

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

**Evaluación de la Calidad Físicoquímica de el agua de la planta municipal
que abastece al departamento de Zacapa, Municipio de Zacapa.**

Informe de Tesis

Presentado por:

Maria Alejandra Molina Vargas

Para optar al título de:

Químico Farmacéutico

Guatemala, Enero del 2009

JUNTA DIRECTIVA

Oscar Cobar Pinto, Ph.D	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto	Secretario
Licda. Lillian Raquel Irving Antillón, M.A.	Vocal I
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal II
Lic. Luis Gálvez Sanchinelli	Vocal III
Br. Andrea Alejandra Alvarado Álvarez	Vocal IV
Br. Aníbal Rodrigo Sevillanos Cambroner	Vocal V

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Gracias estar a mi lado en todo momento, por tu infinito amor, por darme en la vida y por permitirme llegar a culminar otra etapa más en mi vida.

A MI MAMA:

Gracias por tu amor y apoyo incondicional por enseñarme los verdaderos valores de la vida y a levantarme a pesar de cualquier adversidad por estar a mi lado en todo momento y por no dejarme caer ante los problemas a ser una mujer luchadora y a fijarme metas y cumplir todos los retos que me he trazado te amo mucho y se que este logro también es tuyo.

A MI PAPA:

Gracias por tu amor y apoyo, por encaminarme a luchar por ser siempre alguien mejor y ayudarme a tener una carrera el cual será mi instrumento para defenderme en la vida.

A MI HERMANO:

Gracias "Fredito" porque siempre has estado a mi lado cuando mas lo he necesitado, pues sos la persona con la que he compartido la mayor parte de mi vida, gracias por ayudarme siempre en TODO, le doy mil gracias a Dios de que el único hermano que me dio seas vos, pues vales como si tuviera un número incontable de hermanos.

A MIS AMIGOS:

Vane, Andrea, Karin, Lucha, Viny, Claudia, Elfego, Herbert y a todos los demás gracias por su amistad incondicional, y por ser en mi vida algo realmente especial. Por compartir los desvelos y las preocupaciones que nos daban nuestras materias diariamente; mil gracias por estar conmigo en todo momento, por compartir mis alegrías y tristezas siempre y por estar allí, no importando la hora ni el día. Gracias de todo corazón.

A LICENCIADA JULITA:

Gracias por sus consejos, por su amistad y amor ya que no fue solo una catedrática más si no fue mi amiga la quiero mucho y le agradezco todo lo que hizo por mí por dedicarme tiempo y hacerlo siempre con una sonrisa.

A MIS CATEDRATICOS:

Gracias a todos mis catedráticos por que transmitieron sus conocimientos y fueron la guía que me ensañaba cada día a exigirme un poco mas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A la Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia.

A todas las personas que colaboraron en mi formación Profesional.

A mi asesora: Licda. Julia Amparo García por su apoyo en todo momento para que este trabajo de Tesis fuera posible.

A mi Revisor: Lic. Julio Chinchilla, mil gracias.

INDICE

CONTENIDO	PAGINAS
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	4
III. ANTECEDENTES	8
IV. JUSTIFICACION	9
V. OBJETIVOS	10
VI. HIPOTESIS	11
VII. MATERIALES Y METODOS	
12	
VIII. RESULTADOS	23
IX. DISCUSION DE RESULTADOS	32
X. CONCLUSIONES	34
XI. RECOMENDACIONES	35
XII. REFERENCIAS	36
ANEXOS	40

1. RESUMEN:

El agua es un líquido vital para todos los seres vivos principalmente para el hombre; la cual debe poseer ciertas características fisicoquímicas para que sea apta para el consumo humano.

El objetivo del presente trabajo fue el determinar la calidad del agua que posee la planta municipal de Zacapa por lo que se realizaron análisis físicos (pH, olor, sabor y turbidez) y químicos (niveles de nitratos y plomo), para luego comparar los resultados obtenidos con la norma guatemalteca respectiva de la Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR, determinando así la calidad de la misma.

Se realizó un muestreo del agua recolectándose en puntos clave de los tanques de abastecimiento donde se tomo cinco muestras de cada punto por seis semanas dando un total de 48 muestras.

Los resultados obtenidos en cuanto a los análisis físicos y químicos del agua se encuentran dentro de los límites aceptables por la norma guatemalteca COGUANOR.

Con base a los resultados obtenidos y la comparación con la norma correspondiente se puede concluir que el agua para consumo humano del municipio de Zacapa departamento de Zacapa, durante el período de el 30 de Agosto al 5 de Octubre de el año 2007, posee características físicas y químicas aceptables en cuanto a la potabilidad, cumpliendo con lo establecido por las normas COGUANOR 29001.

2. INTRODUCCIÓN:

El agua es uno de los recursos principales ya que sin ella no existiría la vida, ocupa tres cuartas partes de la superficie terrestre y es constituyente del 50 al 70 % de los organismos; de allí radica su importancia geológica como biológica; por ello es necesario que su calidad fisicoquímica sea la adecuada, ya que esta juega un papel muy importante en el desarrollo de los pueblos, es indispensable desde el punto de vista sanitario y epidemiológico que la población humana cuente con servicio de agua potable, ya que se debe tomar en cuenta que la mayoría de las enfermedades intestinales de origen parasitario, son transmitidas por el agua.

Dentro de las clásicas enfermedades transmitidas por el agua se encuentran: el cólera, fiebre tifoidea y hepatitis, por lo que la prevalencia de estas enfermedades se encuentran íntimamente relacionadas con la calidad del agua.

Para juzgar la potabilidad del agua es necesario evaluar si ésta reúne las condiciones siguientes: ser clara, inolora, incolora, sabor ligeramente fresco, exenta de amoníaco, sulfuros, materias viscosas, materias vegetales; debe contener pocos microorganismos, no debe tener metales pesados.

El objetivo de este estudio es conocer si el agua que consume la población de Zacapa la cual es proveniente de las fuentes: Cari, Platanares y Tasijá que en conjunto conforman el Riachuelo; es potable para lo cual se realizó un muestreo de diferentes puntos del sistema de distribución como tanque y grifos, a los cuales se les realizó análisis fisicoquímicos (pH, turbidez,

olor , sabor, concentración de nitratos y análisis de plomo), los resultados se compararon con las normas COGUANOR NGO 29001.

3. ANTECEDENTES:

Zacapa viene de voces de origen nahuatl, cuyo significado es sobre el río del zacate o de la hierba durante la colonia se le denominó a la cabecera Zacapaneca San Pedro Zacapa. (1)

El departamento de Zacapa se sitúa al noroeste de Guatemala en la zona llamada Oriental, limitada al norte con los departamentos de Alta Verapaz e Izabal, al este con Izabal, y la república de Honduras; al sur con los departamentos de Chiquimula y Jalapa, y al oeste con el departamento de El Progreso. Se ubica a una distancia de 146 Km (1).

El Río Grande de Zacapa, con una elevada pendiente media del cauce principal, contribuye a una susceptibilidad al riesgo de correntadas; entre sus principales tributarios de segundo orden se encuentran los ríos Jocotán, San José, El Riachuelo y Chutaque. (1)

El agua tiene una importancia esencial porque es el medio en el cual se realizan procesos vitales, todos los organismos vivos contienen agua, tanto en los animales como en las plantas el contenido del agua varía, dentro de los límites comprendidos entre la mitad y los 9/10 del peso total del organismo, también el cuerpo humano está constituido por agua, según un porcentaje en peso que es máximo en los primeros meses de vida embrionaria (cerca del 97%), y disminuye con la edad. (2)

En lo que respecta a la calidad del agua, todas las comunidades difieren mucho en carácter y tamaño, pero todas tienen las mismas preocupaciones por hallar, tratar y distribuir agua para usos industriales, comerciales y residenciales, sin embargo la calidad del agua establecida por

las normas de potabilización obligatoria para todo el abastecimiento es indispensable.(3)

El agua se ha tratado durante miles de años por variados procesos hasta que se descubrió que el cloro era efectivo como desinfectante al destruir los microorganismos patógenos. Debido a que el agua es básica para la vida el interés público por el control de su calidad es muy grande, al paso de los años, las normas de calidad se han vuelto más estrictas por la demanda pública y a la preocupación por los efectos de contaminantes específicos. (4)

La calidad del agua debe satisfacer dos requerimientos: uno de ellos es carecer de riesgos para su consumo y el otro es motivar su utilización ya que el agua no debe contener sustancias químicas a concentraciones que puedan amenazar la salud humana; además, debe ser tan agradable como las circunstancias lo permitan. (5)

El agua para consumo humano de la cabecera departamental de Zacapa, municipio de Zacapa, proviene del Ríachuelo el cual ésta ubicado al oriente de dicha cabecera; el tanque de captación se encuentran en el lugar denominado Canoguitas. Existen dos pozos en diferentes puntos, para abastecer de agua a la cabecera de Zacapa, los cuales están situados en dicho lugar y los cuales abastecen a toda la cabecera. (6)

Se han realizado varios estudios sobre el control de la calidad del agua potable en distintas regiones del país en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia así como también en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, pero no existe ningún estudio acerca de la calidad de la misma de la cabecera departamental de Zacapa, municipio de Zacapa.

En 1,982 Berganza, Nora evaluó el agua para consumo humano de la población de Amatillo, Ipala del departamento de Chiquimula realizándole análisis físico, químico y examen bacteriológico. (7)

En 1,984 Méndez, Lilian se realizó un estudio de control de calidad del agua potable para consumo humano de la ciudad de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, realizándole análisis físico, químico y bacteriológico. (8)

En 1,991 Santizo, Wener determinó los niveles de nitratos en aguas para consumo humano de la ciudad de Rabinal, departamento de Baja Verapaz. (9)

En 1,992 Cruz, Elizabeth realizó evaluación bacteriológica del agua de distribución del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala. (9.19)

En 1,998 López, Zuly realizó un estudio de Evaluación de la Calidad de Agua para consumo humano de la aldea el Paredón Buena Vista, La Gomera Escuintla.(10)

En 1,998 De León, Doreny realizó un estudio de Análisis del agua para consumo humano del Municipio de Cuilco, Huehuetenango. (11)

En el 2,000 Hernández, Carmen realizó un estudio de Control de Calidad de agua potable de la ciudad de Mazatenango. (12)

En el 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. (13)

En el 2003 Morales, Mirla realizó un estudio de Control de Calidad del Agua para consumo humano de la cabecera departamental de Jalapa municipio de Jalapa. (14)

4. JUSTIFICACIÓN:

La presente investigación de la calidad del agua de Zacapa municipio de Zacapa se realizó con el objetivo de determinar la calidad del agua para consumo humano de dicho municipio, debido a que no se llevan a cabo controles periódicos de la calidad de la misma por parte de las autoridades municipales, desconociéndose de esta manera si el agua es apta o no para consumo de la población. Así también es indispensable que la población cuente con un servicio de agua potable, debido a la propagación de enfermedades de origen hídrico como: disentería amebiana y bacilar, fiebre tifoidea, cólera y gastroenteritis, todos estos agentes etiológicos se encuentran en materias fecales y orina de los infectados los cuales pueden llegar a un depósito de desemboque en una fuente de agua y contaminarla.

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Evaluar la calidad del agua que abastece la planta municipal del Departamento de Zacapa, Municipio de Zacapa.

5.2. ESPECÍFICOS:

- 5.2.1 Evaluar por análisis fisicoquímico la calidad del agua que se consume en el Departamento de Zacapa, Municipio de Zacapa.
- 5.2.2 Proporcionar información actualizada a la población de la cabecera departamental de Zacapa, sobre la calidad del agua municipal, por medio de un manual.
- 5.2.3 Comparar los resultados obtenidos del agua potable con los límites de la norma COGUANOR No. 29,001, para determinar la calidad sanitaria de la misma.

6. HIPÓTESIS

El agua para consumo humano de la cabecera departamental de Zacapa, municipio de Zacapa, llena los requerimientos físicos y químicos establecidos por las normas guatemaltecas de potabilización (COGUANOR No. 29,001) para poder ser utilizada para consumo de la población.

7. MATERIALES Y MÉTODOS:

7.1. UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA:

El universo de trabajo será el agua de la planta municipal que abastece al departamento de Zacapa, Municipio de Zacapa. El cual está dividido en tres estratos (entrada al tanque, salida del tanque y el grifo).

La muestra obtenida a partir de cada estrato, cada una tomada de forma semanal por seis semanas durante los meses de Septiembre y Octubre.

7.2. MEDIOS

7.2.1 RECURSOS HUMANOS:

Autora de la investigación: Maria Alejandra Molina Vargas

Licda. Asesora: Julia Amparo García Bolaños.

7.3. RECURSOS MATERIALES

7.3.1 EQUIPO:

- Espectrofotómetro
- Campana de flujo laminar
- Balanza analítica

7.3.2. MATERIALES:

- Probetas
- Pizetas
- Balones aforados de 100mL
- Pipetas volumétricas de 1, 5, 10 mL

- Tubos de ensayo
- Espátulas
- Vasos de precipitar de 100 mL
- Gradilla
- Asa
- Etiquetas de identificación
- Papel Kraft
- Frascos de vidrio color ámbar

7.3.3 REACTIVOS:

- Ácido Sulfúrico
- Brucina
- Ácido Clorhídrico 6N
- Hidróxido de Amonio 6N
- Nitrato de plomo
- Tioacetamida
- Glicerina Básica SR
- Acetona
- Ácido acético 1N
- Nitrato de potasio

- Hielo
- Cloruro de mercurio
- Agua destilada
- Buffer de pH 4
- Buffer de pH 7
- Buffer de pH 9

7.4 PROCEDIMIENTO:

7.4.1 Revisión Bibliográfica

7.4.2. Elaboración del listado de fechas de tomas de muestra para coordinarlo con los trabajadores de la Municipalidad de Zacapa.

7.4.3 Elaboración del plan de muestreo

7.4.4 Recolección de muestras

7.4.5 Análisis Físicoquímico del agua

7.4.6. Informe final

7.5. MÉTODO:

7.5.1 Recolección de la muestra:

Las muestras destinadas al análisis físico y químico, se recogen teniendo especial cuidado de no contaminarlas antes de llegar al laboratorio y se transportan en recipientes de polietileno de 4 litros de capacidad.

La técnica utilizada para la toma de muestras es la siguiente:

- Se enjuaga tres veces consecutivas el envase destinado a la muestra con el agua que se muestra previo a su toma.
- El envase se identifica debidamente con una etiqueta que lleve los siguientes datos: lugar, fecha, hora, fuente, día, captado por, departamento. El período de tiempo comprendido entre la toma y el inicio de los análisis físico y químico no debe ser mayor a 20 horas.
- Para la captación de la muestra del agua tratada procedente de un grifo, se debe abrir el grifo y dejar correr agua durante tres minutos, mientras el agua corre quitar el lazo que sujeta la capucha de papel colocada entre el tapón y la boca del frasco, captar la muestra dejando un espacio de aire (12 mm) para que antes del examen se homogenice la muestra por agitación. Colocar la etiqueta con los datos descritos anteriormente. (15)
- Las muestras deben ser transportadas y conservarlas en refrigeración y el período de tiempo comprendido entre la toma y el inicio del análisis.

7.5.2 Número de muestras recolectadas.

La toma de muestras será semanal durante seis semanas donde se tomarán 8 muestras de cada punto para hacer un total de 48 muestras.

7.5.3. Ubicación de los sitios de muestreo:

Se tomarán muestras de los tanques de distribución donde el agua se encuentra tratada donde en total son dos tanques.

El primer punto es correspondiente a la línea de ingreso de cada tanque.

El segundo punto es correspondiente a la línea de egreso de cada tanque.

El tercer punto es el grifo que posee cada tanque.

7.5.4. Análisis Físicos de la calidad del agua:

7.5.4.1. OLOR:

Los procedimientos analíticos no son satisfactorios para su medición y tiene que confiarse en el sentido del olfato, es tomado como un examen organoléptico.

Por lo que el método a utilizarse en la investigación es el olfato.

Los olores del agua son debido a pequeñas concentraciones de compuestos volátiles. Algunos de estos compuestos se producen cuando se descompone la materia orgánica, y de preferencia se presenta en las aguas

superficiales a causa de la presencia de materia orgánica proveniente de escurrimiento superficial o por el plancton de las algas. (15)

Significado Sanitario: las características de la aceptación por el consumidor de un abastecimiento son indispensables porque el agua se debe entregar al usuario desprovista de olores rechazables.

Límite máximo aceptable (LMA): No rechazable

Límite mínimo permisible (LMP): No rechazable.

7.5.4.2 SABOR:

Se determinará por medio de el examen organoléptico, clasificándose como rechazable o no. (16)

Límite máximo aceptable (LMA): No rechazable

Límite mínimo permisible (LMP): No rechazable

7.5.4.3. POTENCIAL DE HIDRÓGENO:

Representa las concentraciones de iones de hidrógeno, mide la intensidad de las reacciones ácidas o alcalinas del agua. El agua que no tiene ácido ni álcali da un valor de pH igual a 7.

Significado sanitario: La mayoría de aguas superficiales naturales tienen un valor de pH entre 5.5 – 8.6. La alteración excesiva, fuera de éstos límites puede indicar la contaminación del abastecimiento por algún desecho. (17)

El potencial de hidrógeno (pH) es medido utilizando el potenciómetro de electrodo de vidrio para poder obtener resultados confiables.

Límite máximo aceptable: 7 -8.5

Límite máximo permisible: 6.5 -9.2. (19)

7.5.4.4 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 utilizará el aparato llamado nefelómetro.

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

Límite mínimo permisible: 25 unidades U.T.N (Unidades nefelométricas de turbidez) (18)

7.5.5. ANÁLISIS QUÍMICO

Determina las cantidades de materia mineral y orgánica que existen en el agua proporcionando datos acerca de la contaminación (18)

7.5.5.1. EVALUACIÓN DE NITRATOS:

La importancia del estudio de los niveles de nitratos es debido a los problemas que este ión provoca en la población, cuando se alcanzan niveles superiores a los establecidos por las normas, al ser ingeridos y transformados por la flora intestinal a nitritos, estos últimos se absorben en el tubo digestivo provocando metahemoglobinemia, pudiendo provocar daños irreversibles hasta la muerte. (19)

Otra de las razones es que en un lugar donde hay gran producción agrícola, en la cual se utilizan fertilizantes que entre sus componentes están los nitratos, estos pueden contaminar el agua, produciendo daños a la salud de la población.

MÉTODO:

Para determinar las concentraciones de nitratos en las muestras de agua, se utilizará la técnica descrita en Official Methods Analysis (AOAC) 1990 modificada.

Se toman 5 mL de la muestra de agua y se le agrega 0.5 mL de solución de brucina (5g de brucina se disuelven en 100mL de ácido acético al 96%). Agregar con cuidado 10 mL de ácido sulfúrico concentrado (95%) agitar bien y enfriar a temperatura ambiente. Después de 10 minutos se hace la lectura fotométrica de la solución.

Para la solución de referencia se toman 5 mL de agua destilada, con 10 mL de ácido sulfúrico concentrado más de 0.5mL de brucina. Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 420nm.

Las soluciones de calibración se preparan así:

Se pesan analíticamente 0.1635g de nitrato de potasio se lleva a 1000mL en un balón aforado con agua destilada, siendo el equivalente a 1 mL de solución a 0.1 mg de nitrato.

De esta solución se preparan las siguientes alícuotas:

Solución Diluida		Agua Destilada	Conc. (ppm)
0.00 mL	+	5.0 mL	0.00
0.50 mL	+	4.5 mL	1.0
1.00 mL	+	4.0 mL	2.0
1.50 mL	+	3.5 mL	3.0
2.00 mL	+	3.0 mL	4.0
2.50 mL	+	2.5 mL	5.0

Luego de agregar 0.5 mL de brucina, seguidamente con cuidado agregar 10 mL de ácido sulfúrico concentrado, mezclar bien y enfriar a temperatura ambiente. Después de 10 minutos hacer una lectura fotométrica de la solución. (19)

7.5.5.2. ANÁLISIS DE PLOMO:

La importancia del análisis del ión plomo es por que si este se encuentra disuelto en el agua por contacto con los ductos es un tóxico que por vía oral la absorción de este es de 50% en niños causando efectos permanentes a nivel del sistema nervioso e inhibe la capacidad del organismo para producir hemoglobina y citocromos al interferir con los grupos sulfhídricos en la vía metabólica del grupo HEM. (20)

MÉTODO:

Para determinar la presencia de plomo se utilizará el ensayo 251 de plomo de la USP 26 (United States Pharmacopeia) (20)

Solución amortiguadora de Acetato pH=3.5

Disolver 25 g de acetato de amonio en 25 mL de agua, agregar 38 mL ácido clorhídrico 6N, ajustar si fuera necesario con hidróxido de amonio 6N ó ácido clorhídrico 6N hasta un pH de 3.5, diluir con agua y mezclar.

Preparación del Estándar:

Transferir a un tubo, 2mL de solución estándar de plomo (20µg de Pb) diluir con agua a 25mL ajustar el pH con ácido acético 1N ó con hidróxido de amonio 6N hasta un pH entre 3 y 4 diluir con agua a 40 mL y mezclar.

Preparación de la solución control:

En un tubo de 50 mL colocar 25 mL de agua destilada agregar ácido acético 1N o hidróxido de amonio 6N hasta un pH de 3 ó 4, agregar 2 mL de solución estándar de plomo diluir a 40 mL y mezclar.

Procedimiento:

A cada uno de los 3 tubos que contienen la preparación estándar, la preparación control y la preparación de prueba, agregarle 2 mL de la solución amortiguadora de acetatos, luego agregar 1.2 mL de tioacetamida-glicerina básica SR y diluir hasta 50 mL, mezclar y dejar en reposo

durante 2 minutos y observar hacia abajo en una superficie blanca el color de la solución control no es más oscuro que el de la solución de la preparación estándar.(21)

7.5.6 Diseño de investigación:

7.5.6.1 Cálculo del número de réplicas: El cálculo se determinó mediante la siguiente fórmula

$$n = \frac{2NC^2(\sigma)^2}{\Delta^2}$$

Donde:

- **n:** Número de muestras
- **NC:** Valor de Z para un nivel de confianza del 95 %
- Δ : Límite de error en la estimación (0.15)
- σ^2 : Varianza (variabilidad esperada)

Obteniéndose lo siguiente:

$$n = \frac{2(3.72)^2 (2.5)^2}{(6)^2} = 5 \text{ muestras}$$

7.5.6.2 Diseño de muestreo:

Para ello se tomaron en cuenta los dos pozos de los cuales se les extrajo dos muestras de cada uno donde se marcaron como puntos la entrada y salida de cada tanque, así como el grifo externo donde está el punto final con el cual se tienen seis puntos y se tomaron cinco muestras de cada punto para que de forma semanal durante seis semanas obtener un total de 48 muestras.

7.5.6.3 Análisis de Resultados:

Los resultados obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva, con base en los resultados obtenidos se efectuó una estimación del porcentaje de cada parámetro y se determinó el intervalo de confianza al 95 %, también se utilizaron tablas.

8. RESULTADOS:

Resultados Análisis Físicos

Tabla 8.1 Resultado Análisis de Turbidez:

Septiembre del 2007								
Fecha / Fuente	7	11	14	22	25	28	Media	D.St.
Tanque 1 Entrada	20	21	20	16	17	18	18.67	0.32
Tanque 1 Salida	21	19	18	18	18	21	19.16	0.17
Tanque 1 Grifo	19	18	19	18	17	20	18.5	0.49
Tanque 2 Entrada	20	20	21	19	21	19	20	1.01
Tanque 2 Salida	18	17	19	21	18	18	18.5	0.49
Tanque 2 Grifo	19	18	20	20	20	18	19.16	0.17

La tabla 8.1 muestra los resultados del análisis de Turbidez ,así también se identifican la fecha y fuente de recolección; la cual muestra de acuerdo a la media obtenida, que todas las muestras cumplen con un intervalo de confianza al 95% en el rango de 18.56 – 19.42; con lo establecido por la Norma COGUANOR :29,001 la cual permite un LMA de 5 UTN y un LMP de 25 UTN.

Tabla 8.2 Resultados del Análisis de olor:

Septiembre del 2007							
Fecha/ Fuente	7	11	14	22	25	28	Resultados
Tanque 1 Entrada	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 1 Salida	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 1 Grifo	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 2 Entrada	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 2 Salida	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 2 Grifo	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	NR.	N.R.	N.R.

*N.R. No rechazable.

La tabla 8.2 muestra los resultados obtenidos de las muestras analizadas, así como también se identifica la fuente, fecha de recolección y la media. LMA: No rechazable, LMP: No rechazable

Tabla 8.3 Resultados del Análisis de Sabor:

Septiembre del 2007							
Fecha / Fuente	7	11	14	22	25	28	Resultados
Tanque 1 Entrada	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 1 Salida	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 1 Grifo	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 2 Entrada	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 2 Salida	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 2 Grifo	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	NR.	N.R.	N.R.

*N.R. No rechazable.

La tabla 8.3 muestra los resultados obtenidos de las muestras en el período comprendido entre el 07 al 28 de Septiembre del año 2007, en el municipio de Zacapa, departamento de Zacapa.

Tabla 8.4 Potencial de Hidrógeno:

Septiembre del 2007								
Fecha/ Fuente	7	11	14	22	25	28	Media	D.St.
Tanque 1 Entrada	7.15	7.19	7.21	7.25	7.18	7.18	7.19	0.1
Tanque 1 Salida	7.01	6.99	7.01	7.15	7.01	7.17	7.06	0.03
Tanque 1 Grifo	7.05	7.10	7.12	7.05	7.10	6.51	6.98	0.11
Tanque 2 Entrada	7.05	7.01	7.01	7.09	7.10	6.89	7.03	0.06
Tanque 2 Salida	7.15	7.25	7.16	7.10	7.30	7.55	7.25	0.16
Tanque 2 Grifo	6.89	7.15	6.99	7.01	7.15	6.95	7.02	0.07

La tabla 8.4 presenta los resultados obtenidos para las muestras analizadas en el período comprendido entre el 7 a el 28 de Septiembre del año 2007, así también se identifica la fuente de recolección y la media obtenida, en lo cual se puede observar que el 100% con el intervalo de confianza al 95% que esta en el rango de 6.3 - 7.27 , cumple con lo establecido por la Norma COGUANOR: 29,001: LMA: 7 – 8.5 pH y LMP : 6.5 – 9 pH.

RESULTADOS ANÁLISIS QUÍMICOS

Tabla 8.5 Resultados Análisis de Nitratos, expresado en mg/L:

Septiembre del 2007								
Fecha/ Fuente	7	11	14	22	25	28	Media	D.St.
Tanque 1 Entrada	0.70	0.65	0.45	1.20	0.55	0.60	0.73	0.19
Tanque 1 Salida	0.81	0.61	1.10	0.93	0.95	0.85	0.88	0.04
Tanque 1 Grifo	0.84	1.50	1.05	0.83	1.15	0.89	1.04	0.12
Tanque 2 Entrada	1.35	1.45	1.38	1.25	1.25	1.25	1.33	0.41
Tanque 2 Salida	0.91	0.98	1.05	0.90	1.20	0.57	0.94	0.02
Tanque 2 Grifo	0.43	0.53	0.75	0.45	0.38	0.90	0.58	0.34

La tabla 8.5 muestra los resultados obtenidos de nitratos, así como también se identifica fuente, fecha de recolección y la media, en la cual se puede observar que el 100 % de las muestras cumplen con el intervalo de confianza al 95% con un rango de 0.50 – 1.30 y lo establecido por la Norma COGUANOR : 29,001 LMA: 45 mg/L.

Tabla 8.6 Resultados Análisis de Plomo:

Septiembre del 2007						
Fecha/ Fuente	7	11	14	22	25	28
Tanque 1 Entrada	N	N.	N.	N.	N.	N.
Tanque 1 Salida	N	N	N	N	N	N
Tanque 1 Grifo	N	N	N	N	N	N
Tanque 2 Entrada	N	N	N	N	N	N
Tanque 2 Salida	N	N	N	N	N	N
Tanque 2 Grifo	N	N	N	N	N	N

*Negativo: No muestra presencia alguna de plomo.

La tabla 8.6 muestra los resultados obtenidos de plomo, así como también se identifica fuente, fecha de recolección y la media, en la cual se puede observar que el 100 % de las muestras cumplen con lo establecido por la Norma COGUANOR : 29,001; donde esta debe estar exenta de plomo.

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

El agua es un líquido vital e indispensable para todo ser humano, por lo cual debe proveerse libre de cualquier contaminación tanto química, como física para lo cual es importante realizar estudios sobre la calidad de la misma.

La evaluación de la potabilidad del agua es importante cuando esta se utiliza para consumo humano, como lo fue en este estudio, por lo que se muestreó la planta municipal de abastecimiento del departamento de Zacapa, municipio de Zacapa.

Las características físicas del agua analizada fueron aceptables; el olor y el sabor no fueron desagradables y poseía una apariencia cristalina y esta no presentó turbidez, tal y como muestra la tabla de resultados 8.1.

Todas las muestras analizadas cumplen con el rango establecido por la Norma COGUANOR 29,001, la cual establece un LMA de 5 UTM y un LMP de 25 UTM. El potencial de Hidrógeno se encontró dentro de un rango de 6.98 a 7.25 lo que demuestra que el 100% de las muestras cumple con lo establecido por la Norma COGUANOR: 29,001: LMA: 7 – 8.5 y LMP: 6.5 – 9.

Con respecto al análisis físico el agua que está siendo distribuida se encuentra dentro de los límites máximos aceptables y permisibles de la norma guatemalteca, no presentando riesgos para la salud del consumidor.

La evaluación del nivel de nitratos se encontró en el rango de 0.50 a 1.30 con un intervalo de confianza al 95% (tabla 8.1).

Se puede observar que el 100 % de las muestras cumplen con lo establecido por la Norma COGUANOR : 29,001 LMA: 45 mg/L.

Se analizó la presencia de plomo en el cual se realizó el ensayo 251 de la USP y I se obtuvo un resultado negativo para la presencia de plomo; en todas las muestras se cumple con lo establecido por las normas COGUANOR: 29,001 que menciona que la misma debe estar exenta de plomo. Por lo que se puede considerar que el agua es apta para el consumo humano.

10. CONCLUSIONES:

- 10.1** Las muestras de agua de la planta municipal de Zacapa que abastece a dicha población es apta para el consumo humano.
- 10.2** El agua para consumo humano del municipio de Zacapa, departamento de Zacapa cumple con los requerimientos organolépticos establecidos por la Norma COGUANOR 29001.
- 10.3** Todas de las muestras analizadas cumplen con los requerimientos de nitratos y plomo establecidos por la Norma COGUANOR, 29,001.
- 10.4** Todas las muestras poseen características físicas y químicas aceptables en cuanto a la potabilidad en base a las normas guatemaltecas COGUANOR 29,001.

11. RECOMENDACIONES:

- 11.1** Que las autoridades correspondientes implementen o establezcan un programa de muestreo y análisis de la potabilidad del agua para consumo humano, evitando riesgos para la población.

- 11.2.** Capacitar al personal que realiza el tratamiento de los pozos localizados en el departamento de Zacapa Municipio de Zacapa, para dar un mejor funcionamiento a dicha planta.

12. REFERENCIAS:

1. Tradiciones de Guatemala. Zacapa. Editorial de Revistas y suplementos especiales. Revista de Prensa libre. Fascículo N0. 23.
2. Diccionario Geográfico de Guatemala. Instituto geográfico Nacional "Ingeniero Alfredo Obiols Gómez". Diciembre 1999. Guatemala.
3. Sagastume Arendida Guía de Investigación de Cultura Departamental 2da Edición, pp. 45-66 Editorial de León Guatemala C,A
4. Manual del agua. Tomo I. pp. 4-1-4-23., Tomo II pp. 22-1-22-19. McGraw- Hill. México 1990.
5. Química del agua. Snoeyink Jenkins. Editorial LIMUSA, México. 1995. pp. 203-4.
- 6.. Organización Panamericana de la Salud. 1987. Criterios relativos a la Salud y otra Información de base. Vol. II. Publicación Científica No. 506. pp. 3, 18-20, 277-283.
7. Méndez, L. Control de calidad del agua potable para consumo humano de la ciudad de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, realizándole análisis físico, químico y bacteriológico. (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1,984 60 p.
8. Santizo, T. Los niveles de nitratos en aguas para consumo humano de la ciudad de Rabinal, departamento de Baja Verapaz. (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1,991 58 p.

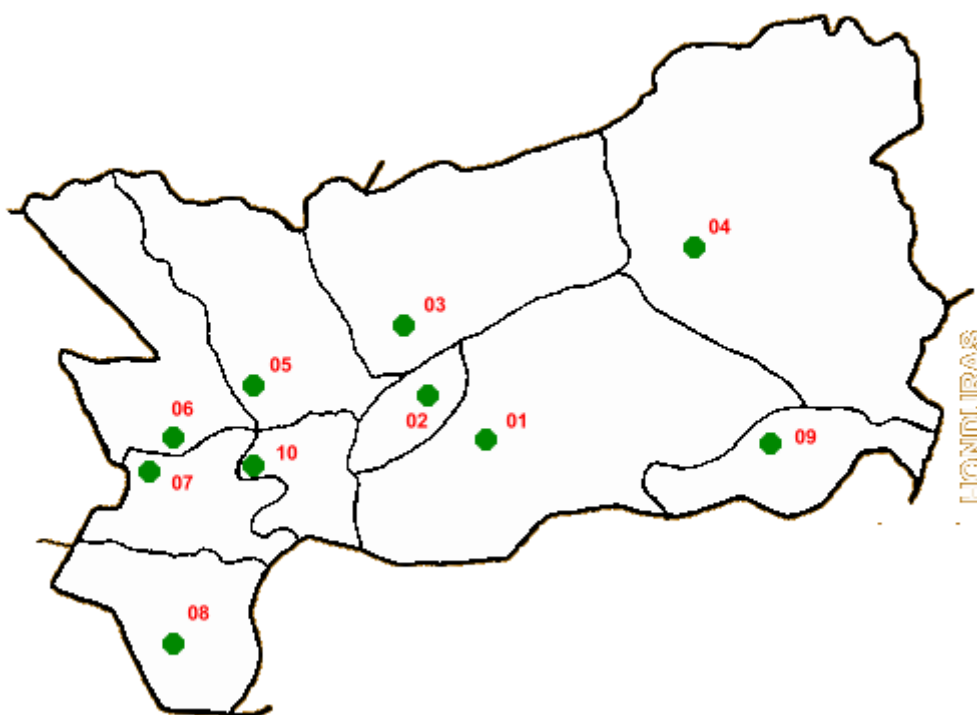
9. Cruz, E. Evaluación bacteriológica del agua de distribución del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala. . (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 1,992 57p.
10. López, Z. Evaluación de la Calidad de Agua para consumo humano de la aldea el Paredón Buena Vista, La Gomera Escuintla. (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 1,998 30p.
11. De León DY. Análisis del Agua para Consumo Humano del Municipio de Cuilco, Huehuetenango, Guatemala. 1998. USAC 39p. (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 1,998 64p.
12. Hernández, C. Estudio de Control de Calidad de agua potable de la ciudad de Mazatenango. (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 2,000. 57p.
13. Leiva R. Determinación de la Calidad del Agua de Distribución Municipal para Consumo Humano en el Municipio de Livingston, Departamento de Izabal. Guatemala, USAC (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 2002. 51p- Químico Farmacéutico.
14. En el 2003 Morales, Mirla realizó un estudio de 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) 2003. 57p- Químico Farmacéutico.
15. OPS (1994) Desechos peligrosos y salud en América Latina y el Caribe. (de Koning H, Cantanhede A y Benavides L; eds). Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C PP 45-67

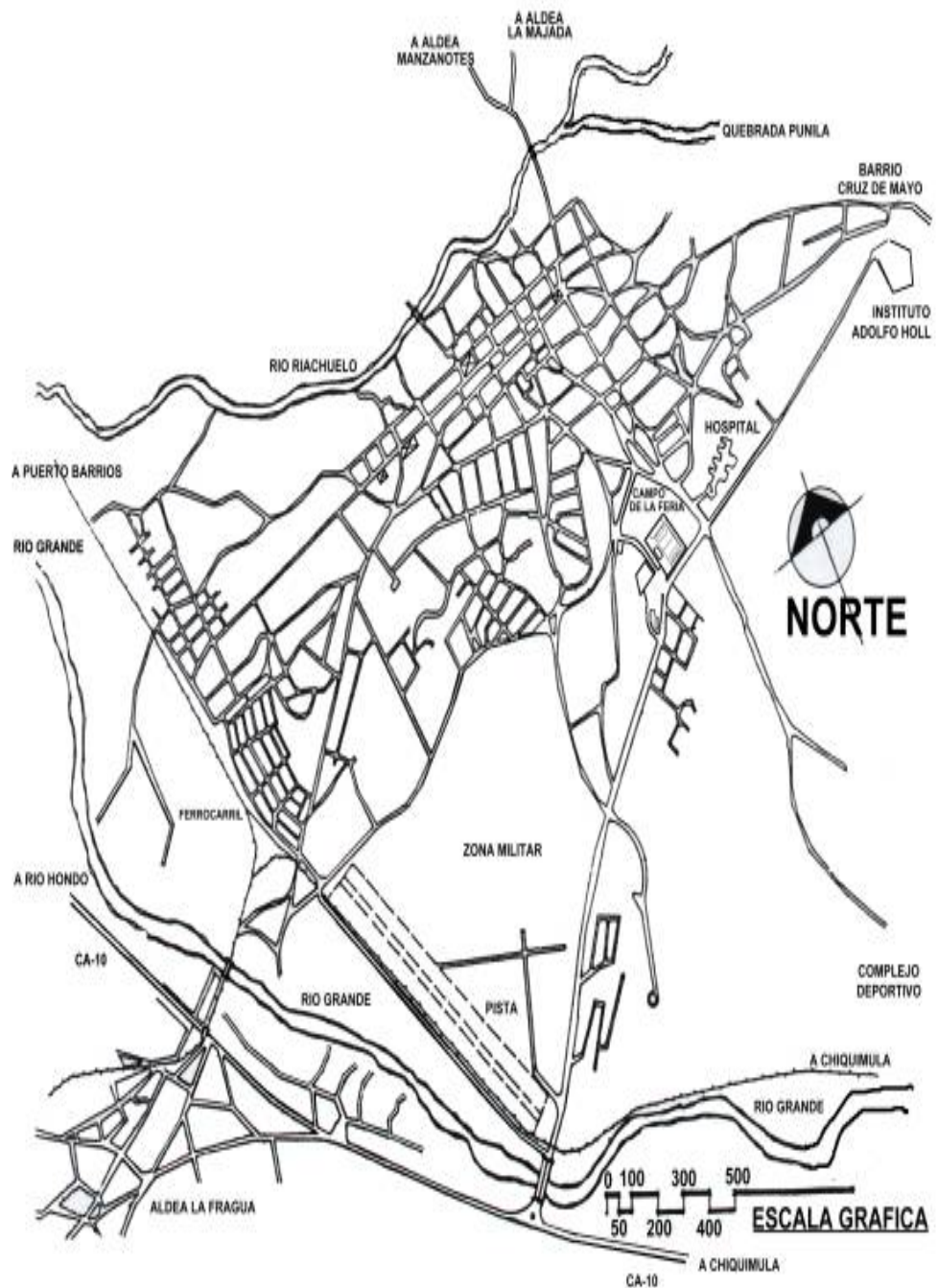
16. Organización Mundial de la Salud. 1995. Guías para la Calidad del Agua Potable 2ª. Edición. Ginebra. Vol. 1. pp. 25-38, 42-49, 138-146.
17. Metodología de la Investigación. Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. 2da. Edición, McGRAW-HILL. México 1998.
18. Ayres HG. Análisis Químico Cuantitativo. Harla, México 1970.
19. Azharía J. Appropriate Technology for water supplies and Sanitation Technical and economic option. USA 1980 67p. (p 62-64).
20. APHA,AWW.A y WWA. 1963. Métodos Estándar para Examen de Aguas de desecho. Ed Intercontinental. México.
21. Association of Official Analytical. Official Methods of Analysis (AOAC). Fifteenth ed. USA: Virginia, 1990 (p.312-336).
22. United Status Pharmacopea USP 26 año 2006 ensayo 241 pp. 2241
23. Organización Panamericana de la Salud. Metahemoglobinemia Infantil. México: Centro Panamericana de Ecología Humana y Salud. 1986.
24. Harrison, et al. Principios de Medicina Interna. Vols. 2, vol.2, México: Mc graw Hill. 1986 3088p.
25. American Public Healt. Standard Methods For The Examination of Water and Waste-Water. 17th Edition. USA: American Public Health, 1989. (P103, 500).

26. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. 1978. Tópicos sobre la Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas. Guatemala. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.
27. American Water Works Association. Agua su Calidad y Tratamiento. Trad. Colin M. México: UTHEA. 1988 390p.
28. Rodríguez V. Control de Calidad de agua para consumo humano en la ciudad de Chiquimulilla. Guatemala 1979. USAC (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) Químico Biólogo.
29. Instituto Nacional de Estadística de Guatemala. INE.

ANEXOS:

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA :





CASCO URBANO CIUDAD DE ZACAPA

ELABORO Y CORRIGIO:
CARLOS HUMBERTO TORRES

DEPARTAMENTO DE ZACAPA

DATOS HISTORICOS

Zacapa viene de voces de origen *nahuatl*, cuyo significado es sobre el río del *zacate* o de la hierba. Desafortunadamente es poco lo que la historiografía precolombina y colonial ha tratado acerca de este departamento, cuyas referencias más antiguas datan de 1535. Estas se encuentran en documentos de la época que hacen referencia al poblado de Zacatlán o Cacitán, que es la actual cabecera zacapaneca, llamada durante la colonia San Pedro Zacapa.

Se estima como muy probable la implantación de las encomiendas y el inicio de la evangelización a partir de la cuarta década del Siglo XVI. Poco más tarde se estableció el Corregimiento de Chiquimula, del que Zacapa formó parte por largas décadas, incluso después de la Independencia.

Finalmente, el régimen liberal decidió separar las jurisdicciones zacapaneca y chiquimulteca, debido a su ineficacia funcional provocada por su excesivo tamaño. Esta decisión se implementó mediante Decreto emitido en noviembre de 1871, a través del cual se estableció en definitiva el Departamento de Zacapa.

UBICACIÓN

El departamento de Zacapa se sitúa al noroeste de Guatemala en la zona llamada Oriental, limitada al norte con los departamentos de Alta Verapaz e Izabal, al este con Izabal, y la república de Honduras, al sur con los departamentos de Chiquimula y Jalapa, y al oeste con el departamento de El Progreso. Se ubica a una distancia de 146 Km.

LÍMITES

El Departamento de Zacapa se encuentra situado en la región III o región Nor-Oriente, su cabecera departamental es Zacapa, limita al Norte con los departamentos de Alta Verapaz e Izabal; al Sur con los departamentos de Chiquimula y Jalapa; al Este con el departamento de Izabal y la República de Honduras; y al Oeste con el departamento de El Progreso. Se ubica en la latitud 14° 58' 21" y longitud 89° 31' 42", y cuenta con una extensión territorial de 2,690 kilómetros cuadrados.

Se sitúa al norte con los municipios de Estanzuela y Río Hondo, al este con el municipio de Gualán y la Unión (Zacapa) y el Municipio de Jocotán (Chiquimula), al sur nuevamente con La Unión y con el departamento de Chiquimula y al oeste con los municipios de Huité y Estanzuela.

CONDICIONES CLIMÁTICAS

El clima es cálido, con temperatura media anual de 27° C, reportando temperaturas máximas de 34° C y mínimas de 21° C, siendo los meses de marzo y abril los más cálidos. La humedad relativa es de 74% aproximadamente. La velocidad promedio de los vientos es de 6.2 Km. por hora, la insolación media mensual alcanza 205 horas y la anual 2,469.7 horas.

IDIOMAS

El habla popular de la región es muy característica. Difiere del resto del país, debido a la forma tan peculiar con la que se expresan sus habitantes. Ellos utilizan muchos modismos del lenguaje, con mezcla de arcaísmos y novedades lingüísticas que al parecer han sido adquiridos por la vivencia televisiva, producto del fenómeno sociocultural de los medios de comunicación.

Como efecto de la presencia de los españoles en la región oriental de Guatemala, durante los siglos XVII al XVIII, uno de los idiomas de origen maya, remanentes y aún vigentes es el ch'orti'. Este surgió, debido a que en dicho lugar se formó la vía de comunicación más directa del reino de Guatemala, con la corona española y las demás regiones del istmo.

En Zacapa, aún existe cierto número de familias en el municipio de la Unión que se comunican en idioma ch'orti'.

ECONOMÍA

El clima caliente es característico de la región, y debido a esta temperatura su producción agrícola se reduce a cultivos propios del lugar y a la crianza de ganado vacuno. Sus artesanías son variadas, la mayoría derivadas de su producción agropecuaria, entre ellas, la curtiembre y elaboración de artículos de cuero, así como de mantequilla y quesos, los cuales tienen mucha demanda en todo el país.

Asimismo, son famosos los puros que se elaboran con el tabaco que se produce en la zona, y que lo trabajan en su mayoría las mujeres. Con la abundancia de la palma se fabrican trenzas, sombreros, cestería, escobas y petates.

El maguey es otra planta que abunda en esta zona, con el cual se pueden hacer lazos y redes. Para obtener la pita del maguey, los artesanos cortan las hojas y las dejan pudrir en agua. Cuando ha transcurrido el tiempo necesario, las raspan con machetes de madera para quitarles toda la carnaza y dejar libre la fibra hasta que seque. Después, la lavan para blanquearla y queda lista para ser utilizada. Una de las más importantes artesanías de

Zacapa es la elaboración de los bordados de manteles, blusas, servilletas y otros, que trabajan las mujeres del municipio de Estanzuela con el sistema del deshilado. Por su calidad, estos bordados son muy apreciados tanto dentro como fuera del país. En este municipio también se hacen quesadillas, dulces de toronja y mazapán.

En Zacapa, también existen otras artesanías como la cerámica rústica, llamada así, porque es modelada a mano y quemada al aire libre. Además, está la pirotecnia, con la fabricación de bombas y cohetes que venden no sólo en la localidad donde se fabrican, sino en los municipios vecinos para la celebración de las fiestas patronales. En algunos municipios, también trabajan muebles de madera, candelas, artículos de hierro y hojalata.

HIDROGRAFÍA

En la región III, a la que pertenecen los departamentos de Zacapa, Izabal, Chiquimula y El Progreso se encuentran 5 cuencas con áreas comprendidas entre 8,000 y 15,000 kilómetros cuadrados, que corresponden a los siguientes cuerpos de agua: Motagua, Sarstún, Polochic, Grande de Zacapa y Río Dulce.

Entre estas cuencas son de particular interés las correspondientes al Motagua, el Sarstún y el Polochic, por su valor como vías fluviales y la del Río Dulce por su belleza y potencial turístico. Entre los principales tributarios del Río Motagua están los ríos de Pasabien, Camotán, Panajax, Guastatoya, Teculután y el Hato. La cuenca se extiende de oeste a este y posee un déficit de humedad de 5 meses. Debido a su forma alargada y estrecha, su respuesta no es tan rápida a las lluvias fuertes.

El Río Grande de Zacapa, con una elevada pendiente media del cauce principal, contribuye a una susceptibilidad al riesgo de correntadas. Las crecidas de este río son variables y con lluvias fuertes pueden presentar crecidas repentinas; entre sus principales tributarios de segundo orden se encuentran los ríos Jocotán, San José y Chutaque. La cuenca posee el déficit de humedad más alto entre las cuencas a nivel nacional.

EXTENSIÓN TERRITORIAL POR MUNICIPIO

El departamento está integrado por 10 municipios, siendo su distribución por área municipal la siguiente:

Municipio	Km²
Zacapa	517
Estanzuela	142
Río Hondo	422
Gualán	696
Teculután	121
Usumatlán	115
Cabañas	136
San Diego	112
La Unión	342
Huité	87

ÁREAS PROTEGIDAS

Las áreas protegidas tienen por objeto conservar la flora y fauna, así pues, en el departamento se han declarado como áreas protegidas los siguientes lugares; a) La Sierra de las Minas; b) Cerro Miramundo; y c) Cumbre Alta. Esta zona montañosa se ubica entre los municipios de los Amates, Izabal y la Unión, Zacapa.

VÍAS DE COMUNICACIÓN

El departamento de Zacapa cuenta con una infraestructura vial de 455 kilómetros equivalentes al 3.3% del total nacional, los cuales se dividen según su tipo de rodadura de la siguiente manera:

Asfalto	174 kms
Terracería	273 Kms.
Caminos rurales	8 Kms

De la longitud de la red vial del Departamento, 105 pertenecen a carreteras centroamericanas, 23 a rutas nacionales, 319 a rutas departamentales y 8 a caminos rurales. Las dos carreteras más importantes que cruzan dicho departamento son la CA-9 y la CA-10 las que permiten la comunicación con Petén y con las fronteras de Honduras y El Salvador.

USO POTENCIAL DE LA TIERRA

La capacidad productiva de la tierra con vocación agrícola sin limitaciones cubre el 0.2% del total de la región, localizados en los municipios de Huité y Cabañas.

La tierra agrícola con algunas limitantes para actividades agrícolas cubre el 13% del total de la región, localizado con mayor superficie en los municipios de Gualán, Zacapa y Río Dulce.

La tierra adecuada para pastos y cultivos semipermanentes, cubre el 15.5% del total regional, principalmente en Río Hondo, Teculután y Usumatlán.

El 41.1% del área del departamento, pertenece a la clase agrológica, la que presenta vocación estrictamente forestal, por presentar suelos poco profundos, con elevadas pendientes, pedregosidad, mal drenaje interno, textura pesada, baja capacidad de intercambio catiónico del suelo, y por ende baja disponibilidad de nutrientes; los municipios de Gualán, La Unión, San Diego y Usumatlán son representativos de esta clasificación de suelos.

USO ACTUAL DE LA TIERRA

La producción minera se subdivide en función de los productos metálicos y productos no metálicos. Dentro del departamento se produce principalmente oro, plata, platino, cobre y magnesio, en lo que se refiere a los productos metálicos; las minas se localizan en el municipio de Río Hondo.

COBERTURA FORESTAL

Por las características de su topografía, clima y suelo, Zacapa alberga dentro de su cobertura forestal 3 tipos distintos de bosque. El área total con cobertura forestal es de 461 Km² y representa aproximadamente el 17% del territorio del departamento.