

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA  
Y RECURSOS HIDRÁULICOS -ERIS-  
A NIVEL DE POST-GRADO



**“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y DEL PROCESO DE  
TRATAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
NIMAJUYU I”**

**ESTUDIO ESPECIAL**

**PRESENTADO A LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA  
SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS -ERIS-**

**POR EL INGENIERO:**

**JOSÉ DAVID SAGASTUME TURCIOS**

**COMO REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO  
(MAGISTER SCIENTIFICAE)  
EN INGENIERÍA SANITARIA**

Guatemala, Noviembre de 1996

08  
130020  
C.#

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Quién me ha dado la vida, la salud y la fuerza para culminar mis estudios.

A ROCÍO, mi querida y preciosa hija.

A MIS PADRES, Oscar Sagastume Soto y Gloria Estela Turcios, por toda su vida de trabajo, esfuerzo y sacrificio para darme lo mejor.

A SILVANA, por su amor, sacrificio y todo su apoyo, que fue para mí de mucha fortaleza.

A TODOS MIS HERMANOS, CUÑADOS Y SOBRINOS, por todo su apoyo, especialmente a Mario, Albita, Gloria y Nora Roxana.

A MIS TÍOS, PRIMOS Y DEMÁS FAMILIA, con mucho cariño.

A MI CUARTA COMUNIDAD NEOCATECAMENAL, por sus oraciones.

A MIS AMIGOS, VECINOS, COMPAÑEROS DE TRABAJO Y ESTUDIO, por su confianza y amistad.

A MI PATRIA HONDURAS, tierra que me ha dado mucho, y a quien tanto me debo.

A LOS MÁS NECESITADOS DE MI PAIS, y a quienes con mi servicio y conocimientos debo ayudar.

# AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento sincero a las siguientes personas e instituciones:

Ing. Zenón Much Santos, por su interés, servicio y asesoramiento brindado durante el desarrollo del presente estudio.

Personal docente y administrativo de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, por las enseñanzas recibidas y su valioso apoyo.

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), por haberme otorgado la beca de estudios y brindarme así la oportunidad de servir mejor a mi país.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por haber permitido formarme en su seno.

Al pueblo de Guatemala, por su hospitalidad.

Personal del Laboratorio de Microbiología y Química Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente a los señores Moises Dubón y Alfonso Izas.

Ing. Gonzalo A. Ordóñez, OPS/OMS, por quien guardo mucho respeto y por su oportuna ayuda.

Lic. Luis Alonso López Benitez y familia, por su valiosa colaboración.

Al Ministerio de Salud Pública y División de Saneamiento Ambiental en Honduras, por brindarme la oportunidad de seguir estudiando.

Dra. Nerza Paz de Rodríguez, por haberme brindado su apoyo.

A mis compañeros de trabajo de la Región Sanitaria Metropolitana, especialmente los del programa de saneamiento ambiental, por su apoyo moral.

Ingenieros Walter Ramírez, Mauricio Pardón, Manuel Basterrechea y Julio G. García Ovalle, por el oportuno apoyo recibido.

Sra. Yolanda Salguero, y srs. Román Ibañez y Melvin Milián, por su colaboración para que este estudio se llevara a cabo.

Ing. Carlos Manuel Herrera Amador y familia, por su amistad, valiosas orientaciones y por el invalorable apoyo recibido.

Sr. Raúl Avila y familia, especialmente a la doctora Ligia Avila y familia, por su valiosa amistad, colaboración y servicio.

Ing. Ricardo Martínez Cano y Veronica de Martínez, por su valioso apoyo, amistad y servicio.

Sr. Serafin Wilfredo Santos, por su amistad sincera y apoyo moral.

Dr. Otto F. Ruano y familia, por su amistad.

Familia Morales Barco, especialmente a la sra. Fidelia Barco de Morales y srita. Natalia Morales, por su valiosa hospitalidad y servicios suministrados durante mi estadía en Guatemala.

Al personal administrativo de la Oficina Sanitaria Panamericana, de la Organización Panamericana de la Salud en Guatemala, especialmente a la Licda. Mirian de Girón y al personal del Centro de Documentación por su colaboración.

Ingenieros Jadenon Cabrera, Alvaro Solano, Eduardo Diéguez y Mario Ramírez, por su amistad y apoyo.

# INDICE

I.	INTRODUCCION .....	1
II.	MARCO CONCEPTUAL	
2.1	Antecedentes .....	3
2.2	Justificación .....	4
2.3	Planteamiento del Problema .....	5
2.4	Alcances y Limitaciones .....	6
2.5	Objetivos .....	7
2.6	Hipótesis .....	7
III.	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	
3.1	Características del Complejo Habitacional Nimajuyu I .....	8
3.2	Descripción del sistema de abastecimiento de agua .....	10
IV.	MARCO TEORICO	
4.1	Transmisión de enfermedades relacionadas con el Agua .....	15
4.2	Calidad del agua .....	16
4.3	Categorías de los parámetros incluidos en las Normas para la calidad del agua potable .....	16
4.4	Descripción de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos evaluados en el estudio .....	19
4.4.1	Parámetros físicos .....	19
4.4.2	Parámetros químicos .....	21
4.4.3	Parámetros microbiológicos (bacteriológicos) .....	23
4.5	Métodos de análisis para la detección de bacterias coliformes en el agua .....	24
4.5.1	Método de los tubos múltiples .....	24
4.5.2	Método de la Membrana filtrante .....	25
4.6	Recolección de muestras de agua .....	25
4.6.1	Requisitos básicos.....	25
4.6.2	Frecuencia del muestreo .....	26

4.7	Tratamiento o potabilización del agua .....	27
4.7.1	Desinfección .....	27
4.7.2	Control y evaluación del proceso de desinfección .....	27
4.7.3	Desinfectantes residuales .....	28
4.7.4	Cloro libre residual .....	28
4.8	Estimación de la seguridad de un abastecimiento de agua .....	30
4.8.1	Inspecciones sanitarias .....	30
V.	METODOLOGIA .....	32
VI.	RESULTADOS	
6.1	Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua .....	34
6.2	Desinfección del Agua .....	41
6.3	Inspección sanitaria de las instalaciones del sistema de abastecimiento de agua .....	44
VII.	DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS	
7.1	Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua .....	49
7.2	Desinfección del agua .....	54
7.3	Inspección sanitaria de las instalaciones del sistema de abastecimiento de agua .....	56
VIII.	CONCLUSIONES .....	58
8.1	Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua .....	58
8.2	Desinfección del agua .....	59
8.3	Inspección sanitaria de las instalaciones del sistema de abastecimiento de agua .....	59
IX.	RECOMENDACIONES .....	60
9.1	Medidas correctivas .....	60
9.2	Medidas preventivas .....	61
X.	REFERENCIAS .....	64
XI.	ANEXOS .....	66

# I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, al igual que el resto de los países Centroamericanos, todavía es frecuente encontrar que muchas personas, especialmente los niños menores de cinco años y los ancianos, mueren y se enferman debido a situaciones asociadas con la pobreza, a condiciones sanitarias inadecuadas y a la práctica de malos hábitos de higiene. Las tasas de morbi-mortalidad relacionadas con la falta de agua potable y un saneamiento inadecuado ocupan siempre los primeros lugares.

El brote de cólera en la presente década ha puesto de manifiesto el hecho irrefutable de las malas condiciones de los servicios de agua en la mayoría de los servicios de agua de la región.

Muchos de los sistemas comunitarios de abastecimiento de agua, especialmente los del área rural, presentan problemas de contaminación, en su mayoría de origen bacteriológico debido a que gran parte de las fuentes de agua están contaminadas, y a que muchos sistemas no cuentan con métodos de desinfección apropiados.

Los esfuerzos y acciones realizadas por las instituciones o entes responsables y por las mismas comunidades, para vigilar y controlar los servicios de agua potable, no son acordes a la problemática que se presenta.

Para garantizar un suministro de agua segura a las poblaciones es necesario apoyar y reforzar los programas para que realicen, de forma permanente y sistemática, todas las actividades de vigilancia y control de la calidad del agua, y se contribuya a proteger la salud pública.

El presente estudio fue motivado por el interés de los habitantes de Nimajuyu I, en especial del comité de agua, para conocer la calidad del agua que se consume en esta población, y llevar a cabo las acciones que fueran necesarias para reducir los riesgos a la salud por efectos de la mala calidad de los servicios de agua.

Se espera también que el presente trabajo sirva de apoyo y consulta para la realización de estudios similares, que tengan como fin prevenir y controlar las

situaciones de inseguridad que pongan en peligro la salud de la población, debido al consumo de agua contaminada.



## **II. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 ANTECEDENTES**

En Guatemala, en lo que respecta a la calidad del agua suministrada, se estima que el 85% del agua que abastece el área urbana tiene algún problema de contaminación y que, en el suministro de agua para las zonas rurales, es frecuente encontrar que la calidad es inadecuada. De acuerdo a informaciones de la OPS, sólo el 45% de la población urbana recibe agua clorada y sólo 57% recibe agua de acuerdo a los estándares de Salud Pública. (4)

La situación antes descrita no es exclusiva de Guatemala, sino más bien similar a la mayoría de los países de América Latina y el Caribe; esto fue demostrado en 1984 cuando la OPS determinó a través de una encuesta breve que la desinfección de aproximadamente el 75% de los sistemas de agua municipales y comunitarias era inadecuado o no existía. (13)

En relación a la calidad del agua que consume la población de Nimajuyú I, se conoció de dos resultados de análisis de laboratorio (febrero 1983 y mayo de 1984) que mostraban que el agua se encontraba dentro de límites aceptables de normalidad y potable desde el punto de vista bacteriológico. (14)

## 2.2 JUSTIFICACIÓN

El agua tal como se encuentra en la naturaleza (ríos, lagos naturales o artificiales, napas subterráneas, etc.) usualmente no es apropiada para consumo humano porque contiene sustancias orgánicas e inorgánicas y bacterias que pueden constituir riesgos para el consumidor.

En base a lo anterior el agua debe potabilizarse antes de entregarla al consumidor.

Con el fin de evitar que el agua se convierta en fuente de transmisión de enfermedades y preservar así la salud pública, se hace imperativamente necesario evaluar periódicamente la calidad del agua consumida por una población, establecer la eficacia del proceso de tratamiento (desinfección) así mismo debe determinarse las situaciones que pudieran estar provocando o que pudieran provocar problemas de contaminación.

Por lo antes descrito es que se plantea el presente estudio, del cual se obtendrá información importante que ayudará a:

- Tomar las acciones preventivas y medidas correctivas, tanto a nivel comunitario como de los entes involucrados en el suministro y la vigilancia, a manera de reducir los riesgos a la salud por efectos de la mala calidad de los servicios de agua.
- Establecer la susceptibilidad de que el sistema se contamine accidentalmente o por acción externa.
- Tener un monitoreo actualizado de los principales parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

## **2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El presente estudio comprende la evaluación de la calidad del agua para consumo humano y del proceso de tratamiento del sistema que abastece al complejo habitacional NIMAJUYU I, ubicado en la zona 21 de la ciudad de Guatemala, (ver mapa, anexo) el cual fue desarrollado durante los meses de junio a septiembre de 1996.

El mismo se plantea debido a que se supone que el agua está contaminada y se cree que no hay una concentración adecuada de cloro residual en el agua que asegure su calidad bacteriológica.

La inseguridad en el suministro de agua se debe a la percepción organoléptica de los usuarios.

## **2.4 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **2.4.1 ALCANCES**

El alcance de la presente evaluación será la determinación de los parámetros que definen la calidad bacteriológica del agua, así como de los parámetros físicos y algunas sustancias químicas que guardan una estrecha relación con la aceptabilidad por parte de los consumidores y que pueden provocar quejas en los mismos; también se analizarán cuatro sustancias químicas de importancia para la salud.

Se pretende además, establecer la eficacia del método empleado para la desinfección del agua y determinar la susceptibilidad a que el sistema de abastecimiento de agua se contamine, ya sea de forma accidental o por acciones externas.

### **2.4.2 LIMITACIONES**

Como es sabido, al evaluar la calidad del agua para consumo humano se deben considerar, además de los parámetros señalados anteriormente, otras sustancias importantes entre las que se encuentran los componentes inorgánicos, como los metales pesados; las sustancias orgánicas y los biocidas, entre otros.

Si se toma en cuenta lo antes expuesto, puede decirse que una de las limitaciones de este estudio fue la falta del equipo de laboratorio necesario para estos propósitos.

Otra limitación del estudio fue no haber iniciado la evaluación en los primeros meses del año, para haber establecido el comportamiento de la calidad del agua tanto en verano como en invierno.

## **2.5 OBJETIVOS**

### **2.5.1 GENERALES**

- 2.5.1.1** Evaluar la calidad del agua para consumo humano y el proceso de tratamiento del sistema que abastece al complejo habitacional Nimajuyu I.

### **2.5.2 ESPECIFICOS**

- 2.5.2.1** Evaluar la calidad fisico-química y bacteriológica del agua que consume la población de Nimajuyú I.
- 2.5.2.2** Determinar las situaciones que puedan estar provocando o pudieran provocar problemas de contaminación en el sistema de suministro de agua.
- 2.5.2.3** Evaluar el método de desinfección del agua, el cual consiste en la cloración realizada de forma manual.

## **2.6 HIPÓTESIS**

- \* El agua del sistema de suministro de Nimajuyu I está contaminada y sus instalaciones físicas presentan riesgos de contaminación; asimismo, el proceso de desinfección del agua es ineficaz debido al método utilizado.

### **III. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS DEL COMPLEJO HABITACIONAL NIMAJUYU I**

El complejo habitacional Nimajuyú I consiste en 3456 apartamentos de vivienda, de aproximadamente 64 m<sup>2</sup>, dotados de todas las facilidades, servicios, áreas recreativas, etc., apartamentos que están agrupados en 174 edificios de cuatro niveles cada uno, éstos forman bloques denominados módulos, los cuales hacen un total de 22; los primeros 21 módulos (del 01 al 21) están constituidos de ocho (8) edificios cada uno y el módulo No. 22 de seis (6).

##### **3.1.1 LOCALIZACIÓN**

Nimajuyú I se encuentra localizado en el sector sur de la ciudad capital, en la zona 21 (ver mapa anexo), en la jurisdicción de Guatemala, al norte colinda con el Proyecto Venezuela y Bello Horizonte del BAMBI, al sur con la aldea Cerro Gordo, al este con Loma Blanca y al oeste con la 16 avenida que la divide de Nimajuyú II. (ver anexo )

Nimajuyú I está ubicado en una zona identificada dentro del plan de ordenamiento metropolitano como "Zona de vocación Industrial". De hecho, congruente con esta definición existen localizadas en las áreas aledañas al proyecto y especialmente a lo largo de la avenida Petapa, varias industrias, algunas de ellas clasificadas como medianamente contaminantes.

### 3.1.2 USO DEL SUELO

<u>Uso del suelo</u>	<u>Area Util (Ha)</u>	<u>%</u>
Vivienda	24.892	46.65
Educación	3.580	6.71
Administración, comercio y servicio	2.330	4.37
Deportes	2.805	5.26
Juegos Infantiles	2.112	3.96
Reserva forestal	2.514	4.71
Reserva BAMBI	9.413	17.64
Parque y circulaciones	<u>5.714</u>	<u>10.70</u>
	53.360	100.00

### 3.1.3 VÍAS PRINCIPALES

El proyecto tiene como vías principales, la de ingreso (con 4 pistas) que la comunican con la colonia Venezuela y Bello Horizonte y con la Avenida Petapa, la calle de circunvalación del proyecto, las calles de comunicación secundaria hacia la colonia Venezuela y a la Aldea Cerro Gordo.

Los módulos se comunican entre sí por medio de una red vial a través de la cual se tienen accesos a las áreas de parqueo convenientemente ubicadas que prestan servicio a cada uno de los módulos.

### 3.1.4 SERVICIOS

En cuanto a la dotación de servicios se tienen los siguientes: agua potable, energía eléctrica y alumbrado público, drenajes sanitarios, drenajes pluviales y servicio telefónico.

### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Al describir el sistema de agua potable del complejo habitacional Nimajuyú I hay que considerar las etapas por las cuales ha tenido que pasar el mismo y que pueden clasificarse como: Sistema Original Diseñado, Sistema Actual Modificado y Sistema Definitivo. (ver anexo )

En forma breve, las diferencias fundamentales entre los tres sistemas se deben únicamente a las fuentes de abastecimiento y a los cambios y adaptaciones que fue necesario hacer en las redes, por lo que en forma general estos pueden describirse así:

En el sistema original sólo se consideró como fuente única de abastecimiento, la de EMPAGUA, estando claramente separadas las redes de distribución en red alta y red baja (ver anexo )

En el sistema actual modificado, las fuentes de abastecimiento son los pozos mecánicos # 1 y 2, que bombean directamente contra la red alta del proyecto; cuando la demanda es poca el agua excedente fluye hacia el tanque bajo de 1500 m<sup>3</sup> en donde se almacena. Como en el diseño original éste tanque solo alimentaba la red baja, fue necesario interconectar las redes alta y baja por medio de un by-pass, y cuando los equipos de bombeo no están funcionando, el servicio es proporcionado por gravedad desde el tanque bajo.

Como sistema definitivo, se espera que sea una combinación de los dos anteriores, debido a que como fuente principal se consideró el abastecimiento de EMPAGUA, quedando los pozos para cubrir las emergencias que puedan presentarse en el suministro del agua.

Hechas las consideraciones anteriores se puede decir que, en general, el sistema está conformado por: una fuente de agua subterránea (dos pozos perforados), líneas de bombeo hacia la red alta, tanque de almacenamiento, redes generales de



## POZO # 2

Localización:	19 Ave. "B" y 11 calle "A", Colonia Venezuela. (ver anexo)
Diámetro:	10 pulgadas
Longitud total:	722 pies
Longitud de ranurado:	218 pies
Nivel estático del agua:	509 pies
Nivel de bombeo:	509 pies
Caudal de prueba:	350 G.P.M. (septiembre 1984)

### **3.2.2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

Dadas las características topográficas del proyecto NIMAJUYU I, fue necesario construir dos depósitos de almacenamiento, a saber:

- a) El tanque bajo de 1500 m<sup>3</sup> de capacidad, situado a una cota 1444.50 MSNM (cota de piso), siendo este el almacenamiento principal del proyecto, con el cual se surte directamente a los módulos de vivienda localizados en la parte baja del complejo habitacional, identificados del módulo 13 al módulo 20. Este tanque también suministra agua por gravedad a la red alta cuando las bombas no están en funcionamiento.
  
- b) El tanque elevado de metal con 173 m<sup>3</sup> de capacidad cuyo fondo está a una cota 1469.50 MSNM, siendo el almacenamiento con el cual se surtiría a los módulos de vivienda identificados como: 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 21 y 22, localizados en la parte más alta del proyecto a fin de

proporcionarles el caudal adecuado con la presión suficiente (actualmente este tanque no está funcionando).

### **3.2.3 REDES GENERALES DE DISTRIBUCIÓN**

Debido a las características topográficas del terreno en donde se localizan los edificios del complejo habitacional NIMAJUYU I, se hizo necesario contruir dos redes independientes de distribución, ya que la plataforma más baja está en la cota 1368.00 MSNM y la más alta a la cota 1431.20 MSNM. Por consiguiente, se separaron en una red alta y una red baja, cuyas características son las siguientes:

a) Red de Distribución (ver anexo )

Formada por circuitos cerrados con tubería de 12", 10", 8", 6" y 4" de asbesto cemento y 4" de PVC., las cuales abastecen a los módulos 01 al 12, al 21 y 22 (14 módulos). El almacenamiento desde el cual se surtiría la red alta, sería el tanque elevado, el cual le proporcionaría el caudal y presión adecuada a las necesidades de los usuarios.

b) Red Baja de Distribución (ver anexo )

Formada también por circuitos cerrados con tuberías de 6" y 4" de PVC, que sirven a los módulos 13 al 20 (8 unidades) alimentándose desde el tanque bajo de almacenamiento, a través de una tubería de 8" de asbesto cemento.

### **3.2.4 REDES INTERNAS DE ABASTECIMIENTO A LOS MODULOS DE VIVIENDA**

Estas se derivan de las redes principales, abasteciéndose en la mayoría de los casos desde dos puntos con tuberías cuyos diámetros son generalmente de 4" y 2", teniendo en cada una de las entradas válvulas de compuerta para control y reparaciones. Las redes intermódulo forman circuitos cerrados en tuberías de 3" y 2" de PVC clase 250, para un abastecimiento más eficiente y con presiones adecuadas.

### **3.2.5 CONEXIONES DOMICILIARES PARA LOS APARTAMENTOS**

Están formadas por derivaciones de las redes intermódulos, que por medio de una cruz de 2" se lleva con tubería de 2" hacia los servicios domiciliarios de los cuatro apartamentos (del primero al cuarto nivel), en las proximidades del edificio por medio de una T derivan los ramales, de cada uno de los cuales sale el servicio para los apartamentos, teniendo para cada uno de ellos válvulas de paso, medidor y válvulas de compuertas y retención, conforme a lo establecido por las normas municipales.

Es importante resaltar que en cada uno de los pozos mecánicos se concibió la operación de su respectivo equipo de cloración el cual consistía en un clorador Hidro Mod. 500, con capacidad de 10 mg/L, cilindros de gas cloro (2) de 70 kg c/u, mascarilla con sus respectivos filtros, romana de plataforma, bomba tipo booster de 3/4 HP, tuberías, accesorios, etc.; pero estos cloradores solo funcionaron al iniciar el funcionamiento del proyecto.

Por lo anterior, la actividad de cloración y/o desinfección del agua se lleva a cabo de forma manual, por el personal que opera, mantiene y vigila el funcionamiento del sistema de suministro del agua.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA**

#### **4.1.1 ENFERMEDADES MICROBIOLÓGICAS TRANSMITIDAS POR EL AGUA**

Básicamente, éstas son enfermedades en la que los organismos patógenos se encuentran en el agua y cuando se ingieren en una dosis suficiente, infectan al que la consume. La mayoría de estos organismos patógenos llegan al agua mediante la contaminación con excretas humanas y finalmente ingresan al cuerpo a través de la boca, de allí, el término de "transmisión fecal-oral". Muchas de las enfermedades de este tipo se transmiten fácilmente a través de otros medios, por ejemplo, de las manos a la boca o mediante alimentos contaminados fecalmente. (7)

De este modo, por ejemplo, no todas las tifoideas se transmiten a través del agua. Las enfermedades más importantes de este tipo incluyen la disentería amébrica, la shigelosis, el cólera, las diarreas (de etiología no específica), las diarreas del tipo E. Coli, las diarreas virales, el virus A de la hepatitis y la fiebre tifoidea. (7)

#### **4.1.2 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA MEDIANTE AGENTE QUÍMICOS O FÍSICOS**

Las enfermedades debido a agentes físicos o químicos son causados por la ingestión de agua que contiene sustancias dañinas o tóxicas. No es común que el daño sea agudo sino que normalmente se presenta luego de una ingestión a largo plazo de bajas concentraciones. Muchas de las sustancias tóxicas provienen de actividades del hombre, como la fumigación de pesticidas. Otras pueden presentarse en forma natural, el arsénico es un ejemplo, afortunadamente poco frecuente.(7)

Las medidas a tomarse incluyen la eliminación de las sustancias (generalmente costosa) o la elección de fuentes alternativas. A nivel global, estas enfermedades no representan grandes problemas en países no industrializados y por lo general tienen menor prioridad que las enfermedades microbiológicas.(7)

## **4.2 CALIDAD DEL AGUA**

La calidad del agua es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas del agua en su estado natural o después de ser alteradas por la acción del hombre.(2)

Considerando el agua para consumo humano, ésta debe ser sanitariamente segura y agradable a los sentidos; por lo tanto, debe encontrarse libre de organismos patógenos, de sustancias venenosas o fisiológicamente indeseables; y por otra parte no debe causar rechazo en los consumidores. (3). El agua de buena calidad es sinónimo de salud.

La calidad del agua debe evaluarse de manera integral, tomando en consideración el agua propiamente dicha y el riesgo de contaminación que presentan las instalaciones de abastecimiento de agua.(5), este riesgo puede ser estimado a partir de las inspecciones sanitarias.

## **4.3 CATEGORIAS DE PARAMETROS INCLUIDOS EN LAS NORMAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE**

### **a) Parámetros Físicos**

Se refieren a parámetros de calidad que no se pueden medir por métodos químicos o biológicos e incluyen: la turbiedad que es objeto de mayor atención y estudio (el límite ha sido rebajado a la unidad) el color, el sabor, el olor, la temperatura, los

sólidos, la radiactividad y la conductividad eléctrica.(2). También es considerado como parámetro físico el potencial hidrógeno.(8)

**b) Parámetros Químicos Inorgánicos**

Algunos compuestos inorgánicos tóxicos se encuentran en aguas naturales, tal es el caso de arsénico y selenio, éstos también pueden ser consecuencia de actividades humanas, lo mismo que el cromo, cadmio, mercurio y la plata.

Los parámetros químicos inorgánicos incluidos en las normas son: arsénico, bario, cadmio, cloruros, cromo, cobre, cianuro, fluoruros, hierro, plomo, manganeso, mercurio, nitrato, selenio, plata y sulfatos. Los cloruros, hierro, manganeso y sulfatos se encuentran en casi todas las aguas naturales. (2)

**c) Parámetros Químicos Orgánicos**

Incluyen los detergentes y biocidas. Los criterios de EPA (1976) y de la Norma COGUANOR NGO 29001 establecen límites para endrin, clordano, heptacloro, lindano, metoxicloro, toxafeno y 2,4 D y 2,4,5 TP silvex. Estos compuestos son tóxicos, producen efectos crónicos y han sido objeto de intensas investigaciones relacionadas a los efectos sobre la salud. (2). Las guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud establece límites para otros constituyentes orgánicos más.(9)

**d) Desinfectantes y sus productos secundarios**

La destrucción de los patógenos microbianos es indispensable e implica casi siempre el uso de agentes químicos reactivos como el cloro, que no sólo son potentes biocidas sino que también pueden combinarse con otros componentes del agua para formar compuestos con posibles efectos perjudiciales en la salud a largo plazo. Para evaluar el impacto global de la desinfección en la salud pública se

debe, pues, considerar no sólo la calidad microbiológica del agua tratada sino también la toxicidad de los desinfectantes y de los productos de sus reacciones. (9)

**e) Sustancias Radiactivas**

Aunque la radiactividad es una propiedad física, las sustancias radiactivas que se pueden encontrar en el agua exhiben efectos acumulativos específicamente cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos y virtualmente todos emiten radiaciones alfa, beta y gama. (2)

**f) Parámetros microbiológicos (bacteriológicos)**

Son muy importantes para ofrecer agua libre de microorganismos patógenos (que causan enfermedades). Las normas se establecen en base a organismos indicadores de contaminación fecal debido a que no resulta práctico identificar y medir todos los tipos de organismos patógenos. (2)

En relación a los parámetros físicos y químicos estudiados en la presente evaluación, las normas y guías para la calidad del agua potable no establecen valores o límites basados directamente en criterios sanitarios, más bien son considerados como aquellos que pueden provocar quejas en los consumidores. (9)

Para los fluoruros, el manganeso, los nitratos y los nitritos si se han establecido valores o límites basados en criterios sanitarios. (9)

A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los parámetros considerados en la presente evaluación.

## **4.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS EVALUADOS EN EL ESTUDIO**

### **4.4.1 PARAMETROS FISICOS**

#### ***COLOR***

El color del agua potable se debe por lo general a la presencia de materias orgánicas coloreadas (sobre todo ácidos húmicos y fúlvicos) relacionados con el humus del suelo. Influye considerablemente en él la presencia de hierro y otros metales, ya sea en forma de impurezas de origen natural o como productos de la corrosión. (9)

#### ***SABOR Y OLOR***

El sabor y el olor proceden de fuentes o procesos naturales y biológicos (por ejemplo, la presencia de microorganismos acuáticos), de la contaminación por sustancias químicas o de la formación en el agua de productos secundarios del tratamiento (por ejemplo de la cloración).(9)

#### ***TEMPERATURA***

El agua fresca es generalmente más agradable que el agua caliente. Las elevadas temperaturas favorecen la proliferación de microorganismos y pueden agravar los problemas de sabor, olor y corrosión. (9)

#### ***TURBIEDAD***

La turbiedad en el agua se debe a las materias en suspensión, tales como arcilla, sedimentos, partículas orgánicas coloidales, plancton y otros organismos microscópicos. (10)

#### ***SOLIDOS***

La materia en suspensión, coloidal y disuelta es medida en los sólidos totales. De estos, el total de sólidos disueltos en el agua, comprende sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y



sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica. El total de sólidos disueltos (TSD) puede tener importantes efectos en el sabor del agua potable. (2 y 9)

### ***CONDUCTIVIDAD ELECTRICA***

La conductividad eléctrica es una medida indirecta del contenido de sales disueltas en el agua, e indica la concentración total de constituyentes inorgánicos en el agua.

(2)

### ***CONCENTRACIONES DEL ION HIDROGENO (pH)***

La concentración relativa de los iones de hidrógeno en el agua es la que indica si ésta actuará como un ácido débil, o si se comportará como una solución alcalina.

Aunque el pH no ejerce por lo general un efecto directo en los consumidores es uno de los principales parámetros operativos de la calidad del agua, al que se debe prestar gran atención en todas las fases del tratamiento, a fin de que el agua se clarifique y desinfecte satisfactoriamente. (2 y 10)

## 4.4.2 PARÁMETROS QUÍMICOS

### *CLORURO*

El cloruro se encuentra distribuido ampliamente en la naturaleza, por lo general en la forma de sales de sodio (NaCl), de potasio (KCl) y de sales de calcio (CaCl<sub>2</sub>). Las concentraciones elevadas de cloruro hacen que el agua y las bebidas tengan un sabor desagradable. (9)

### *DUREZA*

La dureza del agua es causada por el calcio y, en menor grado, el magnesio, disuelto en ella. Generalmente se expresa por la cantidad equivalente de carbonato cálcico. Las aguas subterráneas por regla general presentan durezas altas y son antieconómicas para ser usadas en el lavado, debido a que consumen grandes cantidades de jabón. (9 y 1)

### *FLUORURO*

La exposición al fluoruro presente en el agua de bebida depende considerablemente de circunstancias naturales. En el agua no tratada las concentraciones son, por lo común inferiores a 1.50 mg/L pero, en las zonas ricas en minerales que contienen flúor, las aguas subterráneas pueden contener unos 10 mg/L. Este compuesto se agrega en ocasiones al agua potable para prevenir la caries dental. (9).

### *HIERRO*

En concentraciones superiores a 0.3 mg/L, el hierro mancha la ropa lavada y las instalaciones de fontanería. Cuando la concentración es inferior a 0.30 mg/L el sabor no puede ser perceptible, aunque el agua puede enturbiarse y colorearse. (9)

### *MANGANESO*

La presencia de manganeso en el agua es tan objetable como la del hierro. En concentraciones superiores a 0.15 mg/L, mancha las instalaciones y la ropa de lavado. Cuando las concentraciones son aún mayores, da un sabor desagradable a las bebidas. Al igual que el hierro, su presencia en el agua puede producir la acumulación de depósitos en las tuberías. (6 y 11)

### *SULFATOS*

El sulfato contenido en el agua subterránea proviene principalmente de yeso o de la anhidrita (sulfato de calcio). La ingestión de agua que contenga concentraciones elevadas de sulfatos puede tener un efecto laxante, que se intensifica cuando el sulfato va acompañado de magnesio. (6 y 11)

### *NITRATOS Y NITRITOS*

El nitrato y el nitrito se consideran en forma conjunta debido a que la conversión de una forma a otra se produce en el ambiente. Los nitratos son sales consideradas nocivas para la salud por la capacidad que tiene el organismos de transformarlos en nitritos y producir metahomoglobinemia en infantes menores de un año. (1 y 10). La dosis a que puede provocar daños es cuando sobrepasa los 45 mg/L (8)

### *ALUMINIO*

La presencia de aluminio en concentraciones superiores a 0.20 mg/L a menudo provoca quejas de los consumidores, debido a que causa la aparición de depósitos de una masa flocosa de hidróxido aluminico en los sistemas de distribución y acentúa la coloración del agua por el hierro; en ciertas circunstancias, concentraciones de 0.10 a 0.20 mg/L pueden plantear este tipo de problemas. (9)

### 4.4.3 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

#### *AGENTES PRINCIPALES*

Los patógenos humanos que pueden transmitirse por vía oral a través del agua que se bebe se encuentran agrupados en bacterias, virus, protozoos y helmintos. Las enfermedades infecciosas se transmiten principalmente a través de las excretas de seres humanos y animales, en particular de las heces. (9)

#### *COLIFORMES TOTALES*

Este grupo de bacterias comprende todos los bacilos aeróbicos y anaeróbicos facultativos, gramnegativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ , en menos de 48 horas, características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación (8)

#### *COLIFORMES FECALES*

Se definen como los bacilos gram negativos no esporulados que fermentan la lactosa en producción de ácido y gas a  $44^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$  en menos de 24 horas, características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación (8).

La búsqueda de indicadores microbianos de la contaminación fecal responde a criterios de prudencia, en otros términos, si se demuestra la presencia de indicadores fecales, se debe suponer que también puede encontrarse agentes patógenos. Por esta razón, en el agua tratada que llega al consumidor nunca debe haber bacterias indicadores fecales y, si éstas se detectan, se deben tomar disposiciones inmediatas para descubrir la causa y adoptar medidas correctivas. (9)

## 4.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA LA DETECCIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES EN EL AGUA

Se han desarrollado dos métodos para la detección de bacterias indicadoras en el agua: a) el método de los tubos múltiples de fermentación y b) el método de la filtración con membrana (llamado también de membrana filtrante) (FM) (12).

### 4.5.1 MÉTODO DE LOS TUBOS MÚLTIPLES

#### *FUNDAMENTO*

En el método de los tubos múltiples de fermentación, se siembran o inoculan volúmenes parciales de una muestra de agua en una serie de tubos de ensayo que contienen un medio de caldo de cultivo adecuado.

Después de un período de incubación específico a una temperatura dada, cada tubo que muestra formación de gas es considerado como "presuntamente positivo", ya que esto indica la posible presencia de bacterias coliformes; sin embargo, como también otros organismos pueden producir gas, es aconsejable una subsecuente prueba de confirmación.

A las dos pruebas se les conoce como prueba *presuntiva* y prueba *confirmativa*.

Para la prueba confirmativa, se siembra material tomado con reacción positiva en un medio de cultivo más selectivo. Después de un intervalo de tiempo apropiado, se examinan los tubos para detectar la formación de gas, como en la prueba anterior.

Entonces, a partir del número de tubos inoculados y del número de tubos con resultado positivo obtenidos en la prueba confirmativa, se puede estimar la concentración de bacterias en la muestra. El número más probable (NMP) de bacterias presentes se puede calcular utilizando tablas estadísticas especialmente diseñadas.(12)

## 4.5.2 MÉTODO DE LA MEMBRANA FILTRANTE

### *FUNDAMENTO*

A diferencia del método de tubos múltiples, el método de filtración con membrana o método de la membrana filtrante (MF) brinda un recuento de los coliformes totales y fecales presentes en una muestra de agua determinada.

El método se basa en la filtración de un volumen conocido a través de un filtro de membrana, hecha en base a algún compuesto de celulosa y con un diámetro de poros uniforme de 0.45  $\mu\text{m}$ , las bacterias son retenidas en la superficie de la membrana filtrante. Cuando la membrana que contiene las bacterias se incuba en un recipiente estéril, a una temperatura apropiada con un medio de cultivo selectivo diferencial, se desarrollan colonias características de coliformes totales y fecales, cuyo recuento se puede efectuar en forma directa.(12)

## 4.6 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA

### 4.6.1 REQUISITOS BÁSICOS

En la recolección de muestras de agua para el examen bacteriológico, deben tomarse en cuenta los siguientes requisitos: (12)

- a) El muestreo debe estar convenientemente planificado, siendo lo ideal que se lleve a cabo con una frecuencia suficiente como para permitir que se detecte cualquier variación estacional en la calidad del agua;
- b) Las muestras deben ser recolectadas, guardadas y enviadas en frascos esterilizados apropiados;
- c) El volumen de agua recolectada debe ser lo suficientemente grande como para permitir un análisis preciso;
- d) Los puntos de muestreo en los sistemas de abastecimiento de agua deben ser seleccionados de tal manera que las muestras obtenidas sean lo más representativas posibles;

- e) Debe tenerse gran cuidado durante el muestreo para impedir que se produzca contaminación de la muestra que se está recolectando;
- f) Con el objeto de prevenir cualquier cambio significativo en la composición de una muestra antes de su análisis, es importante asegurarse que sea recolectada apropiadamente y despachada lo antes posible;
- g) Deben describirse bien las especificaciones de la muestra, colocarse y llenarse las etiquetas en los frascos de muestra en forma apropiada para evitar errores.

#### 4.6.2 FRECUENCIA DEL MUESTREO

En este estudio para establecer la frecuencia del muestreo se tomó como base la población servida y se utilizaron las guías que para tal efecto recomienda la O.M.S.

(11)

<u>Población Abastecida</u>	<u>Cantidad Mínima de Muestras</u>
Menos de 5000	1 muestra al mes
de 5000 - 100 000	1 muestra al mes por cada 5000 personas
más de 100 000	1 muestra al mes por cada 10 000 personas

## **4.7 TRATAMIENTO O POTABILIZACIÓN DEL AGUA**

La finalidad fundamental del tratamiento del agua es proteger al consumidor contra los agentes patógenos y las impurezas que puedan resultarle desagradables o ser perjudiciales para su salud. (9). Por lo anterior, el agua debe tratarse o potabilizarse antes de entregarla al consumidor. (15)

### **4.7.1 DESINFECCIÓN**

La potabilización a veces involucra muchos procesos, pero el mínimo es la desinfección para garantizar que al menos el integrante microbiológico (bacterias, virus y protozoos, sobre todo) haya sido virtualmente eliminado (15)

La desinfección, entonces, es el tratamiento mínimo a que debe someterse cualquier agua de uso doméstico, aún cuando el agua proviniera de la más pura de las fuentes, ya que siempre existe la posibilidad de contaminación microbiológica en algún punto del sistema de abastecimiento. (15) La desinfección puede lograrse de muchas maneras, por ejemplo, hirviendo el agua (energía térmica), sometiéndola a la luz ultra violeta (energía radiante), o mezclándola con sustancias especiales (energía química) (15)

*En resumen, puede decirse que las razones principales para desinfectar el agua potable son: asegurar la destrucción de gérmenes patógenos, mantener una barrera de protección contra los gérmenes patógenos que ingresan al sistema de distribución y suprimir los nuevos brotes bacterianos en las tuberías. (10)*

### **4.7.2 CONTROL Y EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DESINFECCIÓN**

Debido a la importancia de la desinfección para salvaguardar la calidad higiénica de los sistemas de abastecimiento de agua potable, es esencial que la concentración



de desinfectantes sea medida con frecuencia y, de preferencia, registrada continuamente. (10)

Para abastecimientos pequeños, especialmente aquellos que se sabe tienen riesgo, deberá disponerse de dispositivos sencillos para desinfección y medición. (10)

### **4.7.3 DESINFECTANTES RESIDUALES**

Se sabe que además de la eficacia y eficiencia de las sustancias usadas en la desinfección del agua, es importante tener en cuenta la capacidad de estos agentes para permanecer como desinfectantes residuales durante el almacenamiento y la distribución del agua potable. (6) Con excepción del ozono, todos los demás desinfectantes factibles de usar (cloro, bióxido de cloro y cloraminas) pueden proveer un residual persistente para un control microbiano continuo una vez que el agua tratada ingresa en la red de distribución. (10)

### **4.7.4 CLORO LIBRE RESIDUAL**

Si se emplea cloro como desinfectante, es conveniente mantener y examinar diariamente la concentración de cloro residual libre que deberá ser 0.3 a 0.5 mg/Litro, a lo largo de todo el sistema (10).

El mantenimiento y la vigilancia del cloro residual ofrece dos beneficios. El cloro residual suprimirá el crecimiento de organismos dentro del sistema y puede proporcionar alguna protección contra la contaminación que se produzca a través de las conexiones cruzadas o fugas. La súbita desaparición del residual es señal inmediata del ingreso de materia oxidable dentro del sistema o de un funcionamiento defectuoso del método de tratamiento (10).

Cuando el residual de cloro en el sistema de abastecimiento es menor de lo que habitualmente se espera en un punto determinado, deberá ponerse en práctica alguna acción correctiva, incluyendo una mayor cloración, purgas e inspecciones sanitarias (10)

En el presente estudio, la presencia del cloro libre residual en el agua de la red de distribución, se determinó haciendo uso de la técnica del comparador visual comercial, para lo cual se utilizó el reactivo N,N dietilparafenílenediamina (DPD). En las guías para la calidad del agua potable de la OMS, Vol 3, 1985, en el anexo 7 (12) se describe claramente esta técnica.

## **4.8 ESTIMACIÓN DE LA SEGURIDAD DE UN ABASTECIMIENTO DE AGUA**

En la evaluación de la calidad del agua de los sistemas de abastecimiento comunitarios, se debe tomar en cuenta dos actividades igualmente importantes: la ejecución de inspecciones sanitarias y la recolección y análisis de muestras de agua (12).

Los análisis microbiológicos (bacteriológicos), por el hecho de que su ejecución toma un considerable tiempo, brindan en el mejor de los casos una indicación de la calidad que tenía el agua varios días antes. Debido a esta demora, es posible que cuando se descubra que el nivel de contaminación bacteriológica es demasiado elevado, ya se hayan producido efectos adversos en la población que consume dicha agua. Esto limita la utilidad de análisis bacteriológico como único indicador de la seguridad de un abastecimiento de agua (12).

### **4.8.1 INSPECCIONES SANITARIAS**

Las inspecciones sanitarias, si bien no reemplazan a los análisis de calidad del agua, constituyen un complemento esencial de los mismos como parte de los programas de control de la calidad del agua; además, brindan un método directo para individualizar y señalar con precisión posibles problemas y fuentes de contaminación. También son importantes en la prevención y control de condiciones potencialmente peligrosas, incluyendo las epidemias de enfermedades transmitidas por el agua.

La información obtenida por medio de una inspección sanitaria puede identificar fallas, anomalías, errores de los operadores y cualquier desviación de lo normal que pueda afectar la producción y distribución de agua potable segura.

Es importante subrayar que si se identificaran deficiencias sanitarias mediante el análisis de muestras de agua y la inspección sanitaria, es impostergable la aplicación de *las medidas correctivas y preventivas que fueran necesarias*.

Para la realización de la inspección sanitaria al sistema de abastecimiento de Nimajuyú I, se tomó como guía, con algunas adaptaciones, los formularios propuestos en las referencias (5 y 12).

## V. METODOLOGÍA

Inicialmente se consideraron 5 puntos de muestreo, distribuidos así: tres puntos en la red de distribución y los otros dos en igual número de pozos. Estos puntos de muestreo se eligieron tomando en cuenta la mayor representatividad del sistema de abastecimiento de agua.

Después dos meses de muestreo y análisis, al realizar los controles de cloro libre residual y observar el funcionamiento del sistema de abastecimiento (bombeo del agua directamente contra la red), se determinó la necesidad de establecer un cuarto punto de muestreo en la red de distribución; en éste último punto sólo se realizaron exámenes bacteriológicos y controles de cloro residual. En total, se consideraron 6 puntos de muestreo. Es importante mencionar que no se consideró el tanque de almacenamiento de agua, por la dificultad de obtener muestras, debido al funcionamiento del sistema.

La recolección y el análisis de las muestras se efectuó durante cuatro meses (junio-septiembre), transportándolas al laboratorio y tomando las precauciones necesarias para evitar una ulterior contaminación.

Los análisis físicos, químicos y exámenes bacteriológicos se realizaron utilizando los recursos con que cuenta el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria situado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se consideró que para evaluar la calidad del agua de un sistema comunitario de abastecimiento, los análisis de laboratorio deberían ser complementados con la ejecución de una inspección sanitaria; fue así como se realizó una inspección a los pozos, tanque o depósito de almacenamiento y a la red de distribución.

La evaluación del proceso de desinfección del agua se llevó a cabo observando el procedimiento utilizado y entrevistando al encargado de realizar esta actividad. Además, se complementó con la realización de controles de cloro libre residual en los cuatro puntos de la red de distribución.

Los resultados obtenidos de los análisis físicos, químicos y exámenes bacteriológicos fueron comparados con la Norma COGUANOR NGO 29001. (8)

# VI. RESULTADOS

**CUADRO No.1  
RESULTADO DE LOS PARAMETROS FISICOS DEL AGUA**

PUNTO DE MUESTREO No.	LUGAR TOMA DE MUESTRAS	RECHA DIA MES AÑO	HORA a.m.	ASPECTO	COLOR UNIDADES	OLOR	TEMPERATURA °c	TURBIEDAD (UTN)	PH UNIDADES	CONDUCTIVIDAD MICROMHOS/CM.	SOLIDOS TOTALES (mg/L)
1	Modulo 17 D	19.06.96	9:25	clara	1.0	a clara	24.5	0.5	7	215	127
	Apto No.112 (tortillería)	23.07.96	7:40	clara	1.0	a clara	24.5	0.45	6.85	229	123
		03.09.96	6:10	clara	1.0	inodoro	24.2	0.4	6.8	220	130
		24.09.96	7:06	clara	1.0	inodoro	24.2	0.35	6.8	214	129
2	Modulo 21 A	19.06.96	10:05	clara	1.0	inodoro	24.5	0.5	6.9	213	125
	Apto. No.208 (tienda)	23.07.96	07:30	clara	1.0	inodoro	24.2	0.46	6.86	218	128
		03.09.96	06:30	clara	1.0	inodoro	24	0.45	6.8	220	128
		24.09.96	07:36	clara	1.0	inodoro	24	0.35	6.9	214	130
3	Modulo 10 C	19.06.96	10:43	clara	1.0	inodoro	24	0.45	6.9	213	129
	Apto. No. 107 (tienda)	23.07.96	08:15	clara	1.0	inodoro	24	0.4	6.97	216	124
		03.09.96	07:05	clara	1.0	inodoro	24	0.35	6.8	219	134
		24.09.96	07:57	clara	1.0	inodoro	24	0.35	6.8	213	133
4	Pozo No.1 Bulevar	19.06.96	11:07	clara	1.0	inodoro	24.5	0.5	6.9	212	123
	Nimajuyu	23.07.96	06:37	clara	1.0	inodoro	23.5	0.35	6.79	215	127
		21.08.96	08:20	clara	1.0	inodoro	24.2	0.4	6.9	214	124
		24.09.96	06:37	clara	1.0	inodoro	23.9	0.4	6.8	212	127
5	Pozo No.2	19.06.96	11:30	clara	1.0	inodoro	23.5	0.45	6.9	213	126
	Colonia Venezuela	23.07.96	07:00	clara	1.0	inodoro	24	0.37	6.88	219	123
		21.08.96	08:25	clara	1.0	inodoro	24.3	0.4	7	214	126
		24.09.96	08:40	clara	1.0	inodoro	24	0.4	6.8	213	130



**CUADRO No.2  
RESULTADO DE LOS PARAMETROS QUIMICOS DEL AGUA**

PUNTO DE MUESTREO No.	LUGAR TOMA DE MUESTRAS	FECHA DIA MES AÑO	ALUMINIO Al mg/L	CLORURO Cl mg/L	DUREZA CaCO3 mg/L	HIERRO Fe+3 mg/L	MANGANESO Mn mg/L	SULFATO SO4 -2 mg/L	NITRATOS NO3 mg/L	NITRITOS NO2 mg/L	FLUORUROS F mg/L
1	Modulo 17 D Aplo No.112 (torilleria)	19.06.96 23.07.96 03.09.96 24.09.96	0	10 10.5 11 8.5	74 84 74 80	0.03 0.07 0.03 0.03	0	8 9 7 7	8.8 10.56 9.24 7.04	0 0 0 0	0.22 0.23 0.33 0.31
2	Modulo 21 A Aplo. No.208 (tienda)	19.06.96 23.07.96 03.09.96 24.09.96	0	11 14 11 9	80 84 80 80	0.03 0.08 0.08 0.03	0	8 9 7 8	10.56 7.92 8.8 7.92	0 0 0 0	0.23 0.24 0.31 0.38
3	Modulo 10 C Aplo. No. 107 (tienda)	19.06.96 23.07.96 03.09.96 24.09.96	0	10 11 11 10.5	80 84 80 78	0.03 0.08 0.03 0.03	0	8 9 8 8	11 7.92 9.68 9.24	0 0 0 0	0.25 0.27 0.37 0.35
4	Pozo No.1 Bulever Nimajuyu	19.06.96 23.07.96 21.08.96 24.09.96	0	10 11.5 9 10	80 81 72 80	0.03 0.07 0.03 0.03	0	8 10 9 8	11.44 7.92 9.68 6.4	0 0 0 0	0.3 0.3 0.28 0.34
5	Pozo No.2 Colonia Venezuela	19.06.96 23.07.96 21.08.96 24.09.96	0	9.5 14.5 9 9	80 84 80 76	0.03 0.07 0.03 0.03	0	7 8 6 6	8.36 12.32 7.92 3.7	0 0 0 0	0.32 0.29 0.5 0.32

**CUADRO No.3**  
**RESULTADO DEL EXAMEN BACTERIOLOGICO EN TUBOS DE**  
**FERMENTACION POR DILUCIONES MULTIPLES**

PUNTO DE MUESTREO No.	LUGAR TOMA DE MUESTRAS	FECHA DIA MES AÑO	HORA DE TOMA DE MUESTRAS a.m.	COLIFORMES (NMP/ 100 cm3)	
				TOTALES	FECALES
1	Modulo 17 D Apto No.112 (tortilleria)	19.06.96	9:25	<3	<3
		23.07.96	7:40	<3	<3
		05.08.96	6:50	<3	<3
		21.08.96	6:45	-	<3
		09.09.96	6:15	4	<3
		24.09.96	7:06	<3	<3
2	Modulo 21 A Apto. No.208 (tienda)	19.06.96	10:05	<3	<3
		23.07.96	7:30	<3	<3
		05.08.96	7:10	<3	<3
		21.08.96	7:15	-	<3
		09.09.96	6:30	<3	<3
		24.09.96	7:36	<3	<3
3	Modulo 10 C Apto. No. 107 (tienda)	19.06.96	10:43	<3	<3
		23.07.96	8:15	460	29
		05.08.96	8:07	<3	<3
		21.08.96	7:35	-	<3
		09.09.96	6:55	9	4
		24.09.96	7:57	<3	<3
4	Pozo No.1 Bulevar Nimajuyu	19.06.96	11:07	<3	<3
		23.07.96	6:37	<3	<3
		05.08.96	8:20	7	<3
		21.08.96	8:07	-	<3
		09.09.96	7:30	9	9
		24.09.96	6:37	<3	<3
5	Pozo No.2 Colonia Venezuela	19.06.96	11:30	<3	<3
		23.07.96	7:00	<3	<3
		05.08.96	8:30	4	<3
		21.08.96	8:25	-	<3
		09.09.96	7:50	9	<3
		24.09.96	8:40	<3	<3
6	Modulo 06 A Apto. No.105 (tienda)	05.08.96	8:50	23	<3
		21.08.96	7:55	-	<3
		09.09.96	7:15	9	4
		24.09.96	8:15	4	<3

\* Norma COGUANOR NGO 29001

**CUADRO No.4  
ANALISIS DE LA CALIDAD FISICA DEL AGUA PARA DETERMINAR SU USO PARA CONSUMO HUMANO**

PUNTO DE MUESTREO No.	LUGAR TOMA DE MUESTRAS	FECHA DIA MES AÑO	TEMPERATURA °c	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 18-30°C LMP: NO >34°C	COLOR UNIDADES	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 5 U LMP: 50 U	TURBIEDAD UTN	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 5 UTN LMP: 25 UTN	pH UNIDADES	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 7-8,5 U LMP: 6,5 - 9,2 u	SOLIDOS TOTALES mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 500 mg/L LMP: 1500 mg/L
1	Modulo 17 D Apto No.112 (fertilizera)	19.06.96	24.5	apta	1	apta	0.5	apta	7	apta	127	apta
		23.07.96	24.5	apta	1	apta	0.45	apta	6.65	apta	123	apta
		03.09.96	24.2	apta	1	apta	0.4	apta	6.8	apta	130	apta
		24.09.96	24.2	apta	1	apta	0.35	apta	6.8	apta	129	apta
2	Modulo 21 A Apto. No.208 (tienda)	19.06.96	24.5	apta	1	apta	0.5	apta	6.9	apta	125	apta
		23.07.96	24.2	apta	1	apta	0.46	apta	6.86	apta	128	apta
		03.09.96	24	apta	1	apta	0.45	apta	6.8	apta	128	apta
		24.09.96	24	apta	1	apta	0.35	apta	6.9	apta	130	apta
3	Modulo 10 C Apto. No. 107 (tienda)	19.06.96	24	apta	1	apta	0.45	apta	6.9	apta	129	apta
		23.07.96	24	apta	1	apta	0.4	apta	6.97	apta	124	apta
		03.09.96	24	apta	1	apta	0.35	apta	6.8	apta	134	apta
		24.09.96	24	apta	1	apta	0.35	apta	6.8	apta	133	apta
4	Pozo No.1 Bulevar Nimajuyu	19.06.96	24.5	apta	1	apta	0.5	apta	6.9	apta	123	apta
		23.07.96	23.5	apta	1	apta	0.35	apta	6.79	apta	127	apta
		21.08.96	24.2	apta	1	apta	0.4	apta	6.9	apta	124	apta
		24.09.96	23.9	apta	1	apta	0.4	apta	6.8	apta	127	apta
5	Pozo No.2 Colonia Venezuela	19.06.96	23.5	apta	1	apta	0.45	apta	6.9	apta	126	apta
		23.07.96	24	apta	1	apta	0.37	apta	6.88	apta	123	apta
		21.08.96	24.3	apta	1	apta	0.4	apta	7	apta	126	apta
		24.09.96	24	apta	1	apta	0.4	apta	6.8	apta	130	apta

**CUADRO No.5**  
**ANALISIS DE LA CALIDAD QUIMICA DEL AGUA PARA DETERMINAR SU USO PARA CONSUMO HUMANO**

PUNTO DE MUESTREO No.	LUGAR TOMA DE MUESTRAS	FECHA DIA MES AÑO	ALUMINIO Al mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 0.05 LMP: 0.10	CLORUROS Cl- mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 200 mg/L LMP: 600 mg/L	DUREZA CaCO3 mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 100 mg/L LMP: 500 mg/L	HIERRO Fe+3 mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 0.10 mg/L LMP: 1.0 mg/L	MANGANESO Mn mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 0.05 mg/L LMP: 0.50 mg/L
1	Modulo 17 D Apto No.112 (fertilieria)	19.06.96		10	apta	74	apta	0.03	0	apta	0	apta
		23.07.96		10.5	apta	84	apta	0.07	0	apta	0	apta
		03.09.96	0	11	apta	74	apta	0.03	0.03	apta	0.03	apta
		24.09.96	0	8.5	apta	80	apta	0.03	0.03	apta	0.03	apta
2	Modulo 21 A Apto. No.208 (tienda)	19.06.96		11	apta	80	apta	0.03	0	apta	0	apta
		23.07.96		14	apta	84	apta	0.08	0	apta	0	apta
		03.09.96	0	11	apta	80	apta	0.08	0.08	apta	0.08	apta
		24.09.96	0	9	apta	80	apta	0.03	0.03	apta	0.03	apta
3	Modulo 10 C Apto. No. 107 (tienda)	19.06.96		10	apta	80	apta	0.03	0	apta	0	apta
		23.07.96		11	apta	84	apta	0.08	0	apta	0	apta
		03.09.96	0	11	apta	80	apta	0.03	0.03	apta	0.03	apta
		24.09.96	0	10.5	apta	78	apta	0.03	0.03	apta	0.03	apta
4	Pozo No.1 Bulevar Nimejuyu	19.06.96		10	apta	80	apta	0.03	0	apta	0	apta
		23.07.96		11.5	apta	81	apta	0.07	0	apta	0	apta
		21.08.96	0	9	apta	72	apta	0.03	0.03	apta	0.03	apta
		24.09.96	0	10	apta	80	apta	0.03	0.03	apta	0.03	apta
5	Pozo No.2 Colonia Venezuela	19.06.96		9.5	apta	80	apta	0.03	0	apta	0	apta
		23.07.96		14.5	apta	84	apta	0.07	0	apta	0	apta
		21.08.96	0	9	apta	80	apta	0.03	0.03	apta	0.03	apta
		24.09.96	0	9	apta	76	apta	0.03	0.03	apta	0.03	apta

**CUADRO No6**  
**ANALISIS DE LA CALIDAD QUIMICA DEL AGUA**  
**PARA DETERMINAR SU USO PARA CONSUMO HUMANO**

PUNTO DE MUESTREO No.	LUGAR TOMA DE MUESTRAS	FECHA DIA MES AÑO	SULFATO SO4 -2 mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 200 mg/L LMP: 400 mg/L	NITRATOS NO-3 mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: --- LMP: 45 mg/L	NITRITOS NO-2 mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: --- LMP: 0.01 mg/L	FLUORUROS F- mg/L	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: --- LMP: 1.7 mg/L
1	Modulo 17 D Apto No.112 (tortilleria)	19.06.96	8	apta	8.8	apta	0	apta	0.22	apta
		23.07.96	9	apta	10.56	apta	0	apta	0.23	apta
		03.09.96	7	apta	9.24	apta	0	apta	0.33	apta
		24.09.96	7	apta	7.04	apta	0	apta	0.31	apta
2	Modulo 21 A Apto. No.208 (tienda)	19.06.96	8	apta	10.56	apta	0	apta	0.23	apta
		23.07.96	9	apta	7.92	apta	0	apta	0.24	apta
		03.09.96	7	apta	8.8	apta	0	apta	0.31	apta
		24.09.96	8	apta	7.92	apta	0	apta	0.38	apta
3	Modulo 10 C Apto. No. 107 (tienda)	19.06.96	8	apta	11	apta	0	apta	0.25	apta
		23.07.96	9	apta	7.92	apta	0	apta	0.27	apta
		03.09.96	8	apta	9.68	apta	0	apta	0.37	apta
		24.09.96	8	apta	9.24	apta	0	apta	0.35	apta
4	Pozo No.1 Bulevar Nimaluju	19.06.96	8	apta	11.44	apta	0	apta	0.3	apta
		23.07.96	10	apta	7.92	apta	0	apta	0.3	apta
		21.08.96	9	apta	9.68	apta	0	apta	0.26	apta
		24.09.96	8	apta	6.4	apta	0	apta	0.34	apta
5	Pozo No.2 Colonias Venezuela	19.06.96	7	apta	8.36	apta	0	apta	0.32	apta
		23.07.96	8	apta	12.32	apta	0	apta	0.29	apta
		21.08.96	6	apta	7.92	apta	0	apta	0.5	apta
		24.09.96	6	apta	3.7	apta	0	apta	0.32	apta

**CUADRO No.7**  
**ANALISIS DE LA CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AGUA**  
**PARA DETERMINAR SU USO PARA CONSUMO HUMANO**

PUNTO DE MUESTREO No.	LUGAR TOMA DE MUESTRAS	FECHA DIA MES AÑO	HORA DE TOMA DE MUESTRAS (am)	COLIFORMES (NMP/100 cm3)	COLIFORMES (NMP/100 cm3)	NORMA COGUANOR NG0 29001 < 3.0
				TOTALES	FECALES	
1	Modulo I7 D Apto No.112 (tortilleria)	19.06.96	9:25	<3	<3	apta
		23.07.96	7:40	<3	<3	apta
		05.08.96	6:50	<3	<3	apta
		21.08.96	6:45	-	<3	apta
		09.09.96	6:15	4	<3	no apta
		24.09.96	7:06	<3	<3	apta
2	Modulo 21 A Apto. No.208 (tienda)	19.06.96	10:05	<3	<3	apta
		23.07.96	7:30	<3	<3	apta
		05.08.96	7:10	<3	<3	apta
		21.08.96	7:15	-	<3	apta
		09.09.96	6:30	<3	<3	apta
		24.09.96	7:36	<3	<3	apta
3	Modulo I0 C Apto. No. 107 (tienda)	19.06.96	10:43	<3	<3	apta
		23.07.96	8:15	460	29	no apta
		05.08.96	8:07	<3	<3	apta
		21.08.96	7:35	-	<3	apta
		09.09.96	6:55	9	4	no apta
		24.09.96	7:57	<3	<3	apta
4	Pozo No.1 Bulevar Nimajuyu	19.06.96	11:07	<3	<3	apta
		23.07.96	6:37	<3	<3	apta
		05.08.96	8:20	7	<3	no apta
		21.08.96	8:07	-	<3	apta
		09.09.96	7:30	9	9	no apta
		24.09.96	6:37	<3	<3	apta
5	Pozo No.2 Colonia Venezuela	19.06.96	11:30	<3	<3	apta
		23.07.96	7:00	<3	<3	apta
		05.08.96	8:30	4	<3	no apta
		21.08.96	8:25	-	<3	apta
		09.09.96	7:50	9	<3	no apta
		24.09.96	8:40	<3	<3	apta
6	Modulo 06 A Apto. No.105 (tienda)	05.08.96	8:50	23	<3	no apta
		21.08.96	7:55	-	<3	apta
		09.09.96	7:15	9	4	no apta
		24.09.96	8:15	4	<3	no apta

**CUADRO No.8  
DESCRIPCION DEL PROCESO DE DESINFECCION DEL AGUA**

Producto utilizado en la desinfección del agua	Hipoclorito de calcio al 65%
Cantidad de Hipoclorito aplicado	La cantidad de Hipoclorito aplicado varia entre 1400 gr. – 700 gr.
Volumen de agua al que se aplica esta cantidad.	Cuando el tanque esta lleno se aplican 1400 gr., y se aplican 700 gr. cuando el agua se encuentra a la mitad del tanque.
Frecuencia o período de aplicación del Hipoclorito	Cada dos días
Forma de aplicación del Hipoclorito de calcio	La cantidad de cloro a aplicar (ya sean 1400 gr o 700 gr.) se divide en dos partes y cada una de ellas se agrega directamente en forma granular a través de las dos tapaderas o busanes de inspección.

**CUADRO No.9**  
**CONTROL DE CLORO LIBRE RESIDUAL EN LA RED DE DISTRIBUCION**

PUNTO DE MUESTREO No.	LUGAR TOMA DE MUESTRAS	FECHA			HORA DE TOMA DE MUESTRAS	CLORO LIBRE RESIDUAL (mg/L)
		DIA	MES	AÑO	A.M.	
1	Modulo I7 D Apto No.112 (tortilleria)	19.06.96			9:25	0.45
		23.07.96			7:40	>3
		05.08.96			6:50	0.15
		09.08.96			2:40	0.15
		21.08.96			6:45	0.25
		03.09.96			6:10	0
		09.09.96			6:15	0.2
		17.09.96			10:05	>3
		24.09.96			07:06	0.15
2	Modulo 2I A Apto. No.208 (tienda)	19.06.96			10:05	0
		23.07.96			7:30	0.15
		05.08.96			7:10	0.2
		09.08.96			2:55	0
		21.08.96			7:15	0
		03.09.96			6:27	0
		09.09.96			6:38	0.2
		17.09.96			10:15	0
		24.09.96			7:36	0.15
3	Modulo IO C Apto. No. 107 (tienda)	19.06.96			10:43	0
		23.07.96			8:15	0
		05.08.96			8:07	0
		09.08.96			3:12	0
		21.08.96			7:35	0
		03.09.96			6:41	0
		09.09.96			6:55	0
		17.09.96			6:41	0
		24.09.96			7:57	0
4	Modulo 064A Apto. No.105 (Tienda)	05.08.96			8:50	0
		09.08.96			3:25	0
		21.08.96			7:55	0
		09.09.96			7:15	0
		17.09.96			11:00	0
		24.09.96			8:15	0



**CUADRO No.10**  
**ANALISIS DEL CLORO LIBRE RESIDUAL DEL AGUA EN LA RED PARA DETERMINAR**  
**SU USO PARA CONSUMO HUMANO**

PUNTO DE MUESTREO No.	LUGAR TOMA DE MUESTRAS	FECHA			HORA DE TOMA DE MUESTRAS	CLORO LIBRE RESIDUAL (mg/L)	NORMA COGUANOR NGO 29001 LMA: 0.3 - 0.5 mg/L* LMP: 0.6 - 1.0 mg/L
		DIA	MES	AÑO			
1	Modulo i7 D Apto No.II2 (tortilleria)	19.06.96			9:25	0.45	apta
		23.07.96			07:40	>3	no apta
		05.08.96			6:50	0.15	no apta
		09.08.96			2:40 pm	0.15	no apta
		21.08.96			6:45	0.25	no apta
		03.09.96			6:10	0	no apta
		09.09.96			6:15	0.2	no apta
		17.09.96			10:05	>3	no apta
		24.09.96			07:06	0.15	no apta
2	Modulo 2I A Apto. No.208 (tienda)	19.06.96			10:05	0	no apta
		23.07.96			7:30	0.15	no apta
		05.08.96			7:10	0.2	no apta
		09.08.96			2:55 pm	0	no apta
		21.08.96			7:15	0	no apta
		03.09.96			6:27	0	no apta
		09.09.96			6:38	0.2	no apta
		17.09.96			10:15	0	no apta
		24.09.96			7:36	0.15	no apta
3	Modulo IO C Apto. No. 107 (tienda)	19.06.96			10:43	0	no apta
		23.07.96			8:15	0	no apta
		05.08.96			8:07	0	no apta
		09.08.96			3:12	0	no apta
		21.08.96			7:35	0	no apta
		03.09.96			6:41	0	no apta
		09.09.96			6:55	0	no apta
		17.09.96			6:41	0	no apta
		24.09.96			7:57	0	no apta
6	Modulo 06A Apto. No.I05 (Tienda)	05.08.96			8:50	0	no apta
		09.08.96			3:25	0	no apta
		21.08.96			7:55	0	no apta
		09.09.96			7:15	0	no apta
		17.09.96			11:00	0	no apta
		24.09.96			8:15	0	no apta

\* Valores < 0.30 mg/l de cloro libre residual no aseguran una desinfección eficaz del agua.

# INVENTARIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Fecha de inspección:

día mes año

17	9	1996
----	---	------

**INFORMACION GENERAL**

Comunidad: Nimajuyu Municipio: Guatemala Departamento: Guatemala  
 Unidad de Salud (UDES): En la Colonia Justo Rufino Barrios  
 Unidad administradora de agua potable: Banco Nacional de la Vivienda (BANVI)  
 Ubicación de la comunidad: Sector Sur de la ciudad capital en la zona 21.  
 Personas encargadas: Ramón Ibañez y Melvin Milian  
 Nombre del inspector: J. David Sagastume T.

**NUMERO DE PERSONAS SERVIDAS**

Mediante conexiones domiciliarias

1	9	0	0	0
---	---	---	---	---

Mediante fuentes públicas

--	--	--	--	--

Total

1	9	0	0	0
---	---	---	---	---

**FUENTE DEL AGUA**

Agua subterránea

Agua superficial

Agua de lluvia

**RECOLECCION Y TRATAMIENTO DEL AGUA**

Pozo excavado

Manantial

Pozo perforado

Galería de infiltración

Captación de aguas superficiales

Sistema simple de recolección de agua de lluvia con tratamiento

Filtración lenta en arena

Coagulación y filtración rápida en arena

Aireación

x

dos (2) pozos perforados

**DESINFECCION**

Existe algún mecanismo de desinfección?

SI  NO

(Consiste en hipocloración manual).

Está funcionando el sistema en forma continua?

SI  NO

continúa.....

**DEPOSITOS**

Existen depositos en el sistema? SI  NO

En caso afirmativo, Cuantos? 

0	0	0	0	2
---	---	---	---	---

**SISTEMA DE DISTRIBUCION**

Número de conexiones domiciliarias 

0	3	4	5	6
---	---	---	---	---

Número de fuentes públicas 

--	--	--	--	--

Total 

0	3	4	5	6
---	---	---	---	---

Sistemas abiertos  Sistemas cerrados

\* Ver en el anexo el diagrama esquemático del sistema de abastecimiento de agua desde la captación en la fuente hasta la distribución.

**LABORATORIOS**

Laboratorio mas cercano: En la comunidad.\*  Fuera de la comunidad

Si esta fuera de lo comunidad, indicar el lugar. Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12

Nombre del laboratorio: Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC

Propietario: USAC/EMPAGUA

Distancia de la comunidad al laboratorio en km. 

0	0	1	5
---	---	---	---

Mejor forma de transporte entre la comunidad y el laboratorio: Camioneta o autobus.

Frecuencia del transporte  días al mes  días a la semana

Tiempo de transporte más rapido (en horas)

**INSTALACIONES PARA LA ACTIVIDAD DE VIGILANCIA**

Personal mas cercano para la inspeccion sanitaria:

en la comunidad  fuera de la comunidad

Si esta fuera de la comunidad, indique el lugar: Colonia Justo Rufino Barrios, zona 21.

Distancia de la comunidad a la oficina del inspector sanitario en km. 

0	0	1	5
---	---	---	---

\* Segun la Division de Saneamiento Ambiental del M.S.P. y A.S. el laboratorio al que deben referirse las muestras de agua es el UCAM, perteneciente al INCAP.

# INSPECCION SANITARIA A POZOS

Fecha de la inspección:      día      17 mes      9 año      1996

## 1) INFORMACION GENERAL

- a. Comunidad: Nimajuyu I.      Municipio: Guatemala      Departamento: Guatemala  
 b. Unidad administradora del agua potable: Banco de la Vivienda BANVI  
 c. Ubicación: Sector sur de la ciudad capital, zona 21  
 d. Personas encargadas: Roman Ibañez y Melvin Milian  
 e. Nombre del inspector: J. David Sagastume T.

## 2) EVALUACION

### a. Guardiania:

Tiene guardian?

Control del estado de salud del guardian?

POZO	No.	1	POZ	No.	2
(SI)	NO		(SI)	NO	
SI	(NO)		SI	(NO)	

### b. Caseta:

Tiene caseta? (1)

Pueden acceder libremente las personas?

Puertas y ventanas estan bien conservadas?

SI	(NO)		SI	(NO)	
	SI	(NO)		(SI)	NO
SI	NO		SI	NO	

### c. Instalaciones:

Existe una plataforma impermeable y mortero adecuado alrededor del revestimiento de la bomba para evitar el ingreso de aguas superficiales?

El revestimiento del pozo se extiende 30 cm. por encima de la plataforma y no presenta fisuras?

Existe un tubo de revestimiento hasta por lo menos 3m. por debajo del suelo y no presenta fisuras?

El area circundante al pozo drena bien lejos del pozo?

Existen fugas?

SI	(NO)		SI	(NO)	
SI	(NO)		SI	(NO)	
(SI)	NO		(SI)	NO	
SI	(NO)		(SI)	NO	
	SI	(NO)		(SI)	NO

### d. Facilidades:

Tiene servicio higienico?

Funciona?

Se encuentra a menos de 10m. de la boca del pozo?

	(SI)	NO		(SI)	NO
	(SI)	NO		(SI)	NO
	(SI)	NO		(SI)	NO

### e. Saneamiento:

En un radio de 25m existen:

- Red de alcantarillado?

- Desechos fecales?

- Aguas estancadas?

- Basuras?

- Viviendas?

	(SI)	NO		(SI)	NO
	SI	(NO)		SI	(NO)
	SI	(NO)		SI	(NO)
	(SI)	NO		SI	(NO)
	(SI)	NO		(SI)	NO

### f. Desinfeccion

- Existe equipo de cloración? (2)

- Esta funcionando correctamente el equipo de cloración?

- Se estaba llevando a cabo la cloración en el momento de la inspeccion?

- La cloración se realiza en forma continua?

- Es el tiempo de contacto de 30 minutos o más?

- Existe suficiente reserva de cloro o sustancia liberadora de cloro, como para que dure durante algun tiempo más?

- Existe un medio para determinar el cloro total o residual en el agua tratada?

- Se llevan registros diarios de la cloración?

SI	(NO)		SI	(NO)	
SI	NO		SI	NO	
SI	NO		SI	NO	
SI	NO		SI	NO	
SI	NO		SI	NO	
SI	NO		SI	NO	
SI	NO		SI	NO	
SI	NO		SI	NO	

(1) Solamente cuenta con caseta los equipos y controles eléctricos de operación de las bombas y no así directamente los pozos.

(2) La desinfección (cloración) se realiza en el tanque de almacenamiento

# INSPECCION SANITARIA AL DEPOSITO DE RESERVA (TANQUE)

Fecha de la inspección: día 17 mes 9 año 1996

## 1) INFORMACION GENERAL

- a. Comunidad: Nimajuyu I. Municipio: Guatemala Departamento: Guatemala  
 b. Unidad administradora del agua potable: Banco de la Vivienda BANVI  
 c. Ubicación: Sector sur de la ciudad capital, zona 21  
 d. Personas encargadas: Roman Ibañez y Melvin Milian  
 e. Nombre del inspector: J. David Sagastume T.

## 2) EVALUACION

<b>a. Capacidad:</b> 1500 m3	1	
<b>b. Guardianía:</b>		
Tiene guardianía? a		
Control del estado de salud del guardian?	SI	NO
	SI	NO
<b>c. Seguridad:</b>		
Tiene cerco la instalación?	(SI)	NO
Pueden acceder libremente las personas?	SI	(NO)
Tiene tapa sanitaria (losa)?	(SI)	NO
Tiene el depósito un buzón de inspección?	(SI)	NO
Está protegido el buzón de inspección con una tapa y un candado?	SI	(NO)
Las aberturas de los tubos de ventilación (y de rebalse) miran hacia abajo?	(SI)	NO
Están los tubos de ventilación (y de rebalse) protegidos con rejillas o mallas?	(SI)	NO
<b>d. Instalaciones:</b>		
Está limpio el interior del tanque?	(SI)	NO
El agua tiene natas y flotantes?	SI	(NO)
Tiene tubería de rebalse?	(SI)	NO
El tubo de rebalse mira hacia abajo?	(SI)	NO
Está la tubería de rebalse protegida con malla o rejillas?	(SI)	NO
Tiene tubería de purga?	(SI)	NO
Existen fugas de agua?	(SI)	NO
<b>e. Facilidades:</b>		
Tiene servicio higienico?	SI	(NO)
Funciona?	SI	NO
Se encuentra a menos de 10m. de la boca del pozo?	SI	NO
<b>f. Protección:</b>		
Es posible que ingrese agua desde el exterior en caso de lluvia o inundación?	SI	(NO)
<b>g. Saneamiento:</b>		
En un radio de 25m existen:		
- Red de alcantarillado?	SI	(NO)
- Desechos fecales?	SI	(NO)
- Aguas estancadas?	SI	(NO)
- Basuras?	SI	(NO)
- Viviendas?	SI	(NO)
<b>h. Desinfección:</b>		
- Existe equipo de cloración?	SI	(NO)
- Esta funcionando correctamente el equipo de cloración?	SI	NO
- Se estaba llevando a cabo la cloración en el momento de la inspección?	(SI)	NO
- La cloración se realiza en forma continua?	SI	(NO)
- Es el tiempo de contacto de 30 minutos o más?	SI	(NO)
- Existe suficiente reserva de cloro o sustancia liberadora de cloro, como para que dure durante algun tiempo más?	(SI)	NO
- Existe un medio para determinar el cloro total o residual en el agua tratada?	SI	(NO)
- Se llevan registros diarios de la cloración?	SI	(NO)

- a La guardianía no es permanente en el tanque, las tareas de vigilancia y operación se hacen de forma integral.  
 b La tapa o buzón de seguridad está suelta y no brinda seguridad.  
 c Existe una fuga mínima en la válvula de limpieza  
 d La hipocloración se realiza manualmente.

# INSPECCION SANITARIA EN LINEA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION

DIA  MES  AÑO

## 1) INFORMACION GENERAL

- a. Comunidad: Nimajuyu I. Municipio: Guatemala Departamento: Guatemala  
 b. Unidad administradora del agua potable: Banco de la Vivienda BANVI  
 c. Ubicacion: Sector sur de la ciudad capital, zona 21  
 d. Personas encargadas: Roman Ibañez y Melvin Milian  
 e. Nombre del inspector: J. David Sagastume T.

## 2) EVALUACION

### a. Válvulas:

Instalada en cajas?

Las cajas son de fácil acceso por cualquier persona?

Están limpias?

Existen fugas de agua?

Existe drenaje del agua de fuga?

1		
<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO
<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	

### b. Tuberías de la Red:

Existen fugas en las tuberías?

La presión se mantiene en forma continua a lo largo de todo el sistema?

Existen conexiones cruzadas con agua de calidad deficiente?

Se han desinfectado las tuberías nuevas o reparadas?

Existe cloro residual en los diferentes puntos del sistema?\*

Existen en el sistema problemas de retrosifonaje?

Existe alguna disposición en el reglamento de plomería respecto al retrosifonaje?

	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	
	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO
<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	
<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	
	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO
<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

\* Solo se encontró cloro residual en la red baja, y solamente el 3% de las muestras analizadas se encontraban de acuerdo a la norma COGUANOR NGO 29001

# VII. DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presenta una discusión de los resultados obtenidos en el presente estudio; los mismos se analizan tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua
- b) Desinfección del agua
- c) Inspección sanitaria a las instalaciones del sistema de abastecimiento.

## 7.1 DISCUSIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

Los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos fueron analizados durante los meses de junio a septiembre de presente año.

### 7.1.1 PARÁMETROS FÍSICOS

En el cuadro 4, pág 37, se presentan los valores obtenidos de los parámetros físicos. En este cuadro se observa que el *color* del agua siempre reportó un valor constante a lo largo del estudio y en cada uno de los puntos de muestreo. La *temperatura* osciló, de forma general, entre 23.5°C a 24.5°C. La temperatura de los pozos 1 y 2 no varía significativamente; al comparar la temperatura registrada en cada punto de muestreo no se observan mayores diferencias, lo mismo se observa si se comparan entre sí, los puntos de muestreo.

El rango de *turbiedad* registrada varió de 0.35 a 0.50 UTN, esto es correspondiente con los valores de turbiedad esperadas en el agua subterránea, los cuales son por lo general menores a 1 UTN.

La turbiedad que se registró en cada uno de los puntos de muestreo reportó muy poca diferencia; igual situación se presenta si se establece una comparación entre puntos de muestreo.

El rango del *potencial hidrógeno (pH)* varió muy poco, y este se encontró entre 6.80 - 7.0 unidades. Los valores encontrados hacen que el agua se clasifique como ácida, con una tendencia a una solución neutra. Como puede observarse en el cuadro 4, pag. 37, los valores obtenidos en cada punto de muestreo son muy parecidos. De aquí que no hay variación significativa entre el pozo 1 y el pozo 2. Tampoco se observan diferencias apreciables entre los pozos y los puntos de la red de distribución.

Los valores de *conductividad eléctrica* obtenidos en los distintos puntos oscilaron entre 212 - 229 micromhos/cm. Como puede observarse, este es otro parámetro físico que no presenta variaciones significativas, si se comparan sus resultados entre cada punto de muestreo.

El contenido de *sólidos totales* varió de 123 - 133 mg/L. Los resultados muestran que la variación observada es insignificante. No se observó diferencia apreciable de los sólidos totales entre los pozos 1 y 2, ni entre los distintos puntos de la red de distribución. *Todos los parámetros físicos analizados se encuentran dentro de los límites máximos aceptables, de la Norma COGUANOR NGO 29001.*



## 7.1.2 PARÁMETROS QUÍMICOS

En los cuadros 5 y 6, págs. 38 y 39, se observan los resultados obtenidos de los parámetros químicos que fueron estudiados.

De estos resultados puede observarse, que para el *aluminio, el manganeso y los nitritos* el valor obtenido fue igual a 0.0 mg/L, lo cual indica que no existen en las muestras recolectada. Al considerar todos los puntos de muestreo se observa que los *cloruros* variaron de 8.5 - 14.5 mg/L y esta variación no es apreciable, y siempre su contenido se considera adecuado.

Los valores de *dureza* total, expresado como carbonato de calcio, se encontraron entre 72 - 84 mg/L. Este rango de valores hace que el agua sea considerada como medianamente dura (10), puede apreciarse, que la variación de la dureza entre los distintos puntos de muestreo no fue significativa, y por el contrario, los valores encontrados resultaron muy parecidos.

El contenido de *Hierro* en el agua mostró una variación insignificante. El rango de variación osciló entre 0.03 - 0.08 mg/L, con un valor de mayor presencia igual a 0.03 mg/L. Durante los cuatro meses de análisis, se observó igual concentración de Hierro en los pozos 1 y 2.

Al observar de forma general, el contenido de *sulfatos, nitratos y los fluoruros* se aprecia que la variación registrada en los distintos puntos de muestreo no rebiste mayor importancia. Esto se puede apreciar durante los cuatro meses en que se realizaron los análisis.

***Todos los parámetros químicos analizados se encuentran dentro de los límites máximos aceptables, según la Norma COGUANOR NGO 29001.***

### 7.1.3 PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

El resultado e interpretación de los exámenes bacteriológicos se muestra en los cuadros 3 y 7, págs. 36 y 40, donde el número de coliformes totales y coliformes fecales se expresan en número más probable (NMP/100 cm<sup>3</sup>).

Los resultados obtenidos fueron comparados con la Norma COGUANOR NGO 29001. A continuación se discuten los resultados obtenidos:

1. De los seis puntos de muestreo, *los puntos 1 y 2 ubicados en la red de distribución, mostraron la mejor calidad bacteriológica*, ya que en los resultados no se identificó la presencia de coliformes fecales, y los coliformes totales encontrados en el punto 1 fueron mínimos.

La buena calidad bacteriológica de los puntos 1 y 2 está asociada a que fue en estos puntos donde se encontró la presencia de cloro libre residual (ver cuadro No. 9, pág. 42).

Tomando en cuenta lo anterior, y según la Norma COGUANOR NGO 29001 *el agua de los puntos 1 y 2 es apta para el consumo humano*.

2. Los puntos 3 y 6, muestreados en la red de distribución, *mostraron la mayor contaminación bacteriológica*. En ambos puntos se encontró la presencia de coliformes totales y fecales. Se puede también establecer una relación entre las bacterias coliformes encontradas y la ausencia, en estos dos puntos de muestreo de cloro libre residual (ver cuadro No. 9 pág. 42)

Observando los cuadros 3 y 7, págs. 36 y 40, se puede también apreciar que cuatro exámenes bacteriológicos del punto de muestreo 3, y un examen del punto de muestreo 6 mostraron que el agua de estos puntos de la red si era apta para el consumo humano.

Con lo antes expuesto se observa que hubo variaciones en la calidad bacteriológica del agua de los puntos de muestreo 3 y 6.

*En el punto de muestreo 4, que representa al pozo No. 1, dos exámenes identificaron la presencia mínima de coliformes totales y fecales; estos resultados*

mostraron que el agua no era apta para el consumo humano. Así mismo, cuatro exámenes mostraron que el agua si era apta para su consumo.

*El pozo No. 2, representado por el punto de muestreo 5, no evidenció la presencia de coliformes fecales, pero sí mostró una contaminación mínima por coliformes totales. Según la Norma COGUANOR NGO 29001, los coliformes totales encontrados mostraron que el agua no era apta para el consumo humano.*

## 7.2 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA

Al conocer la forma en que se realiza el proceso de tratamiento del agua, se observa que la desinfección no se lleva a cabo de manera continua, debido a que no se cuenta con el equipo adecuado para este fin. (ver cuadro No. 8 pág. 41)

A continuación se discuten los resultados de los controles de cloro libre residual mostrados en los cuadros Nos. 9 y 10 págs. 42 y 43.

*Solamente se detectó cloro residual en los puntos de muestreo 1 y 2.* Estos puntos corresponden respectivamente a la red baja y al módulo habitacional más alejado (módulo 21) de la red alta de distribución. (ver cuadro No. 10, pág. 43 y anexos )

*En los puntos de muestreo 3 y 6 (ubicados en la red alta) no se detectó la presencia de cloro libre.*

En total se realizaron 33 controles de cloro residual, y sólo en 12 de ellos se detectó su presencia. De los 12 análisis que mostraron presencia de cloro libre, 11 se encontraban fuera de Norma y solamente 1 análisis estaba dentro del límite máximo aceptable según la Norma COGUANOR NGO 29001.

Los resultados anteriores pueden explicarse al considerar las siguientes situaciones:

- a) El agua bombeada de los pozos 1 y 2 no recibe cloración al momento de su extracción.
- b) Los pozos suministran el agua directamente a la red alta de distribución, y sólo cuando ésta se encuentra llena y no hay mayor consumo, el agua llega al tanque de almacenamiento. (ver anexos)
- c) La cloración se realiza en el tanque de almacenamiento, y en éste no hay continuidad de aplicación del cloro.

- d) Cuando el agua clorada fluye por gravedad desde el tanque de almacenamiento, por diferencias de nivel topográfico y de presión del agua en la tubería, ésta se conduce con mayor intensidad hacia la red baja de distribución. Debido a esta situación, es que no logra llegar agua clorada más allá del módulo 21, que corresponde al punto de muestreo 2.
- e) Las variaciones del volumen de agua en el tanque de almacenamiento, la dificultad para aplicar una dosis adecuada de cloro, así como mantener el tiempo de contacto necesario para lograr una mayor dilución del cloro, hacen que se presenten altas concentraciones ( $>3$  mg/L) de cloro residual en la red baja de distribución. (ver cuadro No. 10, pág. 43)
- f) A todo lo anterior hay que agregar el hecho de que no se dispone de un medio para determinar el cloro residual en el agua tratada, y así llevar registros diarios de la cloración.

## 7.3 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN SANITARIA

Como se mencionó anteriormente, la inspección sanitaria es un complemento esencial de la recolección y análisis de muestras de agua, ya que permiten evaluar la gran cantidad de factores asociados a un sistema de abastecimiento, incluyendo las obras de captación, tratamiento y el sistema de distribución.

*En los formularios utilizados para la realización de la inspección sanitaria, es importante prestar especial atención a las respuestas que están enmarcadas en la parte central de la(s) columna(s), ya que éstas indican la presencia de riesgos de contaminación (ver formularios págs. 44-48 )*

A continuación se describen las situaciones inadecuadas observadas:

### 7.3.1 POZOS

- a) Los guardianes no cuentan con su control del estado de salud.
- b) Los pozos 1 y 2 carecen de su respectiva caseta, únicamente tienen caseta los equipos y controles eléctricos. El pozo 2, en la colonia Venezuela, permite libremente el acceso de cualquier persona y por consiguiente está expuesto a sufrir algún daño.
- c) Ambos pozos no disponen de una plataforma impermeable a su alrededor que impida el ingreso de aguas superficiales, de igual forma, carecen de un rebestimiento que se extienda 30 cm por encima de la plataforma. (ver anexos )
- d) El área circundante al pozo 1, en el Bulevard Nimajuyu, probablemente no drena bien lejos de éste.
- e) Existe una pequeña fuga de agua en el pozo 2.

- f) En cuanto al saneamiento: la red de alcantarillado y los servicios sanitarios de los guardianes están a una distancia que merece especial cuidado. También se observó basura alrededor del pozo 1.
- g) No existe equipo de cloración en ninguno de los dos pozos.

### **7.3.2 TANQUE DE RESERVA O ALMACENAMIENTO**

- a) El busón o tapadera de inspección no está protegida con una tapadera y un candado (ver anexos)
- b) Existe una pequeña fuga de agua en la tubería de purga o de salida.
- c) No se cuenta con equipo de cloración, por lo que ésta se realiza en forma manual; la aplicación de cloro no puede realizarse de forma continua y el tiempo de contacto entre el cloro y el agua no es el adecuado.
- d) No existe un medio para determinar el cloro residual en el agua tratada y no se llevan registros diarios de la cloración.

### **7.3.3 LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN**

- a) Existen fugas de agua en las valvulas cercanas a los módulos 1 y 7 (ver anexos) y no hay un buen drenaje del agua de estas fugas.
- b) No se encontró cloro residual en todos los puntos de la red, y las tuberías y los pozos no se han desinfectado desde hace mucho tiempo.

## VIII. CONCLUSIONES

Las conclusiones que a continuación se detallan se presentan tomando en consideración lo siguiente:

- El resultado de los análisis físicos, químicos y exámenes bacteriológicos del agua.
- La evaluación del método de desinfección y,
- La inspección sanitaria del sistema de abastecimiento.

### 8.1 PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

Según la Norma COGUANOR NGO 29001, *todos los parámetros físicos y químicos evaluados se encuentran dentro de los límites máximos aceptables, por lo que desde este punto de vista se concluye que el agua es apta para el consumo humano.*

#### *EXAMENES BACTERIOLOGICOS*

- a) Según la Norma COGUANOR NGO 29001, el agua de los puntos de muestreo 1 y 2 es apta para el consumo humano.
- b) En los puntos de muestreo 3, 4 y 5, el 67% de los análisis realizados mostraron que según la Norma COGUANOR el agua es apta para su consumo. También en estos mismos puntos de muestreo, el 33% de los análisis reflejaron que el agua no era apta para el consumo humano.
- c) En el punto de muestreo 6, el 75% de los análisis realizados mostraron que según la Norma COGUANOR, el agua no era apta para el consumo humano.
- d) Al considerar de forma global todos los puntos muestreados y analizados a lo largo de todo el estudio se concluye que, según la Norma COGUANOR



NGO 29001, el 79% de los análisis mostraron que el agua si era apta para el consumo humano, y solo el 21% de los análisis mostraron que el agua no era apta para su consumo.

## **8.2 EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE DESINFECCIÓN**

De acuerdo a la evaluación realizada al proceso de tratamiento del agua, se concluye lo siguiente:

*El método de desinfección actualmente utilizado, no es eficaz para asegurar una buena calidad bacteriológica del agua consumida por los habitantes de Nimajuyu I. Esto se ha demostrado al establecer que no se está logrando mantener una presencia uniforme y constante de una concentración adecuada de cloro libre residual en los distintos puntos de de la red de distribución del sistema de abastecimiento; asimismo, se estableció que el 21% de las muestras de agua analizadas no eran aptas para el consumo humano.*

## **8.3 INSPECCIÓN SANITARIA AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

En relación a la inspección sanitaria realizada a los pozos 1 y 2, al tanque de almacenamiento de agua y a la red de distribución, se concluye que se *logró identificar algunas situaciones inadecuadas en estas instalaciones, que están permitiendo la contaminación bacteriológica encontrada.* Además, estas situaciones inadecuadas pueden convertirse en factores potenciales de una mayor contaminación del agua del sistema de abastecimiento.

## **IX. RECOMENDACIONES**

A continuación se presenta un listado de recomendaciones, las cuales se han agrupado en *medidas correctivas* y *medidas preventivas*, es importante señalar que *las medidas correctivas* deben ponerse en práctica con carácter de urgencia y que *las medidas preventivas*, por ser menos urgentes, pueden ser introducidas a lo largo de un período de tiempo. (12)

### **9.1 MEDIDAS CORRECTIVAS**

- 9.1.1** Debido a que se identificó la presencia de coliformes totales y fecales en algunos puntos de muestreo del sistema de suministro de agua, y a la ineficacia del método de desinfección actualmente utilizado, se debe promover a la comunidad para que practique el hervido del agua o la cloración doméstica como medida de prevención; también puede recomendarse la utilización de filtros domésticos a presión.
- 9.1.2** Suspender el tratamiento o desinfección del agua actualmente utilizada e implementar, con carácter de urgencia, un sistema de cloración en cada uno de los pozos para que trate el agua en el momento de su extracción y antes de su conducción a la red de distribución. El nuevo sistema de cloración deberá proporcionar de manera continua y uniforme la dosificación necesaria que asegure una concentración de cloro libre residual de 1 mg/L a lo largo de toda la red de distribución. En la selección del equipo para la desinfección del agua es recomendable que se cuente con la asistencia técnica de un ingeniero sanitario, para garantizar la selección y aplicación de la tecnología más apropiada al sistema de abastecimiento y a las condiciones de la comunidad.

- 9.1.3** El ente administrador del sistema de abastecimiento de agua, deberá también adquirir el equipo para realizar los controles diarios de cloro residual, y al mismo tiempo llevar registros permanentes de esta actividad.
- 9.1.4** El BANVI, junto a la comunidad y con el apoyo de la división de saneamiento del Ministerio de Salud Pública, deben establecer un programa de muestreo y análisis bacteriológicos del agua, que considere como frecuencia mínima cuatro muestras mensuales. Esta frecuencia de muestreo puede variar dependiendo de la eficacia del método de desinfección implementado y de la calidad misma del agua.

## **9.2 MEDIDAS PREVENTIVAS**

- 9.2.1** Se recomienda que en los próximos análisis bacteriológicos se realice la prueba completa, para verificar con mayor seguridad la presencia de E. coli, el cual según la guía para la calidad del agua potable de la OPS/OMS, 1995 debe utilizarse como primer indicador de la contaminación fecal. Esto es también importante debido a que por lo general, las aguas subterráneas se encuentran libres de microorganismos patógenos.
- 9.2.2** Es importante que, dependiendo de los medios y recursos disponibles, se analicen en un futuro próximo los parámetros o sustancias químicas (componentes orgánicos e inorgánicos) que no fueron considerados en esta evaluación y que según la Norma COGUANOR NGO 29001, son de importancia para la salud.
- 9.2.3** Con el propósito de incrementar la vida útil y eficiencia de las bombas de agua, y tomando en consideración que la operación actual de éstas, es durante las 24 horas del día, que las interrupciones en el fluido eléctrico son frecuentes y el elevado costo de la energía, se recomienda considerar en un futuro próximo, los cambios

necesarios en el funcionamiento del sistema, a fin de lograr que el agua extraída de los pozos sea conducida directamente a los tanques de almacenamiento de agua.

*En cuanto a los resultados de la inspección sanitaria, es importante recomendar que deben corregirse todas las situaciones negativas observadas, dentro de las cuales las más importantes son:*

a) Reparar los busones o tapaderas de inspección del tanque de almacenamiento; estas tapaderas deben asegurarse con su respectivo candado.

También deben repararse las fugas de agua en las válvulas de control de la red de distribución para evitar el ingreso de contaminantes a la tubería.

b) Debe mantenerse una adecuada vigilancia de las condiciones de saneamiento en el entorno de los pozos, red de alcantarillado, servicios sanitarios de la vigilancia, la disposición de desechos sólidos (basura) y mantener un drenaje adecuado del área circundante a los pozos.

c) Debe construirse alrededor de cada uno de los pozos una plataforma impermeable de concreto, para que se impida el ingreso de aguas superficiales. Debe también adaptarse a la plataforma un revestimiento que se extienda 30 cm por encima de la misma (ver anexo ).

Posteriormente a la construcción de la plataforma de impermeabilización alrededor de los pozos, se les debe instalar una caseta o protección que impida el acceso libre de cualquier persona y se evite así cualquier daño a los mismos. Esta caseta o protección debe tomar en cuenta el acceso para reparaciones de la bomba, limpieza, tratamiento, pruebas e inspecciones. En el pozo 2, en la colonia Venezuela, debe repararse una fuga de agua.

- d) Es importante que el personal de la operación y vigilancia del sistema de abastecimiento, reciba una mayor capacitación, especialmente en las actividades para el control de la calidad del agua, y así mismo se practiquen sus respectivos controles del estado de salud.

## X. REFERENCIAS

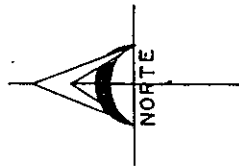
1. CEPIS, OPS/OMS. et.al. Ciclo de tratamiento, serie filtración lenta, manual II Diseño, Lima Perú, 1992
2. Cubillos, Armando. Calidad del agua y control de la polución. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial C.D.I.A.T. apartado 219 Mérida, Venezuela (serie: Ambiente y Recursos Naturales Renovables AR-14)
3. Fair, Geyer y Okun. Purificación de aguas y tratamiento y remoción de agua residuales. Limusa, 1984. 764 p.
4. Guatemala, Comité permanente de Coordinación de agua y saneamiento, COPECAS. Análisis Sectorial de Agua Potable y Saneamiento. 1995. 215 p.
5. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Manual del Técnico de Salud Rural e Inspectores de Saneamiento Ambiental: Vigilancia de los Servicios de Agua de Consumo Humano. 1994. 119 p.
6. Johnson, Edward E. El Agua Subterránea y los Pozos. Edición publicada por Johnson. División. Minnesota, 1975. 513 p.
7. McJunkin, F. Eugene. Agua y Salud Humana. OPS/OMS, México, Limusa, 1986. 231 p.
8. Norma COGUANOR NGO 29001. Especificaciones para Agua Potable. Guatemala 1983.
9. Organización Mundial de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable: Volumen 1. Recomendaciones. 2a. ed. Ginebra, Suiza, 1995. 195 p.
10. Organización Panamericana de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable: Volumen 2 Criterios Relativos a la Salud y otra información de base. Publicación científica. No. 506, 1987. 350 p.

11. Organización Panamericana de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable: Volumen 1 Recomendaciones. Publicación científica. No. 481, 1985. 136 p.
12. Organización Panamericana de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable: Volumen 3 Control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. Publicación científica. No. 508, 1988. 132 p.
13. I Simposio Internacional sobre Tecnologías para la Producción de Desinfectantes a nivel local, Santiago de Cuba, 5-6 junio, 1995. Avances en América Latina de la Tecnología para la producción de Desinfectantes a Nivel Local. 1995.
14. Tabarini de Abreu, Alba. Comunicación al Banco Nacional de la Vivienda (BANVT) sobre resultados de análisis físicos, químicos y bacteriológicos del suministro de agua de NIMAJUYU I. Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria, Centro de Investigaciones de Ingeniería. Guatemala, febrero de 1983 y mayo de 1984.
15. Taller Internacional para la Difusión de las Guías de la OMS para la Calidad del Agua Potable, México, D.F., septiembre 1995. Comparación de los Riesgos Microbiológicos y Químicos en la Desinfección del Agua. Ordóñez, Gonzalo A. OPS/OMS, 20 septiembre 1995.

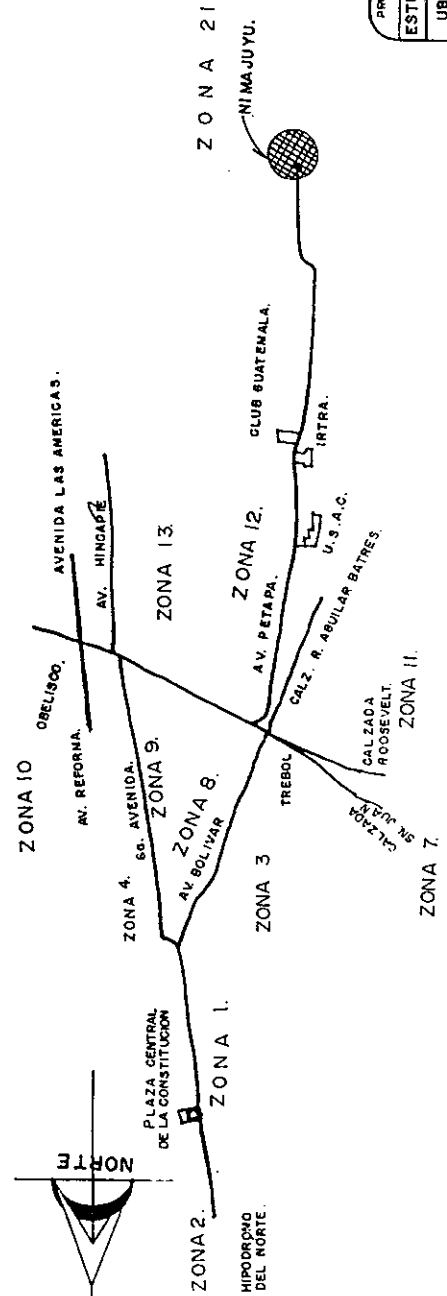
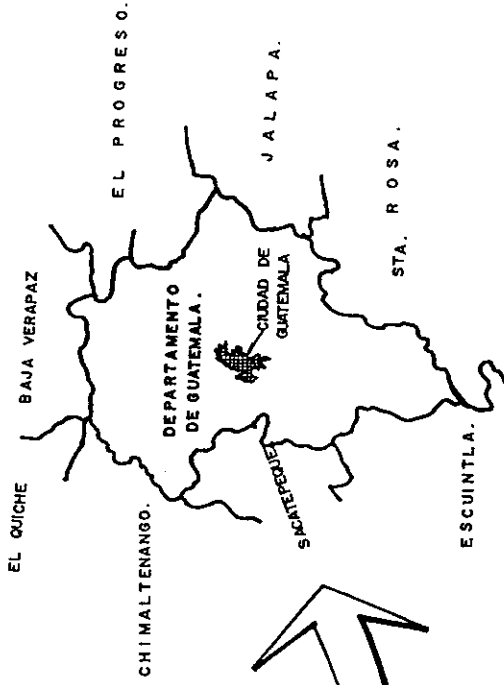
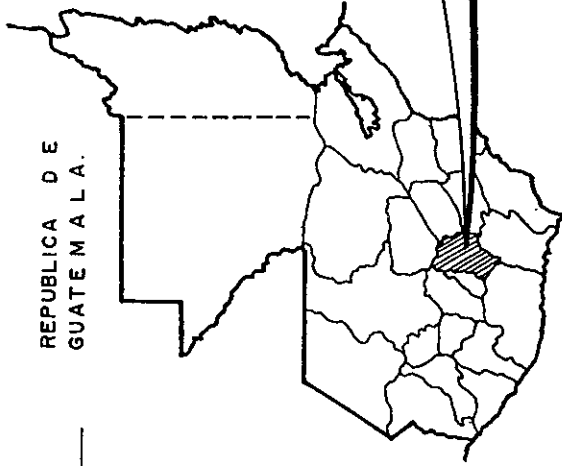
# XI. ANEXOS



# UBICACION DEL PROYECTO.

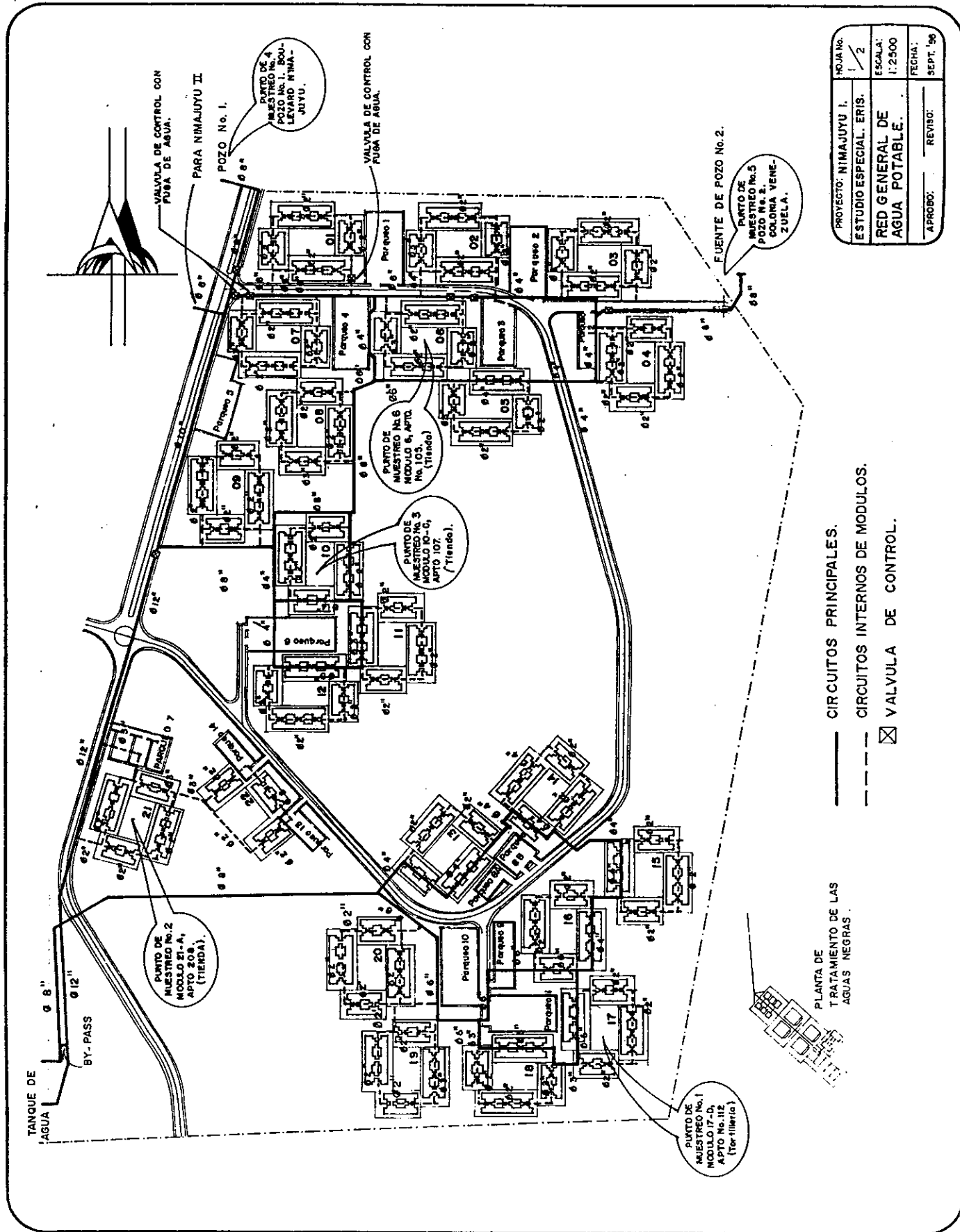


REPUBLICA DE  
GUATEMALA.



PROYECTO: NI MAJUJU I.	HOJA No. 1
ESTUDIO ESPECIAL. ERIS.	ESCALA: SIN ESC.
UBICACION DEL PROYECTO.	FECHA: SEPT. '96
APROBADO:	REVISADO:

## ESQUEMA DE LOCALIZACION DEL PROYECTO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.

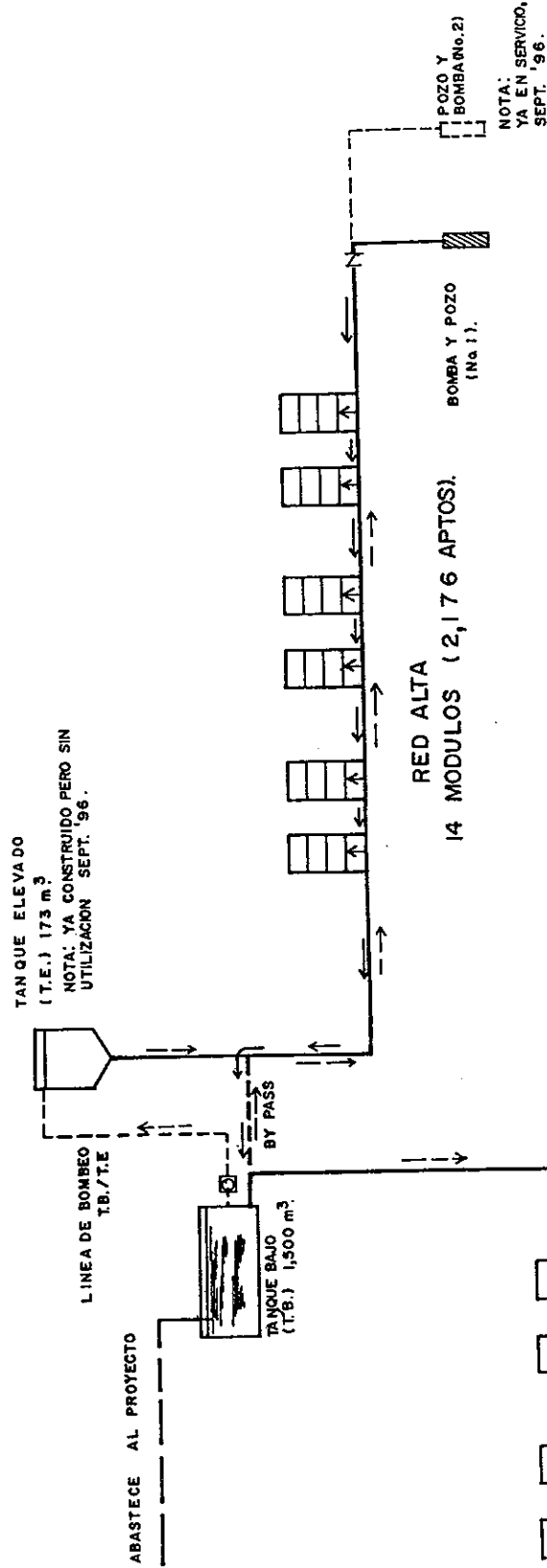


PROYECTO: NIMAJUYU I.	HOJA No. 1 / 2
ESTUDIO ESPECIAL. ERIS.	ESCALA: 1:2500
RED GENERAL DE AGUA POTABLE.	FECHA: SEPT. '96
APROBADO:	REVISOR:

- CIRCUITOS PRINCIPALES.
- - - CIRCUITOS INTERNOS DE MODULOS.
- ☒ VALVULA DE CONTROL.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS.

**PROYECTO NIMAJUYU.**  
**ABASTECIMIENTO DEFINITIVO AL PROYECTO POR EMPAGUA.**  
**(ACTUAL Y FUTURO).**

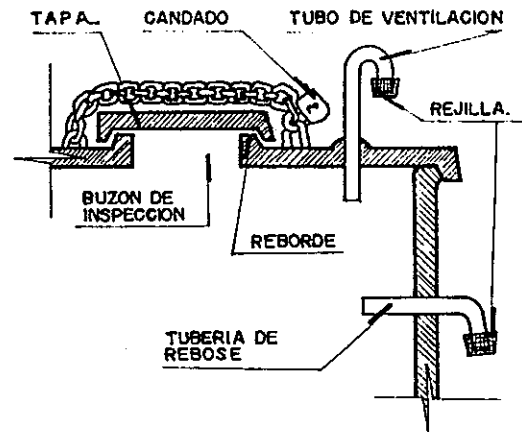


PROYECTO: NIMAJUYU I.	HOJA No. 2 / 2
ESTUDIO ESPECIAL. ERIS.	ESCALA:
DIAGRAMA RED GENERAL DE AGUA POTABLE.	FECHA: SEPT. '96.
APROBO: _____	REVISO: _____

→ ABASTECIMIENTO POR POZO.  
 - - - ABASTECIMIENTO POR TANQUE.

## LISTA DE CONTROL PARA LOS DEPOSITOS DE RESERVA.

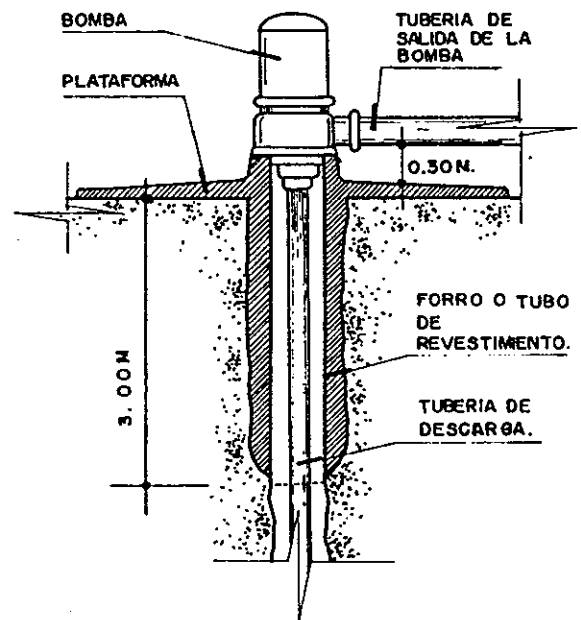
- ¿ TIENE EL RESERVORIO UN BUZON DE INSPECCION?
- ¿ ESTA PROTEGIDO EL BUZON DE INSPECCION CON UNA TAPA Y UN CANDADO ?
- ¿ LAS ABERTURAS DE LOS TUBOS DE VENTILACION Y REBOSE MIRAN HACIA ABAJO ?
- ¿ ESTAN LOS TUBOS DE VENTILACION Y DE REBOSE PROTEGIDOS CON REJILLAS ?
- ¿ SE IMPIDE QUE EL AGUA DE LLUVIA INGRESE AL DEPOSITO ?



DEPOSITO DE RESERVA PROTEGIDO

## LISTA DE CONTROL PARA POZOS PERFORADOS .

- ¿ EXISTE UNA PLATAFORMA IMPERMEABLE Y "MORTERO" ADECUADO ALREDEDOR DEL REVESTIMIENTO DE LA BOMBA PARA EVITAR EL INGRESO DE AGUAS SUPERFICIALES ?
- ¿ EL DE REVESTIMIENTO DEL POZO SE EXTIENDE 30 CMS POR ENCIMA DE LA PLATAFORMA Y NO PRESENTA FISURAS ?
- ¿ EXISTE UN TUBO DE REVESTIMIENTO HASTA POR LO MENOS 3.0 M. POR DEBAJO DEL SUELO Y NO PRESENTA FISURAS ?
- ¿ EL AREA CIRCUNDANTE AL POZO DRENA DE MODO TAL QUE EL DRENAJE SE ALEJE DEL POZO. ?



POZO PERFORADO PROTEGIDO



Foto 1. Módulos abastecidos por la red alta de distribución



Foto 2. Módulos abastecidos por la red baja de distribución



Foto 3. Pozo 1 ( Bulevar Nimajuyu )



Foto 4. Pozo 2 ( colonia Venezuela )

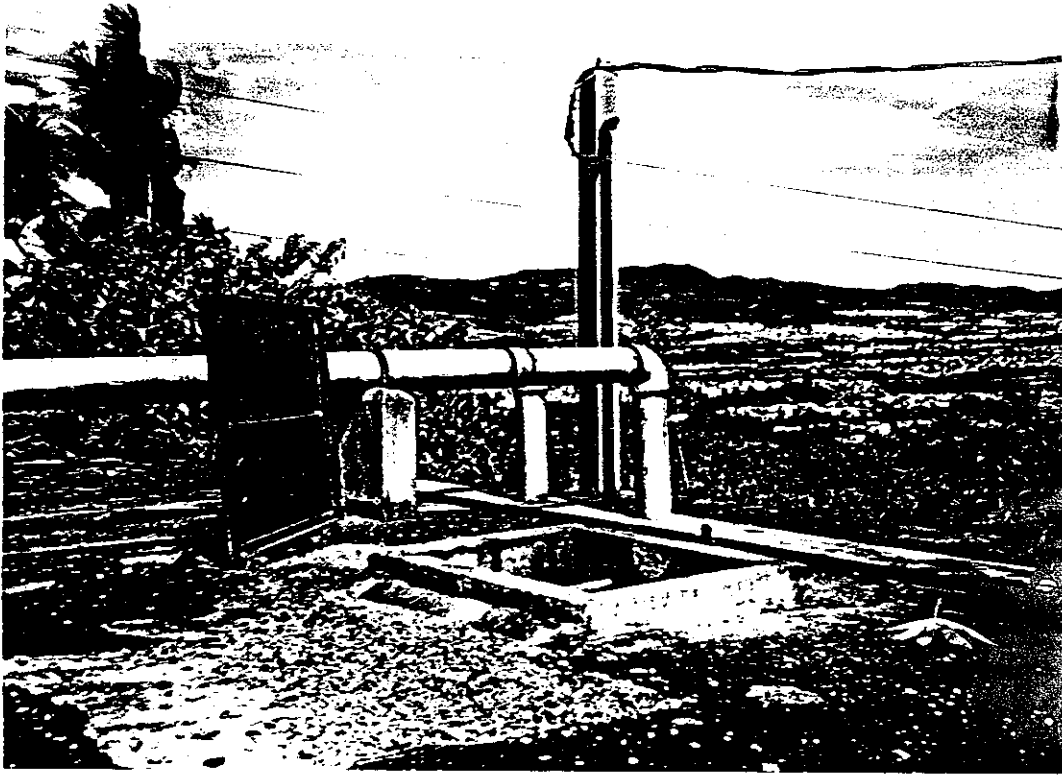


Foto 5. Se aprecia el mal estado de la tapadera de inspección

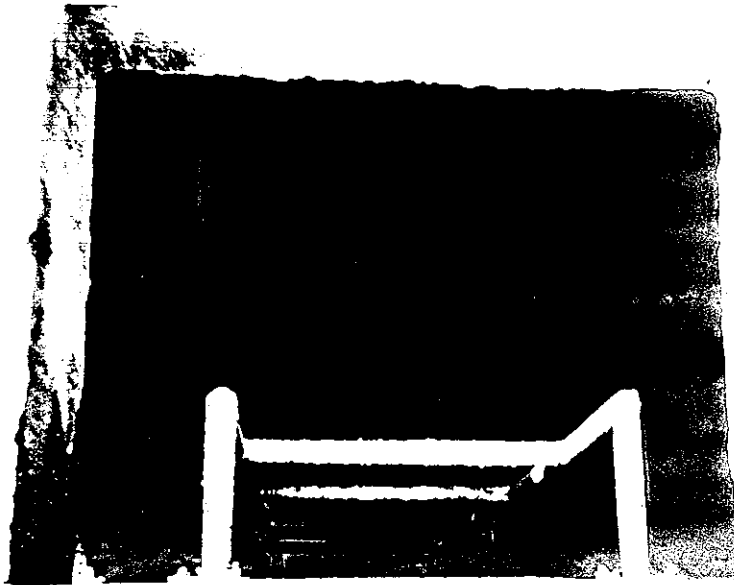
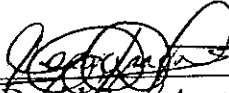
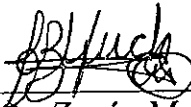


Foto 6. Se observan residuos de hipoclorito de calcio sobre la escalera



---

Ing. José David Sagastume Turcios  
SUSTENTANTE



---

Ing. M.Sc. Zenón Much Santos  
ASESOR