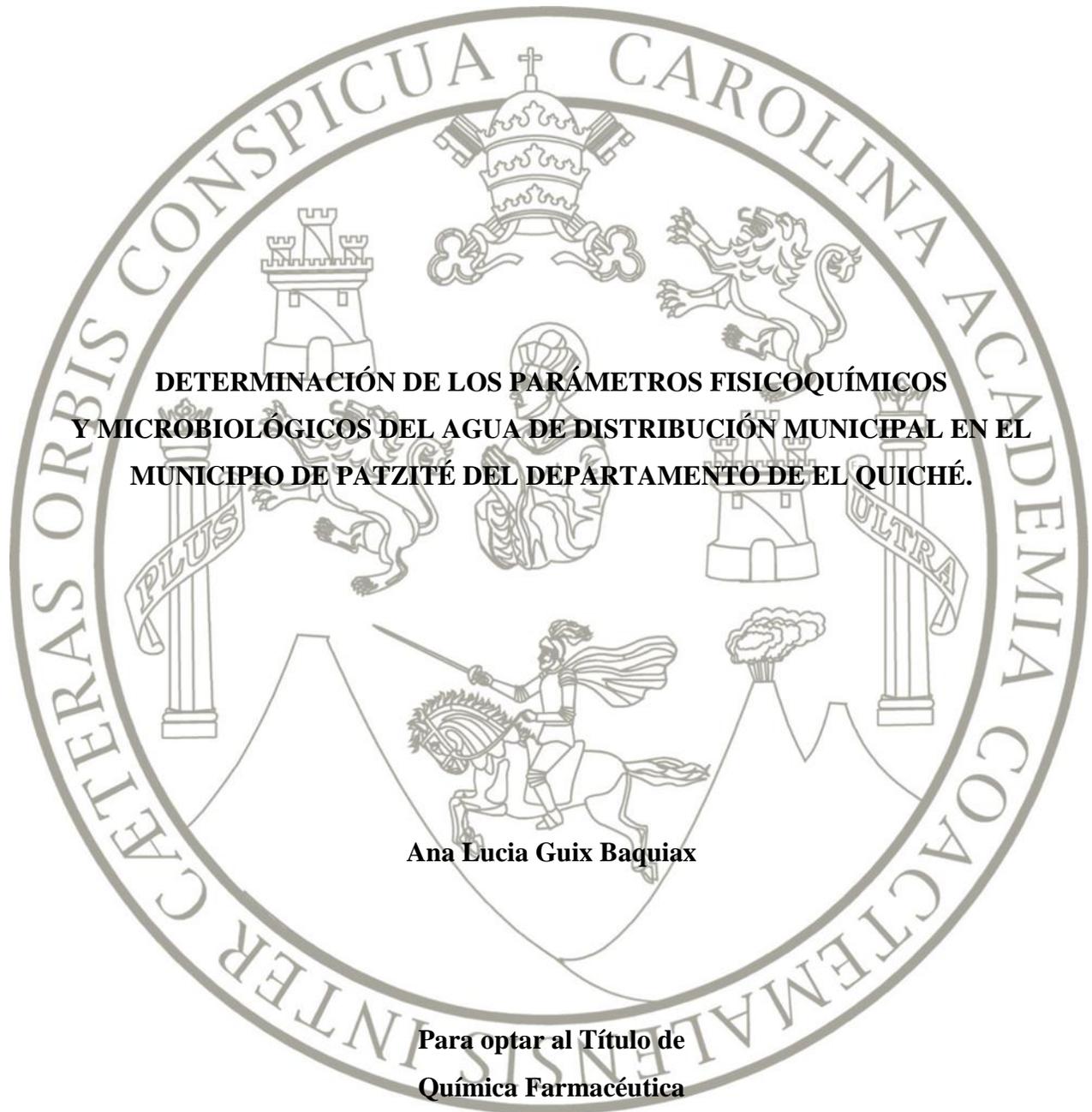


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS  
Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA DE DISTRIBUCIÓN MUNICIPAL EN EL  
MUNICIPIO DE PATZITÉ DEL DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.**

**Ana Lucia Guix Baquix**

**Para optar al Título de  
Química Farmacéutica**

**Guatemala, Julio del 2014**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS  
Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA DE DISTRIBUCIÓN MUNICIPAL EN EL  
MUNICIPIO DE PATZITÉ DEL DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.**

**Informe de Tesis**

**Presentado por  
Ana Lucia Guix Baquix**

**Para optar al título de  
Química Farmacéutica**

**Guatemala, Julio del 2014**

## JUNTA DIRECTIVA

Oscar Manuel Cóbar Pinto, Ph.D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M. A.	Secretario
Licda. Liliana Videz de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Lic. Rodrigo José Vargas Rosales	Vocal III
Br. Lourdes Virginia Nuñez Portales	Vocal IV
Br. Julio Alberto Ramos Paz	Vocal V

## 1. RESUMEN

Este trabajo realizado en el municipio de Patzité del departamento de El Quiché, versa sobre el análisis de la calidad de agua, enfocado a determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas de la misma.

El objetivo fue analizar si el agua que distribuye la municipalidad de Patzité es apta para consumo humano. Se tomó como normas de referencia la Norma COGUANOR 29001 y la norma internacional de la Organización Mundial de la Salud –OMS-.

Para este análisis se diseñó un programa de muestreo para las pruebas fisicoquímicas como bacteriológicas, se realizó en los siete tanques que distribuyen agua a dicho municipio, y en cada sitio por cada día programado de muestreo se tomó una muestra por cinco semanas consecutivas, para hacer un total de 35 muestras.

Según los resultados de los análisis realizados, durante el mes de enero y febrero del año 2013, se determinó que el agua proveniente de los tanques de distribución del municipio de Patzité, no es apta para consumo humano, debido a que no todas las muestras analizadas cumplen en los aspectos bacteriológicos según lo establecido por la Norma COGUANOR 29001 y la normativa de la OMS.

Los resultados de las pruebas fisicoquímicas, demuestran algunos valores que no cumplen con las especificaciones de las normativas, como en el caso del manganeso, el cual es uno de los parámetros que se evaluó, al analizarse se obtuvieron resultados con valores que están fuera de los límites permitidos para agua potable. Este no presenta riesgo para la salud y el principal aspecto que se evaluó es la cloración, la cual no cumplió según las especificaciones de las normas establecidas.

Debido a esto es necesario realizar los procedimientos de desinfección de manera sistemática teniendo un Procedimiento Estándar de Operación (PEO) que homogenice dicho procedimiento de forma que se mejore la calidad de agua para abastecer a la población del municipio de Patzité con agua potable, y lograr que los usuarios estén protegidos contra enfermedades fatales y no se corra el riesgo de encontrar brotes infecciosos.

## 2. INTRODUCCIÓN

El agua es un compuesto muy importante en la vida diaria, se necesita para la subsistencia de todos los seres vivos. Por ser el solvente universal es común encontrar en aguas superficiales y subterráneas un gran número de compuestos que en determinadas concentraciones pueden ser nocivos para la salud de los consumidores, además, puede contener microorganismos indeseables.

El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también el agua es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo. Esto origina crisis por el uso del agua, que provoca enfermedades de origen hídrico, desnutrición, crecimiento económico reducido, inestabilidad social, conflictos por su uso y desastres ambientales, por lo que es necesario mantener un monitoreo constante de la calidad del agua y conocer el uso de tecnologías o factores que afectan su calidad.

El agua potable es aquella que por sus características organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, no representa un riesgo para la salud del consumidor y cumple con lo establecido según la norma COGUANOR 29,001 y la norma de la organización Mundial de la Salud –OMS-.

Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre los más comunes malestares y la mayoría de los casos se presentan en los países en desarrollo. (ONU/WWAP 2003) Es importante que el agua que se distribuye a los pobladores cuente con servicios de calidad, para evitar enfermedades entre sus pobladores.

El conocimiento de la calidad del agua es de vital importancia para todas las personas que la utilizan en sus hogares, ya que puede ocasionar severos daños a la salud de los consumidores. En este trabajo se evaluaron los principales factores que determinan la calidad del agua para consumo humano, tomando como base las Normativa COGUANOR 29001 y la normativa internacional de la OMS, la cual se distribuye por medio de tanques de distribución, para que de estos se distribuya a cada una de las comunidades del municipio, estos cuentan con sistemas de cloración, con este estudio se verificó las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas en las que se encuentra el agua del municipio, quedando como base para estudios más avanzados.

Los análisis fisicoquímicos que se realizaron a las muestras de agua fueron color, olor, sabor, turbidez, conductividad, potencial de hidrógeno, nitratos, nitritos, cloruros, hierro, manganeso, dureza de calcio y dureza total. Los análisis bacteriológicos que se le realizaron a las muestras de agua son recuento de Coliformes totales y *E. coli*.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS:

A mediados del siglo XVIII un indígena acaudalado donó a los frailes dominicos una extensión de tierra en las cercanías de Santa Cruz del Quiché. A finales del periodo colonial, un grupo de indígenas de Santa María Chiquimula, departamento de Totonicapán, escapó de la lucha que se dió entre Santa María Chiquimula y San Antonio Ilotenango, los cuales formaron un poblado que se identificó como Patzité. Se considera que la población original emigró de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán. (Municipalidad de Patzité, 2010).

La fundación del municipio fue en el año de 1833 y fue inscrito su título en el Registro de la Propiedad del inmueble de Quiché bajo el número 12,135, folio 190/191, tomo 58. Patzité viene de los vocablos Quiché Pa: en tzité: árbol de pito, por lo que significa “en arboles de pito”.

La Patrona de este Municipio es la Virgen de Candelaria, la celebración es conocida como la Octava de Candelaria, la feria titular en su honor se realiza del cinco al diez de febrero, siendo su día principal el ocho de febrero. (Municipalidad de Patzité, 2010).

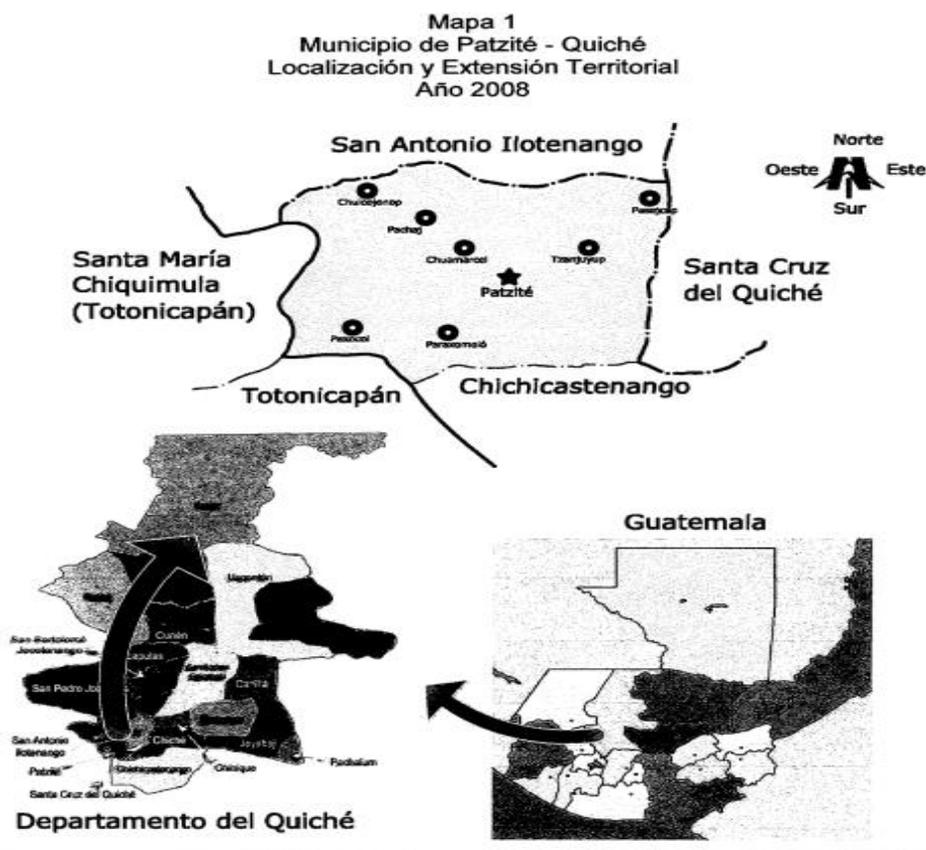
#### 3.2 ASPECTOS GEOGRÁFICOS

La Cabecera Municipal está localizada en la latitud 14°37'57"y longitud 91°12'28" a 174 kilómetros de distancia de la ciudad de Guatemala y a 11 kilómetros de la cabecera departamental de Quiché, el recorrido hacia el Municipio desde la Ciudad Capital es por la carretera CA- hacia Occidente, al llegar al kilómetro 128 hasta el lugar denominado Los Encuentros, se toma la carretera Rn-15 y a una distancia de 36 kilómetros se ubica Santa Cruz del Quiché, posteriormente se parte de la Cabecera Departamental hacia el Sur occidente por la carretera RD-QUI 04 y se recorren 11 kilómetros de camino de terracería hasta llegar al municipio de Patzité.

También se puede acceder vía Totonicapán por la carretera T-63 de terracería, se recorre una distancia de 30 kilómetros y se pasa por las aldeas San José, Chimente y Pachoc. (SEGEPLAN, 2010).

El Municipio colinda al norte con San Antonio Ilotenango, al este con Santa Cruz del Quiché, al sur con Chichicastenango y al oeste con Totonicapán, posee una extensión territorial de 64 km<sup>2</sup> lo que representa el 0.06% del territorio nacional y el 0.76% del territorio departamental; es el Municipio más pequeño del Departamento. (Municipalidad de Patzité, 2010).

El mapa que se presenta a continuación hace referencia a la ubicación del municipio y las aldeas que lo integran:



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de la Oficina Municipal de Planificación, municipio de Patzité, departamento de Quiché, año 2008.

### 3.3 OROGRAFÍA

La topografía del Municipio está conformado por cerros que llevan los nombres de los poblados, entre los cuales están: Tzanixnam en la comunidad de Chuamarcel, Paxocol, Pachaj, Tzanjuyup y Paraxamoló. Además, existen pequeños cerros distribuidos en todo el Municipio, los cuales no tienen nombre. (SEGEPLAN, 2010).

### 3.4 DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

Representa la situación de los distintos centros poblados que conforman el Municipio, además la forma en que están constituidas las autoridades y funcionarios que administran el gobierno municipal. (SEGEPLAN, 2010).

#### 3.4.1 División Política

El municipio de Patzité, al año 1994 estaba conformado por el pueblo y seis cantones, en el año 2002 por el pueblo y seis caseríos, y; para el año para el año 2008 estaba conformado el pueblo y siete aldeas, y; para el 2012 por el pueblo y siete comunidades. (MSPAS, 2008).

Tabla No. 1  
Municipio Patzité-Quiché  
División Política 2012

Número de orden	Nombre de la Comunidad	Distancia de la Cabecera Municipal (kms)	1994	2002	2008	2012
1	Patzité	0	Pueblo	Pueblo	Pueblo	Pueblo
2	Chuamarcel	1.5	Cantón	Caserío	Aldea	Comunidad
3	Paraxamoló	2.5	Cantón	Caserío	Aldea	Comunidad
4	Paxocol	4	Cantón	Caserío	Aldea	Comunidad
5	Pachaj	3.5	Cantón	Caserío	Aldea	Comunidad
6	Chuicojonop	4	Cantón	Caserío	Aldea	Comunidad
7	Tzanjuyup	1	Cantón	Caserío	Aldea	Comunidad
8	Pasajcap	4	Cantón	Caserío	Aldea	Comunidad

Fuente: Elaboración propia con base en información de Subdelegación del Tribunal Supremo Electoral e Instituto Nacional de Estadística – INE-, Censo Nacionales de Población de Habitación del 2008, Área de Salud de Santa Cruz del Quiché.

Con base a los datos del Departamento de Cartografía Electoral del Tribunal Supremo Electoral, el estudio realizado en la municipalidad de Patzité, los cambios que se han dado hasta el año 2008, en cuanto a la división política del mismo, es a consecuencia del crecimiento poblacional y su respectiva expansión en el Municipio, o sea de cantones en 1994, pasan a caseríos en el 2002 y en el 2008 llegan a formarse las denominadas aldeas, conformadas por comunidades. (MSPAS, 2008).

La comunidad Pasajcap surgió de una desmembración del caserío Pachaj. En la base de datos del departamento de Cartografía Electoral del Tribunal Supremo Electoral, hasta el 13 de septiembre del año 2005, Pasajcap tiene la categoría de caserío; sin embargo, en el 2008 este se cataloga como aldea del Municipio.

#### **3.4.2 División Administrativa**

En el año 1994 la Municipalidad está administrada por el Concejo Municipal y alcaldes maya de cada centro poblado quienes trabajaban estrechamente con los comités pro-mejoramiento. En el año 2002 el gobierno municipal se encontraba a cargo del Concejo Municipal y en cada centro poblado se implementó el Consejo Comunitario de Desarrollo –COCODE- regidos por la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural en el Decreto 11-2002 del Congreso de la República.

En el año 2008 la municipalidad de Patzité, fue administrada por el consejo municipal, presidida por el alcalde, dos síndicos y cuatro concejales, determinados de acuerdo con el número de habitantes del Municipio. Reciben asesoría de auditoría interna y el consejo municipal de desarrollo -COMUDE-; también existe un secretario, un tesorero del cual dependen dos oficiales, un coordinador de la oficina municipal de planificación, una encargada de la oficina municipal de la mujer, auxiliares voluntarios y dos barrenderos, así se encuentra hasta el 2013. (SEGEPLAN, 2010).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> La información que se tiene por parte de SEGEPLAN en el 2010, se corrobora que continúa de la misma manera en el año 2013.

### 3.5 AFLUENTES DEL MUNICIPIO DE PATZITÉ

El territorio de Patzité se encuentra ubicado en dos cuencas; cuenca del Río Motagua la que abarca un área de 21.80 km<sup>2</sup> del municipio equivalente al 0.17% del total de la cuenca y la cuenca del Río Salinas 31.38 km<sup>2</sup> del municipio equivalente a 0.26% del total de la cuenca. Estas cuencas son alimentadas por los Ríos Bocobá, Pacacá o Cacá y Chuicacá.

#### 3.5.1 Agua

El Municipio tiene dos ríos y tres riachuelos.

- Río Bocobá: tiene su origen en la cuenca del río Motagua (el cual mide aproximadamente 487 Km., de longitud), se forma en la aldea Chimente en Totoncapán, su curso es de suroeste a noroeste, inicia dentro del Municipio en las aldeas de Paxocol y Paraxamoló y atraviesa la aldea Chuicojonop, con un caudal de 21.75 m<sup>3</sup>, bajo en verano y alto en invierno, se pudo determinar, a través investigaciones, que el río Bocobá ha disminuido su caudal en los últimos 10 años a causa de la deforestación en el departamento de Totoncapán.
- Río Pacacá o Cacá: pertenece a la cuenca del río Salinas y es el límite natural entre el municipio de Santa María Chiquimula, departamento de Totoncapán y el municipio de Patzité, su recorrido por el Municipio es de sur a norte, desde el oeste de la aldea de Paxocol hacia la aldea Chuicojonop en donde ingresa al sureste del municipio de San Antonio Ilotenango. Con un caudal de 31.31 m<sup>3</sup>, el río presenta baja contaminación y es utilizado como desagüe de aguas servidas solo por algunas viviendas ubicadas a la orilla del río en las aldeas a su paso. Este río está formado por los ríos Jarate e Ixcán y mide aproximadamente 300 Km, de longitud.

- Como parte del recurso hídrico del Municipio, están los siguientes riachuelos que llevan el nombre de las aldeas en donde están ubicados: Chuamarcel, Paraxamolò y Pachaj, los cuales pierden su caudal en los meses de marzo y abril por la época seca del verano y lo retoman de mayo a enero en época de invierno cuando es aprovechado por los habitantes de estas aldeas para lavar ropa y abastecer de agua los hogares. (SEGEPLAN, 2010).

### 3.6 POBLACIÓN

La población es el principal recurso del municipio, en vista que desempeña un papel importante y decisivo en el proceso productivo, por ser el productor y consumidor de los bienes y servicios, en este sentido el estudio estadístico de la población permite conocer las características principales como: edad, sexo, grupo étnico, población económicamente activa -PEA-entre otros. El siguiente cuadro, muestra la distribución de la población por género, área geográfica, grupo étnico, alfabetismo y la población económicamente activa.

Tabla No. 2  
Municipio Patzité-Quiché  
Distribución poblacional 2012

Municipio y lugar poblado	Total población	Sexo		Grupo étnico		Alfabetismo		PEA	
		Hombres	Mujeres	Indígena	No Indígena	Alfabetado	Analfabeto	Hombres	Mujeres
<b>Patzité</b>	<b>4,695</b>	<b>2,190</b>	<b>2,505</b>	<b>4,686</b>	<b>9</b>	<b>2,147</b>	<b>1,498</b>	<b>696</b>	<b>67</b>
Pazité	853	378	475	845	8	494	167	150	24
Tzanixnam	97	38	59	97	-	44	35	14	1
Paxocol	545	250	295	545	-	280	143	97	11
Palajab	113	54	59	113	-	63	28	22	4
Paraxamolò	596	283	313	595	1	227	244	127	5
Chuamarcel	681	317	364	681	-	262	255	115	11
Pachaj	1,082	516	566	1,082	-	470	369	149	8
Chuicojnop	728	354	374	728	-	307	257	22	3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, XI censo de población y VI de Habitación.

### **3.7 SERVICIOS BÁSICOS Y SU INFRAESTRUCTURA**

Son todas las actividades no productivas que se realizan en beneficio de una sociedad, para satisfacer sus necesidades deseos y demanda y así tener un nivel de vida digno. A continuación se presenta la integración general de los servicios con que cuenta el Municipio:

#### **3.7.1 Educación**

El municipio de Patzité cuenta con un bajo nivel académico de la población, esto se debe al bajo número de escuelas a nivel primario, a la falta de institutos de nivel básico y diversificado, así como a la carencia de academias de mecanografía, bibliotecas, centros de computación e internet. El Municipio carece de centros educativos para el nivel diversificado, razón por la cual, pocos estudiantes culminan sus estudios a nivel medio, porque para lograrlo deben trasladarse hasta la cabecera departamental.

Como resultado de la falta y poca existencia de establecimientos educativos así como de maestros, lo que limita las oportunidades de la población, solo las familias que cuentan con recursos económicos pueden tener acceso a estos servicios, lo que reduce las posibilidades de desarrollo cultural de la comunidad por no contar con un conocimiento técnico científico, que permita a la población estudiantil dar propuestas y soluciones a los problemas del municipio de Patzité. (Municipalidad de Patzité, 2010).

#### **3.7.2 Salud**

Cuenta con un centro de salud ubicado en la cabecera del municipio, el cual está conformado por dos médicos colegiados, tres auxiliares de enfermería y un secretario. Dicho centro de salud no es suficiente pues solo atiende un número limitado de personas al día, opera por medio de números, los cuales dejan de dar a partir de las nueve de la mañana, lo que dificulta a las personas que viven en aldeas retiradas el poder ir al centro de salud.

El puesto de salud provee servicios gratuitos, donde se atienden enfermedades comunes como: infecciones respiratorias agudas, rinofaringitis, gastritis, dermatitis, parasitosis intestinal, escabiosis, amebiasis, anemia, entre otras. Además el municipio cuenta con otros servicios de salud, entre los cuales se encuentra la -ONG-Corsadec (Corporación de servicios y apoyo). La medicina que brinda el puesto de salud es de origen genérico y gratuito a los pacientes que se les proporciona el servicio de salud. Además cuenta también con una clínica dental y dos farmacias, todas ubicadas en la cabecera del Municipio. (MSPAS, 2008).

### **3.7.3 Agua**

En la actualidad el agua que consume la población del municipio, es entubada domiciliar, el vital líquido proviene de cuatro nacimientos que suministran la red de distribución, de los cuales dos se ubican en los terrenos de la comunidad de Xeyo, uno en Xe-Piedra Coyote y el otro Xe-tulul-xe del departamento de Totonicapán, a cinco kilómetros de la cabecera municipal de Patzité, el sistema funciona por gravedad. El vital líquido de los cuatro nacimientos abastece a todas las viviendas de la cabecera municipal, a la aldea de Pachaj, Tzanjuyup, Paraxamoló y Mactzul que pertenece al municipio de Chichicastenango.

El servicio de agua entubada es proporcionado a través de la organización de los comités de agua que existen en dichas comunidades y en la cabecera municipal. (Municipalidad de Patzité, 2010).

### **3.7.4 Energía eléctrica y alumbrado público**

Actualmente el servicio es proporcionado por la empresa Distribuidora de Energía del Occidente, S.A. -DEOCSA-que brinda a los habitantes alumbrado público y residencial. (SEGEPLAN, 2010).

### **3.7.5 Drenajes**

La cabecera municipal, cuenta con una red de drenajes, el cual es descargado a un zanjón, el área rural no cuenta con drenajes, a excepción de la aldea de Chuamarcel. (SEGEPLAN, 2010).

### **3.7.6 Tratamiento de desechos sólidos**

El municipio de Patzité, no cuenta con un sistema de tratamiento de desechos sólidos, se pudo constatar que en el municipio, no existen empresas públicas o privadas que presten los servicios de sistemas de tratamiento de desechos sólidos, derivados de las viviendas, la mayoría de los desechos son depositados a orillas de barrancos y ríos. Además, se determinó que no existe ningún tipo de proyecto para el tratamiento de desechos. Los desechos derivados de la agricultura son utilizados como abono orgánico, para la próxima siembra, por lo que no representan ningún tipo de amenaza para la población o el medio ambiente. (SEGEPLAN, 2010).

### **3.7.9 Tratamiento de aguas servidas**

Son canalizadas a través de los drenajes que desembocan en el río aledaño al área urbana ubicada en la comunidad de Chuamarcel. En el área rural se puede observar esta agua a flor de tierra, debido a que las viviendas no cuentan con el servicio de drenajes.

Para las aguas residuales se contempla la implementación de un proyecto que contará con la construcción de un patio de secado de lodos. El desagüe final de las aguas residuales será hacia un zanjón que colinda al final del sistema de drenaje general. (SEGEPLAN, 2010).

### **3.8 INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA**

Es el conjunto de bienes muebles e inmuebles de las instituciones públicas y privadas que brindan productos y/o servicios a la comunidad, directa o indirectamente y que influyen significativamente en el desarrollo de las actividades productivas. (SEGEPLAN, 2010).

### **3.9 ORGANIZACIÓN SOCIAL Y PRODUCTIVA**

El municipio de Patzité, presenta la falta de coordinación de actividades y proyectos (sociales y productivos), que permitan satisfacer las necesidades de la población. A continuación se presenta en el siguiente apartado la forma de organización:

#### **3.9.1 Organización social**

Se identificaron los siguientes tipos de organizaciones:

- Consejo comunitario de desarrollo –COCODES, regidos por la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural decreto 11-2002 del Congreso de la Republica, el COCODE-, representa para las comunidades el medio por el cual participan en la toma de decisiones en la priorización y ejecución de proyectos. Los consejos comunitarios de desarrollo quedaron integrados según el acta número 73-2002, del libro de actas varias de la Municipalidad, los cuales existen en los ocho centros poblados. (SEGEPLAN, 2010).
- Comité escolar  
Los integrantes de este comité tienen como objetivos realizar las gestiones necesarias para obtener un centro educativo dentro de su comunidad, así como el de mantener los implementos necesarios para el desarrollo de sus actividades y por último el comunicar a los pobladores de las aldeas la importancia de la educación. Los comités existen en las aldeas de: Chuicojonop, Pasajcap, Paraxamoló, Patzité, Pachaj y Chuamarcel. (SEGEPLAN, 2010).

- **Comité de agua**

Los pobladores acuden a este comité cuando tienen problemas en su vivienda con el suministro de agua entubada, o bien cuando carecen de este servicio. Están ubicados en: Paxocol, Paraxamoló, Choamarcel, Pachaj y Patzité. Cada comité es el encargado del cobro que se hace por el servicio, el cual es mucho mayor en los pozos mecánicos ubicados en el Casco Urbano y Choamarcel, este pago se hace cada mes a diferencia de los tanques de distribución que el pago es anual y mucho menor.

Los comités son los encargados de cuidar que el agua que se distribuye sea de calidad, ya que entre sus funciones se encuentra la limpieza del tanque, colocar la pastilla del clorador, verificar que funcione el sistema de goteo, y todo lo relacionado al mantenimiento del tanque de distribución o pozo mecánico. (SEGEPLAN, 2010).

- **Asociación de festejos**

Tiene a su cargo lo relativo a la organización de las diferentes actividades de las fiestas municipales, como lo es la contratación de marimbas, orquestas, organización de los desfiles tipo convite, bailes, entre otros. Existe únicamente en la cabecera municipal. (SEGEPLAN, 2010).

### **3.10 Laboratorio de Calidad de Agua del Departamento de El Quiché**

#### **3.10.1 Historia**

El Laboratorio de Control de Calidad de agua, ubicado en el departamento de El Quiché, nace de la necesidad de llevar a los usuarios agua potable para consumo humano, el laboratorio fue fundado en julio del 2008, con la ayuda de la Cooperación Internacional de la República Federal de Alemania, del Reino de Suecia y de la República de Guatemala –PROMUDEL-, la cual tiene como objetivo mejoras tangibles en los servicios públicos municipales y de prevención y mitigación de riesgos de desastres naturales con una orientación especial hacia la reducción de la pobreza.

Los estudios inician con la realización mensual de un análisis de presencia de cloro residual y de *E. Coli* en el agua que se proporciona a los consumidores de las áreas urbanas, en los municipios de atención de PROMUDEL (Chichicastenango, San Antonio Ilotenango, Santa Cruz del Quiché, Cunen, Santo Tomas Chiche, Chinique, Sacapulas, San Andrés Sajcabajá, de acuerdo a una programación establecida y cumpliendo con la Norma COGUANOR 29001, así como a la realización de 10 análisis fisicoquímicos en laboratorios portátiles del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de común acuerdo entre las partes y proporcionar los resultados a las municipalidades y a PROMUDEL. También coordinaban capacitaciones técnicas para los fontaneros y personal municipal.

Después de ver las necesidades del departamento ponen a disposición del Área de Salud un equipo de estudios fisicoquímicos que será utilizado de acuerdo a la demanda que se tenga, el cual estará ubicado en el laboratorio de agua de la Dirección de Área de Salud de Quiché, en el centro de salud del departamento. PROMUDEL se compromete con el área de salud a proporcionar los insumos necesarios para el análisis de las muestras (reactivos, medios de cultivo, equipo y los que se requiera para las muestras de *E. Coli*), después proporcionan insumos para análisis fisicoquímicos y coliformes totales.

### **3.10.2 A que se dedican**

Este laboratorio se dedica al procesamiento de muestras de agua de todo el departamento de El Quiché, realizando pruebas fisicoquímicas y bacteriológicas, en base a los estándares de la Norma COGUANOR 29001:99.

### **3.10.3 Que análisis se realizan en el Laboratorio de Control de Calidad del Agua**

El laboratorio de calidad de agua del departamento de El Quiché, realiza una variedad de pruebas fisicoquímicas entre las cuales se encuentran nitratos, nitritos, cloro total, cloro residual, sulfatos, hierro, zinc, cobre, arsénico, cadmio, aluminio, bario, cromo, manganeso, cianuro, fluoruro, dureza total, dureza de calcio, turbidez, conductividad, pH y color.

También se realizan pruebas bacteriológicas, en las que se determina la presencia de *Coliformes totales* y *E. coli*.

### **3.11 Estudios realizados en los distintos Departamentos de Guatemala**

En el año, 2011, López, Juan realizó en estudio sobre el Análisis Fisicoquímico y examen Microbiológico del agua que se distribuye en la aldea Tacajalvé del Municipio de San Francisco el Alto, Totonicapán. Según los resultados obtenidos, el agua que se distribuye a dicha aldea no es apta para el consumo humano.

En el año 2009, Molina, Ma. Alejandra Evaluó la calidad Fisicoquímica del agua de la planta municipal que abastece al Departamento de Zacapa, Municipio de Zacapa. Según los resultados obtenidos, el agua de la planta municipal de Zacapa es apta para el consumo humano.

En el año 2003, Morales, Mirla realizó un estudio de Control de Calidad del agua para consumo humano de la cabecera departamental de Jalapa municipio de Jalapa. Se obtuvo que todas las muestras presentan contaminación por *E. coli*, lo cual es debido a un tratamiento inadecuado de cloración y contaminación de la fuente.

En el año 2002, Leiva, Román realizó un estudio de Determinación de la Calidad del Agua de distribución Municipal para consumo humano en el municipio de Livingston, departamento de Izabal. Según los resultados obtenidos el agua que distribuye la municipalidad de Livingston Izabal, no es apta para el consumo humano.

En el año 2000, Hernández, Carmen realizó un estudio de Control de Calidad de agua potable de la ciudad de Mazatenango. Fue necesario que la municipalidad se responsabilizara por mantener la planta de potabilización en buenas condiciones, ya que en su momento no se encontraba en condiciones óptimas para realizar el procedimiento de potabilización.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación de la calidad física, química y exámenes bacteriológicos del agua que se distribuye en el municipio de Patzité del Departamento de El Quiché, se realizó con el objetivo de determinar la calidad del agua para consumo humano de dicho lugar, ya que el Municipio de Patzité, no cuenta con estudios sobre la situación en la que se encuentra el agua que se distribuye a la población, la cual es distribuida por medio de tanques hacia sus distintas comunidades, (Pachaj, Paxocol, Choamarcel, Paraxamoló, Llena cántaro, Área Urbana y Casco Urbano), estos tanques cuentan con cloradores, por lo que se evaluó si el procedimiento de cloración y limpieza de los tanques permite asegurar que el agua del municipio es potable.

Con esta investigación, se pueden obtener resultados que generen información valiosa sobre la calidad del agua, de modo que se puedan tomar decisiones futuras que permitan mantener, establecer y mejorar la calidad de la misma, siendo los comités de agua en conjunto con la municipalidad los encargados de velar por distribuir a los pobladores agua apta para consumo humano, estos en conjunto con el municipio se puede proveer acciones que se traduce en beneficios sociales y económicos para la población en general.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo General:

Determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de distribución municipal en el Municipio de Patzité del Departamento de El Quiché, tomando como base los parámetros que define la Norma COGUANOR NGO 29001:99 para agua potable y la normativa internacional de la Organización Mundial de la Salud-OMS-.

### 5.2 Objetivos Específicos:

- 5.2.1 Realizar los análisis fisicoquímicos de color, turbidez, pH, dureza total, dureza de calcio, nitratos, nitritos, manganeso, hierro total, cloro residual y conductividad, en las muestras de agua del Municipio de Patzité.
- 5.2.2 Realizar los análisis bacteriológicos para la presencia de Coliformes totales y *E. coli* a las muestras de agua del municipio de Patzité.
- 5.2.3 Determinar la calidad sanitaria del agua del Municipal de Patzité según la norma COGUANOR 29001 y la norma internacional de la OMS.
- 5.2.4 Proporcionar información sobre la calidad del agua a cada uno de los comités de mantenimiento y a la Municipalidad basados en los resultados.

## **6. HIPÓTESIS**

El agua municipal que se distribuye en el Municipio de Patzité, cumple con las especificaciones en los parámetros fisicoquímicos y las pruebas bacteriológicas, de la Norma nacional COGUANOR NGO 29,001 e internacional OMS para agua potable.

## **7. MATERIALES Y MÉTODOS**

**7.1 UNIVERSO:** El universo del trabajo está constituido por el agua potable del tanque de distribución del Municipio de Patzité del Departamento de El Quiché.

**7.2 MUESTRA:** La muestra de trabajo está constituida por el agua potable de las siete comunidades que les distribuye agua el tanque de distribución del Municipio de Patzité del Departamento de El Quiché.

### **7.3 EQUIPO Y MATERIALES DE LABORATORIO**

#### **7.3.1 EQUIPO**

- Espectrofotómetro Hach 5000
- Incubadora
- Nefelómetro Wagtech international
- Turbidímetro Hach 2100Qis
- PotenciómetroWagtech international
- Sistema de filtración
- Sistema de vacío
- Equipo de protección (bata, mascarilla, lentes, guantes)

#### **7.3.2 MATERIALES**

- Beacker de 250 mL
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Bureta de 25 mL
- Probeta de 50 mL
- Pipetas volumétricas de 1 y 2 mL
- Pipeteador
- Pizeta
- Soporte universal
- Pinzas
- Papel parafilm

### 7.3.3 REACTIVOS

- EDTA 0.01M
- Estándares de calibración de UNT (unidades nefelométricas)
- Kit de reactivos para cloro total
- Hidróxido de potasio
- Cal Ver 2<sup>R</sup>
- Buffer Solution Hardness
- Man Ver 2<sup>R</sup>
- Ferro Ver<sup>R</sup>
- Buffer Powder Pillow, Citrate
- Sodium Periodate
- Nitra Ver<sup>R</sup>
- Tubos de TNT (trinitrotolueno) para Nitrito
- Medios de cultivo Hach caldo en ampollas

### 7.4 PROCEDIMIENTO

- Revisión bibliográfica
- Elaboración de listado de los lugares donde se tomarán las muestras
- Elaboración del plan de muestreo
- Recolección de muestras
- Análisis físico, químico y bacteriológico del agua
- Informe final

## **7.5 MÉTODO**

### **7.5.1 Toma de la muestra**

Se tomaron las siguientes medidas para las muestras de los análisis fisicoquímicos con el fin de transportar las muestras desde el lugar de muestreo hasta el laboratorio y evitar la contaminación, se procedió a envasar las mismas en recipientes de polietileno, estos son nuevos se lavarán tres veces la parte interna de los frascos con el agua a recolectar, y se procedió a identificar con una etiqueta con los siguientes campos: No. de muestra, lugar, municipio, fecha, hora y persona responsable, el periodo de tiempo comprendido entre la toma y el inicio de los análisis fisicoquímicos no sobrepasará las 24 horas. Las muestras serán trasladadas en condiciones de temperatura controlada.

Las muestras para el análisis microbiológico, se tomaron directamente de los tanques de distribución o pozo mecánico, en bolsas Whirlpak estériles, las cuales fueron rotuladas con los siguientes datos: No. de muestra, lugar, municipio, fecha, hora y persona responsable. Estas fueron llevadas al laboratorio en las mismas condiciones que las fisicoquímicas, el tiempo comprendido entre la toma y el inicio de los análisis no deberá sobrepasar de 12 horas.

### **7.5.2 No. de muestras por recolectar**

Por cada día programado se tomó una muestra de cada tanque de distribución o pozo mecánico, siendo un total de 7 muestras por día, comprendiendo un periodo de análisis de 5 semanas, tomando al final de la investigación un total de 35 muestras.

### **7.5.3 Análisis Fisicoquímicos**

#### **7.5.3.1 Potencial de Hidrógeno:**

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección.

Significado sanitario: La mayoría de aguas superficiales naturales tienen un valor de pH entre 5.5 – 8.6. La alteración excesiva puede ser una indicación de contaminación del abastecimiento por algún desecho. (OPS, 1996)

Límite máximo aceptable: 7 -8.5

Límite máximo permisible: 6.5 -9.2. (COGUANOR, 29001).

#### **7.5.3.2 Turbidez:**

Puede ser causada por una amplia variedad de materiales suspendidos, con un ámbito de tamaño desde coloidal hasta partículas microscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. En algunos cuerpos de agua la turbidez es debido a dispersiones normales.

Significado sanitario: la turbidez es importante considerada por la siguiente razón: cualquier turbidez del agua causa en el consumidor pocos deseos de ingerirla y utilizarla en sus alimentos.

Para poder medir la turbidez se utilizó el aparato Turbídmetro Hach 2100Qis.

Límite máximo aceptable: 5 unidades U.T.N (Unidades nefelométricas de turbidez)

Límite mínimo permisible: 25 unidades U.T.N (Unidades nefelométricas de turbidez). (Ayres, 1970).

### 7.5.3.3 Color

El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color natural en el agua existe debido al efecto de partículas coloidales cargadas negativamente. En general, el agua presenta colores inducidos por materiales orgánicos en suelos como el color amarillento debido a los ácido húmicos. Normalmente el color se mide en laboratorio por comparación de estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto,  $\text{ClCo}_2$  y Cloroplatinato de potasio,  $\text{Cl}_2\text{PtK}_2$  y se expresa en una escala de unidades de Pt-Co. (López J. 2011)

### 7.5.3.4 Nitratos y Nitritos

El ión ( $\text{NO}_3^-$ ) forma sales muy solubles y estables. En un medio reductor puede pasar a nitritos, nitrógeno en forma de gas e incluso amoníaco. El agua normal tiene menos de 1 ppm y el agua de mar hasta 1 ppm. Aguas de riego con contaminación por fertilizantes pueden tener hasta centenares de ppm. (Normativa de calidad humana, 2006)

### 7.5.3.5 Cloro

El cloro presente en el agua se aglutina con las bacterias, dejando solo una parte de la cantidad original (cloro libre) para continuar su acción desinfectante. Los compuestos de cloro junto con las cloraminas forman el cloro combinado. El conjunto de cloro combinado y cloro libre da como resultado el cloro total. Mientras que el cloro libre tiene un potencial desinfectante superior, el cloro combinado tiene una mayor estabilidad y una menor volatilidad. El rango se encuentra entre 0-3.5 mg/L.

### **7.5.3.6 Manganese**

Es un elemento esencial para los mamíferos. El agua de consumo suponiendo una ingesta normal de 2 L/día, podría suministrar de 0.040 a 0.064 mg. La OMS recomienda una ingesta para adultos de 2-3 mg/día. La ingestión excesiva de manganeso conduce a un estado de intoxicación denominado “manganismo”. Se produce sobre todo, en obreros que manipulan ese metal y se manifiesta con alteración mental, anemia, astenia (Jiménez, 2011). La presencia de manganeso a concentraciones mayores que 0.1 mg/L en sistemas de abastecimiento de agua produce un sabor no deseable.

### **7.5.3.7 Dureza de calcio**

La cantidad de calcio puede variar desde cero hasta varios cientos de mg/L, dependiendo de la fuente y del tratamiento del agua. Las aguas que contienen cantidades altas de calcio y de magnesio, se les da el nombre de "aguas duras".

Concentraciones bajas de carbonato de calcio, previenen la corrosión de las tuberías metálicas, produciendo una capa delgada protectora. Cantidades elevadas de sales de calcio, se descomponen al ser calentadas, produciendo incrustaciones dañinas en calderas, calentadores, tuberías y utensilios de cocina; también interfieren con los procesos de lavado doméstico e industrial, ya que reaccionan con los jabones, produciendo jabones de calcio insolubles, que precipitan y se depositan en las fibras, tinas, regaderas, etc.

#### **7.5.3.8 Dureza total**

Las aguas duras son aquellas que provienen de fuentes de carbonatos de Calcio y de Magnesio. Tienen la propiedad de acumular sarro en las cañerías e inhiben la capacidad del jabón de hacer espuma. Puede afectar la aceptabilidad del agua de consumo.

#### **7.5.3.9 Hierro**

Es un elemento esencial en la nutrición humana, las necesidades diarias mínimas de este elemento varían en función de la edad, el sexo, el estado físico y la biodisponibilidad del hierro. Además, el hierro es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre. Está naturalmente en aguas dulces naturales en concentraciones de 0.5 a 50 mg/L. En concentraciones mayores que 0.3 mg/L causa manchas en la ropa o utensilios de porcelana, produce sabores metálicos y en general le da al agua un aspecto desagradable e inapropiado para ciertos usos. La remoción puede ser hecha por medio de intercambio iónico (ablandador) o por oxidación/filtración.

#### **7.5.3.10 Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad. Es indicativo de la materia ionizable total presente en el agua. Las sales disueltas son las que permiten al agua conducir electricidad. El aparato utilizado es el conductivímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia al paso de la electricidad, la unidad en la que mide el conductivímetro en el laboratorio es  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Para el agua ultra pura el valor es de 0.05483  $\mu\text{s}/\text{cm}$  a 25°C. (OPS 1996).

#### **7.5.4 Análisis Microbiológicos**

##### **7.5.4.1 Presencia de Coliformes totales y *E.coli***

La bacteria *Escherichia coli* y el grupo coliforme en su conjunto, son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal. Las bacterias coliformes son microorganismos de forma cilíndrica, capaces de fermentar la glucosa y la lactosa.

Otros organismos utilizados como indicadores de contaminación fecal son los estreptococos fecales y los clostridios. Estos últimos son anaerobios, formadores de esporas; estas son formas resistentes de las bacterias capaces de sobrevivir largo tiempo. (López J. 2011).

El análisis del agua se realizó con métodos de medios de cultivo Hach caldo en ampollas y se expresa en términos de el “número más probable” (índice NMP) en 100 ml de agua. Las aguas con un NMP inferior a 1, son potables.

#### **7.5.5 Diseño de investigación**

Se tomaron cinco muestras de cada tanque de distribución o pozo mecánico, siendo un total de 7 puntos de muestreo por 5 días de análisis, a excepción de dos tanques que no se pudieron tomar una muestra por lo que en total se obtuvieron 33 muestras, estas fueron analizadas por triplicado. Para las pruebas bacteriológicas se tomaron los mismos puntos de muestreo por los 5 días de análisis, haciendo un total de 33 muestras analizadas una sola vez.

El diseño de la investigación es por conveniencia, ya que se tomaron como punto de muestreo los tanques de distribución de agua del municipio, para determinar la calidad del agua que se les distribuye a los pobladores.

#### **7.5.6 Análisis de resultados:**

Los resultados obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva. En base a los resultados obtenidos se efectuó una estimación del porcentaje de cada parámetro que cumplió con lo establecido según las normas nacional COGUANOR 29,001 e internacional de la OMS y se determinó para las pruebas fisicoquímicas las que cumplieron y las que no, así como se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar. Para las pruebas microbiológicas, también se utilizaron tablas para representar los resultados de cada uno de los parámetros evaluados, determinando por porcentaje cuántas cumplieron con las especificaciones de las normativas.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Pruebas Físicas

En la tabla No. 1 se muestran los resultados indicando el lugar y la fecha de las pruebas, donde indica cuántos de los análisis cumplieron con los límites establecidos de la norma nacional e internacional. En el anexo II se muestran las tablas con los resultados individuales de las muestras.

**Tabla No. 2:** Resultados de las pruebas color y turbidez en muestras de agua del municipio de Patzité.

Prueba/Lugar	Color		Turbidez	
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
Pachaj	15	0	15	0
Área Urbana	15	0	15	0
Paxocol	15	0	12	3
Choamarcel	11	1	12*	0
Casco urbano	15	0	0	15
Paraxamoló	13	2	15	0
Llenacántaro	11	1	12*	0
<b>Total</b>	95	4	81	18

Fuente: Datos experimentales

Las muestras obtenidas en 5 fechas de muestreo analizadas por triplicado.

\*En las Comunidades de Choamarcel y Llenacántaro solo se pudieron muestrear en 4 fechas por problemas técnicos en los tanques.

## 8.2 Pruebas Químicas

En la tabla No. 2 se muestran los resultados indicando el lugar y la fecha de las pruebas, donde indica cuántos de los análisis cumplieron con los límites establecidos de la norma nacional e internacional. En el anexo II se muestran las tablas con los resultados individuales de las muestras.

**Tabla No. 2:** Resultados cualitativos de las pruebas Químicas en muestras de agua del municipio de Patzité.

		Manganeso	Nitrato	Nitrito	Hierro	Calcio	Dureza Total	Cloro	pH	Conductividad
Pachaj	Cumple	4	15	15	15	15	15	15	15	15
	No Cumple	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Área Urbana	Cumple	3	15	15	15	15	15	12	15	15
	No Cumple	12	0	0	0	0	0	3	0	0
Paxocol	Cumple	2	15	15	15	15	15	13	15	15
	No Cumple	13	0	0	0	0	0	2	0	0
Choamarcel	Cumple	3	12	12	12	12	12	6	12	12
	No Cumple	9	0	0	0	0	0	6	0	0
Casco Urbano	Cumple	0	15	15	15	15	15	15	15	15
	No Cumple	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraxamoló	Cumple	3	15	15	15	15	15	12	15	15
	No Cumple	12	0	0	0	0	0	3	0	0
Llenacántaro	Cumple	3	12	12	12	12	12	12	12	12
	No Cumple	9	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Datos experimentales

Las muestras obtenidas en 5 fechas de muestreo analizadas por triplicado.

En la tabla No. 3 se muestra los resultados de las pruebas químicas, indicando el lugar y la prueba, determinando la media aritmética  $\pm$  la desviación estándar, para evaluar cuántos de los análisis cumplieron con lo establecido por las normas COGUANOR 29,001 y la OMS, en el anexo II se muestran las tablas con los resultados individuales de las pruebas.

**Tabla No. 3:** Resultados cuantitativos de las pruebas químicas en muestras de agua del municipio de Patzité.

Lugar/Prueba	Manganeso	Nitrato	Nitrito	Hierro	Calcio	Dureza Total	Cloro	pH	Conductividad
Pachaj	1.33	1.42	0.010	0.063	13.47	24.4	0.153	7.26	89.91
	$\pm$ 1.04	$\pm$ 1.20	$\pm$ 0.002	$\pm$ 0.059	$\pm$ 2.07	$\pm$ 3.38	$\pm$ 0.154	$\pm$ 0.21	$\pm$ 24.93
Área Urbana	1.33	1.9	0.016	0.13	12.4	28.27	0.967	7.07	66.47
	$\pm$ 1.72	$\pm$ 2.89	$\pm$ 0.021	$\pm$ 0.14	$\pm$ 2.26	$\pm$ 7.16	$\pm$ 1.69	$\pm$ 0.24	$\pm$ 17.91
Paxocol	1.23	2.15	0.014	0.40	15.6	26.07	0.31	7.22	99.26
	$\pm$ 0.62	$\pm$ 1.70	$\pm$ 0.003	$\pm$ 0.2	$\pm$ 3.20	$\pm$ 6.18	$\pm$ 0.58	$\pm$ 0.30	$\pm$ 19.32
Choamarcel	1.23	1.75	0.011	0.11	31.67	53.33	1.15	7.42	213.56
	$\pm$ 0.77	$\pm$ 1.34	$\pm$ 0.003	$\pm$ 0.08	$\pm$ 9.06	$\pm$ 10.20	$\pm$ 0.96	$\pm$ 0.38	$\pm$ 89.65
Casco Urbano	1.82	1.88	0.018	1.45	36.27	54.27	0.114	7.03	268.61
	$\pm$ 0.78	$\pm$ 2.07	$\pm$ 0.003	$\pm$ 0.32	$\pm$ 7.98	$\pm$ 5.52	$\pm$ 0.12	$\pm$ 0.26	$\pm$ 65.48
Paraxamoló	1.45	1.85	0.010	0.033	10.07	24.00	0.39	6.69	63.16
	$\pm$ 0.93	$\pm$ 2.11	$\pm$ 0.0015	$\pm$ 0.03	$\pm$ 1.53	$\pm$ 6.71	$\pm$ 0.75	$\pm$ 0.14	$\pm$ 22.58
Llenacántaro	1.44	2.93	0.011	0.25	13.33	25.5	0.05	7.17	93.03
	$\pm$ 0.75	$\pm$ 2.11	$\pm$ 0.0013	$\pm$ 0.098	$\pm$ 1.72	$\pm$ 7.49	$\pm$ 0.03	$\pm$ 0.17	$\pm$ 34.34

Fuente: Datos obtenidos experimentalmente

Las muestras obtenidas en 5 fechas de muestreo analizadas por triplicado.

### 8.3 Pruebas Bacteriológicas

#### 8.3.1 *Escherichia coli*

En la tabla No. 4 se muestran los resultados cualitativos sobre la prueba para *E. coli*, donde indica el lugar y la fecha del análisis, para determinar cuántas cumplen y cuantas no cumplen según la norma COGUANOR 29001 y la norma de la OMS. En el anexo II se pueden ver los resultados cuantitativos.

**Tabla No. 4:** Resultados cualitativos de la prueba para *Escherichia coli* en muestras de agua del municipio de Patzité.

Lugar/Fecha	Cumple	No Cumple	Total
<b>Pachaj</b>	3	2	5
<b>Área Urbana</b>	3	2	5
<b>Paxocol</b>	1	4	5
<b>Choamarcel</b>	3	1	4*
<b>Casco Urbano</b>	1	4	5
<b>Paraxamoló</b>	1	4	5
<b>Llenacántaro</b>	1	3	4*

Fuente: Datos obtenidos experimentalmente

\*En las Comunidades de Choamarcel y Llenacántaro solo se pudieron muestrear en 4 fechas por problemas técnicos en los tanques.

### 8.3.2 Coliformes Totales

En la tabla No. 5 se muestran los resultados cualitativos sobre la prueba para Coliformes Totales, donde indica el lugar y la fecha del análisis, para determinar cuántas cumplen y cuantas no cumplen según la norma COGUANOR 29001 y la norma de la OMS. En el anexo II se pueden ver los resultados cuantitativos.

**Tabla No. 5:** Resultados cualitativos de la prueba para *Escherichia coli* en muestras de agua del municipio de Patzité.

<b>Lugar/Fecha</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Total</b>
<b>Pachaj</b>	2	3	5
<b>Área Urbana</b>	3	2	5
<b>Paxocol</b>	1	4	5
<b>Choamarcel</b>	4	0	4*
<b>Casco Urbano</b>	1	4	5
<b>Paraxamoló</b>	1	4	5
<b>Llenacántaro</b>	0	4	4*

Fuente: Datos obtenidos experimentalmente

\*En las Comunidades de Choamarcel y Llenacántaro solo se pudieron muestrear en 4 fechas por problemas técnicos en los tanques.

**Autoridades municipales**

Se informó y recomendó personalmente al departamento de Planificación de la Municipalidad de Patzité, adjuntando una copia de los análisis realizados; mantener el proceso de desinfección con hipoclorito de sodio con el equipo clorador en buen estado y el suministro necesario para desinfectar el agua abastecida a las comunidades. En los anexos III y IV se observa una guía sobre la desinfección del agua, y una evaluación para los integrantes de los comités de agua, para realizarla después de las capacitaciones, en el anexo V, se puede observar un procedimiento estándar de operación –PEO- sobre la desinfección del tanque de distribución de agua.

**Comunidades**

Se promovió personalmente con las autoridades del consejo comunitario de desarrollo –COCODES- de las comunidades abastecidas para que capaciten a los pobladores respecto a la potabilización del agua hirviéndola durante cinco minutos debido a las deficiencias en el tratamiento actual y al indicador de contaminación fecal detectado. Además de incluir en tales capacitaciones la utilización correcta de agroquímico.

## 9. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar las condiciones en las que se encuentra el agua que se distribuye en el municipio de Patzité, del departamento de El Quiché, dicho municipio no contaba con estudios sobre la situación actual en la que se encuentra el agua que se distribuye, por lo que fue de gran importancia la realización de la presente investigación.

Se procedió a tomar una muestra por cada tanque de distribución del Municipio, siendo siete tanques en total por un periodo de cinco semanas consecutivas, durante la tercera semana en la comunidad de Llenacántaro y en la última semana en el tanque de distribución de la comunidad de Choamarcel no pudo obtenerse la muestra respectiva debido a que en la comunidad de Choamarcel no hubo agua en el tanque a consecuencia de no haber cerrado la llave de paso de agua lento lo que provoco una fuga en el sistema lo que impidió que hubiese agua esa semana en el tanque que distribuye agua a dicha comunidad, y el Llenacántaro el tanque no tenía razones de esta falta, por lo que no se determinaron, debido a que en Llenacántaro no tiene un comité encargado del mismo, en total las muestras fueron 33, para las pruebas fisicoquímicas estas fueron analizadas por triplicado obteniendo un total de 99 resultados. A las muestras tomadas de los tanques de distribución del municipio se le realizaron una serie de pruebas: físicas, químicas y bacteriológicas, para determinar si esta es apta para el consumo humano según la norma nacional COGUANOR 29001 y la norma internacional de la Organización Mundial de la Salud -OMS-.

Las pruebas físicas, realizadas a las muestras fueron color y turbidez. La turbidez en las muestras obtenidas del tanque de agua de la comunidad del Casco Urbano, no cumplieron con la norma nacional e internacional. (COGUANOR NGO 29 001:99(15 UNT), OMS (5 UNT)), la turbidez fue analizada mediante turbidímetro (Tabla No. 8 Anexo II), las muestras de la comunidad de Paxocol no cumplieron con la prueba de turbidez en la segunda semana de muestreo, el resto cumplieron con ambas normas.

El color analizado mediante espectrofotómetro (Tabla No. 7 Anexo II), las muestras cumplieron con las normativas. Se realizaron estas pruebas, ya que proporcionan información sobre la calidad del agua que se está analizando.

Por tanto, se puede decir que la turbidez del agua es adecuada para desinfectarla con cloro; ya que los niveles elevados de la misma pueden proteger a los microorganismos contra los efectos de la desinfección, ejerciendo una demanda significativa de cloro, excepto para el tanque que distribuye agua a la comunidad del Casco Urbano.

Los análisis químicos realizados fueron: pH, conductividad, nitratos, nitritos, cloro residual, hierro, calcio, manganeso y dureza total.

Se evaluó la conductividad, el agua pura es un buen conductor de la electricidad, debido a que la corriente eléctrica se transporta por medio de iones en solución, la conductividad aumenta cuando aumenta la concentración de iones. Los resultados obtenidos (ver Tabla No. 9 Anexo II), cumplen con los límites establecidos por las normativas COGUANOR 29,001 y la OMS.

El pH del agua analizada, como se puede ver en la Tabla No. 10 Anexo II, si cumple con lo establecido por las entidades nacionales e internacionales (6.5-8.5). Esto es de beneficio para los habitantes que hacen uso de la misma, debido a que un valor de pH inferior a 6.5 produce intensa corrosión en el sistema de distribución y al superar los 8.5 produce una disminución en la eficacia del proceso de desinfección en lo que se respecta a la desinfección con cloro.

Otra prueba que se realizó fue la determinación de calcio, los iones calcio disueltos en el agua forman depósitos en tuberías y calderas cuando el agua es dura, es decir, cuando contiene demasiado calcio. El calcio en exceso, mayor de los límites sin una necesidad médica puede llevar a cabo el desarrollo de piedras en los riñones, esclerosis y problemas en los vasos sanguíneos. En el análisis de las muestras de agua, se obtuvo como resultado el cumplimiento de todas las muestras (ver Tabla No. 11 Anexo II), con los parámetros de las normas COGUANOR 29,001 y la norma de la OMS.

La dureza del agua analizada también cumple con lo establecido por las Normas COGUANOR NGO 29001 y la OMS ya que en las mismas se permite un límite máximo de hasta 500 mg/L y según los resultados obtenidos (ver Tabla No. 12 Anexo II), todos los resultados están por debajo de este límite. En términos generales, puede considerarse que un agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/L; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/L; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/L (en todos los casos, como  $\text{CaCO}_3$ ). De acuerdo a la media de los resultados obtenidos se encuentra entre los valores de 24-54 mg/L, el agua analizada es blanda. Aún no se ha definido si la dureza tiene efectos adversos sobre la salud. Pero se la asocia con el consumo de más jabón y detergente durante el lavado.

La concentración de cloro residual, se puede ver en los resultados (Tabla No. 13 Anexo II), los cuales hay valores fuera de los límites establecido tanto por las normas nacional e internacional, sin embargo es conveniente que el cloro residual "libre" o prácticamente disponible no exceda de ciertos valores recomendados por instituciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS / OPS). Valores de cloro residual libre superiores a 0.6 mg/L e incluso 0.4 mg/L pueden producir desde acidez estomacal, hasta graves afecciones de la salud; por lo que se recomienda que su concentración libre al momento de uso del agua clorada debe ser aproximadamente 0.2 mg/L o 0.3 mg/L; y considerar toda concentración superior a este valor, como una contaminación indeseada.

El hierro y el manganeso pueden darle al agua un sabor, olor y color indeseable. El hierro causa manchas rojizas-café en la ropa, porcelana, platos, utensilios, vasos, lavaplatos, accesorios de plomería y concreto. El manganeso causa manchas café-negras en los mismos materiales. Los detergentes no remueven estas manchas. No causan problemas de salud, pero sí forman una baba rojiza-café (hierro) o café- negra (manganeso) en los tanques de los inodoros y pueden tapar los sistemas de agua, lo que restringe el flujo del agua. Se evaluó la presencia de hierro y manganeso (ver Tablas No. 14 y 15 Anexo II) donde se determinó que todas las muestras cumplen con los parámetros de hierro de las normativas (0.3mg/L), la presencia de manganeso en las muestras de agua de dicho municipio no cumplen con los parámetros de la normativa COGUANOR y OMS (0.1-0.5 mg/L), las siete comunidades tienen entre 11 y 15 muestras que no cumplen con los parámetros de las normativas, del total de 15 muestras analizadas de cada tanque de distribución.

Se determinó la concentración de Nitratos y Nitritos en el agua, debido que el lugar donde se ubican los tanques de distribución es un lugar donde se siembra maíz y se utilizan fertilizantes para tener buenas cosechas y como se sabe, los nitratos son productos químicos presentes en la mayoría de fertilizantes. Su concentración está limitada por los estándares de agua potable a 50 mg/L para nitratos y 3 mg/L para nitritos, por razones fisiológicas, valores superiores a lo establecido pueden causar la metahemoglobinemia o cianosis de los nitratos, enfermedad que se produce en los infantes especialmente en aquellos que se alimentan de leche preparada y que se caracteriza por una coloración azul de la piel como síntoma del envenenamiento. Las muestras analizadas cumplen con los niveles de nitratos y nitritos, según los resultados obtenidos (ver Tablas No. 16 y 17 Anexo II), tanto para la Norma COGUANOR NGO 29001, como la de la OMS.

Los exámenes bacteriológicos realizados al agua que se distribuye en el municipio de Patzité, no cumplen con lo establecido por las normas nacional e internacional, ya que la OMS, recomiendan que no deben haber Coliformes totales ni *E. coli* en 100 mL de agua analizada (0 UFC/100ml). La mayoría de países se ajustan a los estándares de la OMS y lo adoptan dentro de sus normas nacionales; entre los países que se encuentran con niveles superiores esta Guatemala, que permite un cantidad de Coliformes totales de 2 NMP/100 mL, y para *Escherichia coli* el límite establecido es de <2 NMP/100 mL.

No todas las muestras analizadas, cumplen con lo establecido por la Norma COGUANOR 29001 y la OMS, como se puede ver en las tablas de resultados (Tablas No.4 y 5); esto se puede deber a que no cumplen con las indicaciones para la correcta desinfección y cloración del agua, es por eso que se deja un PEO (ver Anexo V) sobre la correcta desinfección del tanque y su reservorio, así como una evaluación (ver Anexo IV) a realizarse a los miembros de los comités después de una capacitación, la cual junto con los resultados que se les dio a la municipalidad del Municipio de Patzité y a los comités respectivos se puede ver en anexo III.

De las fuentes analizadas el tanque de distribución de Llenacántaro, Casco Urbano y Paxocol, son los tanques más contaminados tanto por *E. coli* como de Coliformes Totales, el tanque que distribuye agua a la comunidad de Choamarcel en las cuatro semanas de analizarse el agua se determinó que cumple con la dos normativas tanto la nacional como la internacional para Coliformes totales. La limpieza en los siete tanques se realiza una vez al mes, los resultados demuestran contaminación, por lo que la limpieza se debe hacer con más frecuencia o realizarla con el procedimiento correcto así como la dosificación que deben tener los cloradores.

Debido que el agua no cumple con los parámetros bacteriológicos, aunque si cumple en los parámetros fisicoquímicos, no es apta para el consumo humano. Para que el comité de mantenimiento y los habitantes, tomen las medidas necesarias, se les entregó los resultados por escrito.

## 10. CONCLUSIONES

- 10.1 Se realizaron los análisis para determinar color, turbidez, pH, dureza total, dureza de calcio, nitratos, nitritos, manganeso, hierro total, cloro residual y conductividad en muestras de agua del municipio de Patzité.
- 10.2 En base a los valores obtenidos de los parámetros físicos y químicos del agua en estudio, el agua suministrada por la red de abastecimiento de la municipalidad de Patzité, no cumple con la norma COGUANOR NGO 29001 y por la Norma de la OMS para manganeso, cloro residual.
- 10.3 El agua que abastece al municipio de Patzité, no es potable, ni apta para consumo humano, por no cumplir con los parámetros de las pruebas bacteriológicas, con los límites de las normas COGUANOR NGO 29001 y la de la OMS, por lo que en determinados momentos puede afectar la salud del consumidor.
- 10.4 El agua que abastece a la comunidad de Choamarcel fue la única fuente analizada en cumplir con las normas COGUANOR NGO 29001 y la OMS en la ausencia de Coliformes totales.
- 10.5 No existe un sistema de supervisión, evaluación y monitoreo de la calidad de agua de parte de las autoridades Municipales.
- 10.6 Se les informó por escrito y por medio de una presentación los resultados obtenidos de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos a los comités de agua, al alcalde del municipio y a los COCODES.
- 10.7 Se realizó una capacitación dirigida a los miembros del comité de agua sobre el procedimiento a seguir para la correcta desinfección y cloración del tanque de distribución de agua que abastece a cada comunidad.

## 11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Evaluar periódicamente la concentración de cloro en los tanques que distribuyen agua a los pobladores.
- 11.2 Realizar pruebas bacteriológicas periódicamente por los menos una vez al mes, para tener un buen manejo del agua en el Municipio de Patzité.
- 11.3 Implementar nuevamente el proceso de cloración en algunos pozos actuales dentro del sistema de abastecimiento, ya que se determinó que el equipo de dosificación mantenimiento, por lo que se recomienda reiniciar cuanto antes la aplicación de la desinfección del agua por medio de cloración, por ser el método más efectivo, económico y seguro.
- 11.4 Implementar cuanto antes las medidas correctivas en mantenimiento a los sistemas de abastecimiento de los tanques de Paxocol y Casco Urbano, ya que son los pozos que muestran valores físico químicos y bacteriológicos fuera de los parámetros tolerables, según Norma COGUANOR 29001 y la de la OMS.
- 11.5 Implementar un programa de vigilancia y monitoreo de la calidad de agua del Municipio de Patzité, con el fin de verificar si el agua es apta para el consumo humano.
- 11.6 Llevar a cabo charlas informativas, así como talleres del uso adecuado de los cloradores, y de la limpieza que se le debe dar a los tanques de distribución del agua, como se debe realizar y cada cuánto a cada comité, así como cuando haya cambio de comité de agua.

## 12. REFERENCIAS

- Azharía, J. *Appropriate Technology for water supplies and Sanitation. Technical and economic option.* USA 1980 67p. (p 62-64).
- Ayres, HG. (1970). *Análisis Químico y Cuantitativo.* Harla. México.
- Calidad y Normatividad del Agua para Consumo Humano, (2006) México.
- COGUANOR: NGO29001. *Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos, potencial de hidrogeno (pH),* Métodos de referencia Norma Guatemalteca Obligatoria. COMISION GUATEMALTECA DE NORMA-COGUANOR-1985. Norma de agua potable NGO29001. Ministerio de Economía, Guatemala.
- Cruz, EZ. (1992). *Evaluación Bacteriológica del agua de distribución del Hospital San Juan de Dios.* (Tesis de graduación Facultad de Ciencia Química y Farmacia).42p.
- Hernández, C. (2000). *Estudio de Control de Calidad de agua de la ciudad de Mazatenango* (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia).57p.
- Instituto Nacional de Estadística de Guatemala. INE. (2002) *XI Censo Nacional de población y VI de Habitación. Recuperado de:*
- Leiva, R. (2002). *Determinación de Calidad del Agua de Distribución Municipal para Consumo humano en el Municipio de LIVINGSTON, Departamento de Izabal.* (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 51p.
- López, J. (2011). *Análisis Fisicoquímico y examen Microbiológico del agua que se distribuye en la aldea Tacajalvé del Municipio de San Francisco el Alto, Totonicapán.* (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 84p.

- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social - MSPAS-, (2008). *Indicadores básicos de análisis de situación en salud*, Guatemala.
- Molina, MA. (2009). *Evaluación de la Calidad Fisicoquímica del agua de la planta municipal que abastece al Departamento de Zacapa, Municipio de Zacapa*. (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 44p.
- Morales, MR. (1999). *Control de Calidad del agua para consumo humano de la cabecera departamental de Jalapa, Municipio de Jalapa*. (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 64p.
- Municipalidad de Patzité, (2010). *Oficina Municipal de Planificación*, Departamento de Quiché. República de Guatemala.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1995). *Guías para la calidad del agua potable* 2ª Edición. Ginebra. Vol.1.
- Organización Panamericana de la Salud. *Aspectos del agua. La ampliación del acceso al agua potable progresa, pero es necesario redoblar esfuerzos de saneamiento*.
- Hernández, R. Sampieri, Fernández, C. Baptista, P. (1998) *Metodología de la Investigación*. 2da. Edición, McGRAW-HILL. México.
- Secretaria General de Planificación y Programación. SEGEPLAN, (2010). *Caracterización del municipio de Patzité del Departamento de Quiché*. Quiché, Guatemala.
- Standard Methods: for the examination of water and wastewater. (1998). 20a. Ed. American public health Asociation. United States of America.

The united States Pharmacopeia: USP 32 and the National Formulary 27, 3870 pp.

Agencia para el desarrollo internacional (AID). Métodos Estándar para el examen de agua y aguas de desechos. 10ª. Edición. Editorial Interamericana, S.A México. 1962. 609 pp.

Manual de Saneamiento, Vivienda, Agua y Desechos, Dirección de Ingeniería Sanitaria. S.S.A., Editorial, Limusa, México, D. F. 1990.

Snoeyink Jenkins D. Química del agua. Editorial Limusa. México. 1995. 508pp.

Guías para la Calidad del Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud. 3ª.edición, Ginebra. 1995, corresponden al volumen 1, 2ª. Edición.

G.C. White, "Handbook of chlorination and alternative disinfectants", cap. 12, 1153-1202. 4ª Edición, Wiley-Interscience Publication, John Wiley &sons, Inc., 1999.

C.N. Haas, Disinfection. In: AWWA. Water Quality and Treatment; A Handbook of Community Water Supplies. 4ª Edición USA: MacGraw Hill, Inc., 1990 Vol. 1, cap. 14, págs. 877-932.

Landais E.,et a. Systèmes d'élevage et transferts de fertilité. In : Savanes d'Arique, terres fértiles. Ed. Focal Coop, Ministère de la coopération et du développement, Paris France, pp 219-270, 1991.

Powell, J.M., et.al, Livestock and Sustainable Nutrient Cycling in Mixed Farming Systems of sub-Saharan Africa. Proceeding of an International Confernece, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 22-26 Novembre 1993.

Gómez-Sobrino E, Correa-Guimaraes A, Hernández-Navarro S, Navas-Gracia LM, Martín-Gil J, Sánchez-Báscones M, González-Hurtado JL, Ramos-Sánchez MC. "Biodegradación de asfaltenos del Prestige mediante la aplicación de las técnicas de compostaje-vermicompostaje", *Residuos*, 2006 Jul-Agos, XVI(92), pp 56-63

Ecoamérica: Tecnologías limpias para el nuevo milenio, (2001). Compostaje: creciendo en calidad. Chile. Ed. N°9: 14-15

## **13. ANEXOS**

### **13.1 Anexo I**

**Cartas de autorización extendidas por el Alcalde del  
Municipio de Patzité y por el encargado del Laboratorio  
de Calidad del Agua del Departamento de El Quiché**

Guatemala 06 de Marzo del año 2013

Por medio de la presente, los comités de mantenimiento del agua que se distribuye en el municipio de Patzité, del departamento de Santa Cruz del Quiché, hacen constar que el 06 de marzo del presente año recibieron los resultados de los análisis que se realizaron al agua en el mes de enero y febrero del año 2013, realizados por Ana Lucia Guix Baquix.

Para los usos legales que el interesado convenga se extiende la presente constancia, firmado por el alcalde del Municipio de Patzité.

  
Juan Soc Cor  
Alcalde del Municipio de Patzité



**LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA**  
**ÁREA DE SALUD DE QUICHÉ**



Guatemala 06 de marzo del año 2013

Por medio de la presente, hago constar que la señorita Ana Lucia Guix Baquiax, realizó los análisis físicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de agua del municipio de Patzité del departamento de Santa Cruz del Quiché, en el mes de enero y febrero del presente año.

Para los usos legales que el interesado convenga se extiende la presente constancia, firmado por el encargado del Laboratorio de Calidad del agua de dicho departamento.

  
Benjamín Oliverio León Medrano  
**INGENIERO QUÍMICO, COLEGIADO No: 1365**  
**CONTROL Y VIGILANCIA DE LA SALUD**  
**DAS-Quiché**



## **13.2 Anexo II**

Resultados individuales de las pruebas Fisicoquímicas de las muestras de agua obtenidas en los tanques de distribución del Municipio de Patzité.

### Resultados Cuantitativos de las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas.

La tabla No.6 muestra los límites establecidos por la norma nacional e internacional para las pruebas químicas y físicas de hierro, nitrato, nitrito, manganeso, calcio, dureza de total, cloro residual, pH y conductividad, color y turbidez.

**Tabla No. 6:** Límites establecidos por la normativa COGUANOR 29001 y la OMS.

	Límites Recomendados		
	COGUANOR 29001		OMS
Hierro	*LMA 5 U Pt-Co	**LMP 35 U Pt-Co	15 unidades
Nitrato	LMA -----	LMP 50.0 mg/L	50.0 mg/L
Nitrito	LMA -----	LMP 3.0 mg/L	3 mg/L
Manganeso	LMA 0.1 mg/L	LMP 0.4 mg/L	0.5 mg/L
Calcio	LMA 75.0 mg/L	LMP 150.0 mg/L	150 mg/L
Dureza total	LMA 100.0 mg/L	LMP 500.0 mg/L	500 mg/L
Cloro	LMA 0.5 mg/L	LMP 1.0 mg/L	0.55 mg/L
pH	LMA 7.0-7.5	LMP 6.5-8.5	6.5-8.5
Conductividad	LMA 5 UNT	LMP 15 UNT	5 UNT
Color	LMA 5 U Pt-Co****	LMP 35 U Pt-Co	15 unidades
Turbidez	LMA 5 UNT****	LMP 15 UNT	5 UNT

\*LMA=Límite máximo aceptable

\*\*LMP= Límite máximo permisible

\*\*\*UPt-Co=Unidad platino cobalto

\*\*\*\*UNT= Unidad nefelométrica turbidez

## COLOR

La tabla No.7 muestra los resultados del análisis de color, obtenidos por espectrofotómetro, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en U Pt-Co.

**Tabla No. 7:** Los resultados del color en muestras de agua del municipio de Patzité.

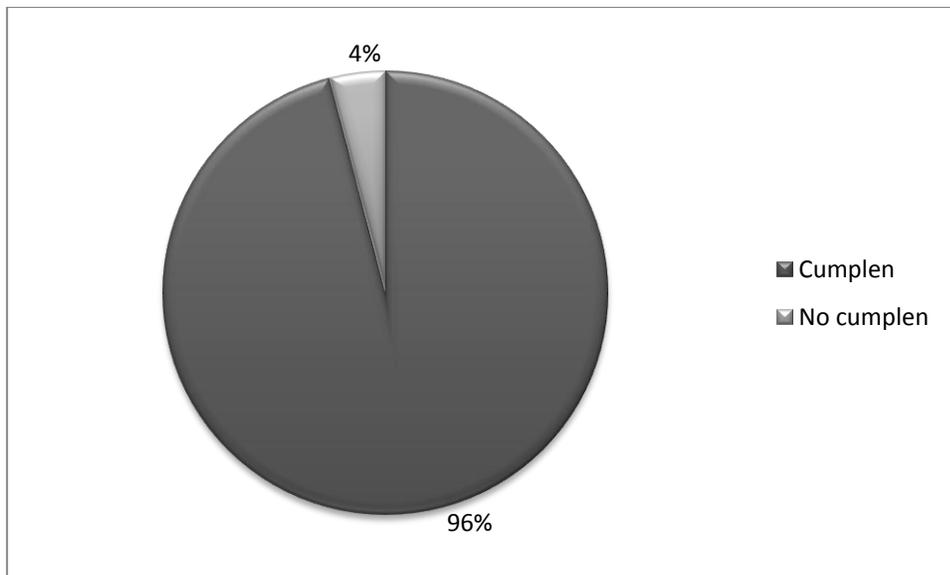
Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	12	14	30	7	11	10	35
	M1B	12	20	25	9	7	10	34
	M1C	15	10	32	6	15	10	36
15/01/2013	M2A	18	32	17	2	6	17	NM
	M2B	15	35	16	5	10	22	NM
	M2C	21	29	17	6	8	15	NM
23/01/2013	M3A	5	16	18	9	15	21	19
	M3B	7	12	21	6	19	21	16
	M3C	10	15	17	6	18	18	22
29/01/2013	M4A	5	16	30	12	19	38	4
	M4B	4	12	32	12	15	35	5
	M4C	8	13	34	13	18	50	3
5/02/2013	M5A	9	17	8	NM	7	9	15
	M5B	13	19	5	NM	10	12	14
	M5C	8	17	12	NM	6	8	15
Promedio ± Desviación estándar		10.8 ± 4.97	18.47 ± 7.58	20.93 ± 9.17	7.75 ± 3.31	12.27 ± 4.95	19.73 ± 12.31	18.17 ± 11.73

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

En la Gráfica No. 1 se presentan los parámetros de cumplimiento de muestras para la determinación del color en muestras de agua del Municipio de Patzité según las especificaciones de las normas COGUANOR 29001 y por la OMS.

**Gráfica No.1** Determinación del cumplimiento de color en muestras de agua del Municipio de Patzité.



Fuente: Datos experimentales

## TURBIDEZ

La tabla No.8 muestra los resultados del análisis de turbidez, obtenidos por turbidímetro, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en UNT (unidades nefelométricas de turbidez).

**Tabla No. 8:** Resultados de turbidez en muestras de agua del municipio de Patzité.

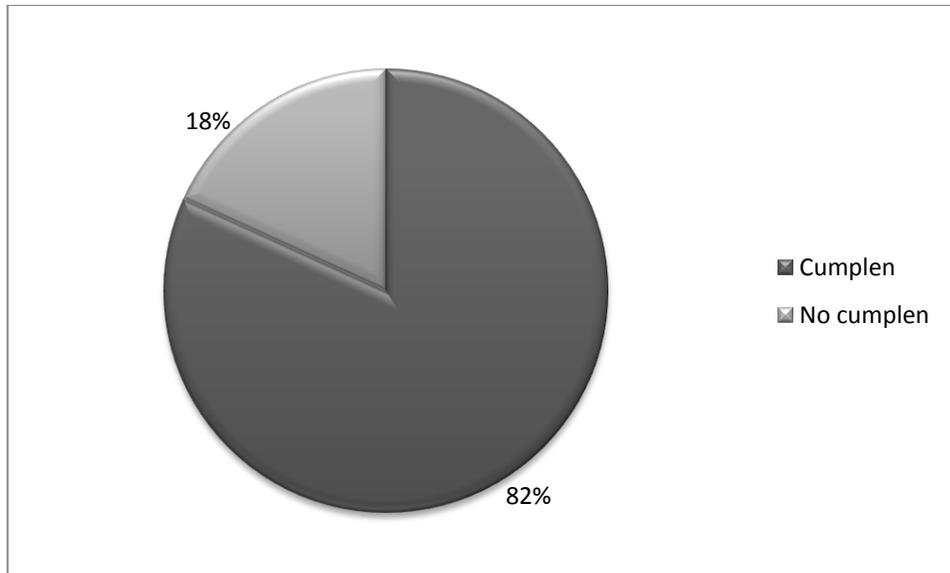
Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	0.86	0.97	4.75	3.75	17.5	0.44	2.62
	M1B	0.85	0.60	4.81	3.67	18.2	0.40	2.71
	M1C	0.83	0.64	4.69	3.80	17.65	0.47	2.53
15/01/2013	M2A	0.49	0.28	15.9	2.98	20.1	0.69	NM
	M2B	0.47	0.26	18.1	3.15	19.7	0.67	NM
	M2C	0.52	0.31	16.6	3.30	22.3	0.72	NM
23/01/2013	M3A	0.30	0.78	2.80	2.58	18.6	0.46	1.38
	M3B	0.48	0.53	3.66	2.97	17.49	0.50	1.6
	M3C	0.50	0.48	3.64	2.90	18.96	0.40	1.54
29/01/2013	M4A	0.25	0.25	2.13	2.30	15.9	0.20	1.68
	M4B	0.31	0.14	1.77	2.26	15.7	0.29	1.43
	M4C	0.29	0.29	2.08	2.55	15.6	0.17	1.70
5/02/2013	M5A	0.21	0.34	3.08	NM	16.6	0.22	1.59
	M5B	0.24	0.68	3.37	NM	16.3	0.63	1.29
	M5C	0.19	0.41	3.23	NM	16.9	0.20	1.44
Promedio		0.45	0.46	6.04	3.02	17.85	0.43	1.79
±		±	±	±	±	±	±	±
Desviación estándar		0.23	0.23	5.69	0.54	1.94	0.19	0.51

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

En la Gráfica No. 2 se presentan los parámetros de cumplimiento de muestras para la determinación del turbidez en muestras de agua del Municipio de Patzité según las especificaciones de las normas COGUANOR 29001 y por la OMS.

**Gráfica No.2:** Determinación del cumplimiento de turbidez en muestras de agua del Municipio de Patzité.



Fuente: Datos experimentales

## CONDUCTIVIDAD

La tabla No.9 muestra los resultados del análisis de conductividad, obtenidos por conductivímetro, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Tabla No. 9:** Resultados de conductividad en muestras de agua del municipio de Patzité.

Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	72.24	36.9	92.88	86.32	248.60	21.3	64.44
	M1B	66.45	44.6	101.30	82.92	274.6	28.94	41.86
	M1C	90.25	39.1	127.41	77.41	212.47	39.52	90.3
15/01/2013	M2A	96.13	68.5	113.84	231.43	382.86	80.48	*NM
	M2B	135.4	53.71	94.2	196.34	276.32	61.98	NM
	M2C	151.7	72.5	86.43	222.86	268.0	92.6	NM
23/01/2013	M3A	61.09	60.96	55.88	271.45	111.56	81.68	47.77
	M3B	81.86	69.18	131.35	345.45	270.13	85.42	96.51
	M3C	86.67	66.32	85.49	305.84	197.63	77.52	95.09
29/01/2013	M4A	82.73	75.41	84.36	215.19	281.52	32.60	91.01
	M4B	70.16	91.51	121.27	292.07	221.22	72.31	98.09
	M4C	89.06	86.34	91.76	235.48	329.89	69.80	101.2
5/02/2013	M5A	88.61	64.11	97.83	*NM	310.6	59.25	170.8
	M5B	104.85	98.62	109.44	NM	324.8	82.20	129.2
	M5C	71.48	69.25	95.45	NM	318.9	61.85	90.1
Promedio		89.91	66.47	99.26	213.56	268.61	63.16	93.03
± Desviación estándar		± 24.93	± 17.91	± 19.32	± 89.65	± 65.48	± 22.58	± 34.34

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

El 100 por ciento de las muestras cumplieron con los límites

### POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

La tabla No.10 muestra los resultados del análisis de pH, obtenidos por potenciómetro, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos.

**Tabla No. 10:** Resultados de pH en muestras de agua del municipio de Patzité.

Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	7.0	6.8	6.6	7.0	7.6	6.8	7.1
	M1B	7.2	7.0	7.1	7.2	7.1	6.5	7.0
	M1C	7.0	6.7	7.3	7.2	6.9	6.5	7.1
15/01/2013	M2A	7.6	7.2	7.4	7.8	7.1	6.6	NM*
	M2B	7.3	7.6	7.2	7.7	7.0	6.6	NM
	M2C	7.5	7.1	7.6	8.1	7.0	6.6	NM
23/01/2013	M3A	7.5	7.2	7.5	6.8	6.9	6.5	7.2
	M3B	7.5	7.3	7.3	7.0	6.9	6.7	7.0
	M3C	7.2	7.3	7.7	7.5	6.6	6.7	7.1
29/01/2013	M4A	7.1	6.8	7.2	7.7	7.0	7.0	7.2
	M4B	7.4	7.2	7.0	7.5	6.8	6.8	7.5
	M4C	7.0	7.0	7.0	7.5	6.8	6.8	7.2
5/02/2013	M5A	7.0	6.8	7.0	NM*	7.2	6.7	7.0
	M5B	7.4	7.0	7.5	NM	7.1	6.8	7.5
	M5C	7.2	7.0	6.9	NM	7.5	6.8	7.1
Promedio		7.26	7.07	7.22	7.42	7.03	6.69	7.17
±		±	±	±	±	±	±	±
Desviación estándar		0.21	0.24	0.30	0.38	0.26	0.14	0.17

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

### CALCIO

La tabla No.11 muestra los resultados del análisis de calcio obtenidos como CaCO<sub>3</sub>, obtenidos por un método titrimétrico, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en mg/L.

**Tabla No. 11:** Resultados de la dureza de calcio en muestras de agua del municipio de Patzité.

Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	14	10	14	20	33	9	16
	M1B	14	12	17	29	35	9	15
	M1C	8	8	11	17	38	6	11
15/01/2013	M2A	14	13	21	44	34	10	NM*
	M2B	15	16	17	43	37	9	NM
	M2C	13	13	22	45	38	11	NM
23/01/2013	M3A	12	10	16	27	50	10	14
	M3B	12	12	15	29	42	11	14
	M3C	12	12	16	29	54	10	10
29/01/2013	M4A	16	14	10	38	32	10	12
	M4B	16	16	16	30	24	12	14
	M4C	14	12	12	29	27	10	12
5/02/2013	M5A	16	10	16	NM*	34	10	14
	M5B	13	14	16	NM	28	12	14
	M5C	13	14	15	NM	38	12	14
Promedio		13.47	12.4	15.6	31.67	36.27	10.07	13.33
± Desviación estándar		± 2.07	± 2.26	± 3.20	± 9.06	± 7.98	± 1.53	± 1.72

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

### DUREZA TOTAL

La tabla No.12 muestra los resultados del análisis de la dureza total, obtenidos por un método titrimétrico, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en mg/L.

**Tabla No. 12:** Resultados de la dureza total en muestras de agua del municipio de Patzité.

Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	20	18	26	41	46	18	22
	M1B	28	29	32	50	51	17	25
	M1C	18	25	20	47	54	20	19
15/01/2013	M2A	25	38	34	69	58	22	NM*
	M2B	29	34	37	72	56	21	NM
	M2C	24	43	28	63	49	17	NM
23/01/2013	M3A	26	26	22	46	60	35	32
	M3B	22	28	32	44	48	29	20
	M3C	29	25	27	47	66	41	35
29/01/2013	M4A	26	22	32	60	58	26	22
	M4B	28	32	20	48	52	22	18
	M4C	22	27	22	53	49	24	27
5/02/2013	M5A	25	36	22	NM*	60	26	42
	M5B	23	22	20	NM	56	20	18
	M5C	21	19	17	NM	51	22	26
Promedio ± Desviación estándar		24.4 ± 3.38	28.27 ± 7.16	26.07 ± 6.18	53.33 ± 10.20	54.27 ± 5.52	24.00 ± 6.71	25.5 ± 7.49

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

### COLORO RESIDUAL

La tabla No.13 muestra los resultados del análisis de cloro residual, obtenidos por espectrofotómetro, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en mg/L.

**Tabla No. 13:** Resultados de cloro residual en muestras de agua del municipio de Patzité.

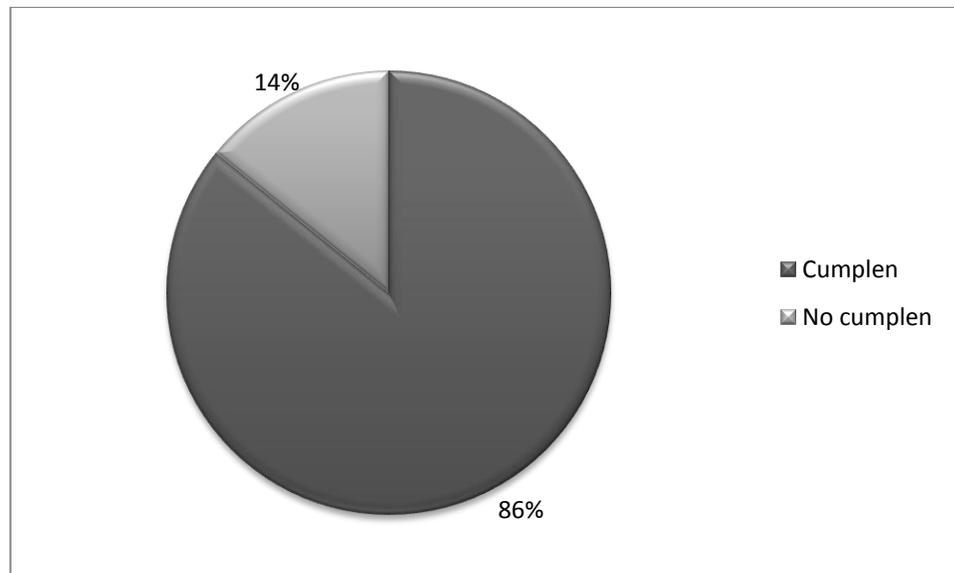
Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	0.10	0.40	0.15	1.80	0.10	0.01	0.10
	M1B	0.12	0.70	0.25	2.00	0.18	0.01	0.11
	M1C	0.08	0.10	0.05	2.50	0.11	0.01	0.09
15/01/2013	M2A	0.40	0.07	0.04	1.90	0.01	1.85	NM*
	M2B	0.60	0.04	0.02	2.20	0.06	1.88	NM
	M2C	0.20	0.07	0.06	1.81	0.05	1.76	NM
23/01/2013	M3A	0.05	0.18	0.05	0.40	0.22	0.01	0.05
	M3B	0.07	0.12	0.10	0.60	0.09	0.01	0.06
	M3C	0.04	0.22	0.02	0.38	0.46	0.04	0.07
29/01/2013	M4A	0.21	0.01	0.04	0.01	0.01	0.10	0.01
	M4B	0.09	0.02	0.10	0.06	0.00	0.03	0.01
	M4C	0.10	0.02	0.03	0.09	0.07	0.02	0.04
5/02/2013	M5A	0.05	4.91	1.78	NM*	0.07	0.02	0.01
	M5B	0.10	3.92	1.69	NM	0.19	0.06	0.03
	M5C	0.09	3.72	0.27	NM	0.09	0.05	0.05
Promedio		0.153	0.967	0.31	1.15	0.114	0.39	0.05
±		±	±	±	±	±	±	±
Desviación estándar		0.154	1.69	0.58	0.96	0.12	0.75	0.03

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

En la Gráfica No.3 se presentan los parámetros de cumplimiento de muestras para la determinación de cloro residual en muestras de agua del Municipio de Patzité según las especificaciones de las normas COGUANOR 29001 y por la OMS.

**Gráfica No.3:** Determinación del cumplimiento de cloro residual en muestras de agua del Municipio de Patzité.



Fuente: Datos experimentales

## HIERRO

La tabla No.14 muestra los resultados del análisis de hierro, obtenidos por espectrofotómetro, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en mg/L.

**Tabla No. 14:** Resultados del hierro presente en muestras de agua del municipio de Patzité.

Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	0.02	0.06	0.42	0.15	1.57	0.04	0.26
	M1B	0.03	0.06	0.39	0.19	1.52	0.03	0.30
	M1C	0.02	0.09	0.42	0.26	1.62	0.05	0.22
15/01/2013	M2A	0.02	0.36	0.51	0.19	1.70	0.01	NM*
	M2B	0.03	0.33	0.38	0.17	1.71	0.01	NM
	M2C	0.01	0.42	0.40	0.09	1.45	0.04	NM
23/01/2013	M3A	0.16	0.1	0.26	0.01	1.87	0.02	0.39
	M3B	0.06	0.20	0.66	0.01	1.10	0.04	0.33
	M3C	0.23	0.27	0.94	0.02	1.8	0.01	0.45
29/01/2013	M4A	0.02	0.02	0.28	0.06	1.36	0.01	0.2
	M4B	0.02	0.01	0.32	0.11	0.92	0.00	0.18
	M4C	0.01	0.0	0.30	0.05	0.72	0.01	0.18
5/02/2013	M5A	0.08	0.04	0.44	NM*	1.50	0.07	0.16
	M5B	0.07	0.02	0.07	NM	1.49	0.11	0.18
	M5C	0.1	0.01	0.24	NM	1.38	0.05	0.15
Promedio		0.063	0.13	0.40	0.11	1.45	0.033	0.25
±		±	±	±	±	±	±	±
Desviación estándar		0.059	0.14	0.2	0.08	0.32	0.03	0.098

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

## MANGANESO

La tabla No.15 muestra los resultados del análisis de manganeso, obtenidos por espectrofotómetro, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en mg/L.

**Tabla No. 15:** Resultados de manganeso en muestras de agua del municipio de Patzité.

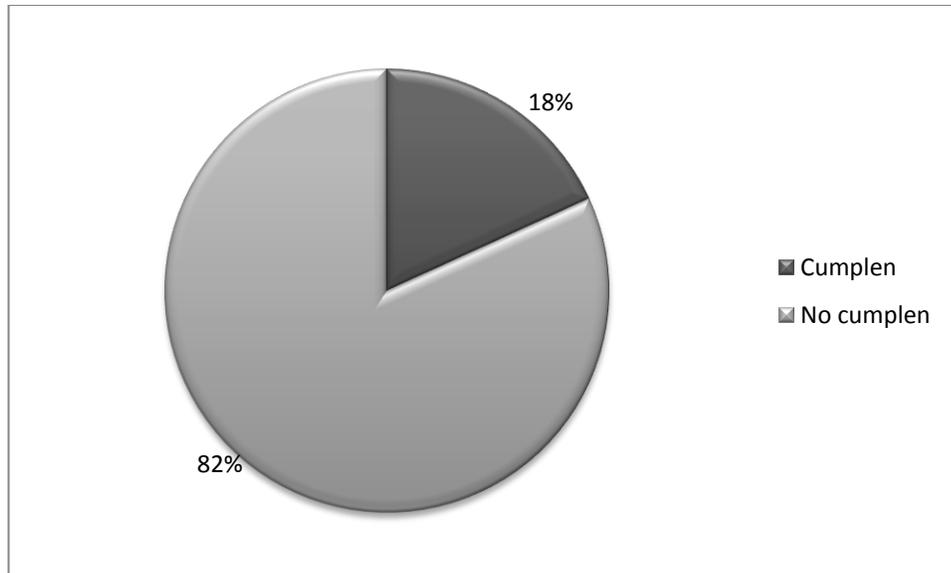
Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	0.3	0.1	0.3	0.22	1.3	1.8	0.3
	M1B	0.8	0.8	0.4	0.12	1.6	1.8	0.22
	M1C	0.2	0.3	0.8	0.26	0.9	1.5	0.38
15/01/2013	M2A	0.4	1.6	1.1	1.4	2.6	0.01	NM
	M2B	0.2	1.2	1.3	1.4	2.4	0.0	NM
	M2C	0.6	1.1	0.90	1.7	2.8	0.0	NM
23/01/2013	M3A	3.1	2.0	2.2	1.3	2.8	1.7	2.0
	M3B	3.3	2.2	2.5	0.8	3.4	1.3	2.3
	M3C	2.9	1.90	1.9	0.95	1.9	1.6	2.4
29/01/2013	M4A	1.4	5.4	1.6	2.3	1.5	1.6	1.5
	M4B	1.6	5.2	1.3	2.1	1.3	1.0	1.9
	M4C	1.0	5.0	1.0	2.2	1.0	1.4	1.6
5/02/2013	M5A	1.4	3.0	1.0	NM	1.2	2.7	1.7
	M5B	1.6	3.4	1.4	NM	1.2	3.2	1.4
	M5C	1.2	2.7	0.8	NM	1.4	2.2	1.6
Promedio ± Desviación estándar		1.33 ± 1.04	1.33 ± 1.72	1.23 ± 0.62	1.23 ± 0.77	1.82 ± 0.78	1.45 ± 0.93	1.44 ± 0.75

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

En la Gráfica No.4 se presentan los parámetros de cumplimiento de muestras para la determinación de manganeso en muestras de agua del Municipio de Patzité según las especificaciones de las normas COGUANOR 29001 y por la OMS.

**Gráfica No. 4:** Determinación del cumplimiento de manganeso en muestras de agua del Municipio de Patzité.



Fuente: Datos experimentales

## NITRATOS

La tabla No.16 muestra los resultados del análisis de nitratos, obtenidos por espectrofotómetro, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en mg/L.

**Tabla No. 16:** Resultados de nitratos en muestras de agua del municipio de Patzité.

Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	1.4	0.3	2.6	2.8	0.30	0.1	2.2
	M1B	1.5	0.7	1.8	3.2	0.27	0.15	1.8
	M1C	0.9	0.4	3.4	4.2	0.30	0.08	2.6
0.015/01/2013	M2A	0.33	1.0	4.8	0.9	4.2	0.12	*NM
	M2B	0.30	0.7	5.1	1.3	3.7	0.08	NM
	M2C	0.27	0.9	5.0	1.4	4.0	0.09	NM
23/01/2013	M3A	3.1	6.0	1.2	2.6	4.6	5.6	2.1
	M3B	3.9	8.7	0.9	1.9	3.7	5.6	1.8
	M3C	3.8	7.4	0.6	2.4	5.5	4.9	1.9
29/01/2013	M4A	0.8	0.6	0.5	0.1	0.5	3.0	6.5
	M4B	1.3	0.9	2.8	0.09	0.5	3.4	5.6
	M4C	0.6	0.5	0.6	0.1	0.3	1.9	5.0
5/02/2013	M5A	1.1	0.2	1.3	*NM	0.1	0.9	0.9
	M5B	0.8	0.1	0.6	NM	0.2	1.3	2.1
	M5C	1.2	0.1	1.0	NM	0.1	0.5	2.6
Promedio ± Desviación estándar		1.42 ± 1.20	1.9 ± 2.89	2.15 ± 1.70	1.75 ± 1.34	1.88 ± 2.07	1.85 ± 2.11	2.93 ± 2.11

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

## NITRITOS

La tabla No.17 muestra los resultados del análisis de nitritos, obtenidos por espectrofotómetro, en la tabla se indica la fecha de los análisis y la fuente analizada, se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar de los datos. Los resultados obtenidos son expresados en mg/L.

**Tabla No. 17:** Resultados de nitratos en muestras de agua del municipio de Patzité.

Fecha/Lugar		Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
8/01/2013	M1A	0.007	0.007	0.011	0.008	0.016	0.009	0.009
	M1B	0.009	0.007	0.010	0.007	0.015	0.009	0.009
	M1C	0.006	0.009	0.011	0.007	0.015	0.007	0.009
15/01/2013	M2A	0.008	0.008	0.011	0.009	0.016	0.010	NM*
	M2B	0.010	0.008	0.011	0.009	0.015	0.012	NM
	M2C	0.010	0.009	0.010	0.009	0.018	0.009	NM
23/01/2013	M3A	0.011	0.015	0.016	0.012	0.021	0.011	0.012
	M3B	0.011	0.015	0.012	0.012	0.023	0.012	0.011
	M3C	0.009	0.014	0.015	0.012	0.020	0.011	0.012
29/01/2013	M4A	0.011	0.011	0.016	0.014	0.022	0.010	0.012
	M4B	0.012	0.012	0.016	0.014	0.024	0.010	0.011
	M4C	0.012	0.011	0.015	0.014	0.022	0.011	0.012
5/02/2013	M5A	0.013	0.011	0.018	NM*	0.016	0.012	0.012
	M5B	0.012	0.011	0.016	NM	0.014	0.009	0.012
	M5C	0.013	0.09	0.015	NM	0.016	0.012	0.011
Promedio		0.010	0.016	0.014	0.011	0.018	0.010	0.011
±		±	±	±	±	±	±	±
Desviación estándar		0.002	0.021	0.003	0.003	0.003	0.0015	0.0013

Fuente: Datos experimentales

\*NM: No hubo muestra.

La tabla No. 18 muestra los límites establecidos en las normativa nacional e internacional para *E. coli* en muestras de agua potable.

**Tabla No. 18:** Límites establecidos por la normativa COGUANOR 29001 y la OMS para determinación de *E. coli*.

Límites Recomendados	
COGUANOR 29001	OMS
< 2 NMP/100 mL	0 UFC/100mL

NMP= Número más probable

UFC= Unidad formadora de colonias

En la tabla No.19 se muestran los resultados experimentales de *Escherichia coli*, indicando la fecha de los análisis y la fuente analizada. Los resultados obtenidos son expresados en NMP/100mL.

**Tabla No. 19:** Presencia de *E. coli* en muestras de agua del municipio de Patzté

Lugar/Fecha	Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
08/01/2013	0**	2	0**	0**	20	10,000	0**
15/01/2013	0**	3	12	0**	10,000	2	NM*
22/01/2013	30	0**	2	6	50	0**	7
29/01/2013	6	1**	10,000	0**	20	15	10,000
05/02/2013	0**	0**	10,000	NM *	0**	8	10,000

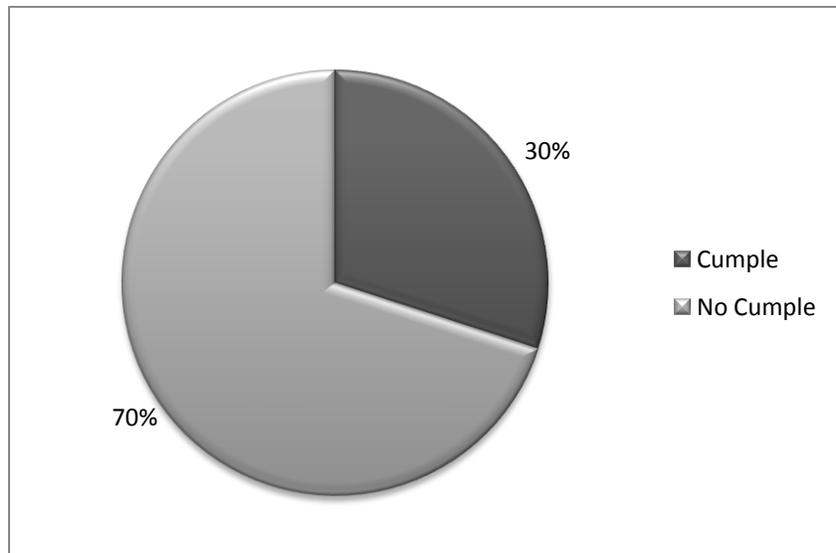
Fuente: Datos obtenidos experimentalmente

\*NM: No hubo muestra

\*\* Cumplen con la Norma COGUANOR 29001 y OMS.

En la Gráfica No.5 se muestra el porcentaje de las muestras que cumplieron y las que no cumplieron con lo establecido por la norma nacional e internacional, en muestras de agua para determinar la presencia de *E. coli*.

**Gráfica No. 5:** Determinación del cumplimiento de los límites permitidos para *E. coli* según las normas nacional e internacional.



Fuente: Datos experimentales

La tabla No. 20 muestra los límites establecidos en las normativas nacional e internacional para la determinación de Coliformes Totales en muestras de agua potable.

**Tabla No. 20:** Límites establecidos para determinar la presencia de Coliformes Totales en muestras de agua según la norma COGUANOR 29001 y OMS.

Límites Recomendados	
COGUANOR 29001	OMS
≤ 2 NMP/100 mL	0 UFC/100mL

NMP= Número más probable

UFC= Unidad formadora de colonias

En la tabla No.21 se muestran los resultados experimentales de la presencia de Coliformes Totales, indicando la fecha de los análisis y la fuente analizada. Los resultados obtenidos son expresados en NMP/100 mL.

**Tabla No. 21:** Presencia de Coliformes Totales en muestras de agua del municipio de Patzité.

Lugar/Fecha	Pachaj	Área Urbana	Paxocol	Choamarcel	Casco Urbano	Paraxamoló	Llena cántaro
08/01/2013	41	0**	4	0**	60	10,000	10,000
15/01/2013	10,000	60	12	2**	10,000	40	NM
22/01/2013	0**	0**	0**	2**	0**	0**	10,000
29/01/2013	6	21	10,000	0**	20	21	10,000
05/02/2013	0**	0**	10,000	NM*	10,000	82	10,000

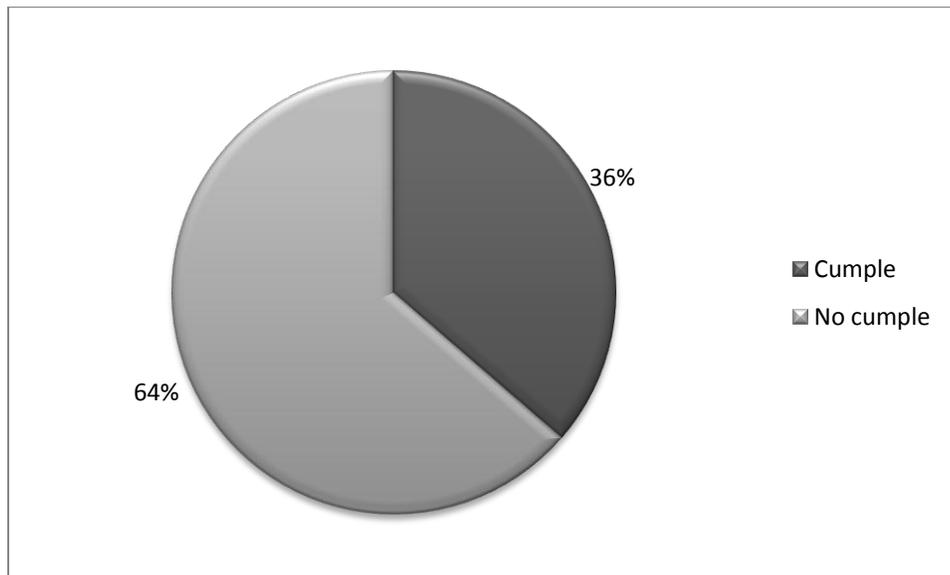
Fuente: Datos obtenidos experimentalmente

\*NM: No hubo muestra

\*\* Cumplen con la Norma COGUANOR 29001 y OMS.

En la Gráfica No.6 se muestra el porcentaje de las muestras que cumplieron y las que no cumplieron con lo establecido por la norma nacional e internacional, en muestras de agua para determinar la presencia de Coliformes Totales.

**Gráfica No. 6:** Determinación del cumplimiento de los límites permitidos para Coliformes totales según las normas nacional e internacional.



### **13.3 Anexo III**

Capacitación a los miembros del comité de agua de cada comunidad sobre la correcta limpieza del tanque de distribución.

## Capacitación dirigida a los comités de agua del Municipio de Patzité

MUNICIPIO DE PATZITÉ  
ÁREA DE SALUD DE QUICHÉ  
ENERO-FEBRERO 2013



### Enfermedades de origen hídrico

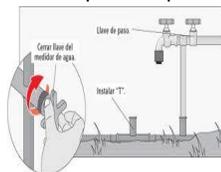
- Las enfermedades que se pueden transmitir a través del agua se clasifican en cuatro grupos:
- Grupo 1**  
**Enfermedades propagadas por el agua:**  
El agua actúa como medio de transporte de organismos provenientes de las materias fecales que producen enfermedades como tifoidea, amibiasis, hepatitis, diarreas virales y otras.
- Grupo 2**  
**Enfermedades basadas en el agua:**  
Algunos organismos desarrollan un ciclo de su vida en animales acuáticos. Dichos organismos producen enfermedades como la esquistosomiasis.

- Grupo 3**  
**Enfermedades por escasez de agua:**  
La falta de agua y de higiene personal producen enfermedades como la sarna, la parasitosis intestinal y la pediculosis, entre otras.
- Grupo 4**  
**Vehículos de contagio relacionados con el agua:**  
Enfermedades transmitidas por insectos que se reproducen en el agua: fiebre amarilla, dengue, dengue hemorrágico y otras.

- Potabilización del agua:**  
Tratamiento que se realiza al agua para eliminar sustancias inadecuadas (causantes de enfermedades), presentes en ella, garantizando agua apta para consumo.
- Aguas negras:**  
Son las aguas residuales domésticas e industriales que contienen residuos de la actividad del hombre.
- Patógeno:**  
Se refiere a aquello que produce enfermedad.

### Instrucciones para el lavado y desinfección del tanque

- Use botas, casco y guantes para la limpieza y desinfección. Aliste cepillos, escobas, baldes, rodillos, bombas aspersoras o cualquier otro elemento que necesite.
- Cierre totalmente la entrada de agua, despacio para evitar fugas, y abra la salida para que se desocupe el tanque.



- Retire con cuidado la tapa de inspección del tanque. Si no tiene tapa se recomienda construirla. Si el tanque es oscuro, utilice lámparas de pila (linternas).



- Ingrese al tanque cuando el nivel de agua sea bajo, de 20 a 50 centímetros aproximadamente. A este nivel cierre la salida y abra el desagüe.



- 5. Remueva el material de sedimentación (barro) que se encuentra en el fondo del tanque, utilizando escobas y recipientes exclusivos para extraer el material.

- 6. Cepille el piso y las paredes con una solución de jabón con agua.
- Utilizar mascarilla .



- 7. Para la desinfección utilice una solución clorada de 150 a 200 ppm, preparada así: En un recipiente de 20 litros adicione una cucharadita con cloro en polvo y mezcle en forma homogénea. Déjela en reposo 10 minutos.



- 8. Humedezca el rodillo con la solución de cloro y páselo por las paredes como si estuviera pintando.
- También puede utilizar escobas o cepillos unidos a un palo de escoba.

- 9. Deje actuar la solución durante cuatro horas.

**Advertencia:**  
Es necesario que el tanque se encuentre bien aireado para permitir la evacuación de los fuertes olores producto de la aplicación de cloro.



- 10. Enjuague las paredes y el fondo del tanque utilizando una manguera a presión o baldes.
- Deseche estas aguas de lavado mediante el desagüe.

- 11. Retire todo el material que utilizó en la limpieza.



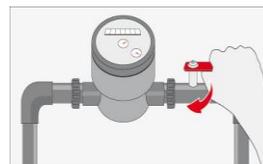
- 12. Cierre el desagüe y permita nuevamente la entrada del agua al tanque.



- 13. Chequee el cloro residual, el cual puede ser hasta de 5 ppm.



- 14. Abra la válvula que da acceso a la red de distribución.



- 15. Vuelva a lavar y desinfectar el tanque una vez al año cuando menos, preferiblemente cada seis meses.

## Tomar en cuenta...

- El caudal de agua varía durante el año.
- Noviembre- Marzo Estación seca
- Abril – Octubre Estación lluviosa
- A más agua más cloro



## Mantenimiento

- Reparar daños en la estructura.
- Reponer tapas sanitarias.
- Reparar válvulas, compuertas y vertederos.
- Modificar defectos de construcción.
- Limpiar y desinfectar.

El tanque de almacenamiento se debe lavar y desinfectar mínimo una vez al año, en lo posible cada 6 meses.

Se debe hacer limpieza de la rejilla de captación mínimo una vez al año

## Mantenimiento de hipocloradores

- - Se deben chequear periódicamente los cloradores, asegurando que haya suficiente cloro disponible en el agua, con cloro residual entre 0,2 y 0,6 ppm.
- - Cuando se remueve un clorador para adicionarle una nueva mezcla, se debe chequear y verificar que todas las partes del clorador se encuentren en buen estado.
- - Almacenar el cloro en un lugar oscuro y fresco, y asegurarse de que los recipientes que contienen el cloro se encuentren bien sellados. Un inadecuado almacenamiento del cloro, disminuye su efectividad.
- - Los cloradores deben colocarse en un sitio alejado del punto de salida del agua.

## Recomendaciones

- Agregar la cantidad de cloro necesario para el tanque de agua.
- Darle un tratamiento a los desechos fecales para abono orgánico.
- Llevar un control de desinfección y cloración por escrito, con fecha y nombre de la persona responsable.
- Realizar análisis bacteriológicos al agua por lo menos una vez al mes.

## Desechos Orgánicos

- Proviene de la materia viva e incluyen restos de alimentos, papel, cartón y estiércol.
- Desechos producidos por los seres humanos, ganado, y otros seres vivos



## Compostaje:

- Es una técnica que transforma de forma acelerada todo tipo de restos orgánicos, tanto de animales como vegetales .
- Se forma de desechos orgánicos como: restos vegetales, animales, excrementos se incluyen las heces.



- Se realiza en condiciones de fermentación con aire.
- Suficiente humedad y que asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un alimento homogéneo



## Compostaje de residuos vegetales y estiércol

Se trituran los residuos y se remojan durante 3 días.

Se recolectan hierbas aromáticas y se remojan a su vez durante 24 horas.

Se hace capas: residuos vegetales, estiércol de animales, hojas aromáticas.

## Como emplear el Compost

Estado de la materia orgánica	MADEIRA FRESCA	INICIO DE LA DESCOMPOSICION	SEMIDESCOMPOSTO	DESCOMPOSTO	MINERALIZACION
Peso aproximado (Ejemplo 1kg)	10kg	8kg	6kg	4kg	2kg
Proporcion de agua	70-85%	40-50%	30-40%	20-30%	<20%
Relacion C/N	30/1 (Grupos Variables)	30-45/1	20-30/1	15-20/1	Muy variable
Estado, forma o presentacion					
Uso recomendado	Como acolchado orgánico de nuevo cultivo. No se debe aplicar a los cultivos.	Sobre la tierra, protegido con paja o hierba. No ardear.	Se usa en la tierra o mezclada con el abono.	Se puede mezclar con la tierra o aplicar. Se aplica directamente a los cultivos.	
Uso en funcion del tipo de suelo	Tierras pedregosas o muy arenosas	Tierras calientes y bien aireadas	Tierras frías	Tierras arcillosas	Tierras pesadas

Se hacen hasta alcanzar una altura de unos dos metros y se deja durante 21 días.

Después de deshace y se vuelve a rehacer en forma piramidal de 2'2 m de base 1'6 de altura.

Se deja 90 días.

## Elementos invariables

- **La relación C/N** : Para su activación y para conseguir una composición equilibrada hemos de atender la relación de dos elementos que contienen todos ellos: el carbono (C) y el nitrógeno (N) y la relación se expresará en C/N.

### Equilibrados en C y N

- Estiércol de oveja o caballo con cama de paja: 20-30/1
- Hierbas al final del ciclo vegetativo: 20-30/1
- Hojas de árboles frutales y arbustos: 20-35/1
- Estiércol de caballo con cama de paja: 20-40/1

## Elementos invariables

- **El pH**: La expresión numérica del pH del agua pura es de 7 en una escala de 0 a 14; por encima de esta cifra se consideran soluciones alcalinas o básicas y por debajo soluciones ácidas.
- **La humedad**: Entre el 30 y el 80%.
- **El aire**: En presencia de aire, es decir oxígeno. Una aireación excesiva desecará los restos y una insuficiente producirá putrefacción y elementos tóxicos y malos olores.
- **La temperatura**: Esta variación de temperaturas también dependerá de la temperatura ambiente y de la forma del compostaje.

#### **13.4 Anexo IV:**

Evaluación para los miembros de los comités a realizarse después de la capacitación.

Área de Salud Del Departamento de El Quiché  
Municipio de Patzité  
Laboratorio de Control de Calidad del Agua  
Evaluación de la capacitación de correcta limpieza de tanque de  
distribución de agua para consumo humano

Nombre: \_\_\_\_\_

Miembro del comité de agua de la Comunidad de: \_\_\_\_\_

1. Marcar con una X el equipo necesario para protección personal al lavar el tanque de distribución de agua.



2. Enumerar los pasos a seguir para lavar el tanque de distribución de agua y el reservorio.

<p>Cerrar llave del medidor de agua.</p> <p>Llave de paso.</p> <p>Instalar "T".</p>		
		<p>Tubo con agua a comparar</p> <p>0.8</p> <p>0.6</p> <p>0.4</p> <p>0.2 mg/l</p>
<p>CLORO + JABÓN + AGUA</p>		

Área de Salud Del Departamento de El Quiché  
Municipio de Patzité  
Laboratorio de Control de Calidad del Agua  
Evaluación de la capacitación de correcta limpieza de tanque de  
distribución de agua para consumo humano

Nombre: CLAVE

Miembro del comité de agua de la Comunidad de: \_\_\_\_\_

1. Marcar con una X el equipo necesario para protección personal al lavar el tanque de distribución de agua.



2. Enumerar los pasos a seguir para lavar el tanque de distribución de agua y el reservorio.

Diagram 7 labels: Cerrar llave del medidor de agua, Llave de paso, Instalar "T".

Diagram 10 labels: Tubo con agua a comparar, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2 mg/l.

Diagram 11: Calendar showing the date.

### **13.5 Anexo V:**

Procedimiento Estándar de Operación (POE) sobre la desinfección y correcta limpieza del tanque que distribuye agua, elaborado en el Departamento de El Quiché por Promudel y aplicado también en el Municipio de Patzité.



Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 15</b>
<b>LAVADO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO O DISTRIBUCION</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Última Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 1 De 4</b>

**DESCRIPCION DE ACTIVIDADES**

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DURACION	OBSERVACIONES
1	Planificación de lavado de tanques.	Encargado de la unidad de agua	2 horas	Se debe hacer una planificación anual para lavado de tanques con frecuencia de 4 meses. Si fuera necesario realizar la limpieza más seguido. Se utiliza el formato F-AP-O- 07 programación de lavado y desinfección de tanques.
2	Programación de la fecha de limpieza.	Encargado de la unidad de agua	1 hora	Se especifica el día y la hora de la actividad
3	Asignación del personal para la actividad	Encargado de la unidad de agua	1 hora	Se asignan a un grupo de colaboradores (aproximadamente 10 personas) y se nombra a un encargado.
4	Asignación y preparación de equipos, herramientas y utensilios para la actividad	Encargado de la unidad de agua	1 hora	Se asigna la cantidad de escobas, espátulas, cepillos, llaves, etc., necesarios para llevar a cabo la actividad.
5	Solicitar insumos a utilizar para la actividad	Encargado de unidad de agua	1 hora	Se solicita a oficina de servicios públicos los insumos necesarios mediante el documento F-AP-O- 08 Formato solicitud de materiales e insumos al almacén.
6	Notificación al coordinador de comunicación social de fecha de limpieza de los tanques.	Encargado de unidad de agua	30 minutos	El Coordinador de comunicación social informa a la población.
7	Aviso a la población sobre la limpieza del tanque y la irregularidad del servicio de agua.	Coordinador de comunicación social.	1 día	El aviso a la población puede ser por medio de radio u otro medio que llega a la mayoría de la población. Se debe dar el aviso con un día de anticipación para que la población pueda recolectar agua suficiente para su consumo.
8	Coordinación de la tarea de cada colaborador para la actividad y traslado de insumos.	Encargado de unidad de agua.	30 min.	Se llega a las instalaciones de la planta trasladando los insumos necesario y se coordina al grupo de trabajo.
9	Cierre de la llave general de distribución a la población	Encargado de la planta	10 minutos	La llave de paso de abastecimiento es de rosca izquierda y se debe cerrar completamente.
10	Se abre la llave de drenaje del tanque.	Encargado de la planta.	10 minutos	La llave de drenaje es de rosca izquierda y se debe abrir completamente para que se vacíe por completo el tanque.





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

PROCEDIMIENTO	CODIGO: P-AP-O- 15
LAVADO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO O DISTRIBUCION	Fecha de Emisión: Marzo de 2011
	No. Edición: Primera
	Fecha Última Edición: Marzo de 2011
Área responsable: Unidad de Agua	Página 2 De 4

11	Preparación de solución madre de cloro utilizando cloro granulado para desinfección.	Encargado de planta de tratamiento y fontanero.	30 minutos	<p>La concentración de cloro para desinfección de tanques debe ser de 50 partes por millón, es decir 50 mg/L o 50 grs. /m<sup>3</sup>. Si se utiliza cloro granulado éste viene en diferentes concentraciones por lo que se debe verificar antes de la preparación, la concentración siempre es menor que 100%. Para determinar cuanto cloro granulado se debe agregar a la solución se utiliza la formula siguiente:</p> <p>CantidadCloro = Vt * 50/ Cc en la cual: Vt = volumen del tanque en m<sup>3</sup> Cc = concentración de cloro en decimales. Por ejemplo Tanque = 100 m<sup>3</sup> y cloro al 70% 100*50/0.7 = 7142.86 miligramos lo que es igual a 7.1 Kg. de cloro.</p>
12	Preparación de solución madre de cloro utilizando cloro liquido para desinfección.	Encargado de planta de tratamiento y fontanero	30 minutos	<p>La concentración de cloro para desinfección de tanques debe ser de 50 partes por millón, es decir 50 mg/L o 50 grs. /m<sup>3</sup>. Si se utiliza cloro en liquido, éste viene por lo regular al 5% de concentración, se utiliza la misma formula en donde: Vt = volumen del tanque en litros Cc= concentración de cloro en miligramos/litro. Por ejemplo Tanque = 100,000 litros y cloro liquido al 5% = 50,000 mg/L 100,000*50/50,000 = 100 Litros de cloro.</p>
13	Lavado del tanque de abastecimiento	Grupo asignado para la tarea	3 horas	<p>Se procede a la limpieza del tanque:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaciar sedimentos acumulados</li> <li>- Lavar las paredes y el fondo del tanque de abastecimiento utilizando cepillos y el agua que está pasando de forma directa.</li> <li>- No utilizar detergente.</li> </ul>





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 15</b>
<b>LAVADO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO O DISTRIBUCION</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Última Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 3 De 4</b>

14	Desinfección del tanque de abastecimiento	Grupo asignado para la tarea	24 horas	Se llena el tanque agregando la solución madre y se deja actuar por 24 horas.
15	Vaciado del tanque	Encargado de la planta o fontanero	3 horas	Se vacía el tanque que contiene la solución para desinfección, abriendo la llave de drenaje.
16	Supervisión del lavado del tanque.	Encargado de unidad de agua	15 minutos	Verificación por inspección visual de limpieza del tanque.
17	Cerrar la llave de drenaje	Encargado de la planta	10 minutos	Se cierra la llave de drenaje completamente para proceder a llenar el tanque de distribución.
18	Abastecer de agua a los usuarios abriendo las llaves de paso.	Encargado de planta	30 minutos	El encargado opera las llaves de paso del tanque de abastecimiento
19	Operar válvulas de aire y válvulas de limpieza	Encargado de planta	30 minutos	Se operan dichas válvulas para eliminar el aire atrapado en las tuberías de distribución.
20	Reporte de la actividad realizada.	Encargado de unidad de agua	30 minutos	Se llena el formulario F-AP-O- 09 Formato reporte de mantenimiento preventivo en tanques. Reporte que se entrega a la dirección de servicios públicos.

**Detalles de riesgos**

No.	RIESGO	CONTROLES	RESPONSABLE
1	Que no se cuente con las herramientas e insumos para el lavado de tanques	Presupuestar la adquisición de herramientas, utensilios e insumos para el siguiente año	Director de servicios públicos y Director de AFIM.
2	Que no se cuente con personal disponible para efectuar la actividad.	Asignar personal necesario para la unidad de agua y definir funciones específicas para el personal.	Director de servicios públicos. Y encargado de unidad de agua

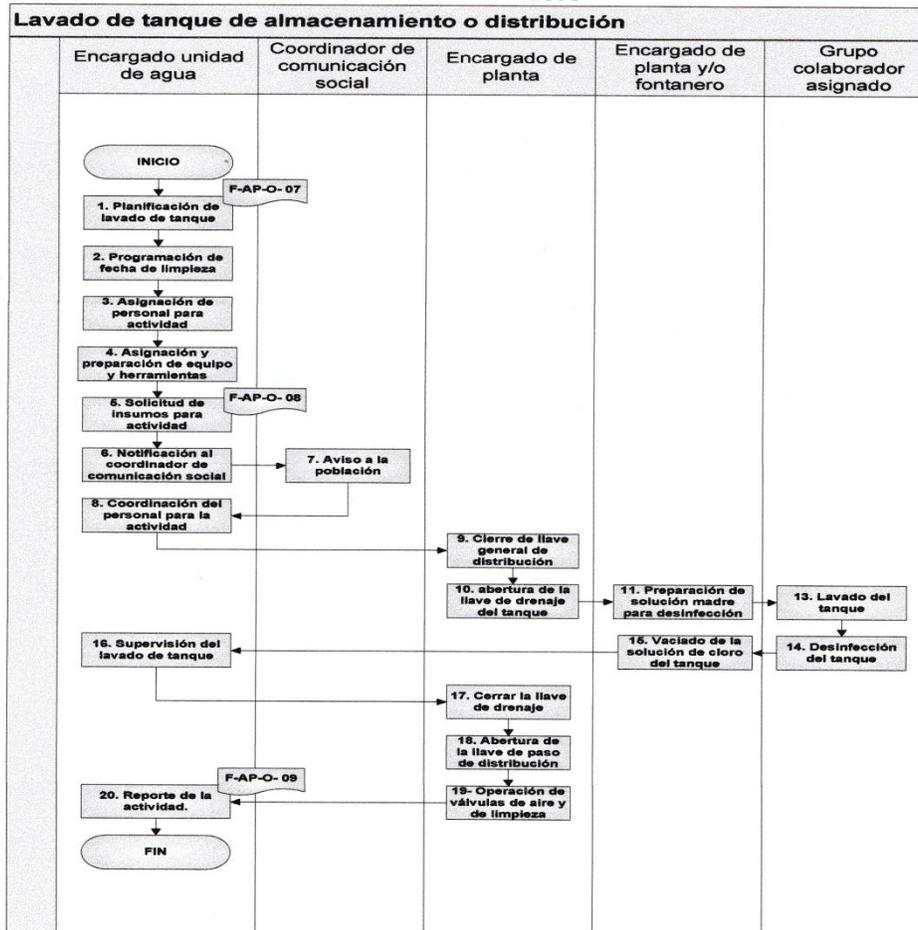




Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 15</b>
<b>LAVADO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO O DISTRIBUCION</b>	Fecha de Emisión: Marzo de 2011
	No. Edición: Primera
	Fecha Última Edición: Marzo de 2011
Área responsable: Unidad de Agua	Página 4 De 4

**DIAGRAMA DE FLUJO**





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 16</b>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOCATOMA O TANQUE DE CAPTACION</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Última Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página</b> 1 De 3

**DESCRIPCION DE ACTIVIDADES**

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DURACION	OBSERVACIONES
1	Identificación de bocatomas o tanques de captación	Encargado de unidad de agua	1 hora	Se debe hacer al inicio de cada año, identificar que tipo de estructura es, y a que tipo de fuente pertenece.
2	Programación de mantenimiento preventivo de bocatomas	Encargado de unidad de agua	1 hora	Se debe hacer la programación al inicio de año y con frecuencia de 2 meses. Se utiliza el formato F-AP-O- 10 Programación de mantenimiento de bocatomas o tanques de captación. En épocas de invierno puede hacerse con más frecuencia.
3	Asignación de responsables del mantenimiento	Encargado de unidad de agua	30 minutos	Se debe asignar personal que se encargará de cumplir el plan de mantenimiento de bocatomas.
4	Definición de actividades a desarrollar	Encargado de unidad de agua	2 horas	Se deben definir todas las actividades que se deben realizar como parte del mantenimiento preventivo.
5	Limpieza de rejillas y área circundante	Encargado de mantenimiento	1 hora	El encargado del mantenimiento deberá realizar la limpieza de las rejillas en las bocatomas, apartando todo material que obstruya el paso de agua, así como limpiar los alrededores de la estructura, cortando la maleza
6	Revisión de estructuras	Encargado de mantenimiento	1 hora	Se revisa la estructura a nivel general para detectar fugas, daños rajaduras o deterioro de la estructura.
7	Revisión de instalaciones no autorizadas o contaminación de fuentes	Encargado de mantenimiento	30 minutos	Se revisa si existen conexiones no autorizadas arriba de la bocatoma actual, así como descargas de aguas residuales no autorizadas en la fuente. En caso afirmativo informar al director de la oficina municipal de servicios públicos.
8	Verificación del funcionamiento de válvulas	Encargado de mantenimiento	1 hora	Se procede a operar las válvulas para verificar su estado y lubricarlas





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 08</b>
<b>DOSIFICACION DE SOLUCION DE CLORO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Ultima Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 1 De 3</b>

**DESCRIPCION DE ACTIVIDADES**

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DURACION	OBSERVACIONES
1	Preparación del equipo y utensilios necesarios.	Encargado de planta de tratamiento/tanque o fontanero	15 minutos	Se prepara los utensilios necesarios entre ellos: Recipiente de un litro o un vaso y un cronómetro.
2	Verificación de la concentración de hipoclorito que se dosificará.	Encargado de planta de tratamiento/tanque o fontanero	10 minutos	Si el hipoclorito es de sodio (presentación líquida) la concentración es de 5% es decir 50,000 mg/L. Si el hipoclorito es de calcio (en solución madre) o en tableta la concentración es de 1% es decir 10,000 mg/L
3	Establecimiento de la concentración del cloro en el tanque de distribución.	Encargado de planta de tratamiento/tanque o fontanero	5 minutos	La estimación de la concentración de cloro en el tanque de distribución debe estar entre 1 y 3 miligramos por litro (mg/L)
4	Determinación del tiempo de llenado de los recipientes con volumen conocido.	Encargado de planta de tratamiento/tanque o fontanero	30 minutos	<p>Puesto que las cantidades de solución a dosificar suelen ser muy pequeñas y será complicado medir caudales de solución que se va a agregar, se utiliza un procedimiento de determinación de tiempo de llenado de un recipiente de medida conocida, para éste caso recipientes de un litro o un vaso.</p> <p>Para determinar el tiempo de llenado de los recipientes se utilizan las siguientes formulas:</p> <p>Tiempo en segundos que tarda en llenarse un litro de solución = TLS  <math>TLS = Cs/Q/Ct</math></p> <p>Tiempo en segundos que tarda en llenarse un vaso de solución = TVS  <math>TVS = Cs/Q/Ct/4</math></p> <p>Tiempo en minutos que tarda en llenarse un litro de solución = TLM  <math>TLM = Cs/Q/Ct/60</math></p> <p>Tiempo en minutos que tarda en llenarse un vaso de solución = TVM  <math>TVM = Cs/Q/Ct/240</math></p> <p>De donde:            Cs = concentración de cloro en mg/litro            Q = Caudal a tratar en L/segundo (el caudal se averigua aforando)            Ct = concentración de cloro que se quiere en el tanque de abastecimiento en mg/litro.</p>





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

PROCEDIMIENTO	CODIGO: P-AP-O- 08
DOSIFICACION DE SOLUCION DE CLORO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA	Fecha de Emisión: Marzo de 2011
	No. Edición: Primera
	Fecha Última Edición: Marzo de 2011
Área responsable: Unidad de Agua	Página 2 De 3

5	Calibración del equipo de cloración.	Encargado de planta de tratamiento/tanque o fontanero	20 minutos	El tiempo de llenado del recipiente conocido es el valor que se utiliza para graduar el equipo. Si el equipo tiene una llave, ésta se abre o se cierra para graduar el tiempo de llenado del recipiente utilizado, en el paso anterior.
6	Monitoreo del equipo de cloración.	Encargado de planta de tratamiento/tanque o fontanero	15 minutos	Diariamente se monitorea, para verificar que la aplicación del cloro esté siendo en la dosis adecuada.

Detalles de riesgos

No.	RIESGO	CONTROLES	RESPONSABLE
1	Que no se cuente con los utensilios y equipo necesario para las actividades de dosificación del cloro.	Presupuestar la adquisición del equipo y utensilios.	Director de servicios públicos municipales y Director de AFIM
2	Que no se cuente con el personal entrenado para llevar a cabo dicha actividad.	Programar capacitaciones periódicas para el personal encargado.	Encargado de unidad de agua.
3	Que el equipo de aplicación tenga fallos constantemente.	Programar y presupuestar la revisión periódica del equipo de aplicación.	Director de servicios públicos y Director de AFIM.

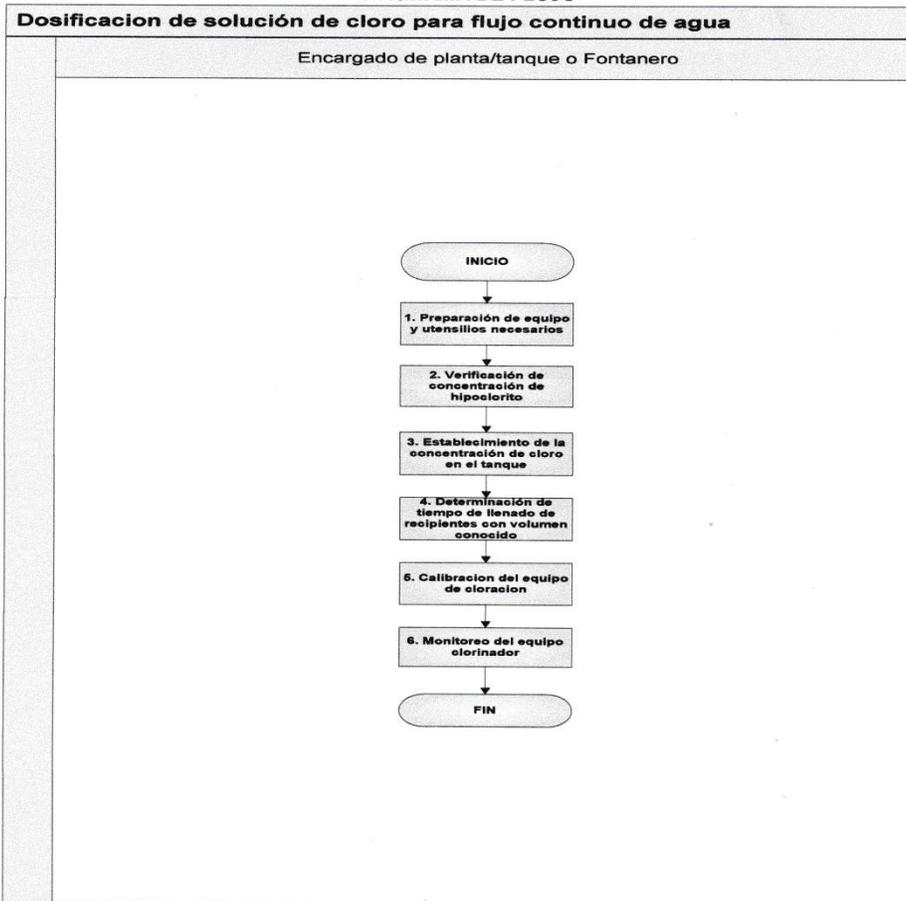




Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 08</b>
<b>DOSIFICACION DE SOLUCION DE CLORO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Ultima Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 3 De 3</b>

**DIAGRAMA DE FLUJO**





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 05</b>
<b>CLORACIÓN DE AGUA CON TABLETAS DE HIPOCLORITO DE CALCIO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Última Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 1 De 3</b>

**DESCRIPCION DE ACTIVIDADES**

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DURACION	OBSERVACIONES
1	Verificación de tabletas en el filtro clorador	Encargado de la planta de tratamiento	5 min.	Todas las mañanas se verifica la cantidad de tabletas que hay en el filtro.
2	Colocación de tabletas al filtro.	Encargado de la planta de tratamiento	10 minutos	Si el filtro contiene menos de 4 tabletas de cloro se agrega hasta llenarlo. El filtro se llena con 10 tabletas.
3	Verificación del caudal que pasa por el hipoclorador	Encargado de la planta de tratamiento.	10 minutos	Se verifica por medio del medidor de caudal que tiene el sistema, el caudal que debe tener para la dosificación adecuada de cloro al sistema.
4	Dosificación de solución de cloro en hipoclorador	Encargado de planta de tratamiento	2 horas	Si no tiene medidor de caudal se debe dosificar el equipo para la aplicación de solución de cloro. <b>Ver procedimiento P-AP-O- 08 dosificación de solución de cloro para flujo continuo de agua.</b>
5	Medición de cloro residual.	Encargado de planta de tratamiento o fontanero	15 minutos	Se debe medir el cloro residual diariamente para verificar la cantidad del mismo, utilizando un Kit. Para medición de cloro residual. La medición se debe hacer en diferentes puntos de la red de distribución. Según la norma COGUANOR 29 001 el cloro residual debe estar entre 0.5 a 1.0 mg/litro en los puntos más alejados del tanque distribución.
6	Registro y reporte del valor de cloro residual.	Encargado de planta de tratamiento o fontanero.	5 minutos	Se registran los valores de cloro residual en el documento F-AP-O- 06 formato control de cloro residual y pH del agua, luego se envía al encargado de la unidad de agua.
7	Graduación del equipo clorinador.	Encargado de la planta tratamiento	30 minutos	Si el resultado del cloro residual está fuera del rango establecido por la norma COGUANOR NGO 29 001, primera revisión, se procede a graduar el equipo clorinador para la dosificación adecuada del cloro.





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 05</b>
<b>CLORACIÓN DE AGUA CON TABLETAS DE HIPOCLORITO DE CALCIO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Última Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 2 De 3</b>

**Detalles de riesgos**

No.	RIESGO	CONTROLES	RESPONSABLE
1	Que el equipo clorador tenga fallas en el funcionamiento.	Programar y presupuestar revisiones periódicas para el equipo clorador.	Director de servicios públicos municipales y Director de AFIM
2	Que no se tenga equipo necesario para hacer la medición del cloro residual.	Presupuestar la adquisición de Kit de medición de cloro residual.	Director de servicios públicos y Director de AFIM.
3	Que el personal responsable no ejecute de forma correcta la actividad de cloración.	Capacitar al personal responsable y llamada de atención para que realice la tarea de forma responsable.	Encargado de unidad de agua.

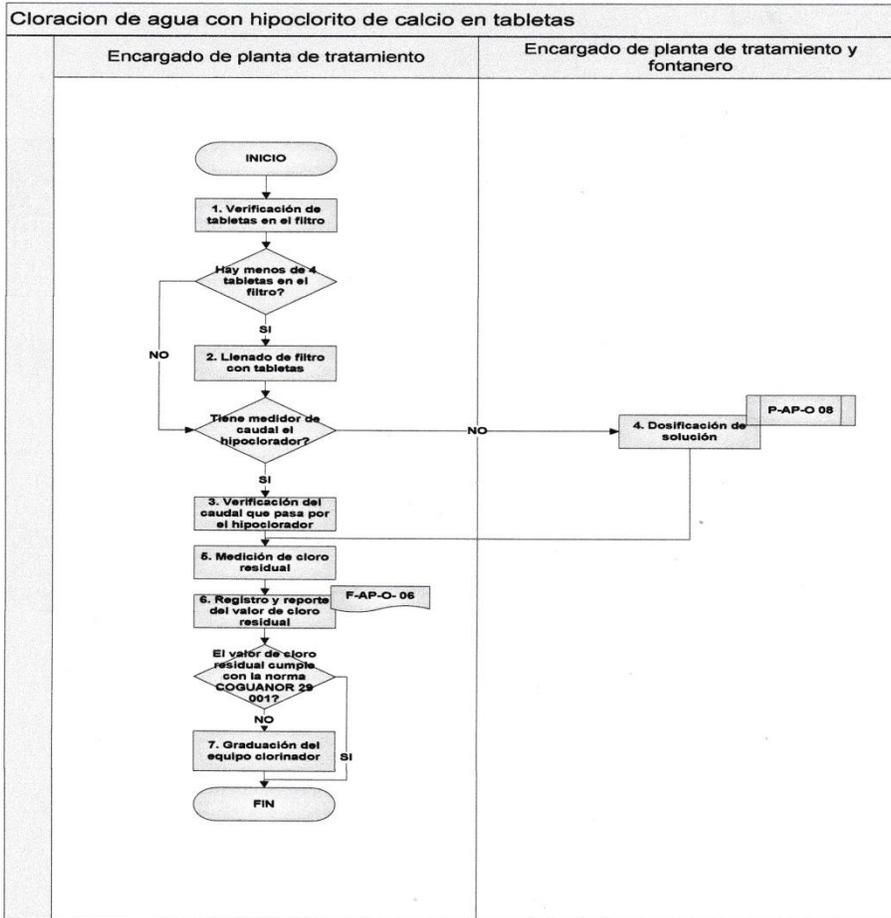




Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 05</b>
<b>CLORACIÓN DE AGUA CON TABLETAS DE HIPOCLORITO DE CALCIO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA</b>	Fecha de Emisión: Marzo de 2011
	No. Edición: Primera
	Fecha Última Edición: Marzo de 2011
Área responsable: Unidad de Agua	Página 3 De 3

**DIAGRAMA DE FLUJO**





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 06</b>
<b>CLORACIÓN DE AGUA CON HIPOCLORITO DE CALCIO GRANULADO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Última Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 1 De 4</b>

**DESCRIPCION DE ACTIVIDADES**

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DURACION	OBSERVACIONES
1	Alistar el equipo y los utensilios necesarios para la preparación de solución madre.	Encargado de tanques de abastecimiento o fontanero	20 minutos	Se alista el recipiente en el cual se preparara la solución madre el cual debe ser de plástico, así como utensilios para mezclar la solución.
2	Preparación del equipo de protección personal	Encargado de tanques de abastecimiento o fontanero	15 minutos	Para manipular cloro granulado es necesario hacer uso de guantes de goma, mascarillas, lentes y overol como equipo mínimo de protección personal.
3	Verificación de concentración del granulado.	Encargado de tanques de abastecimiento o fontanero	5 minutos	Se procede a verificar la concentración del cloro granulado, éste puede ser a 65%, 70% y 72% de concentración.
4	Cantidad de cloro granulado a agregar a un litro de agua para la solución madre.	Encargado de tanques de abastecimiento o fontanero	15 minutos	La cantidad de cloro granulado a agregar a un litro de agua depende de la concentración, así tenemos:  Al 65% se agregan 16 gramos por litro de agua  Al 70% se agregan 15 gramos por litro de agua.  Al 72 % se agregan 14 gramos por litro de agua.  Estas cantidades son para obtener solución madre con concentración de solución de 1%, es decir 10 000 mg/litro.





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

PROCEDIMIENTO	CODIGO: P-AP-O- 06
CLORACIÓN DE AGUA CON HIPOCLORITO DE CALCIO GRANULADO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA	Fecha de Emisión: Marzo de 2011
	No. Edición: Primera
	Fecha Última Edición: Marzo de 2011
Área responsable: Unidad de Agua	Página 2 De 4

5	Preparación de solución madre.	Encargado de tanques de abastecimiento o fontanero	30 minutos	<p>Cuando ya se tiene la cantidad de cloro granulado a agregar por litro de agua se procede a preparar la solución. Para esto se puede utilizar una medida de referencia conocida para la aplicación del cloro granulado, en éste caso se hace uso de una cucharada o cucharadita, de la siguiente forma:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cucharada a ras</th> <th>Gramos de cloro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table> <p>Así sucesivamente...</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cucharadita a ras</th> <th>Gramos de cloro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Así sucesivamente...</p>	Cucharada a ras	Gramos de cloro	1	5	2	10	3	15	Cucharadita a ras	Gramos de cloro	1	2.5	2	5	3	7.5
Cucharada a ras	Gramos de cloro																			
1	5																			
2	10																			
3	15																			
Cucharadita a ras	Gramos de cloro																			
1	2.5																			
2	5																			
3	7.5																			
6	Aplicación de solución madre	Encargado de tanque de abastecimiento o fontanero	1 hora	<p>La solución madre se debe agregar al equipo dosificador para la aplicación, dicha solución madre se debe aplicar después de 1 hora de la preparación para que el desecho del producto caiga al fondo del recipiente, dicho desecho no se utiliza.</p> <p>La solución madre se debe utilizar antes de los 3 días de preparación debido a que a más tiempo pierde su capacidad desinfectante.</p>																
7	Calibración del equipo de cloración	Encargado de tanques de abastecimiento o fontanero	30 minutos	<p>La calibración del equipo depende del caudal a desinfectar y se utiliza un método para dosificación de la solución. <b>Nota: Ver procedimiento P-AP-O- 08 dosificación de solución de cloro para flujo continuo de agua.</b></p>																





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 06</b>
<b>CLORACIÓN DE AGUA CON HIPOCLORITO DE CALCIO GRANULADO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Última Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 3 De 4</b>

8	Medición del cloro residual.	Encargado de tanques de abastecimiento.	15 minutos	Se debe medir el cloro residual diariamente para verificar la cantidad del mismo, utilizando un Kit de medición de cloro residual por medio de comparación de color. Los puntos de medición deben ser a la salida del tanque de distribución y en los puntos más alejados del tanque de distribución y deben ser en puntos diferentes del sistema de abastecimiento. Según la norma COGUANOR 29 001; primera revisión, el valor del cloro residual debe estar entre 0.5 y 1.0 mg /litro. <b>Ver procedimiento P-AP-O- 09 medición de cloro residual y pH del agua.</b>
9	Registro y reporte del valor de cloro residual.	Encargado de tanque de abastecimiento o fontanero.	5 minutos	Se registra el valor del resultado de cloro residual en el formato F-AP-O- 06 Control de cloro residual y pH del agua, y se envía al encargado de la unidad de agua.
10	Graduación del equipo clorinador	Encargado de tanque de abastecimiento o fontanero	30 minutos	Si el resultado del cloro residual está fuera del rango establecido por la norma COGUANOR NGO 29 001, primera revisión, se procede a graduar el equipo clorinador para la dosificación adecuada del cloro.

**Detalles de riesgos**

No.	RIESGO	CONTROLES	RESPONSABLE
1	Que no se cuente con los utensilios, herramientas y equipo para la preparación y aplicación de la solución madre.	Presupuestar la adquisición de los utensilios herramientas y equipo para la aplicación de cloro al agua.	Director de servicios públicos municipales y Director de AFIM
2	Que no se cuente con inventario de insumos (cloro).	Definir cantidad mínima de insumos para la desinfección del agua en almacén.	Director de servicios Públicos municipales y encargado de compras.
3	Que no se cuente con personal entrenado para la preparación de la solución madre y aplicación de cloro.	Programar capacitaciones al personal encargado de aplicación de cloro.	Encargado de la unidad de agua.

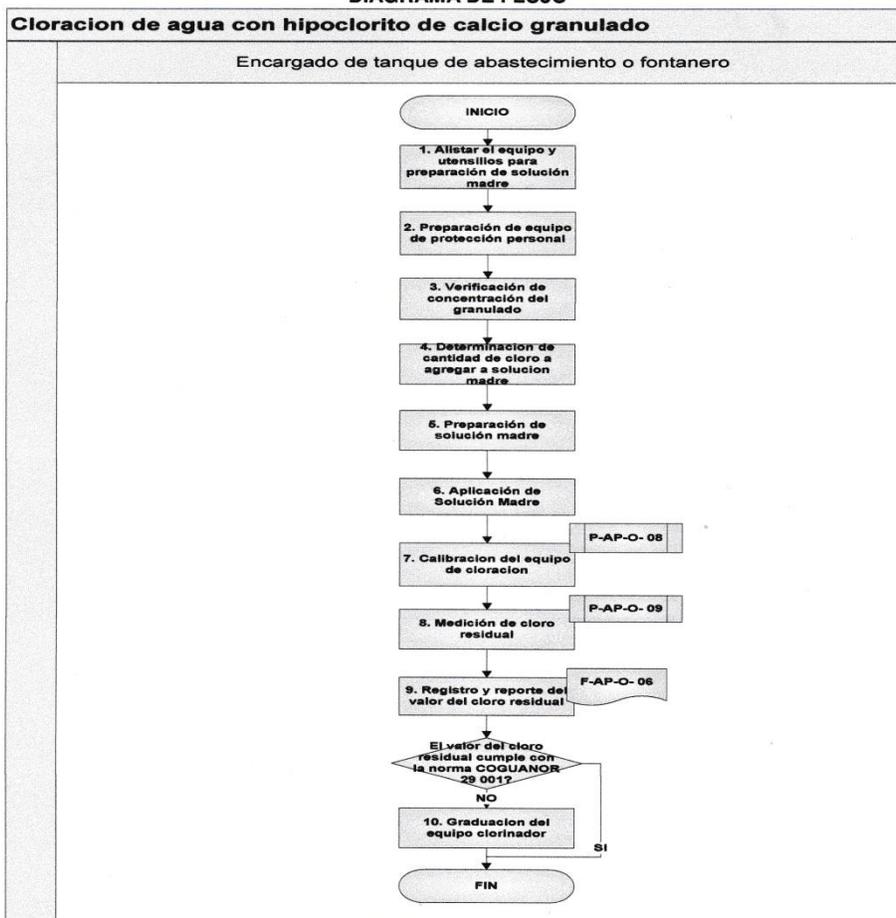




Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

PROCEDIMIENTO	CODIGO: P-AP-O- 06
CLORACIÓN DE AGUA CON HIPOCLORITO DE CALCIO GRANULADO PARA FLUJO CONTINUO DE AGUA	Fecha de Emisión: Marzo de 2011
	No. Edición: Primera
	Fecha Última Edición: Marzo de 2011
Área responsable: Unidad de Agua	Página 4 De 4

### DIAGRAMA DE FLUJO





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 01</b>
<b>ABERTURA Y CIERRE DE LLAVES DE PASO DEL TANQUE DE DISTRIBUCION DE AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Última Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 1 De 2</b>

**DESCRIPCION DE ACTIVIDADES**

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DURACION	OBSERVACIONES
1	Se abre las instalaciones de la planta de tratamiento.	Encargado del Tanque	2 min.	Se llega a las 5 de la mañana a la planta de tratamiento.
2	Verificación del nivel de agua en el tanque de distribución	Encargado del tanque	10 min.	Se verifica el nivel de agua en el tanque para ver si se llenó o hubo rebalse del mismo.
3	Se procede a abrir 15 vueltas de la llave de paso del tanque de distribución.	Encargado del tanque	3 min.	A las 5:30 de la mañana se procede a abrir la llave de paso el cual consta de 49 vueltas para abrirse completamente, la llave es de rosca izquierda.
4	Se abren otras 15 vueltas de la llave de paso del tanque de distribución.	Encargado del tanque	3 min.	Se esperan 10 minutos entre las primeras 15 vueltas para evitar daños a la tubería por efectos de la presión del agua.
5	Se abre completamente la llave de paso del tanque de distribución.	Encargado del tanque	3 minutos	Se esperan 15 minutos entre el paso 4 para abrir completamente la llave de paso del tanque.
6	Se monitorean los caudales de las fuentes de forma visual.	Encargado del tanque	10 minutos	Se realiza por observación directa para detectar alguna variación significativa y ver posibles fallas en la línea de conducción.
7	Se cierra la llave de paso cerrando las 49 vueltas completamente.	Encargado del tanque	10 minutos	El tanque de abastecimiento se vacía en 2 horas y media, aproximadamente a las 8 de la mañana. Luego el agua pasa de forma directa. La hora del cierre de la llave depende de la verificación del paso 2 y se cierra aproximadamente a las 3 o 4 de la tarde.

**Detalles de riesgos**

No.	RIESGO	CONTROLES	RESPONSABLE
1	Que las llaves de paso estén en mal estado y no se puedan operar de forma correcta	Planificar y presupuestar mantenimiento correctivo o preventivo para las llaves de paso	Director de servicios públicos y Director de AFIM.
2	Que el personal a cargo no opere de forma correcta las llaves de paso.	Capacitar y evaluar de forma periódica al personal encargado de la planta a cargo de operación de llaves de paso.	Encargado de unidad de agua y director de servicios públicos.

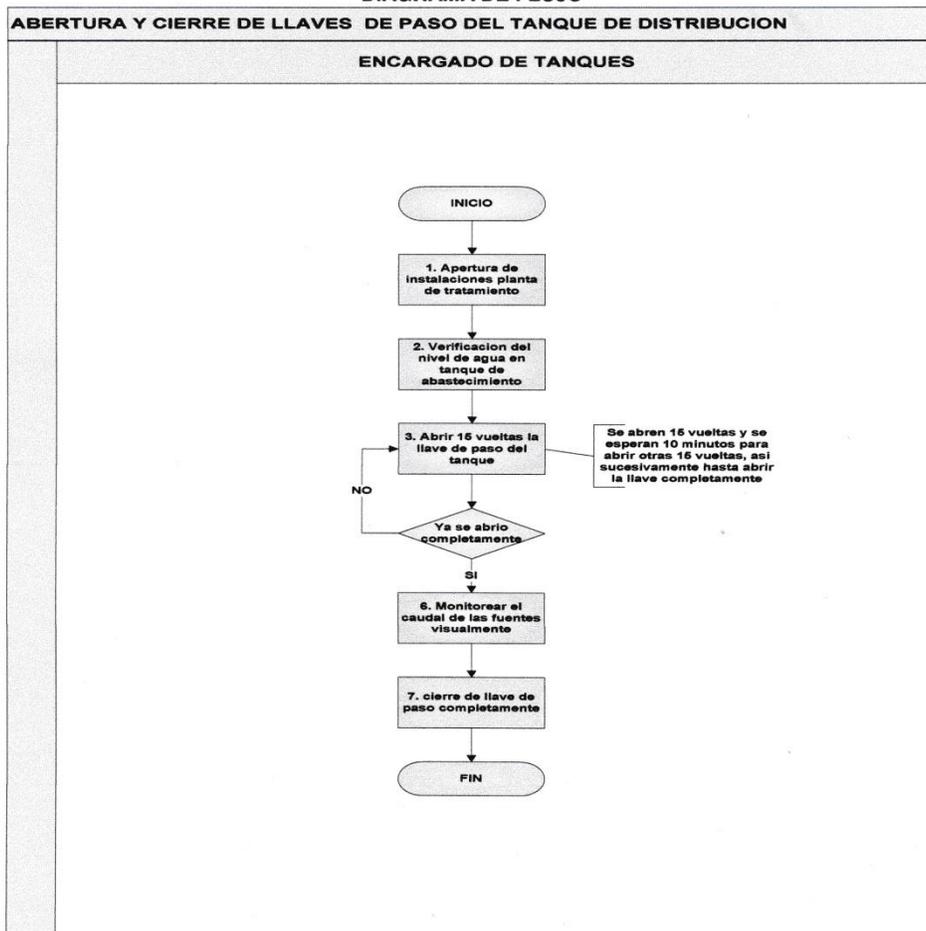




Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 01</b>
<b>ABERTURA Y CIERRE DE LLAVES DE PASO DEL TANQUE DE DISTRIBUCION DE AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Ultima Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 2 De 2</b>

**DIAGRAMA DE FLUJO**





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 03</b>
<b>ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA</b>	Fecha de Emisión: Marzo de 2011
	No. Edición: Primera
	Fecha Última Edición: Marzo de 2011
Área responsable: Unidad de Agua	Página 1 De 6

**DESCRIPCION DE ACTIVIDADES**

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DURACION	OBSERVACIONES
1	Determinación de la cantidad de habitantes a los que se les presta el servicio.	Encargado de unidad de agua	15 minutos	Esta revisión se hace al inicio de cada año, tomando el dato del padrón de usuarios que se tiene registrados en el sistema SIAF u otro medio de almacenamiento utilizado en la municipalidad.
2	Determinación de la frecuencia mínima de muestreo.	Encargado de unidad de agua.	10 minutos	La determinación de la frecuencia del muestreo se hace conforme a la norma COGUANOR 29 001; tabla 9
3	Programación de la toma de muestras para el análisis bacteriológico	Encargado de unidad de agua	1 hora	Se utiliza el formato F-AP-O- 02 Programación de toma de muestras para análisis de agua. Las muestras deben ser en puntos diferentes.
4	Determinación del método de análisis bacteriológico.	Encargado de unidad de agua	30 minutos	Para el análisis bacteriológico existen varios métodos, uno de ellos es el método de presencia-ausencia que lo pueden realizar los encargados de la municipalidad, siempre y cuando se tenga el Kit de análisis bacteriológico.
5	Preparación para toma de muestras	Encargado de unidad de agua o personal del Ministerio de Salud	10 minutos	Para tomar las muestras para el examen bacteriológico se deben tomar las precauciones necesarias para que la muestra sea representativa del agua y evitar la contaminación accidental durante la operación de recolección. Se debe flamear el chorro o por lo menos se debe dejar correr un momento el agua del chorro de tal manera que no se tome el principio ni el fin de la corrida.





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 03</b>
<b>ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Ultima Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 2 De 6</b>

6	Toma de muestras para análisis bacteriológico	Encargado de la unidad de agua o personal del Ministerio de Salud	1 hora	Si el método a utilizar es el de presencia-ausencia se toma la muestra por parte del encargado de la unidad de agua o fontanero. Se recolecta dentro un frasco esterilizado, un volumen de 100 ml de agua para examinar, teniendo cuidado de no tocar el interior del frasco. Si se utiliza otro método de análisis se coordina con el Ministerio de Salud para que ellos tomen las muestras. Se debe llevar un registro del monitoreo bacteriológico del agua mediante el formato F-AP-O- 03 Monitoreo bacteriológico del agua.
7	Agregación del cultivo	Encargado de unidad de agua o fontanero	20 minutos	Si el método a utilizar es el de presencia-ausencia, se agrega el cultivo contenido en un sobre en forma de ampolla, para que interactúe con las bacterias coliformes en caso de existencia.
8	Preparación para el análisis	Encargado de unidad de agua o fontanero	10 minutos	Se cierra el frasco, se coloca en posición vertical y se mezcla perfectamente, hasta que no hayan gránulos suspendidos en el agua, el medio de cultivo y el agua toman un color ámbar.
9	Incubación de la muestra	Encargado de unidad de agua o fontanero	24 horas	A temperatura ambiente se coloca en la incubadora con temperatura de 35 a 37 grados centígrados, durante 24 horas para determinar la ausencia o presencia de coliformes totales. Se utiliza una incubadora que mantenga la temperatura regulada de 35 a 37 grados centígrados
10	Determinación de contaminación del agua	Encargado de unidad de agua o fontanero	5 minutos	Cuando el color del agua cambia de ámbar a verde-azulado eso indica que el agua está contaminado con coliformes totales.





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 03</b>
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL AGUA</b>	<b>Fecha de Emisión:</b> Marzo de 2011
	<b>No. Edición:</b> Primera
	<b>Fecha Última Edición:</b> Marzo de 2011
<b>Área responsable:</b> Unidad de Agua	<b>Página 4 De 6</b>

20	Análisis de alternativas	Director de servicios públicos	2 horas	Si la solución para el problema es muy grande se hace un análisis de costos de las alternativas para implementar la más adecuada.
21	Presentación para el concejo municipal y Alcalde	Director de servicios públicos	1 hora	La mejor alternativa producto del análisis se deben presentar al concejo municipal y alcalde con el fin de lograr su aprobación y asignación de recursos para su ejecución.
22	Presentar informe al COMUDE	Director de servicios públicos	15 minutos	Se presentan los resultados al COMUDE para que esté informado.

**Detalles de riesgos**

No.	RIESGO	CONTROLES	RESPONSABLE
1	Que la municipalidad no cuente con el equipo necesario para la ejecución de los análisis bacteriológicos.	Presupuestar el equipo necesario en el ejercicio fiscal siguiente.	Director de servicios públicos municipales y Director de AFIM
2	Que no se cuente con fondos para pagos de laboratorios externos.	Incluir dentro del presupuesto fondos para éste rubro	Director de servicios públicos municipales y Director de AFIM
3	Que no se tenga materiales a disposición para ejecutar los trabajos pequeños que se planteen como medida correctiva.	Considerar la posibilidad de tener inventario para trabajos menores de urgencia	Director de servicios públicos.

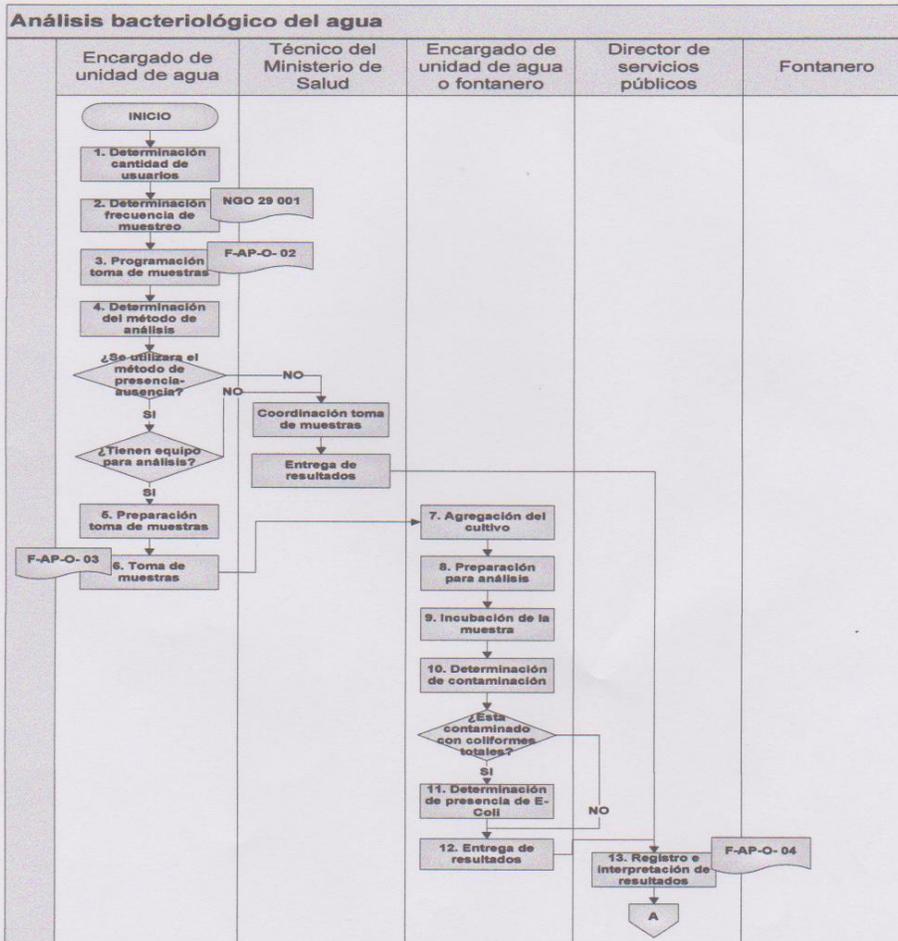




Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 03</b>
<b>ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA</b>	Fecha de Emisión: Marzo de 2011
	No. Edición: Primera
	Fecha Última Edición: Marzo de 2011
Área responsable: Unidad de Agua	Página 5 De 6

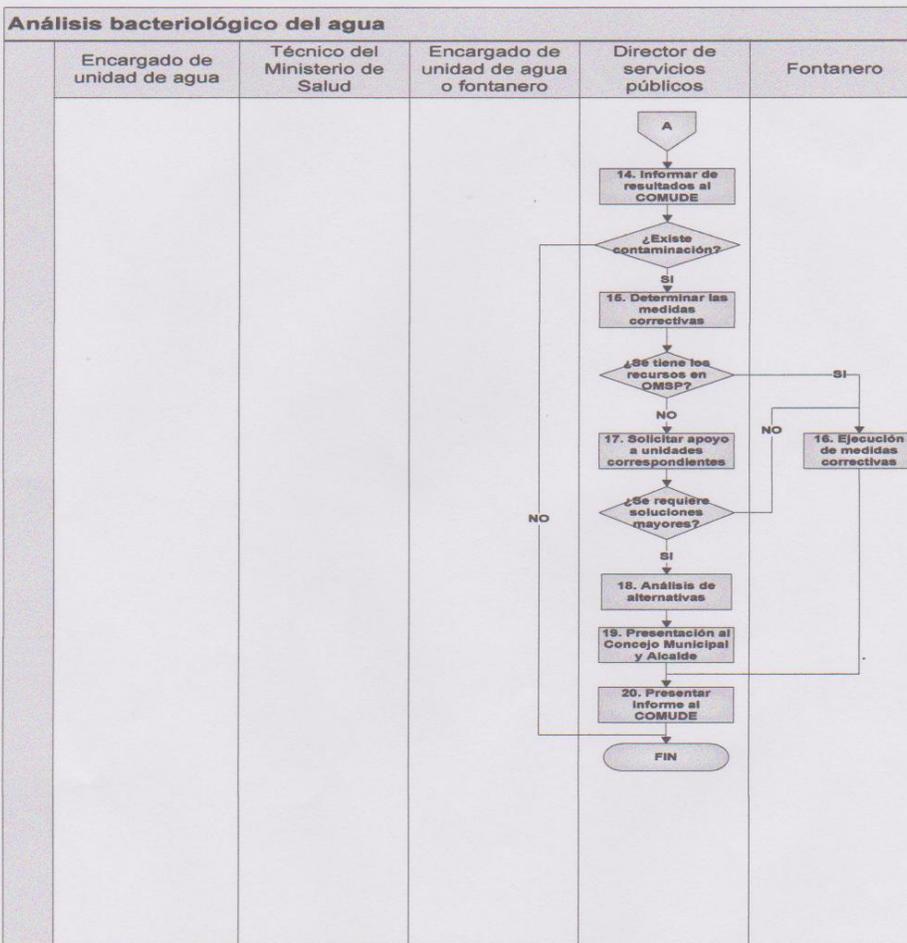
**DIAGRAMA DE FLUJO**





Municipalidad de Santa Cruz, El Quiché  
Manual de Procedimientos de Agua Potable y Saneamiento

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>CODIGO: P-AP-O- 03</b>
<b>ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA</b>	Fecha de Emisión: Marzo de 2011
	No. Edición: Primera
	Fecha Última Edición: Marzo de 2011
Área responsable: Unidad de Agua	Página 6 De 6



ANA LUCIA GUIX BAQUIAX

Autora

LICDA. JULIA AMPARO GARCÍA BOLAÑOS

Asesora

LICDA. ILMABEL ROSADO CASTILLO

Revisora

LICDA. LUCRECIA MARTÍNEZ DE HAASE

Directora

OSCAR COBAR PINTO, Ph. D

Decano