu-239.

e) El cálculo de la dosis debe realizarse adicionándose las concentraciones de actividad beta encontradas.

11.2.2 Medición de la actividad beta total

a) La actividad beta total puede determinarse por diferentes métodos, incluyendo medición simultánea de actividades alfa y beta total en detectores proporcionales con componentes electrónicos apropiados. El límite de detección del método que se utiliza, debe ser lo suficientemente bajo para permitir la cuantificación de la actividad estudiada.

b) Si la concentración de actividad beta total es menor que 1 Bq/L, no se requiere de determinaciones adicionales. Si dicho valor es superior, debe cuantificarse la concentración de actividad del K-40, la cual se sustrae de la beta total. Si después de dicha sustracción la actividad beta es mayor que 1 Bq/L, se deben cuantificar los siguientes radionucleidos artificiales de alta toxicidad, emisores de partículas beta:

Sr-90, Sr-89, Cs-137, Cs-134, I-131 y Co-60. Dependiendo del uso de dichos radionucleidos en la localidad y/o la presunción de alguna contaminación radiactiva por algún radionucleido particular, se pueden anticipar los radionucleidos que se analizarán. Deben analizarse también los radionucleidos naturales Pb-210 y Ra-228.

c) El cálculo de la dosis debe realizarse adicionándose las concentraciones de actividad alfa encontradas.

11.2.3 Evaluación del agua si la concentración de actividad alfa y/o beta es superior al límite recomendado

a) Si son sobrepasados los niveles de 0.1 Bq/L para radiactividad alfa y/o 1 Bq/L para radiactividad beta total, es preciso identificar y cuantificar las actividades de los radionucleidos específicos. Luego estimarse la dosis de cada radionucleido y la suma de los dosis de todos los radionucleidos identificadas (exceptuando el potasio-40). Si los resultados cumplen con la siguiente ecuación, no son necesarias otras medidas y el agua es considerada apta para el consumo humano desde el punto de vista radiológico.

Continúa

El CACRIS 1

dónde:

C es la concentración de la actividad medida para el radionucleido

Cr es la concentración de actividad de referencia de ese mismo radionucleido, que con un consumo de 2 litros diarios durante un año, tendrá como resultado una dosis efectiva convertida de 0,1 mSv.

b) Si se sospecha la presencia de radionucleidos emisores de partículas... año con elevados factores de conversión de dosis puede aplicarse la misma ecuación activa cuando la radioactividad año y beta total se aproxima a los valores límite de 0,1 Bq/L y 1,0 Bq/L, respectivamente. Cuando la suma es mayor que la unidad en una sola muestra, sólo se sobrepasará el nivel de dosis de referencia de 0,1 mSv si la exposición a las mismas concentraciones medidas continúa durante todo un año.

11.3. Referencias para procedimientos analíticos recomendados

11.3.1 Para determinación de actividad año y beta total

Eastern Environmental Radiation Facility, U.S. Environmental Agency Radiochemistry Procedures Manual, 1984.

11.3.1.1 Procedimientos:

- 00-01 Radiochemical Determination of Gross Alpha and Gross Beta Particle Activity in water.
- 00-02 Radiochemical Determination of Gross Alpha Activity in Drinking water by coprecipitation.
- U.S. Department of Health, Education, and Welfare. Procedures for Determination of stable Elements and Radionuclides in Environmental Samples, 1965.

11.3.1.2 Procedimientos:

- Gross Alpha and Beta Activity in water. Página 3-1
- Para radionucleidos emisores de partículas beta específicos

Eastern Environmental Radiation Facility, U.S. Environmental Protection Agency Radiochemistry Procedures Manual, 1984.

11.3.2.1 Procedimientos:

- Cr-01 Radiochemical Determination of Chromium-51 in water samples.
- Fe-01 Radiochemical Determination of Iron-55 in water samples.
- H-02 Radiochemical Determination of Tritium in water; Dioxane Method.
- I-01 Radiochemical Determination of Iodine-131 in Drinking water.
- Pb-01 Radiochemical Determination of Lead-210 in water and Solid Samples.
- Sr-04 Radiochemical Determination of Radiostrontium in water, Sea water and other Aqueous Media.

U.S. Department of Health, Education, and Welfare. Procedures for Determination of Stable Elements and Radionuclides in Environmental Samples, 1965.

11.3.2.2 Procedimientos:

Continúa

- Strontium-90, Strontium-89, and Barium-140 in water. Página 3-5.
Tritium in water. Página 3-12

b) Environmental Measurement Laboratory U.S. Department of Energy. Procedures Manual 1982.
Sr-02 Strontium-90. Página 4.5-1995.

- Pb-01 Lead-210 in bone, Food, Urine, Feces, Blood, Air, and water. Página 4.5-73

11.3.3. Para radionucleidos emisores de partículas año específicas

Eastern Environmental Radiation Facility, U.S. Environmental Protection Agency, Radiochemistry Procedures Manual, 1984.

10.3.3.1 Procedimientos:

Pu-01 Radiochemical Determination of Plutonium in Ashed Samples, Soil, Coal, Fly, Ash, Ores, Vegetation, Biota and water.

- Ra-03 Radiochemical Determination of Ra-226 in Water Samples.

c) Ra-05 Radiochemical Determination of Ra-228 in Water Samples.

- 00-07 Radiochemical Determination of Thorium and Uranium in Water

Environmental Measurements Laboratory, U.S. Department of Energy. Procedures manual, 1982.

Am-03 Americium in Water, Air Filters, and Tissue. Página 4.5-49.

Po-01 Polonium in Water, Vegetation, Soil, and Air Filters. Página 4.5-84.

Pu-10 Plutonium in Water. Página 4.5-119.

- Ra-07 Radium-226 in Urine and Water. Página 4.5-162.

- ULTIMA LINEA -

Fuente: COGUANOR. Normas Nacionales para el Agua Potable.
Guatemala, 1,898.

c. Interpretación de los Análisis Bacteriológicos

Para el sistema que abastece los chorros domiciliarios como se observa en el informe del Instituto de Fomento Municipal, sección de Control de Calidad del Agua. Se encuentra en la pagina 29 y se obtuvieron los siguientes resultados;

Para el recuento de gérmenes se hizo una siembra de agar nutritivo, incubación a 35°C, se reportaron para la siembra de 0.1 CC un total de 1 colonia desarrollada y para 1.0 CC un total de 10 colonias desarrolladas. No fueron encontradas colonias desarrolladas a 20°C.

Se puede observar que el numero promedio de colonias desarrolladas, tanto como bacterias intestinales como otros tipos de bacterias son elevados.

En la investigación de colibacilos, se realizaron tres muestras de tres porciones cada una, de 10 CC; 1.0 CC; 0.1 CC. El resultado final indica para 100 CC un valor de NMP igual a 150. Concluye el reporte del laboratorio; Al aplicar la norma de agua potable, COGUANOR NGO-29001, desde el punto de vista del análisis bacteriológico, el agua no es apta para consumo humano debido a la presencia de coliformes totales, por lo que se recomienda aplicar un tratamiento de desinfección como la cloración.

En el informe de inspección sanitaria que se realizó el 21 de enero de 1998, en el nacimiento Santa Rita, cercano al nacimiento de San Isidro y así mismo al beneficio de café, propiedad de Vildamiro Donado García. Se encuentra en la pagina 28.

Se concluyó que el nacimiento Santa Rita, está contaminado por desechos orgánicos putrefactos procedentes del beneficio de café, a causa de fugas que hay en el muro que conecta la tubería que va hacia la laguna de absorción donde desembocan los desechos contaminantes. De acuerdo a la Norma Sanitaria y Leyes del Medio Ambiente, el propietario del beneficio comete delito contra la población de Horcones.

d. Análisis Físico-Químico

Las normas de COGUANOR se encuentran en la pagina 20.

Cuadro 4.2
Informe de Inspección sanitaria



**MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
Y ASISTENCIA SOCIAL**
Centro de Salud Santa Catarina Mita, Jutiapa

NUM.: 001-98.
REF.: OREM/800.

Al contestar sírvase mencionar el
Número de Referencia de esta Nota.

INFORME DE INSPECCION SANITARIA:

A solicitud de la Municipalidad y vecinos de la Comunidad de Horcones de esta jurisdicción, según Providencia No. 01-98 de fecha 5 de Enero de 1998, se realizó Inspección Sanitaria al nacimiento de agua Santa Rita, cercano al Caserío de San Isidro y así mismo al Beneficio de café, propiedad de Vildamiro Donado García, ubicado en el mismo Caserío en referencia, dicha Inspección se efectuó el 21 de Enero del año en curso.

DICTAMEN:

El infrascrito Inspector de Saneamiento Ambiental del Centro de Salud de este Municipio, **DICTAMINA:** Que el nacimiento de agua mencionado, está siendo contaminado por desechos orgánicos putrefactos procedentes del Beneficio de café antes mencionado, a causa de fugas que hay en el muro que conecta la tubería que va hacia la laguna de absorción donde desembocan los desechos contaminantes. De acuerdo a las leyes sanitarias, el propietario del Beneficio está cometiendo delito en contra de la población de Horcones.

RECOMENDACIONES:

Para fines resolutivos, se dan las siguientes recomendaciones:

1. Que el propietario del Beneficio, urgentemente realice las reparaciones de las fugas que hay tanto en el muro como en la laguna de absorción, evitando así que los desechos desemboquen en la quebrada que luego contamina el nacimiento de agua mencionado.
2. Que el Comité Oficial de Agua Potable de Horcones, promueva el desvío del tubo de rebalse del tanque de captación, evitando así el contacto directo con aguas de la quebrada.

Para evitar que sigan los daños ambientales, se recomienda que se cumplan estas recomendaciones lo más pronto posible.

22 de Enero de 1998.



Rosario...
P.O. Adán Ortiz Orrellana,
INSPECTOR DE SANEAMIENTO AMBIENTAL.

Vo. Bo.

Dr. Oscar E. Escobar M.
DIRECTOR CENTRO DE SALUD.

C.C. Archivo, propietario del Beneficio, Comité del Agua Horcones.



SALUD PARA TODOS EN EL AÑO 2000



Para: copia fiel de su original.
29-05-2000.

Fuente: UNEPAR. Proyecto "Horcones". Guatemala, octubre de 1997

Cuadro 4.3
Examen bacteriológico

INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA EXAMEN BACTERIOLOGICO METODO DE TUBOS DE FERMENTACION POR DILUCIONES MULTIPLES						
Muestra: <u>025-98</u>			Fecha: <u>04/02/98</u>			
Interesado: <u>Comité de Vecinos -Aldea Horcones-</u>						
Lugar: <u>Red de distribución, Chorro domiciliar</u>						
Fuente: <u>Agua de nacimiento por bombeo, Santa Rica</u>						
Persona que captó la muestra: <u>Byron Rivera</u>						
Día y hora de captación: <u>02/02/98 11:55</u>						
Temperatura: <u>23°C</u> pH: <u>7.42</u>						
Condiciones de transporte: <u>En refrigeración</u>						
Departamento: <u>Jutiapa</u>						
Municipio: <u>Santa Catarina Mita</u>						
Día y hora de recepción en el laboratorio: <u>04/02/98 8:00</u>						
CARACTERISTICAS						
Aspecto: <u>Claro</u>		Olor: <u>Inodora</u>				
Cloro residual: <u>-----</u>		Sustancias en suspensión: <u>Negativo</u>				
NUMERACION TOTAL DE GERMENES						
(siembra en agar nutritivo)						
Cantidad sembrada cm ³	Colonias desarrolladas a 20 °C		Colonias desarrolladas a 35 °C			
0,1	0		1			
Número de bacterias por cm ³	0		10			
INVESTIGACION DE COLIFORMES						
Cantidad sembrada (cm ³)	Prueba presuntiva		Prueba confirmativa			
	Caldo lactosado		Verde brillante (35°C)		EC (44 °C)	
	I	II	I	II	I	II
10.0	5		5		0	
1.0	2		2		1	
0.1	0		0		0	
Número de coliformes totales: <u>50</u>		NMP de coliformes totales/100 cm ³ de muestra.				
Número de coliformes fecales: <u>2</u>		NMP de coliformes fecales/100 cm ³ de muestra.				
PRUEBA COMPLETA						
Tinción de Gram: <u>Bacilos Gram Negativos No Esporulados y presencia de Gram Positivos</u>						
Caldo lactosado: <u>Formación de gas</u>						
OBSERVACIONES						
<u>Aplicando la norma de agua potable, COGUANOR NGO-29001, desde el punto de vista del análisis bacteriológico, el agua no es apta para consumo humano debido a la presencia de coliformes totales, por lo que se recomienda aplicar un tratamiento de desinfección como la cloración.</u>						
<u>Ing. Norma Avendaño</u> Profesional Responsable		 JEFE SECCION				
NIIAF/eacp						

Fuente: UNEPAR. Proyecto "Horcones". Guatemala, octubre de 1977

Cuadro 4.4
Análisis físico-químico

INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

ANALISIS FISICO-QUIMICO

Muestra: 025-98

Fecha: 04/02/98

Interesado: Comité de Vecinos -Aldea Horcones-

Lugar: Grifo casa particular, Aldea Horcones
Fuente: Nacimiento Santa Rita
Persona que captó la muestra: Lucrecia Dardón
Día y hora de captación: 02/02/98 11:55
Temperatura: 23 °C
Condiciones de transporte: En refrigeración
Departamento: Jutiapa
Municipio: Santa Catarina Mita
Día y hora de recepción en el laboratorio: 04/02/98 8:00

CARACTERISTICAS FISICAS

Olor en frío: <u>Inodora</u>	Temperatura: <u>8</u> °C
Olor en caliente: <u>Inodora</u>	Turbiedad: <u>0.17</u> UTN
Color aparente: <u>0</u> unidades Pt-Co	Conductividad eléctrica: <u>245</u> µS/cm a 25°C
Color verdadero: <u>0</u> unidades Pt-Co	Potencial de hidrógeno: <u>7.42</u> unidades

CARACTERISTICAS QUIMICAS

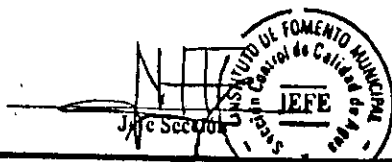
Acidez: <u>0.4</u> mg/L	Hierro: <u>0.0</u> mg/L
Alcalinidad: <u>132.0</u> mg/L	Manganeso: <u>0.2</u> mg/L
Hidróxidos: <u>0.0</u> mg/L	Nitratos: <u>11.0</u> mg/L
Carbonatos: <u>0.0</u> mg/L	Nitritos: <u>0.0165</u> mg/L
Bicarbonatos: <u>132.0</u> mg/L	Sulfatos: <u>0.4</u> mg/L
Cloruros: <u>0.5</u> mg/L	Cloro residual: ----- mg/L
Dureza total: <u>230.0</u> mg/L	Cloro total: ----- mg/L
Dureza de calcio: <u>70.0</u> mg/L	Dióxido de carbono: <u>13.0</u> mg/L
Calcio: <u>28.0</u> mg/L	Sólidos en suspensión: <u>4.0</u> mg/L
Dureza de magnesio: <u>160.0</u> mg/L	
Magnesio: <u>14.56</u> mg/L	
Fluoruros: ----- mg/L	

OBSERVACIONES

Aplicando la norma de agua potable, COGUANOR NGO-29001 el olor, color verdadero, temperatura, turbiedad, conductividad, potencial de hidrógeno, cloruros, calcio, magnesio, hierro, manganeso y sulfatos están dentro del límite máximo aceptable. La dureza total y nitratos están dentro del límite máximo permisible. Los nitritos están fuera del límite máximo permisible.

Ing. Norma Avendaño
Profesional Responsable

NHAF/sect



Fuente: UNEPAR. Proyecto "Horcones". Guatemala, octubre de 1977

e. Interpretación de los Análisis Físico-Químicos

Para un grifo domiciliar podemos observar en el análisis Físico-Químico que se encuentra en la página 30 y se puede concluir así;

Al observar las tablas proporcionadas por COGUANOR y compararlas con los resultados del informe se puede ver que tal y como se lee al final del informe de laboratorio el olor, color verdadero, temperatura, turbiedad, conductividad, potencial de hidrógeno, cloruros, calcio magnesio hierro, manganeso y sulfatos están dentro del límite máximo aceptable. La dureza total y nitratos están dentro del límite máximo permisible. Los nitratos están fuera del límite máximo permisible.

B. Cantidad y Calidad de Agua Necesaria

1. Cantidad del Agua Necesaria

a. Generalidades

El objeto de este punto es conocer la cantidad de agua que necesitará Horcones en el futuro y durante el período de diseño del sistema por bombeo, de acuerdo con los datos recogidos en el campo y los cálculos o estimaciones hechas en gabinete.

Se hablará sólo del sistema por bombeo que fue inaugurado en 1,983 por ser éste el que más interesa para el presente estudio y el que originó el mismo. Primero se estimará la población futura para el año o los años dentro del período de diseño, así como los años futuros. Hasta donde se ha evaluado el sistema en la actualidad (2,000), que es el 85% se puede constatar que no cumple todo lo diseñado.

b. Estimación de Población Futura

Para realizar la estimación se tomaron como base los censos de población de los años de 1,992 y 2000 que fueron proporcionados por el comité de Horcones.

Incremento Aritmético

$$Y_m = Y_L + (Y_L - Y_E) * ((t_m - t_L)/(t_L - t_E))$$

En donde:

$$Y_m = \text{Población Futura}$$

- YL = Población del Último Censo
 YE = Población del Penúltimo Censo
 tm = Fecha de Población Futura
 tL = Fecha del Último Censo
 Te = Fecha del Penúltimo Censo

Incremento Geométrico

$$R = \left(\frac{YL}{YE} \right)^{\frac{1}{(tL - tE)}} - 1$$

En donde:

R = tasa de incremento

Las demás notaciones son iguales a la del método incremento aritmético.

Sacado de la tabla de Población Futura, podemos decir que en el año 2,003 la población futura será de 3,965 habitantes. La tabla y la gráfica de población futura se encuentran en las páginas 33 y 34 respectivamente.

Si estimamos una dotación de agua de 80 Lt/hab/día y al asumir que toda la población para el final del periodo de diseño usará el sistema por bombeo tendremos el siguiente dato de caudal:

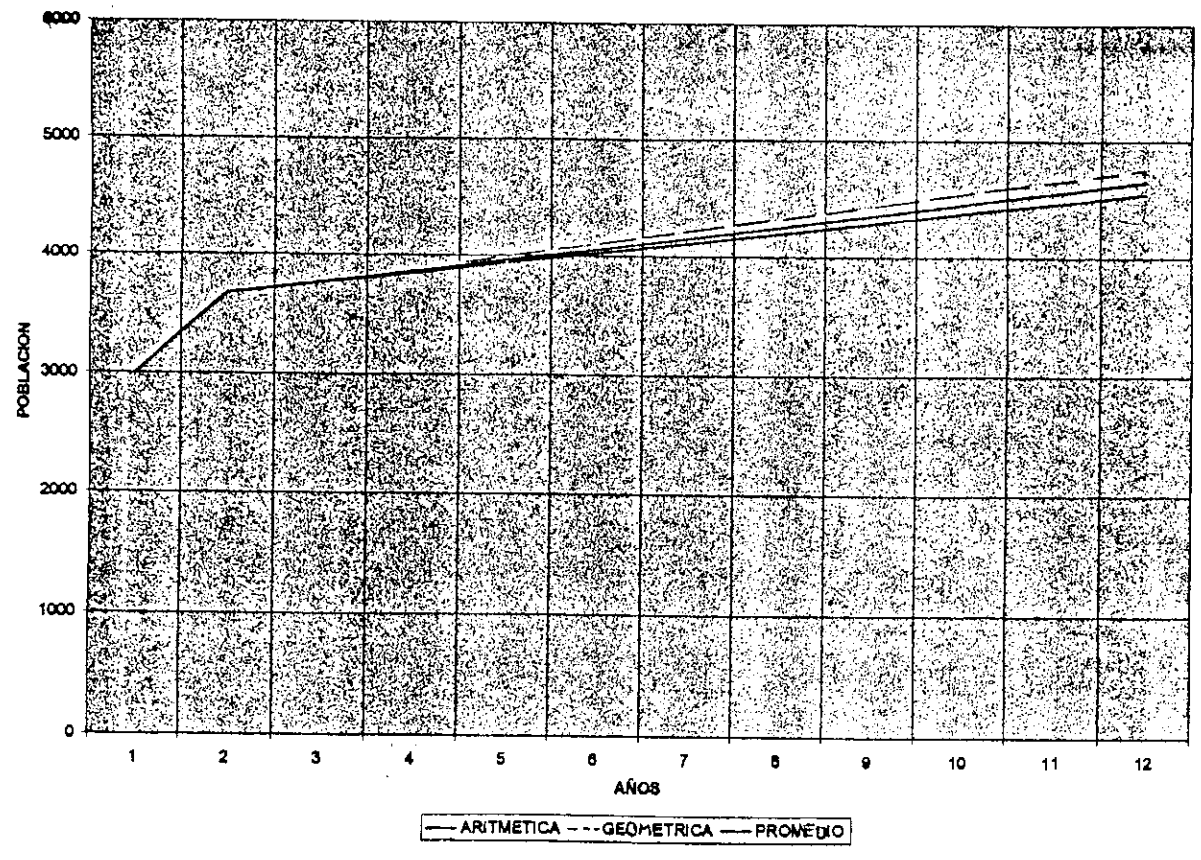
3,965 hab. X 80 Lt/hab./día = 317,200Lt/día, y si a ésto adicionamos 4,000 Lt/día como reserva para los servicios públicos tales como escuelas, tendremos un total de caudal igual a: 321,200 Lt/día o sea un caudal medio de 3.71 Lt/s.

El tanque de distribución es llenado hasta 75 m³ en 12 horas y las tres bombas necesitarán bombear un caudal igual a 321,200 Lt/día/12 horas/día=7.43Lt/s. y la bomba tiene una capacidad de bombeo de 4.08 Lt/s. Por lo tanto el sistema de bombeo no es capaz de satisfacer la demanda de agua en la aldea Horcones, La Aradita y Llano del Lagarto a los 20 años de su inauguración. El sistema de abastecimiento no puede cumplir con la demanda de agua.

Tabla 4.5
Población futura

AÑO	INCREMENTO	INCREMENTO	PROMEDIO
	ARITMETICO	GEOMETRICO	
1992	3007	3007	3007
2000	3690	3690	3690
2001	3775	3786	3781
2002	3861	3884	3872
2003	3946	3984	3965
2004	4032	4088	4060
2005	4117	4194	4155
2006	4202	4302	4252
2007	4288	4414	4351
2008	4373	4528	4451
2009	4458	4645	4552
2010	4544	4766	4655

Grafica 4.6
Estimación de población



En vista que hay 300 conexiones domiciliarias y al tomar 6 habitantes por casas asumimos que aproximadamente hay 1,800 habitantes que gozan del sistema de agua. Si tomamos 80 Lt/hab/día podemos decir que una casa necesita 480 Lt/día. Las casas servidas son 300, por lo tanto, la población total necesita 144,000 Lt/día. El tanque de distribución tiene capacidad de 75,000 Lt/día. Por lo tanto, el diseño no satisface a la población.

c. Alternativa de desinfección

En vista que los exámenes bacteriológicos concluyeron que el agua no es apta para el consumo humano debido a la presencia de coliformes, se adoptó un método de cloración por el centro de salud de la región, el cual lleva por nombre "Dispensor de Cloro". Este consiste en un recipiente cilíndrico de plástico cuyo volumen es de 2375.04 CC. Este recipiente se divide en cinco porciones. Una porción de Ciclón 70-Granular, que contiene 70% de Hipoclorito de Calcio y 30% de ingredientes inertes. Esta porción se encuentra en la tabla de estimación de Hipoclorito de Calcio que se muestra en la pagina 36.

Gracias al volumen de agua del tanque, que es 75 m³ se encontró que el peso de hipoclorito de calcio que debe suministrarse al tanque de Horcones, es de 12 onz. que son aproximadamente 395.84 CC. A sus costados se coloca arena de río. El volumen a utilizar en cada lado de arena es de 494.8 CC. En las porciones exteriores lleva piedras aproximadamente de 1/4" que son de superficie áspera, con el mismo volumen de la arena. Tanto como en el lado de arriba como abajo tiene un orificio de 2 mm de diámetro, que es por el cual entra el agua y se diluye el hipoclorito de calcio. Se coloca en el tanque de modo que siempre esté en contacto con el agua. La función del "Dispensor de Cloro" es la cloración. Este recipiente se cambia cada quince días. El diagrama del dispensor de cloro se encuentra en la pagina 37.

C. Administración

1. Generalidades

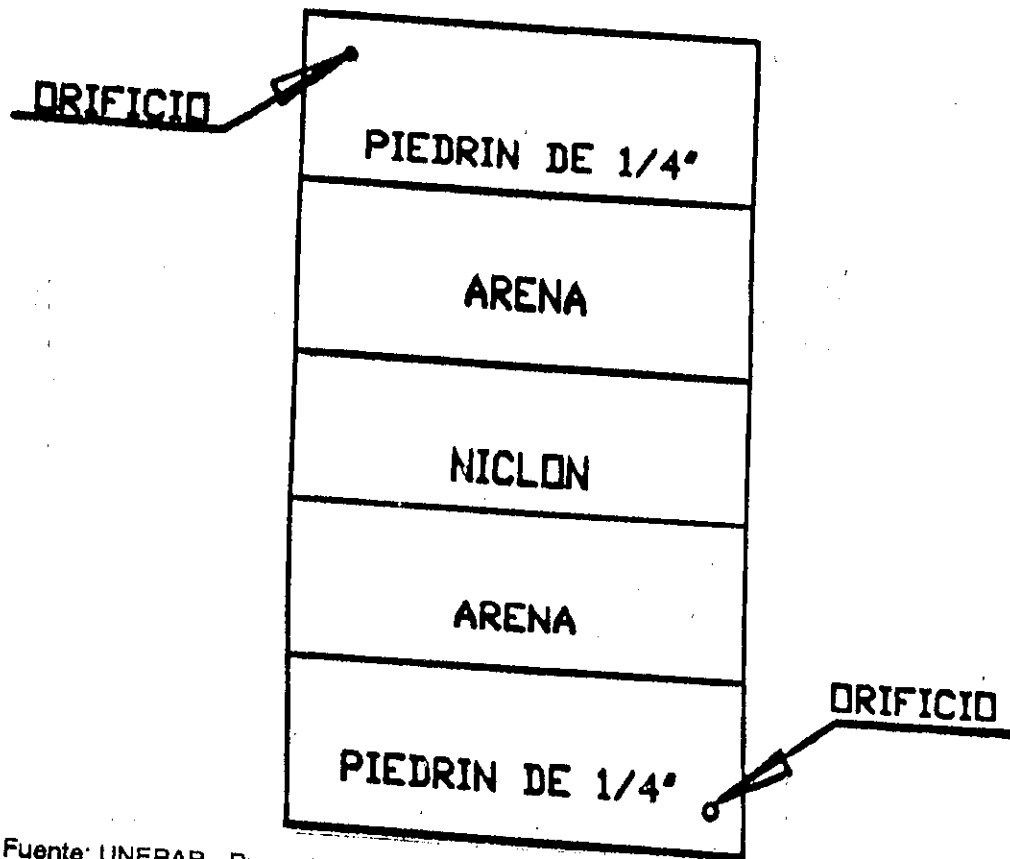
El objeto de este punto es conocer el manejo, en cuanto a administración se refiere. El sistema de abastecimiento de la aldea los Horcones es administrado actualmente por el

Tabla 4.7
Estimación de hipoclorito de calcio

LITROS	MGS CLO	GMS	ONZ	LIBRAS	LITROS	MGS CLO	GMS	ONZ	LIBRAS
1000	5000	5	0.17	0.01	22000	110000	110	5.7	0.23
2000	10000	10	0.33	0.02	22500	112500	112.5	5.8	0.23
3000	15000	15	0.5	0.03	23000	115000	115	5.8	0.24
4000	20000	20	0.67	0.04	23500	117500	117.5	5.9	0.24
5000	25000	25	0.83	0.05	24000	120000	120	6	0.25
6000	30000	30	1	0.06	24500	122500	122.5	6.1	0.26
6500	32500	32.5	1.08	0.07	25000	125000	125	6.2	0.26
7000	35000	35	1.17	0.07	25500	127500	127.5	6.3	0.27
7500	37500	37.5	1.25	0.08	26000	130000	130	6.3	0.27
8000	40000	40	1.33	0.08	26500	132500	132.5	6.4	0.28
8500	42500	42.5	1.42	0.09	27000	135000	135	6.5	0.28
9000	45000	45	1.5	0.09	27500	137500	137.5	6.6	0.29
9500	47500	47.5	1.58	0.1	28000	140000	140	6.7	0.29
10000	50000	50	1.67	0.1	28500	142500	142.5	6.8	0.3
10500	52500	52.5	1.75	0.11	29000	145000	145	6.8	0.3
11000	55000	55	1.83	0.11	29500	147500	147.5	6.9	0.31
11500	57500	57.5	1.92	0.12	30000	150000	150	6.9	0.31
12000	60000	60	2	0.13	30500	152500	152.5	7.1	0.32
12500	62500	62.5	2.08	0.13	31000	155000	155	7.2	0.32
13000	65000	65	2.17	0.14	31500	157500	157.5	7.3	0.33
13500	67500	67.5	2.25	0.14	32000	160000	160	7.3	0.33
14000	70000	70	2.33	0.15	32500	162500	162.5	7.4	0.34
14500	72500	72.5	2.42	0.15	33000	165000	165	7.5	0.34
15000	75000	75	2.5	0.16	33500	167500	167.5	7.6	0.35
15500	77500	77.5	2.58	0.16	34000	170000	170	7.7	0.35
16000	80000	80	2.67	0.17	34500	172500	172.5	7.8	0.36
16500	82500	82.5	2.75	0.17	35000	175000	175	7.8	0.36
17000	85000	85	2.83	0.18	35500	177500	177.5	7.9	0.37
17500	87500	87.5	2.92	0.18	36000	180000	180	8	0.38
18000	90000	90	3	0.19	36500	182500	182.5	8.1	0.38
18500	92500	92.5	3.08	0.19	37000	185000	185	8.2	0.39
19000	95000	95	3.17	0.2	37500	187500	187.5	8.3	0.39
19500	97500	97.5	3.25	0.2	38000	190000	190	8.3	0.4
20000	100000	100	3.33	0.21	38500	192500	192.5	8.4	0.4
20500	102500	102.5	3.42	0.21	39000	195000	195	8.5	0.41
21000	105000	105	3.5	0.22	39500	197500	197.5	8.6	0.41
21500	107500	107.5	3.58	0.22					

Fuente: UNEPAR. Proyecto "Horcones". Guatemala, octubre de 1977

Grafica 4.8
Dispensador de Cloro



Fuente: UNEPAR. Proyecto "Horcones". Guatemala, octubre de 1977

comité del Llano del lagarto. Estos datos fueron aportados por la tesorera del comité del Llano del Lagarto Aura Mérida Palma y por el vocal Víctor José Palma, que ha tenido a su cargo la operación y el mantenimiento del sistema.

2. Costos de Operación

Los costos promedios de electricidad de los años 1,983 y 1,999 se muestran a continuación;

1,983	Q	7,800.00
1,999	Q	78,000.00

Los costos promedio varios de los años de 1,983 y de 1,999 se muestran a continuación;

1,983	Q	600.00
1,999	Q	4,800.00

Los costos promedio de operación totales en los años de 1,983 y 1,999 se muestran a continuación;

1,983	Q	8,400.00
1,999	Q	82,800.00

3. Tarifas de Agua

En el inicio del funcionamiento del sistema la tarifa era de Q 8.00 al mes sin cobrar exceso.

El sistema de cobro lo hace el comité del Llano del Lagarto. El procedimiento de cómo se cobra es el siguiente;

- Se toma la medida cada fin de mes de los contadores y se hace la diferencia del mes anterior. Así se tiene lo que realmente se ha consumido de agua.

- Este dato se lleva a la tesorería y se procede a cobrar por medio de recibos.

Las tarifas actualmente son las siguientes;

El costo actual es de Q 20.00 al mes, por 12 m³.

De 12 m³ a 14 m³ incrementa Q 3.00 el m³ y 30 centavos el décimo.

De 14 m³ en adelante Q 5.00 por cada m³ y 30 centavos el décimo.

4. Manejo de Fondos

El manejo de los fondos de canos de agua, excesos, donaciones municipales, fondos de UNEPAR y otras instituciones es dejado en manos de la tesorera del comité del Llano del Lagarto. Quien hace los pagos a la empresa eléctrica, fontanero y gastos generales. Esto lo hace por medio de cheques del Banco del Café.

5. Manejo y Mantenimiento

Desde la inauguración del sistema el manejo y mantenimiento se ha dejado a cargo del fontanero y personal de UNEPAR.

Al sistema de bombeo se le da un servicio una vez al año. Estas bombas fueron reparadas en el año de 1,992 por UNEPAR.

6. Evaluación de la Administración

En la actualidad los gastos que requiere el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua es la electricidad, fontanero y varios. Tanto en el inicio como en la actualidad el mayor gasto es la energía eléctrica. La energía eléctrica es aproximadamente el 94% de los costos totales del funcionamiento del sistema. En vista que hay 300 casas con conexiones domiciliarias y se gasta mensualmente un costo promedio de Q6,900.00. El tanque de distribución es capaz de almacenar 75 m³/día esto es equivalente a 2,250 m³/mes, al conocer el costo de Q 20.00 por 12 m³. Podemos decir que, $2,250 \text{ m}^3/\text{mes} * \text{Q } 20.00/12 \text{ m}^3 = \text{Q } 3,750.00/\text{mes}$. Por lo tanto el sistema de cobro es ineficiente además que el sistema no puede producir esta cantidad de agua por casa.

V. POSIBLES SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS O MEJORAS NECESARIAS

A. Instalaciones

1. Conclusiones

En cuanto a bombas, la bomba de la estación 3 está descompuesta por lo cual no puede funcionar el sistema y también hace falta un motor para poder arrancar el sistema de bombas.

El sistema no es apto para abastecer de agua a la aldea Llano del Lagarto, el caserío la Aradita y la aldea los Horcones en su totalidad actualmente, porque el caudal promedio que entra al tanque de alimentación se ha reducido a 1.94Lt/s.

La calidad del agua que llega al grifo domiciliario no es apta para consumo humano según reglamento de COGUANOR por la presencia de coliformes.

2. Recomendaciones

Debido a que el Sistema de Abastecimiento de Agua no cumple con la demanda ejercida por la población actualmente. Se recomienda que el sistema sólo trabaje 12 horas diarias, ya que trabaja de 18 a 22 horas diarias para abastecer mediócremente a la población, y así evitar una faya total.

El sistema de abastecimiento de agua no cumple con la demanda ejercida por la población, por lo que ya no se pueden hacer conexiones domiciliarias adicionales.

Que el propietario del beneficio, urgentemente realice las separaciones de las fugas que hay tanto en el muro como en la laguna de absorción, para evitar así que los desechos desemboquen en la quebrada que luego contamina el nacimiento de agua Santa Rita.

Que el comité oficial de agua potable de Llano del Lagarto, remueva el desvío del tubo de rebalse del tanque de alimentación, y se evite así el contacto directo con aguas de la quebrada.

El interior de las casetas está un poco sucio, por lo cual hay que limpiarlas una vez al mes.

El sistema de tubería de hierro galvanizado no se encuentra corroído en la superficie, por lo que no se le requiere ninguna mejora.

Reparar la bomba y comprar un motor de arranque lo más pronto posible ya que el agua es un servicio fundamental para la población.

El rebalse que tiene el tanque de alimentación de 2.221 Lt/s. puede ser utilizado para incrementar el caudal del sistema de bombeo, por lo que se recomienda que se utilice en el diseño del sistema de bombas paralelas.

Se recomienda que se haga de inmediato el diseño del sistema de tres bombas paralelas porque ya se empezó la instalación de las mismas.

En cuanto se encuentre agua en el pozo que perfora UNEPAR, se realizará el diseño del mismo.

B. Administración

1. Conclusiones

La administración se ha dejado a cargo de un comité del Llano del Lagarto. Según manifestaron algunos vecinos el sistema de agua potable no ha estado en función desde el 28 de abril de 2,000 hasta 12 de Junio de 2,000 por lo tanto se requiere una pronta reparación de la bomba y compra de motor.

2. Recomendaciones

Implantar un sistema de cobro por medio del cual se exija al usuario el pago del servicio sin retraso mayor de tres meses, con el objeto de poder incrementar los fondos.

Que la aldea Horcones y Llano del Lagarto denuncien la contaminación ante la Procuraduría de Daños Contra el Medio Ambiente y la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

C. Mantenimiento y Asistencia Técnica

Realizar recolección de muestras de agua cuatro veces al año para su análisis de laboratorio y así poder comprobar que el método de cloración es efectivo y poder garantizar la calidad del agua servida.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. UNEPAR. Proyecto "Horcones". Guatemala, octubre de 1,977.
2. COGUANOR. Normas Nacionales para el Agua Potable. Guatemala, 1,998.
3. IGN, Diccionario Geográfico de Guatemala, 1987
4. INE, Censos de Guatemala, Guatemala 1,994.
5. INSIVUMEH, Clima de Guatemala, Guatemala 1,995.
6. Entrevista con Palma, J. Monografía de Santa Catarina Mita. Guatemala 1,998.