



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA**

**“DISEÑO DE UNA PLANTA POTABILIZADORA DE  
AGUA PARA LA ZONA URBANA DEL CANTÓN GUANO  
PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**TESIS DE GRADO**  
**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:**  
**INGENIERO QUÍMICO**

**AUTOR: MARTHA XIMENA GAVILANES CARRILLO**  
**TUTOR: ING. HANNIBAL BRITO. M. PhD.**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2015**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INEGIERIA QUÍMICA**

El tribunal supremo electoral certifica que el de investigación “DISEÑO DE UNA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA PARA LA ZONA URBANA DEL CANTÓN GUANO PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, de responsabilidad de la Señorita Martha Ximena Gavilanes Carrillo ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de tesis quedando autorizado su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dra. Nanncy Velóz <b>DECANA FAC. CIENCIAS</b>	.....	.....
Dr. Juan Ramos <b>DIRECTOR CARRERA</b> <b>INGENIERÍA QUÍMICA</b>	.....	.....
Ing. Hannibal Brito. M. PhD <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	.....	.....
Ing. Mónica Andrade <b>MIEMBRO TRIBUNAL</b>	.....	.....
<b>COOR. SISBIB ESPOCH</b>	.....	.....
NOTA DE TESIS	.....	

Yo, MARTHA XIMENA GAVILANES CARRILLO soy responsable de todas las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis de grado y el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.

**Martha Ximena Gavilanes Carrillo**

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de vivir en el seno de mi familia, la salud y lo más importante la sabiduría y fuerzas para cumplir con una de mis metas, culminar mi carrera.

A mis padres Martha y Luis por brindarme toda su confianza y apoyo para consumir mis propósitos, y metas especialmente a mi madre que es el pedestal más importante y fuerte en mi vida pues gracias a su ayuda, consideración, amor, conocimientos y apoyo incondicional he sabido sobresalir a toda adversidad.

A mis hermanas y hermanos gracias a su confianza, a sus motivaciones, por ser el soporte necesario y especial en mi vida.

A lo más importante en mi vida que es mi hija **Karencita** un angelito que le dio una nueva luz y dirección a mi vida quien ha venido siendo mi inspiración y fuerza para superar y lograr llegar a cumplir mis propósitos pues ella es mi vida mi mundo mi razón de ser a quien amo, adoro con todo mi corazón, a mi esposo por ser un ser maravilloso por su ayuda, confianza, amor y comprensión.

A GAD Municipal del Cantón Guano por el auspicio incondicional a la investigación, un eterno agradecimiento al Sr. Alcalde por brindarme la oportunidad de realizar mi proyecto y al personal se encuentra a cargo del laboratorio por su confianza y ayuda brindada.

Un exclusivo agradecimiento y reconocimiento al Ing. Hannibal Brito y a la Ing. Mónica Andrade por el apoyo brindado, quienes aportaron sus amplios conocimientos para lograr la culminación de este trabajo de investigación.

**Martha Ximena Gavilanes Carrillo**

## **DEDICATORIA**

Con gran amor, cariño y felicidad dedico este trabajo a las dos mujercitas más importantes en mi vida, por ser fundamentales en mi formación ellas son la inspiración, fuerza, valor y coraje para cumplir mis meta y propósitos, KARENCITA mi bella angelical hija y MARTHITA mi hermosa, maravillosa e incondicional madre.

A mi padre Luis hermanos Verito, Jessy, Vivi, Luis, Daniel y a la persona que amo mucho mi esposo Rodney.

Por todo el amor que siento por mi familia se les dedico a ellos y darles un GRACIAS POR SU AYUDA, APOYO, CONFIANZA Y AMOR.

**Martha Ximena Gavilanes Carrillo**

## INDICE DE ABREVIATURAS

<b>Símbolo</b>	<b>Unidades</b>	<b>Factor</b>
<b>L</b>		Litros
<b>mL</b>		Mililitros
<b>mg</b>		Miligramos
<b>Q</b>	$[m^3/s]$	Caudal
<b>S</b>	$[m]$	Sumergencia máxima
<b>W</b>	$[m]$	Ancho de la garganta
<b>H<sub>a</sub></b>	$[m]$	Altura de la cresta
<b>H<sub>b</sub></b>	$[m]$	Altura del agua sobre la garganta
<b>P<sub>c</sub></b>	$[m]$	Pérdida de la carga
<b>N</b>		Número de sedimentadores
<b>V</b>	$[m^3]$	Volumen del sedimentador
<b>tr</b>	$[horas]$	Tiempo de sedimentación
<b>V<sub>s</sub></b>	$[cm/s]$	Velocidad de sedimentación
<b>V<sub>sc</sub></b>	$[cm/s]$	Velocidad de sedimentación crítica
<b>H</b>	$[m]$	Altura del sedimentador
<b>A</b>	$[m^2]$	Área del sedimentador
<b>L<sub>t</sub></b>	$[m]$	Longitud del sedimentador
<b>B</b>	$[m]$	Ancho del sedimentador
<b>V<sub>h</sub></b>	$[m/s]$	Velocidad de escurrimiento
<b>V<sub>a</sub></b>	$[m/s]$	Velocidad de arrastre de las partículas
<b>V<sub>ls</sub></b>	$[m^3/s]$	Volumen diario de lodos
<b>H<sub>f</sub></b>	$[m]$	Altura de la pantalla deflectora
<b>V<sub>f</sub></b>	$[m/s]$	Velocidad de paso de agua por el deflector
<b>N<sub>total orificios</sub></b>		Número de orificios para el deflector
<b>Ø</b>	$[m]$	Diámetro de cada orificio de deflector
<b>a</b>		Número de canaletas de Salida
<b>L</b>	$[m]$	Longitud de la canaleta
<b>N<sub>w</sub></b>		Número de vertederos por canaleta
<b>Q<sub>w</sub></b>	$[m^3/s]$	Caudal de cada vertedero

<b>n</b>		Número de filtros totales
<b>V<sub>f</sub></b>	[m/h]	Velocidad de filtración
<b>a</b>	[m]	Longitud
<b>b</b>	[m]	Ancho
<b>n</b>	[m]	Altura
<b>V<sub>tanque</sub></b>	[m <sup>3</sup> ]	Volumen del tanque
<b>A<sub>tanque</sub></b>	[m]	Área del tanque
<b>H<sub>tanque</sub></b>	[m]	Altura del tanque
<b>V<sub>hipoclorador</sub></b>	[m <sup>3</sup> ]	Volumen hipoclorador
<b>UFC</b>		Unidades Formadoras de Colonias
<b>NTU</b>		Nephelometric Turbidity Unit

## **TABLA DE CONTENIDOS DE ANEXOS**

Anexo A:	Caracterización.
Anexo B:	Tanque actual de cloración
Anexo C:	Pruebas de tratabilidad
Anexo D:	Dimensiones estandarizadas de los medidores Pashall
Anexo E:	Densidad y viscosidad del agua
Anexo F:	Caracterización del agua
Anexo G:	Norma Inen 1108:2008
Anexo H:	Norma Inen 2169:98
Anexo I:	Planos del diseño de la planta de agua potable



## TABLA DE ECUACIONES

<b>ECUACIÓN</b>	<b>pp.</b>
a-1: Ecuación para calcular la Población Futura.....	33
b-1: Ecuación para calcular la Dotación Básica.....	34
c-1: Ecuación para calcular la Dotación Futura.....	34
d-1 Ecuación para calcular el Consumo Medio Diario.....	34
e-1 Ecuación para calcular el Consumo Máximo Diario.....	34
f-1 Ecuación para calcular el Consumo Máximo Horario.....	35
g-1 Ecuación para calcular el Caudal Actual del Diseño.....	35
h-1 Ecuación para calcular el Caudal de Captación.....	35
i-1 Ecuación para calcular el Caudal de la Planta de Tratamiento.....	35
j-1 Ecuación para calcular el Volumen de Regulación.....	35
k-1 Ecuación para calcular el Volumen Contra Incendio.....	35
l-1 Ecuación para calcular el Volumen de Emergencia.....	35
m-1 Ecuación para calcular el Volumen Total.....	36
n-1 Ecuación para calcular la Sumergencia Máxima.....	36
ñ-1 Ecuación para calcular la Altura del Flujo.....	36
o-1 Ecuación para calcular la Altura de la Cresta.....	37
p-1 Ecuación para calcular la Sumergencia Máxima.....	37
q-1 Ecuación para calcular la Perdida de la Carga.....	37
r-1 Ecuación para calcular la Velocidad de Sedimentación.....	38
s-1 Ecuación para calcular la Velocidad de Sedimentación Crítica.....	38
t-1 Ecuación para calcular el Área Del Sedimentador.....	38
u-1 Ecuación para calcular el Área de cada Sedimentador.....	38
v-1 Ecuación para calcular la Velocidad de Esguerrimiento Horizontal.....	39
w-1 Ecuación para calcular la Velocidad de arrastre de Partículas.....	39
x-1 Ecuación para calcular el Volumen de Lodos Producidos.....	39
y-1 Ecuación para calcular el Volumen de la cámara de lodos.....	39
z-1 Ecuación para calcular de las dimensiones de la cámara de los.....	40
ab-1 Ecuación para calcular la Velocidad de paso a través del deflector.....	40
ac-1 Ecuación para calcular el Área de Cada Orificio.....	40
ad-1 Ecuación para calcular el Radio Hidráulico.....	40

	pp
ae-1 Ecuación para calcular Diámetro Hidráulico.....	40
af-1 Ecuación para calcular el Caudal de Cada Orificio.....	41
ag-1 Ecuación para calcular el Nivel Piezometrico.....	41
ah-1 Ecuación para calcular la Variación del Nivel Piezometrico.....	42
ai-1 Ecuación para calcular la Variación del Caudal de los Orificios.....	42
aj-1 Ecuación para calcular la Carga del Vertedero.....	42
ak-1 Ecuación para calcular el Caudal de Cada Vertedero.....	42
al-1 Ecuación para calcular la Altura de Salida del Sedimentador.....	42
am-1 Ecuación para calcular la Altura del agua por encima de la cresta de vertedero rectangular.....	43
an-1 Ecuación para calcular el Área de Filtración.....	43
añ-1 Ecuación para calcular el números de Filtros.....	43
ao-1 Ecuación para calcular el Área para cada Unidad.....	43
ap-1 Ecuación para calcular la longitud de la Pared por Unidad.....	43
aq-1 Ecuación para calcular el Ancho de la Unidad.....	43
ar-1 Ecuación para calcular eficiencia.....	44
as-1 Ecuación para calcular el Volumen del Tanque de Cloración.....	44
at-1 Ecuación para calcular la Altura del Tanque.....	44
au-1 Ecuación para determinar el peso del cloro Necesario.....	44
av-1 Ecuación para calcular el Volumen del Hipoclorador.....	45
aw-1 Ecuación para calcular la eficiencia.....	45

## TABLA DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>	<b>pp</b>
Figura 1-1: Distribución del agua.....	5
Figura 2-1: Aforador de caudal parshall .....	17
Figura 3-1: Resina catiónica .....	39

## TABLA DE TABLAS

<b>TABLA</b>		<b>pp</b>
Tabla 1-1:	Componentes químicos a analizar en el agua .....	10
Tabla 2-1:	Conductividad del agua.....	11
Tabla 3-1:	Clasificación del agua según su dureza.....	12
Tabla 4-1:	Procesos de potabilización del agua.....	12
Tabla 5-1:	Parámetros del diseño.....	14
Tabla 6-1:	Datos de dotación básica.....	14
Tabla 7-1:	Parámetros de dotación.....	15
Tabla 8-1:	Sumergencia de la garganta (S).....	18
Tabla 9-1:	Valores de K y M según el tamaño de la garganta W .....	19
Tabla 10-1:	Tasas de sedimentación para algunas partículas.....	20
Tabla 11-1:	Datos adicionales.....	22
Tabla 12-1:	Parámetros para el diseño de sedimentadores.....	22
Tabla 13-1:	Datos adicionales para la estructura de entrada.....	24
Tabla 14-1:	Lecho recomendado para filtros lentos .....	28
Tabla 15-1:	Criterios de diseños de filtros lentos.....	29
Tabla 1-2:	Cuadro: equipos, materiales, reactivos.....	49
Tabla 2-2:	Descripción de los métodos de análisis físicos, químicos y microbiológicos.....	50
Tabla 3-2:	Estándar metods *1060 C <sup>10</sup> .....	52
Tabla 4-2:	Standard methods *2550 B.....	53
Tabla 5-2:	Método hach* 2510.....	54
Tabla 6-2:	Standard methods *4500 HB.....	55
Tabla 7-2:	Standard methods* 2510.....	56
Tabla 8-2:	Standard métodos * 2340 B y C.....	57
Tabla 9-2:	Standard métodos * 2320 B.....	58
Tabla 10-2:	Standard métodos * 4500 B.....	59
Tabla 11-2:	Standard métodos * 4500 D.....	60
Tabla 12-2:	Standard métodos.....	61
Tabla 13-2:	Método hach.....	62
Tabla 14-2:	Determinación de la contaminación microbiológica.....	63

		PP
Tabla 15-2:	Estándar methods.....	64
Tabla 16-2:	Detalle reporte de resultados del primer análisis.....	67
Tabla 17-2:	Detalle reporte de resultados del segundo análisis.....	68
Tabla 18-2:	Detalle reporte de resultados del tercer análisis.....	69
Tabla 19-2:	Datos para el cálculo parámetros del diseño.....	70
Tabla 20-2:	Dato para el cálculo del sedimentado.....	71
Tabla 21-2:	Prueba de tratabilidad para la dureza.....	72
Tabla 22-2:	Prueba de tratabilidad para coliformes fecales y totales.....	91
Tabla 1-3:	Resultados de diseño.....	91
Tabla 2-3:	Resultado del medidor de caudal parshall.....	91
Tabla 3-3	Resultado del sedimentador clásico.....	91
Tabla 4-3	Resultado del filtro lento con resina catiónica.....	92
Tabla 5-3	Resultado de la aplicación de la resina.....	92
Tabla 6-3	Resultados cámara de cloración.....	93
Tabla 7-3	Caracterización físico química y microbiológica antes y después del tratamiento.....	94

## TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	pp.
RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
INTRODUCCION.....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1. MARCO TEORICO.....</b>	<b>4</b>
1.1. <b>Agua.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. <i>Agua Subterráneas o Freáticas.....</i>	<i>5</i>
1.1.2. <i>Importancia del agua para la vida.....</i>	<i>6</i>
1.1.3. <i>Calidad del agua.....</i>	<i>7</i>
1.1.4. <i>Agua potable.....</i>	<i>8</i>
1.1.5. <i>Componentes del agua.....</i>	<i>9</i>
1.1.5.1. <i>Componentes químicos.....</i>	<i>9</i>
1.1.5.2. <i>Microorganismos.....</i>	<i>10</i>
1.1.5.3. <i>Componentes físicos.....</i>	<i>10</i>
1.2. <b>Principales procesos de potabilización del agua.....</b>	<b>12</b>
1.2.1. <i>Sistema de captación.....</i>	<i>12</i>
1.2.2. <i>Captación de aguas subterráneas.....</i>	<i>12</i>
1.2.3. <i>Aducción.....</i>	<i>12</i>
1.2.4. <i>Aireación.....</i>	<i>12</i>
1.2.5. <i>Desarenación.....</i>	<i>12</i>
1.2.6. <i>Coagulación.....</i>	<i>13</i>
1.2.7. <i>Floculación.....</i>	<i>13</i>
1.2.8. <i>Filtración.....</i>	<i>13</i>
1.2.9. <i>Desinfección.....</i>	<i>13</i>
1.2.10. <i>Sistema de potabilización.....</i>	<i>14</i>
1.2.10.1. <i>Población futura.....</i>	<i>14</i>
1.2.10.2. <i>Dotación y consumo de agua.....</i>	<i>14</i>
1.2.10.3. <i>Caudal del diseño.....</i>	<i>16</i>
1.2.10.4. <i>Volumen de reserva.....</i>	<i>16</i>

	pp
1.2.10.5. <i>Medidores Parshall</i> .....	17
1.2.10.6. <i>Sedimentación</i> .....	19
1.2.10.7. <i>Filtración</i> .....	27
1.2.10.8. <i>Desinfección</i> .....	32
1.2.11 <i>Almacenamiento de distribución</i> .....	33
1.3. <b>Diseño del sistema de potabilización</b> .....	33
1.3.1. <i>Fórmulas para el cálculo de la población futura</i> .....	33
1.3.2. <i>Fórmulas para el cálculo de la dotación y consumo de agua</i> .....	34
1.3.3. <i>Fórmulas para calcular los caudales de diseño</i> .....	35
1.3.4. <i>Fórmulas para calcular los volúmenes de reserva</i> .....	36
1.3.5. <i>Fórmulas para los cálculos del canal Parshall</i> .....	37
1.3.6. <i>Fórmulas para los cálculos del sedimentación</i> .....	38
1.3.7. <i>Fórmulas para los cálculos de filtración</i> .....	44
1.3.8. <i>Fórmulas para los cálculos de desinfección</i> .....	45
<b>CAPITULO II</b>	
2. <b>PARTE EXPERIMENTAL</b> .....	47
2.1. <b>Muestreo</b> .....	47
2.1.1. <i>Plan de muestreo</i> .....	47
2.2. <b>Metodología</b> .....	48
2.2.1. <i>Metodología de trabajo</i> .....	48
2.2.2. <i>Tratamiento de las muestras</i> .....	48
2.2.3. <i>Equipos, materiales y reactivos</i> .....	49
2.3. <b>Métodos y técnicas</b> .....	50
2.3.1. <i>Métodos</i> .....	50
2.3.2. <i>Técnicas</i> .....	52
2.4. <b>Datos</b> .....	67
2.5. <b>Datos adicionales</b> .....	70
2.6. <b>Diagnostico</b> .....	71
2.7. <b>Caracterización físico química del agua después de realizar el tratamiento con resina catiónica</b> .....	71
<b>CAPITULO III</b>	
3. <b>DISEÑO DEL SISTEMA DEL TRATAMIENTO</b> .....	73
3.1. <b>Cálculo de la población futura</b> .....	73

	PP
3.2. Cálculo de la dotación y consumo de agua.....	73
3.2.1. <i>Cálculo de la dotación básica</i> .....	73
3.2.2. <i>Cálculo de la dotación de agua</i> .....	74
3.2.3. <i>Cálculo de los caudales de diseño</i> .....	75
3.2.4. <i>Cálculo de los volúmenes de reserva</i> .....	76
3.3. Cálculos de ingeniería.....	76
3.3.1. <i>Diseño del caudalímetro Parshall</i> .....	76
3.3.2. <i>Diseño del sedimentador</i> .....	78
3.3.3. <i>Diseño del filtro lento de resina catiónica</i> .....	87
3.3.4. <i>Desinfección</i> .....	89
3.4. Resultados.....	91
3.4.1. <i>Parámetros del diseño</i> .....	91
3.4.2. <i>Medidor de caudal Parshall</i> .....	91
3.4.3. <i>Sedimentador clásico</i> .....	92
3.4.4. <i>Filtro lento con resina catiónica</i> .....	93
3.4.5. <i>Cámara de cloración</i> .....	93
3.5. Propuesta del diseño de la planta potabilizadora.....	95
3.6. Análisis y discusión de resultados.....	96
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>98</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>99</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
<b>ANEXOS</b>	



## **RESUMEN**

Se Diseñó una Planta Potabilizadora de agua para la zona Urbana del Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, para mejorar la calidad de agua de consumo humano. Se realizó un muestreo de tipo sistemático simple del agua, las muestras fueron tomadas en: la vertiente, el tanque de almacenamiento y de un grifo domiciliario, durante 4 semanas para realizar la caracterización mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos, como resultado de ello se pudo identificar dos parámetros fuera de los límites permisibles establecidos en la Norma INEN 1108, como son Dureza y Coliformes totales y fecales. Los valores obtenidos de dureza fueron 248 mg/L y de coliformes totales 5 UFC/ 100 mL, los análisis de caracterización fueron realizadas en el Laboratorio de Agua Potable y Alcantarillado del GAD Municipal del Cantón Guano, utilizando métodos analíticos y volumétricos. Mediante técnicas y procesos aplicados sobre las muestras de agua, se pudo establecer el nuevo sistema de potabilización, siendo necesario para colocar el agua dentro los límites permisibles y brindar agua de excelente calidad, la planta potabilizadora está formada por: un canal Parshall, 2 sedimentadores clásicos, 5 filtros con resina catiónica y un tanque de desinfección (utilizando hipoclorito de calcio). El diseño de la Planta Potabilizadora planteada, certifica la calidad y buen estado del agua, transformándola en apta para el consumo humano y cumpliendo con los requisitos establecidos en la Norma INEN 1108, por lo que se recomienda aplicar el sistema planteado para aguas con problemas de dureza, coliformes totales y fecales y garantizar la salubridad y eficacia para ser distribuida por la población del Cantón Guano.

**Palabras clave: < PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA>< CALIDAD DE AGUA>< CARACTERIZACIÓN DEL AGUA><ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA><ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO>**

## **SUMMARY**

One Water Treatment Plant for Urban area in Canton Guano, Chimborazo Province was Designed to improve the quality of water for human consumption. Sampling simple systematic water type was performed , samples were taken at : shed, storage tank and a house faucet for 4 weeks for characterization by physical, chemical and microbiological analyzes , as a result is could identify two parameters outside the permissible limits established in the Standard INEN 1108, as hardness and total and fecal coliforms are . The hardness value obtained was 248 mg / L and total coliform 5 CFU / 100 ml, characterization analyzes were performed at the Laboratory of Water and Sewer Municipal GAD Guano Canton, using analytical and volumetric. Using techniques and processes applied to water samples, were able to establish new water treatment system , being necessary to place the water within permissible limits and provide excellent water quality , the water treatment plant consists of: a Parshall flume , 2 settlers classic , five filters with cationic resin and a disinfecting tank ( using calcium hypochlorite) . The design of the WTP raised , certifies the quality and condition of the water , making it unfit for human consumption and complying with the requirements of the Standard INEN 1108, so it is recommended to apply the system proposed for waters impaired hardness, total and fecal coliforms and ensure the safety and efficacy to be distributed by the population of Guano city.

**KEYWORDS :** < WATER TREATMENT PLANT WATER > < WATER QUALITY>  
< CHARACTERIZATION OF THE WATER > < PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS  
OF WATER > < MICROBIOLOGICAL ANALYSIS>

## **INTRODUCCION**

Al ser considerado el agua como el recurso no renovable más importante e indispensable para los seres vivos, misma que al ser consumida por los humanos debe encontrarse en las mejores condiciones físicas, químicas y microbiológicas que se considere apta para el consumo.

La presente investigación tiene la finalidad de realizar el Diseño de una Planta Potabilizadora de Agua con el objetivo de cumplir con la norma INEN 1108 para agua potable, y poder distribuirla a los habitantes del Cantón Guano agua de buena calidad. Para cumplir con lo expuesto en el párrafo anterior se ha realizado la respectiva caracterización del agua en la fuente, tanque y hogares, donde se encontró un parámetro como es la Dureza, fuera de los límites permitidos en la norma antes mencionada, por lo que, se enfocó el trabajo sobre esta cuantificación, aplicando el tratamiento más adecuado para el mejoramiento del agua en estudio.

Dentro de la caracterización realizada también se encontró coliformes fecales y totales, pero sobre este parámetro no se tiene ninguna complicación, puesto que, el agua en estudio actualmente se realiza uno proceso de cloración, por lo que se realizó un estudio periódico, una serie de análisis microbiológicos sobre el agua durante 15 días, lo que, nos certifican que el proceso aplicado es suficiente para regular y eliminar en su totalidad coliformes fecales y totales.

Se pudo controlar los parámetros encontrados fuera de norma, mediante el diseño de la Planta potabilizadora de agua, misma que está formada por: un Canal Parshall, 2 Sedimentadores, 5 Filtros, y un Tanque de Desinfección. Por ello se considera como la mejor opción el sistema de potabilización propuesto, ya que, certifica la salubridad y buena calidad del agua como también garantizar y preservar la salud de cada uno de los habitantes que gozan de este servicio.

## **Antecedentes**

Al ser guano un Cantón de la Provincia de Chimborazo. La bella ciudad de tiene una superficie de 473 km<sup>2</sup>, siendo el valor de la menor altitud 200 hasta la mayor que se encuentra en el nevado Chimborazo de 6310 msnm, siendo dos de sus parroquias urbanas: La Matriz y El Rosario, Y nueve parroquias rurales habiendo sido la más extensa la Parroquia de San Andrés

Según datos dados por el INEC, de acuerdo al censo del 28 de noviembre de 2010, en el cantón Guano habitan 42851 personas.

En la actualidad el agua que llega a cada uno de los hogares, proviene de vertientes ubicadas al norte del cantón, luego es trasladada a un tanque ubicado en la Parroquia de San Andrés posteriormente dirigiéndose a Santa Marianita de Lluishi, aquí se somete a un proceso de cloración no siendo suficiente para certificar la salubridad, buen estado y calidad del agua consumida por los habitantes.

En el cantón Guano el abastecimiento de agua potable está cubierto al rededor del 98% de su población en la Zona urbana, con un caudal del 35,70 L/segundo, existen dos redes para cubrir la demanda de agua en el cantón, la primera proveniente de las Fuentes de Villagran que aporta con 25 % y la segunda de San Andrés que aporta con 75%, esta última es en la que se enfoca el presente estudio.

Anteriormente no se ha registrado ningún estudio realizado sobre el agua proveniente de la Vertiente Los Guaicos, consumido por los habitantes del Cantón Guano, es decir, el presente estudio es el único que se ha realizado en dicha fuente.

## **Justificación del Proyecto de Tesis**

El consumo de agua potable en excelente estado físico, químico y organoléptico es derecho de todos los Ecuatorianos para garantizar el disfrute de una vida buena.

En la actualidad el agua es sometido a un proceso de cloración, lo que, no garantiza que se le considere salubre, ni de buena calidad, debido a que, en la caracterización se idéntica parámetros como la dureza y coliformes fecales y totales fuera de los límites permisibles, afectando a los habitantes en su inmunidad.

La necesidad de ofrecer agua potable en condiciones aceptables, proteger la salud de la población urbana del Cantón Guano, demuestra cual interesante es el progreso y aplicación la investigación en curso, mediante el Diseño de una Planta Potabilizadora de Agua, en ella se debe detallar todas las etapas ineludibles, pueden ser consideradas las siguientes: transporte, recolección, tratamiento, almacenamiento y distribución educado, para llegar al objetivo anhelado, de tal manera que, el agua explotada de la vertiente se le dé un tratamiento idóneo previa su distribución, ya que es necesario para preservar la salud de los habitantes de la zona. Y cumpla con la Norma INEN 1108.

## **Objetivos**

### **General:**

- ✓ Diseñar una Planta Potabilizadora de Agua para la Zona Urbana del Cantón Guano Provincia de Chimborazo

### **Específicos:**

- ✓ Diagnosticar el estado actual del agua mediante análisis físicos-químicos y microbiológicos.
- ✓ Plantear alternativas de viabilidad técnica para el tratamiento de agua en base a la caracterización realizada.
- ✓ Realizar ensayos químicos físicos y microbiológicos para mantener el agua a óptimas condiciones de consumo.
- ✓ Caracterizar el agua después del diseño de la planta.

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1 Agua

Al ser calificado el agua como el componente covalente más importante e indispensable, para el desarrollo y sobrevivencia de los seres vivos. Hay que tomar en cuenta que es tiene propiedades muy diferentes al resto compuestos.

- Perdura en estado líquido a unas temperaturas a las que otras sustancias parecidas pasan al estado gaseoso.
- Otra propiedad muy importante a considerarse para la vida en aguas frías, es que los sólidos son más densos que sus respectivos líquidos, cosa que no su sede con el agua sólida (hielo), puesto que es menos densa que el agua líquida.
- El agua alcanza su densidad máxima ( $1000 \text{ kg/m}^3$ ) a una temperatura de  $4^\circ\text{C}$ . Por encima y por debajo de esta temperatura el agua se dilata y su densidad disminuye.<sup>1</sup>

Estas son algunas de las propiedades más importantes a mencionar.

El agua es el recurso más importante e indispensable para el desarrollo de la vida, se consigue discurrir como un recurso renovable siempre y cuando sea tratada y controlada con mucha responsabilidad caso contrario seguirá siendo una recurso no renovable a nivel mundial.

En nuestro planeta las aguas ocupan una alta proporción en relación con las tierras emergidas, y se presentan en diferentes formas:

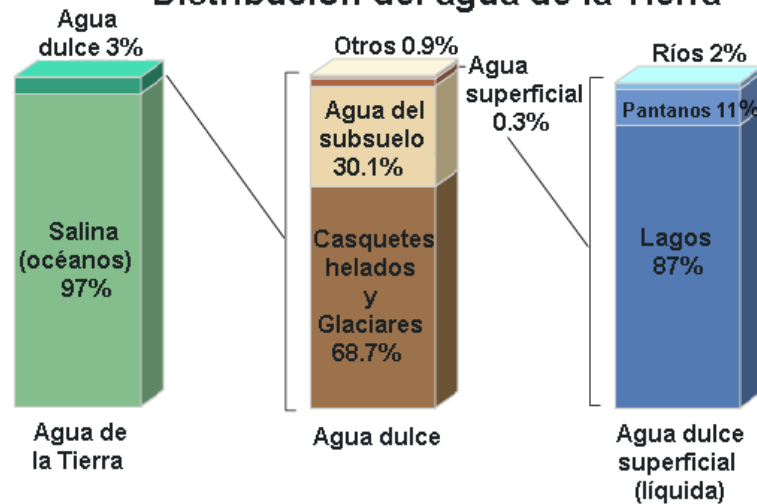
- El agua salada llega a cubrir el 71% de la superficie terrestre, siendo mares y océanos en donde se encuentra el agua con alta concentración de sal..
- Por otro lado los ríos, lagos y lagunas son también llamadas aguas superficiales.

---

<sup>1</sup> <http://www.deciencias.net/proyectos/4particulares/quimica/compuestos/agua.htm>

- Alrededor del 3% del agua existente en el mundo, es dulce apta para el consumo humano previo un tratamiento y de ello un poco más de las dos terceras partes es agua congelada (hielo) se las halla en polos, glaciares y altas montañas (nevados). Por otro lado la mayor cantidad de agua en nuestro planeta se encuentra en mares y océanos siendo el 97% considerara agua salada.

Figura 1-1: Distribución del Agua  
**Distribución del agua de la Tierra**



FUENTE: <http://www.jmarcano.com/recursos/agua.html>

De esta manera la naturaleza garantiza que el agua no se pierda y pueda volver siempre a ser utilizada por los seres vivos.<sup>2</sup>

### 1.1.1 Aguas subterráneas o freáticas

El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua. El agua subterránea se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados (debido a la gravedad) y eventualmente llegan a los arroyos, los lagos y los océanos. Puesto que al menos 1500 millones de personas a nivel mundial nos abastecemos de agua potable proveniente de aguas subterráneas que son el 97% del agua dulce total en el planeta.

El agua potable proveniente de las aguas subterráneas, tienen un importancia vital en el desarrollo de la vida como tal y también a nivel económico puesto que es utilizada a

<sup>2</sup> FUENTE: <http://www.jmarcano.com/recursos/agua.html>

nivel doméstico, industrial, agrícola comercial entre otros, todo ello en zonas urbanas y rurales

La agricultura es un ámbito muy importante, pues gracias a ella tenemos alimentos frutas vegetales, etc y todo esto se puede desarrollar gracias al agua, pero también hay que considerar un aspecto interesante, que además gracias a la agricultura aumente la contaminación en el agua.

Además, hay una evidencia creciente de que el agua freática está cada vez más contaminada. Los contaminantes más comunes son el nitrato, la sal, los compuestos orgánicos solubles y, en ciertas condiciones, algunos patógenos fecales.<sup>3</sup>

#### *1.1.1.1 Características del agua subterránea*

El agua en su camino hacia el acuífero viene de la lluvia con ciertas características adquiere otras en su trayecto de escorrentía y sigue transformándose en la infiltración, al llegar al acuífero tiene contacto con minerales de las rocas y seguirá transformándose lentamente. Los mecanismos que intervienen en la composición y evolución del agua son: la Disolución (de gases y sales) y el ataque químico (carbón disolución, hidrólisis, oxidación reducción, cambios de bases y reacciones bioquímicas). Por esta razón el agua subterránea presenta una mineralización elevada. En aguas subterráneas contaminadas pueden cambiar las características y concentración de los elementos presentes, también puede suceder en aguas no contaminadas que existan elementos presentes en mayores concentraciones a las aquí descritas.

#### *1.1.2 Importancia del agua para la vida.*

El único recurso del que depende el progreso de la vida es el agua. La historia e investigaciones nos abortan resultados de que el primer indicio de vida se dio en el agua, y que los grupos zoológicos que han avanzado hacia una coexistencia mundial, siguen conservando en ellos su conforme habitad acuático, encerrado, y protegido hacia la gasificación fenomenal.

Gracias al agua se realizan procesos metabólicos en los organismos existentes en la tierra, debido a que los cuerpos están constituidos por el 80% de agua. Desempeña un

---

<sup>3</sup> <http://www.salonhogar.com/ciencias/naturaleza/elagua/aguassubterranas.htm>



papel muy importante en el desarrollo de: la fotosíntesis de las plantas, es el hábitat para una gran parte de organismos

Para toda la humanidad debería ser una obligación el conservar los recursos hídricos asimismo se debe considerar y concienciar a la humanidad que el agua es un recurso no renovable y debemos cuidar de ella., por el papel que desempeña en la vida de todos los seres vivos<sup>4</sup>.

### ***1.1.3 Calidad de agua***

Es evidente que para determinar la calidad de agua se sujeta a varias variables entre ellas el proceder de los humanos y fenómenos humanos.

La erosión del sustrato hubiera sido quien determina la calidad del agua, así como los procesos a ser considerados que influyen en la determinación de la calidad:

- Los procesos de sedimentación de lodos y sales como también la evaporación.
- La lixiviación natural de la materia orgánica.
- Los factores hidrológicos de temporada alteran demasiado a los nutrientes naturales presentes en el suelo y subsuelo
- Los componentes físicos y químicos del agua pueden ser perturbados por procesos biológicos dentro del agua.

Cabe indicar que hoy en día el hombre es quien ayuda a mantener el agua dentro de los parámetros de calidad descritos en normas.

Para nuestro estudio es importante que sobre el agua se realizan una serie de análisis físicos, químicos y microbiológicos sobre una muestra, dichos resultados son comparados con valores de cada una de los parámetros establecidos en la norma, ya que es muy importante e indispensable que el agua potable que van a consumir cada uno de los hogares sea de la mejor calidad, es así que debe encontrarse libre de microorganismos, fuera de virus y bacterias.

---

<sup>4</sup> <http://www.jmarcano.com/recursos/agua.html>

El deterioro de la de la calidad del agua es la mayor preocupación que existe a nivel mundial debido a la variación de los niveles de nutrientes como son el fosforo, el nitrógeno entre otros. El agua es contaminada con efluente de las zonas industriales y emisiones a la atmosfera, aguas residuales domésticas e incendios forestales.

Si el nitrógeno supera los 5mg/L, es un indicador que tiene contaminación proveniente de residuos agrícolas como fertilizantes o residuos orgánicos de humanos y animales y no es apta para el consumo humano.

#### ***1.1.4 Agua potable***

Para tener una encantadora salud es importante que el agua potable que se va a consumir sea de excelente calidad.

La importancia del agua, el saneamiento y la higiene para la salud y el desarrollo han quedado reflejados en los documentos finales de diversos foros internacionales sobre políticas., la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el periodo de 2005 a 2015 como Decenio Internacional para la Acción, El agua, fuente de vida.

Investigaciones nos han indicado que ciertas sustancias como el nitrato, arsénico, cloro, flúor, selenio, uranio, dureza causan grandes alteraciones en la salud y todos estos compuesto se puede encontrar en el agua potable contaminada.

El interés por los peligros derivados de la presencia de sustancias químicas en el agua de consumo aumentó como consecuencia del reconocimiento de la magnitud de la exposición al arsénico presente en el agua de consumo en Bangladesh y en otros lugares. La versión actualizada de las Guías y las publicaciones asociadas proporcionan orientación para la determinación de las prioridades locales y para la gestión de las sustancias químicas asociadas con efectos a gran escala. <sup>5</sup>

Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.<sup>6</sup>

La acción de potabilización es el hecho de procesar el agua común a agua potable. Existen una gran variedad de procesos de potabilización que son aplicados a los parámetros que se encuentren fuera de la norma establecida, entre los más comunes

---

<sup>5</sup> Guía para la calidad del agua potable, tercera edición. De la OMS

<sup>6</sup> Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 108:2010. Primera edición.

tenemos la desafección que nos ayuda a la eliminación de microorganismos patógenos, en su mayoría dicho proceso se lo realiza en base a cloro en diferentes presentaciones; la filtración es también muy común nos ayuda a retener sustancias, lodos, raíces, arena arrastradas por el agua.

Estos procedimientos se aplican a aguas que se originan en manantiales naturales o para las aguas subterráneas.

Las normas a seguir para adquirir agua potable de excelente calidad no solo es para ella sino también en el caso de las embasadoras de agua o para el agua aplicada en elaboración de alimentos. Pero existe el caso en que es necesario exigir una mayor calidad del agua como la diálisis renal, limpieza de lentes de contacto. Por lo que es necesario recomendar hervir el agua y garantizar la salubridad de la misma.

#### *1.1.4.1 Normas sobre la potabilización del agua*

Cualquier variedad de agua destinada para el consumo humano se debe encontrar dentro de los límites permisibles en parámetros físicos, químicos y microbiológicos todos estos valores detallados en la Norma NTE INEN 1108. Con el fin de garantizar la salubridad, buen estado y excelente calidad del agua potable. Verificar que no contiene sustancias tóxicas ni microorganismos patógenos.

#### *1.1.5 Componentes del agua.*

##### *1.1.5.1 Microorganismos*

Existen dos tipos de microorganismos los que necesitan de aire para vivir y nos que no lo necesitan y se los clasifica en:

- Quimiolitotrofos. Son bacterias que necesitan de oxígeno la energía necesaria para su desarrollo la adquieren de las reacciones de óxido-reducción. Entre las más comunes podemos nombrarlas a Ferrobacterias, Thiobacterias, Nitrobacterias, etc.
- Quimiotrganotrofos: son bacterias que sobreviven sin oxígeno (anaerobias), consideradas heterótrofas, siendo la bacteria sulfato reductora.

### 1.1.5.2 Componentes químicos

**Tabla 1-1 Componentes Químicos Analizados en el Agua**

Parámetro	Definición
Dureza.	La dureza es un parámetro que se encuentra en el agua a consecuencia de la presencia en grandes cantidades del calcio y magnesio y de pocas porciones de sales de hierro y magnesio.
Sólidos totales Disueltos.	La existencia de los sólidos totales en el agua es consecuencia de minerales y metales pesados, se puede encontrar dos tipos de sólidos aquellos que son aptos para el consumo doméstico teniendo valores menores a los 500ppm. Por otra parte los que no son aptos para el consumo debido a su sabor desagradable tienen valores de 1000ppm de sólidos disueltos.
Calcio.	Se presenta en el agua debido a la presencia de carbonatos y sulfatos de calcio. Para que no produzca anomalías y daños en la salud sus valores en el agua potable no deben superar los 1000ppm.
Magnesio	La razón por la que se encuentra magnesio en el agua es por silicatos y dolomías disociadas.
Sodio.	Por la intrusión marina, disolución de nitratos, cloruros sódicos y sulfatos, se debe a que exista sodio en el agua.
Cloruro.	La presencia de los cloruros en el agua subterránea se da por que en los sedimentos hay agua marina atrapada, como también a la disolución de evaporitas congeladas.
Bicarbonato y carbonato.	El CO <sub>2</sub> de la atmósfera diluido, los carbonatos, el suelo, caliza y dolomías ocasionan la presencia de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Por ello el contenido de CO en el agua nos indica el grado de alcalinidad del agua.
Fluoruros.	Se asume que provienen de ciertos minerales que se encuentran solo en las rocas magmáticas. Si tienen valores que superen a 1,5 mg/d, dan como resultado enfermedades bucales (fluorosis).
Hierro.	El hierro se le puede hallar formando parte de compuestos orgánicos, para determinar la presencia de hierro se da por dos estados de oxidación: precipitando como óxido y hidróxido.
Manganeso.	En su análisis se encuentran dos tipos: óxido insoluble se tienen valencia 4+; y los otros que tienen valencia 2+,3+. Tiene una gran semejanza al hierro, pero tiene un potencial REDOX Mayor.
Nitrato.	A consecuencia de la utilización de fertilizantes, herbicidas en la agricultura, efluentes domésticos e industriales, lixiviados de vertederos y por la degradación del material orgánico se halla Nitratos en el agua subterránea.
Nitrito	Son nocivos para la salud por ello el agua no debe contener en su composición nitritos, la presencia de estos se debe a la actividad bacteriana.
Amonio y amoniaco	Su presencia se debe a la contaminación y actividad bacteriana.
Litio	Aparece en cantidades de pocos microgramos por Litro. Proviene de rocas magnéticas y algunos minerales.
Bario	Es un compuesto que se encuentra en rocas ígneas y sedimentarias y su presencia en el agua descende de vertientes naturales. El bario tiene una gran aplicación a nivel industrial.

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X

### 1.1.5.3 Componentes físicos

- **Temperatura.**

En cuanto a las aguas subterráneas la temperatura no sufre gran variación se rige a la media anual atmosférica, el incremento de 1°C por cada 33m, se da a medida que descende la localidad del agua con ciertas excepciones en zonas tectónica y volcánicas que es mayor por otro lado en zonas de sedimentación es menor la temperatura del agua.

- **Color**

El color tiene la ventaja de atraer radiación del aspecto visible, adopta la coloración las aguas subterráneas debido al material orgánico en alineaciones carbonosas. La presencia de color es un indicativo de contaminación, a simple vista el agua con coloración es desagradable para consumir.

- **Sabor.**

Se le considera como un factor organoléptico subjetiva como microorganismos vivos, residuos vegetales y animales entre otros. Puesto que el sabor que tenga el agua marcará su consumo. Se clasifica en 3 tipos de agua con respecto al sabor: Salado por tener 300ppm de cloro; Picante contiene mucho CO<sub>2</sub>; Salado y Amargo se debe a la presencia de sulfatos mayores a 400ppm.

- **Turbidez.**

Se debe a la presencia de microorganismos, por sustancias minerales y vegetales así como también por material en suspensión y sustancias en forma coloidal, todas ellas no permite el paso de la luz.

- **Conductividad.**

La facilidad que tienen ciertos materiales a la hora de conducir la electricidad, se le conoce como conductividad eléctrica.

Se incrementa la conductividad debido a la presencia se electrolitos disueltos, en el caso de las aguas subterráneas sus valores se dan entre los 100 y 200 uS/cm, en el caso del agua dulce tiene valores entre 45000 uS/cm.

**Tabla 2-1: Conductividad del Agua**

Conductividad	
Temperatura de la muestra 25 °C	Conductividad (µS/cm)
Agua Ultrapura	0,05
Agua alimentación calderas	1 a 5
Agua Potable	50 a 100
Agua de Mar	53.000
5% de NaOH	223.000
50% NaOH	150.000
10% ClH	700.000
32% de ClH	700.000
31% NO3H	865.000

FUENTE: <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/parámetros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/Conductividad y Resistividad>

- **Dureza.**

Se presente en el agua como cationes de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . La dureza en el agua puede afectar a la salud en el caso de los hombres una infertilidad, y las mujeres muerte de sus ovarios, por otro lado el agua dura producen incrustaciones en calderas y tuberías de lavadoras.

**Tabla 3-1: Clasificación del Agua Según su Dureza.**

DUREZA DEL AGUA EN BASE AL CONTENIDO DE CALCIO EN EL AGUA			
Aguas muy duras	Aguas duras	Aguas ligeramente duras	Aguas blandas
Superiores a 200mg/L	Valores entre 100 y 200 mg/L	Valores entre 50 y 100 mg/L	Menor a 50 mg/L

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X.

## 1.2 Proceso de potabilización del agua

**Tabla 4-1 Procesos de Potabilización del Agua**

PROCESO	CONCEPTO – TEORIA
<p><i>1.2.1</i></p> <p><i>Sistema De Captación</i></p>	<p>Las formación más idónea del sistema de captación se debe empezar por la vertiente, captación, conducción, almacenamiento y distribución.</p> <p>Las vertientes o fuente deben cumplir con la obligación de abastecer por mucho tiempo, en el caso que no se debe buscar otra fuente.</p>
<p><i>1.2.2</i></p> <p><i>Captación De Aguas subterráneas</i></p>	<p>La vertiente o fuente es una formación de tipo geológica que permite transportar agua, ayudando al hombre a satisfacer las necesidades.</p> <p>Existen varios tipos de acuíferos de acuerdo a la presión hidrostática:</p> <p>Acuíferos Libres, no confinados ó freáticos: son aquellos que tiene una superficie libre de agua encerrado en ellos se hallan en contacto con el aire por ello se le considera en este tipo de acuíferos a la presión atmosférica y presión hidrostática. La densidad del agua es de <math>1 \text{ g/cm}^3</math>, y por cada 10m de profundidad la presión del fluido aumenta <math>1 \text{ Kg/cm}^2</math>.</p>
<p><i>1.2.3</i></p> <p><i>Aducción</i></p>	<p>Al acto de transportar el agua desde su vertiente a la planta se lo llama aducción. El proceso de aducción viene acompañado por una serie de elementos como son tuberías, canales, túneles entre otros que nos permiten transportar hacia la planta de tratamiento.</p> <p><i>1.2.3.1 Conducción por gravedad (acueductos, canales)</i></p> <p>En este caso el agua circula sin necesidad de fuerzas externas puesto que la cota o altura es más alta que la entrada de la planta.</p> <p><i>1.2.3.2 Conducción forzada (tuberías)</i></p> <p>Es aquella en la que la cota se halla más baja que la entrada a la planta por ende se utiliza un sistema de bombeo.</p>
<p><i>1.2.4</i></p> <p><i>Aireación</i></p>	<p>Se aplica en el tratamiento por las siguientes razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para remover el metano del agua.</li> <li>• Introducción de oxígeno del aire.</li> <li>• Permitir la emanación de los gases como <math>\text{CO}_2</math> y <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math></li> </ul> <p>Las bandejas de carbón coque varían en la superficie como son: <math>0,5 \times 0,4 \text{ m}</math> con un lecho de coque y con un espesor de <math>0,15 \text{ m}</math>. conformado por partículas de <math>0,05</math> a <math>0,15 \text{ m}</math>. sobre las cuales se vierte el agua cruda.</p>
<p><i>1.2.5</i></p> <p><i>Desarenación</i></p>	<p>Con el objetivo evitar daños u obstrucciones en equipos y tuberías, son colocados los desarenadores, ellos retienen el material en suspensión, basura, grava, lodo.</p> <p><i>1.2.5.1 Desarenadores</i></p> <p>La ubicación mas ideal de los desarenadores es a la entrada de la planta o bocatoma, puede ser considerado como un tanque construido a base de ladrillo o concreto con forma alargada o rectangular, que nos ayuda a la eliminación de la arena, grava partículas finas, etc.</p>
	<p>La coagulación consiste en aglutinar el material en suspensión que se encuentra en el agua</p>

<p><b>1.2.6</b> <i>Coagulación</i></p>	<p>mediante la adición de un coagulante los parámetros a considerar es el Ph y el tiempo de contacto esto varia acorde el tipo de coagulante.</p> <p><b>Principales factores que influyen en la coagulación.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo y cantidad de coagulante:</b> el coagulante a utilizar depende de los parámetros a tratar, en cuanto a la cantidad se la determina mediante ensayos de laboratorio.</li> <li>• <b>pH del agua:</b> cada tipo de coagulante tiene su especificación de pH el mismo que ayudara al excelente contacto entre el coagulante y el agua.</li> <li>• <b>Tiempo de mezcla y floculación (periodo de coagulación):</b> depende de la velocidad de agitación y el tipo de coagulante.</li> </ul> <p>La coagulación es aplicada en aguas crudas. Existen dos de solidos no sedimentables como son suspendidos y disueltos. Al limo fino, bacterias, son considerados sólidos en suspensión.</p>
<p><b>1.2.7</b> <i>Floculación</i></p>	<p>En el proceso de coagulación se da la formación de los mco-flóculos los mismos que tiene una densidad y tamaño adecuado al proceso de remoción que se clasifica por sedimentación o por flotación y/o filtración. La formación de los flóculos depende de la permanencia y de la cantidad de energía aplicada (gradiente de velocidad) en los floculadores.</p>
<p><b>1.2.8</b> <i>Filtración</i></p>	<p>Los filtros de arena se le considera cómo un proceso apto para la depuración de agua. A través de la filtración se puede eliminar impurezas, raíces, sustancias en suspensión. Gracias a ello podemos prevenir muchas enfermedades y prevalecer la salud de los seres humanos.</p> <p>Los elementos que intervienen en la filtración son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El medio filtrante</li> <li>• El fluido que contiene sólidos en suspensión</li> <li>• Presión en el agua que le ayude a avanzar al flujo.</li> <li>• Un filtro que sostiene al medio filtrante</li> </ul> <p><i>1.2.8.1 Elección del tipo de filtración</i></p> <p>Para una mejor elección del tipo de filtro depende de diversos aspectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Especificación de las características del fluido a ser filtrado, el contenido del mismo y su reacción en el tiempo.</li> <li>❖ La eficiencia y calidad a obtenerse en el filtrado.</li> <li>❖ Tipo de calidad de las partículas retenidas</li> <li>❖ Condiciones de instalación;</li> </ul> <p>Posibilidades y medios disponibles para el lavado.</p> <p><i>1.2.8.2 Atascamiento y lavado del material filtrante</i></p> <p>La aglomeración de material filtrante que impide el paso del fluido filtrado se lo llama atascamiento.</p> <p>Cuando el caudal de filtrado disminuye y la presión de almacenamiento es constante, y se desea evitar este fenomeno y mantener el caudal constante se debe aumentar la presión inicial.</p> <p>Los filtros, a medida que su lecho se va cargando de materias retenidas, se atasca. Cuando el atascamiento alcanza un valor excesivo o la calidad del filtrado no es aceptable, debe procederse al lavado del lecho filtrante.</p>
<p><b>1.2.9</b> <i>Desinfección</i></p>	<p>Para garantizar la buena calidad del agua potable se debe proteger la fuente y también tratarle al agua cruda. Lo más idóneo para cuando presenta microorganismos pirotógenos es aplicar una desinfección basada en cloro en cualquiera de sus presentaciones ya sea en pastillas, gas o granulada. La desinfección se puede dar por métodos físicos o químicos.</p> <p>Los métodos químicos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición de ozono.</li> <li>• El cloro y sus derivados</li> </ul> <p>Como la alternativa más común y más utilizada está el cloro y el dióxido de cloro, como última opción está el ozono puesto que su aplicación es insitu por su inestabilidad</p> <p>El Ozono constituye la tercera alternativa tras el cloro y el dióxido de cloro. La aplicación de ozono también requiere de aplicación in situ debido a su inestabilidad.<sup>7</sup></p> <p>El cloro es un agente oxidante que reacciona rápidamente con la materia orgánica e inorgánica.<sup>8</sup></p>

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X.

<sup>7</sup> American Water Works Association. Calidad Y Tratamiento Del Agua. 2002 1era Edición. Editorial McGraw-Hill. España. Pp 10

<sup>8</sup> Guía Para La Vigilancia De La Calidad Del Agua Para Su Consumo Humano. Ricardo Rojas/ CEPIS. 2002. Pp 54-55

## 1.2.10 Sistema de potabilización

### 1.2.10.1 Población futura

Basándonos en la tasa de crecimiento, en la población actual se determina los habitantes que existirán a futuro en una localidad, sector, región, país ciudad, etc. Dependiendo del proyecto a realizarse.

**Tabla 5-1 Parámetro del Diseño**

Parámetro	Valor
<sup>10</sup> Tasa de crecimiento	1.28
<sup>11</sup> Población 2010	7758
Años de proyección del trabajo (años)	20
Población 2015 (habitantes)	8267,38

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha. X.

### 1.2.10.2 Dotación y consumo de agua

#### 1.2.10.2.1 Dotación básica.

La dotación básica es la cantidad de agua en litros ineludible para satisfacer la necesidad de consumo de todos los servicios, de un habitante en un día medio.

**Tabla. 6-1 Datos de Dotación Básica**

DOTACION BASICA DE AGUA		
PARAMETRO	UNIDADES	VALOS
<sup>12</sup> Volumen de agua consumida	m <sup>3</sup> /mes	92534,4
<sup>13</sup> Total de usuarios servidos	Usuarios	1938
<sup>14</sup> Cada usuario corresponde a 5 habitantes	Habitantes	9690

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha. X.

<sup>10</sup> <http://www.inec.gob.ec>

<sup>11</sup> [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)

<sup>12</sup> Departamento de Agua Potable y Alcantarillado GADM-CG

<sup>13</sup> Departamento de Agua Potable y Alcantarillado GADM-CG

<sup>14</sup> Departamento de Agua Potable y Alcantarillado GADM-CG



#### 1.2.10.2.2 Dotación de agua.

Es el consumo futuro de agua, que influyen muchos factores siendo el clima el más importante, tamaño de la ciudad, crecimiento industrial todo ello influye en la demanda, por lo cual la OMS recomienda los siguientes parámetros.

**Tabla 7-1: Parámetros de Dotación**

CLIMA		
Población (habitantes)	Frio	Cálido
2000-10000	120	150
10000-50000	150	200
50000	200	250

Fuente: organización mundial de la salud

#### 1.2.10.2.3 Dotación futura

La dotación futura es la cantidad de agua en litros para compensar las necesidades a futuro, en una dotación media diaria.

Es considerado un incremento de 0,5% a 2% anual siendo su incremento en la dotación media diaria. Viene dada en  $m^3$  /habitantes \* día.

El cálculo se lo realiza del producto de Factor de Memorización, con la dotación básica. En esta ocasión el Factor de mayorización será del 1,728<sup>15</sup>, ahora el FM que determina el INEN es 1,28 pero le hemos añadido un 35% más puesto que en un año está proyectado un incremento de la población por que se espera la construcción de la UNACH con 3 facultades, como también en el GOE se dictaran Cursos extras a los actualmente dados.

#### 1.2.10.2.4 Consumo medio diario

Es la demanda de agua, que adquiere la población durante el periodo de un día.

Para este cálculo consideraremos la constante de variación diaria de 1,0<sup>16</sup> (k1)

#### 1.2.10.2.5 Consumo máximo diario

Es el máximo consumo que se espera realice la población en un día y se calcula como un factor de ampliación (K1) del Qmd, dicho factor está establecido por la norma.

<sup>15</sup> Departamento de Agua Potable y Alcantarillado GADM-CG

<sup>16</sup> Departamento de Agua Potable y Alcantarillado GADM-CG

#### *1.2.10.2.6 Consumo máximo horario*

Es el consumo máximo de una hora determinada, pudiendo ser considerado al medio día la más ideal.

La constante (k2) de variación en máximo horario es 1,3<sup>17</sup>.

#### *1.2.10.3 Caudal del diseño*

##### *1.2.10.3.1 Caudal actual de distribución*

Es la cantidad de fluido que pasa de un punto a otro por unidad de tiempo.

El caudal de trabajo es <sup>18</sup>35,7 L/s, es relevante indicar que es un dato facilitado por el GAD del Municipio del Cantón Guano, el mismo fue determinado tras una serie de pruebas por parte de los trabajadores del Agua potable del GADMCG.

##### *1.2.10.3.2 Caudal de captación.*

Es considerado los litros de agua /segundo que ingresan al tanque de almacenamiento o reservorio, predestinado para la demanda de la población.

La estructura de la captación se la diseñará con una capacidad equivalente a 1.2 veces el consumo máximo diario, del mismo modo se lo utilizará como el caudal de conducción.

##### *1.2.10.3.3 Caudal de la planta de tratamiento.*

La planta de tratamiento se diseñará para un caudal equivalente a 1.100 veces el caudal máximo diario.

#### *1.2.10.4 Volumen de reserva*

En la actualidad en el GADM-CG, no se trabaja con volumen de reserva, es decir todo el caudal que ingresa a la planta sale de la misma, satisfaciendo la necesidad actual de los habitantes, sin que exista reserva de agua.

##### *1.2.10.4.1 Volumen de regulación*

El volumen de regulación ayuda a la planta a regular el caudal necesario para satisfacer la demanda de agua.

---

<sup>17</sup> Departamento de Agua Potable y Alcantarillado GADM-CG

<sup>18</sup> Departamento de Agua Potable y Alcantarillado GADM-CG

#### 1.2.10.4.2 Volumen contra incendio

Se le estima a la cantidad de agua necesaria para proteger la planta de potabilización contra incendios, por ende a la población de sus alrededores

Dichos sistemas por definición, mantienen el agua estancada hasta el momento de uso.<sup>19</sup>

#### 1.2.10.4.3 Volumen de emergencia

El volumen total de almacenamiento se obtendrá al sumar los volúmenes de regulación, emergencia y el volumen para incendios.

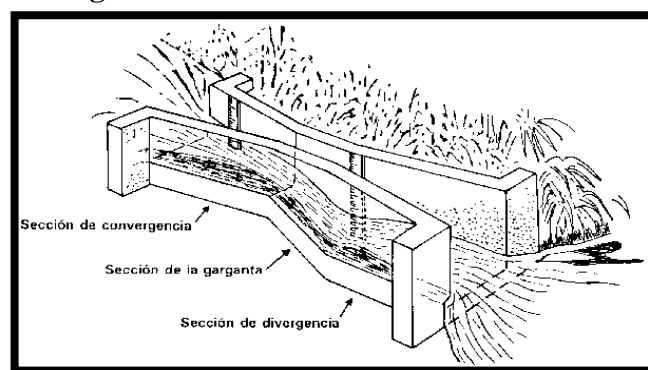
#### 1.2.10.4.4 Volumen total

En la sumatoria de todos los volúmenes anteriormente mencionados: volumen de reserva, volumen de regulación, volumen contra incendios, volumen de emergencia.

#### 1.2.10.5 Medidores Parshall

Ayuda a la disminución de presiones está formado por una estructura hidráulica, estando este canal formado por una sección de entrada, sección de convergencia en un piso nivelado, su garganta con un piso en pendiente aguas abajo finalmente un sección de divergencia en el piso con pendiente aguas arriba. Por motivo de ello el caudal avanza a una velocidad crítica a través de la garganta con una onda estacionaria en la sección de divergencia.

**Figura: 2-1 Aforador de Caudal Parshall**



FUENTE: <http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s06.htm>

El aforador tiene una sección rectangular en cualquier parte del canal desde el comienzo de la transición hasta la salida. Junto a la estructura del aforador se tienen dos pozos laterales o tanques con la misma profundidad, o mayor, que la parte más baja del

<sup>19</sup> [http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/11\\_leg.pdf](http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/11_leg.pdf)

aforador. "El agua que escurre por el aforador pasa a estos tanques por medio de unas perforaciones colocadas en la pared de la sección convergente y en la garganta"<sup>20</sup>

Las ventajas que presentan los aforadores Parshall es que las pérdidas de carga son menores, tienen la capacidad de medir tanto con flujo libre como moderadamente sumergido, el agua adquiere velocidad suficiente para para limpiar los sedimentos y además opera en un amplio rango de flujos.

**a) Grados de Sumergencia (m/m)**

Condiciones generales para el cálculo. Se establece  $S=0,7$

**Tabla 8-1: Sumergencia de la Garganta (S)**

ANCHO DE LA GARGANTA(W)		Máxima Sumergencia (Hb/Ha)
Pulgada-Pie	Cm	
3 a 9 pulgadas	7,5-22,9	0,6
1-8 pies	30,5-244	0,7
10-50 pies	305-1525	0,8

FUENTE: Arboleda J. (2000). Teoría y Purificación de las aguas.

La relación  $H_a/W$  se debe encontrar dentro del intervalo de 0,4 y 0,8 para que la turbulencia del resalto no penetre en la profundidad dentro de la masa del agua, permitiendo la formación de una capa bajo el resalto en que el flujo se transporta con una pequeña agitación.

$$H_a/W \approx 0,4 \text{ y } 0,8$$

**b) Cálculo del Canal Parshall**

Valores de K y m a considerarse en el diseño se determina en la tabla a continuación.

<sup>20</sup> [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/canal\\_parshall.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/canal_parshall.pdf)

**Tabla 9-1: Valores de K Y M Según el Tamaño de la Garganta**

Ancho de la garganta W		K	M
Pulgada-Pie	Metros		
3"	0,075	3,704	0,646
6"	0,15	1,842	0,636
9"	0,229	1,486	0,633
1`	0,305	1,276	0,657
1,5`	0,46	0,966	0,65
2`	0,61	0,795	0,645
3`	0,915	0,608	0,639
4`	1,22	0,505	0,634
5`	1,525	0,436	0,63

FUENTE: CEPIS, 1992; Criterios de Diseño de Plantas Potabilizadoras de agua, Tomo V.

**c) Cálculo de la altura de la cresta.**

Para el cálculo se asume:

Un caudal de 35,7 L/s, y un ancho de garganta de (W) de 0,46 m, dispuesto en la Tabla.1.9

**d) Cálculo de la altura del agua sobre la garganta**

**e) Cálculo de la pérdida de carga**

*1.2.10.6 Sedimentación*

La sedimentación se le considera como método físico a través del cual el sedimento que se encuentra el movimiento formando parte de una corriente de agua es depositado en el fondo de un río, embalse, canal, o construcciones elaboradas para esta finalidad. La corriente de agua que es transportada por dicho canal tiene la capacidad de transportar sólidos en suspensión y otro tipo de moléculas en disolución las características del material que se encuentra en la corriente puede hacer que se deposite o se precipite, o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

Debido a que en su mayoría la acción de la sedimentación se da bajo la acción de la gravedad, las áreas elevadas de la litosfera terrestre tienden a ser sujeta prevalentemente a fenómenos de erosión, mientras que las zonas deprimidas están sujetas a la sedimentación. En la sedimentación se aplica una fuerza de gravedad para poder remover las partículas sólidas es así que para la purificación del agua se usan dos clases tipos de sedimentación.

La sedimentación puede ser simple o secundaria. La sedimentación simple se emplea para eliminar los sólidos más pesados sin necesidad de otro tratamiento especial; mientras mayor sea el tiempo de reposo mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbidez será menor, haciendo el agua más transparente.

El reposo natural prolongado también ayuda a mejorar la calidad del agua, pues provee oportunidad de la acción directa del aire y los rayos solares, lo cual mejora el sabor y elimina algunas sustancias nocivas del agua.

La sedimentación secundaria ocurre cuando se aplica un coagulante para producir el asiento de la materia sólida contenida en el agua.<sup>21</sup>

**Tabla 10-1: Tasas de Sedimentación para Algunas Partículas**

Diámetro Partículas (mm)	Partícula Representativa	Tiempo requerido para una profundidad de asentamiento de 0,3 m
		<b>Sedimentables</b>
10	Grava	0,3 s
1	Arena gruesa	3 s
0,1	Arena Fina	38 s
0,01	Limo	33 min
		<b>No Sedimentables</b>
0,001	Bacterias	55 horas
0,0001	Color	230 días
0,00001	Coloides	6,3 años
0,000001	Coloides	63 años

FUENTE: Arboleda J. (2000). Teoría y Práctica de purificación de Agua

<sup>21</sup> <http://contaminacion-purificacion-agua.blogspot.com/2005/09/purificacion-de-agua-por-sedimentacion.html>

## ✓ **Sedimentadores clásicos**

En los sedimentadores clásicos las partículas a ser separadas del líquido deben encontrarse entre los diámetros de 0,01 mm y 0,20 mm, cabe indicar que las partículas a ser removidas no deben ser de tipo coloidales

Este tipo de sedimentadores está formado por:

- Zona de entrada
- Zona de sedimentación
- Zona de lodos
- Zona de salida

### **Criterios de diseño** <sup>22</sup>

- Se toma en cuenta en reacción al criterio económico y técnico que el periodo de diseño debe comprenderse entre 8 a 16 años.
- Por motivo de mantenimiento debe existir al menos dos (2) unidades en paralelo.
- El periodo de operación es de 24 horas por día.
- En cuanto al tiempo de retención deberá darse de 2 a 6 horas.
- La carga superficial debe mantenerse en el intervalo de 2-10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día.
- El sedimentador debe tener una profundidad de 1,5 a 2,5 m.
- El valor de la relación adimensional de largo y ancho (L/B) se debe dar entre 3-6.
- La relación adimensional entre el largo y profundidad (L/H) se encuentra entre 5-20.
- Con la finalidad de facilitar el deslizamiento de sedimentos la pendiente de la unidad de fondo debe tener un pendiente del 5-10%.
- Para evitar las perturbaciones en la zona de sedimentación las velocidades de los orificios no deben rebasar los 0,15 m/s.
- Los orificios deben ser aboquillados en un ángulo de 15° en el sentido del flujo.
- La descarga de lodos se debe ubicar en el primer tercio de la unidad, pues el 80% del volumen de los lodos se deposita en la zona.
- En la zona de salida el caudal de recolección no debe sobre pasar los 3 L/s
- Se debe conservar la relación entre la velocidad de flujo y los valores de largo y altura

---

<sup>22</sup> <http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/agua/158esp-diseno-desare.pdf>

$$L/H=V_s/V_e$$

- El intervalo de la ubicación de la pantalla difusora es de 0,7-1,00 m, de distancia de la pared de entrada.
- En la pantalla difusora los orificios deben estar a 1/5 o 1/6 de la altura (H) a partir de la superficie del agua y los más bajos entre ¼ o 1/5 de la altura a partir de la superficie del fondo.

Los parámetros que forman parte del diseño de un sedimentador son:

**a) Volumen de sedimentación.**

La forma a adoptar el sedimentador es rectangular, se asumirá un tiempo de retención de 1,5 horas. (ver tabla 1.12)

**b) Velocidad de sedimentación.**

Según la ley de Stokes se puede determinar mediante cálculos.

**Tabla 11-1: Datos Adicionales**

Variable	Valor
Diámetro (d)	0,20 mm
Densidad del solido ( $\rho_s$ )	2,65 $\frac{g}{cm^3}$
A temperatura de 17°C el agua tiene los siguientes datos	
Densidad del agua ( $\rho_{H_2O}$ )	0,9988 $\frac{g}{cm^3}$
Viscosidad del agua ( $\eta$ )	1,0888 $\frac{g}{cm*s}$

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha. X.

**c) Velocidad de Sedimentación Crítica.**

**Tabla 12-1: Parámetros para el Diseño de Sedimentadores**

Parámetro de Diseño	Valores	Unidades
Tiempo de Retención	1,5-3,0	Horas
Carga Superficial	0,28-0,70(24,2-60,5)	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d
Velocidad Horizontal	<10	mm/s
Carga Lineal	<10	L/ms

FUENTE: Sedimentación y Filtros lentos; Huisman 1992



**d) Cálculo de las dimensiones del Sedimentador.**

- ✓ Cálculo del área del sedimentador

**Dimensiones Constructivas:** se le considera la relación:  $L/B=4$

- ✓ Ancho del tanque
- ✓ Longitud del tanque.

**e) Determinación de la velocidad de escurrimiento horizontal.**

**f) Determinación de la velocidad de arrastre de las partículas.**

La velocidad de arrastre de las partículas debe ser mayor que la velocidad de escurrimiento horizontal.

**g) Determinación de la producción de lodos.**

De los valores obtenidos en el laboratorio que nos indique la concentración volumétrica  $C$  de las partículas por  $L$  de agua ( $mL/L$ ), determinara la cantidad de lodo producido.

El valor adecuado para tener buenas condiciones de operación puede ser del 80 %.

Es así que para este cálculo se debe aplicar los siguientes datos:

**Eficiencia remocional de lodos:** 80 %.

**Concentración volumétrica de partículas:**  $3mL/L$  este dato obtenido en un cono de sedimentación en el transcurso de una hora.

**h) Determinación de la cámara de lodos.**

Se determinara en función del tiempo de retención entre cada purga de la producción de lodos.

El tiempo de purga no debe sobre pasar las 24 horas.

- ✓ Dimensiones de la cámara de lodos.

En este cálculo se asumirá ( $h_c$ ) altura de la cámara de 1 metro.

**i) Determinación de la estructura de entrada**

El ancho del sedimentador se le considera como un canal que tendrá en su base orificios por los que atravesara el flujo de forma vertical de manera sumergida con velocidades de 0,2 a 0,3 m/s

- ✓ Determinación de la velocidad de paso del agua por la pantalla deflectora.

La pantalla deflectora estará colocada a 1m de la pared y tendrá orificios ubicados en el 90% de su altura.

- ✓ Determinación del número de orificios para la pantalla deflectora.

Se tomará el 0,3 como el valor para la distancia horizontal y vertical de los orificios.

- ✓ Área de cada orificio.

El diámetro para dicho cálculo es de 0,05m, dándonos un diámetro de 0,025m

- ✓ Determinación del radio y diámetro hidráulico.

- Determinación del radio hidráulico.
- Determinación del diámetro hidráulico.

- ✓ Determinación del caudal en cada orificio.

- ✓ Determinación del nivel piezométrico.

Coefficiente de descarga es de 0,50<sup>23</sup>

- ✓ Determinación de variación de nivel piezométrico.

El coeficiente de fricción es 0,04<sup>24</sup>

- **Determinación de Variación del caudal de los orificios:** Para el cálculo de la variación del caudal de los orificios hay que considerar que la variación debe ser menor al 5% ósea que:

$$\Delta q \leq 5\%$$

**j) Estructuras de Salida:** Estas recolectan el agua de una manera uniforme, se utilizaran canaletas de rebose a las cuales se les practicara vertederos rectangulares en número tal que evacuen el caudal de diseño, que presenten crestas de no más de 0.02 m para evitar la re suspensión de los sólidos en las zonas de salida.

Se tomara la longitud y número de canaletas provistas de vertederos en número también asumido considerando que en cada canaleta se recolecta el agua a través de los vertederos por ambos lados.

---

<sup>23</sup> [http://www.uniovideo.es/Areas/Mecanica.Fluidos/investigación/\\_publicaciones/pdfs\\_libros/PDF\\_Practicas\\_Minis.pdf](http://www.uniovideo.es/Areas/Mecanica.Fluidos/investigación/_publicaciones/pdfs_libros/PDF_Practicas_Minis.pdf)

<sup>24</sup> [http://www.uniovideo.es/Areas/Mecanica.Fluidos/investigación/\\_publicaciones/pdfs\\_libros/PDF\\_Practicas\\_Minis.pdf](http://www.uniovideo.es/Areas/Mecanica.Fluidos/investigación/_publicaciones/pdfs_libros/PDF_Practicas_Minis.pdf)

**Tabla 13-1: Datos Adicionales para la Estructura de Entrada**

Número de canaletas(Nc)	4
Longitud (l)	2 m
Números de lados por canaleta (a)	2
Para el vertedero rectangular consideraremos un ancho(b)	0,15 m

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha, X.

- Determinación del caudal de cada vertedero.
- Cálculo de la altura a la salida del sedimentador, considerando una pendiente de fondo del 2%

La carga del vertedero debe ser menor a  $5HV_{sc}$ , así demostramos que el número de canaletas, como el número y dimensionamiento del vertedero es correcto

- Determinación de la altura del agua por encima de la cresta del vertedero rectangular.

#### *1.2.10.6.1 Lecho de secado.*

Los lechos eras o canchas de secado es considerado como el método de las empleado en la deshidratación de lodos generados en la sedimentación. Al finalizar el secado de los lodos eliminados en procesos dirigidos, se los retira y evacua a vertedero o se utiliza como acondicionar de suelos.

Ventajas.

- Bajo costo
- Escaso mantenimiento que precisan
- Elevado contenido en solidos del producto final.

En la deshidratación encontramos cuatro tipos de cancha de secado.

- Convencionales de arena.
- Pavimentadas.
- Medio artificial.
- Por vacío.

Para la deshidratación del lodo en ciudades con poblaciones superiores a los 20.000 habitantes se deben considerar otras alternativas. En municipios grandes, el costo de inversión inicial, el costo de remoción del lodo y de la reposición de la arena, y la gran superficie de terreno necesaria, hacen prohibitivo el uso de lechos de secado.

En una cancha de secado convencional de arena, el lodo se extiende sobre la misma, formando una capa de 200 a 300 mm de espesor y se deja secar. El lodo se deshidrata por drenaje a través de la masa de lodo y de arena, y por evaporación desde la superficie expuesta al aire. La mayor parte del agua se extrae por drenaje, razón por la cual es fundamental disponer de un sistema de drenaje adecuado. Las canchas de secado están equipadas con tuberías de drenaje lateral (tuberías de gres con las juntas abiertas, o tuberías de plástico perforadas), dispuestas con pendientes mínimas del 1 ‰; separadas entre 2,5 y 6 m. Estos conductos deben colocarse adecuadamente y cubrirse con grava gruesa o piedra machacada.

El lecho de arena debe tener un espesor de 200 a 300 mm, con un cierto espesor adicional para compensar las pérdidas que se puedan producir durante las operaciones de limpieza. Los lechos de arena de mayores espesores ralentizan el proceso de drenaje. La arena no debe tener un coeficiente de uniformidad superior a 4,0 y debe tener un tamaño efectivo de grano comprendido entre 0,3 y 0,75 mm. La superficie de secado se divide en canchas individuales de aproximadamente 6 m de ancho por 30 m de longitud, o de dimensiones tales que el ciclo de carga normal permita el llenado de una o dos de ellas. Las separaciones interiores suelen consistir en dos o tres tablones creosotados, y están colocadas una encima de la otra, hasta una altura de 380 a 460 mm, apoyadas en las ranuras de unos postes de hormigón prefabricados. Las paredes perimetrales pueden ser de igual construcción, o bien ser terraplenes de tierra en el caso de canchas descubiertas, pero convendrá que los muros de la cimentación sean de hormigón caso de que las canchas sean cubiertas.

Las tuberías de conducción del lodo a las canchas deben estar diseñadas para una velocidad de, por lo menos, 0,75 m/s. Normalmente, se utilizan tuberías de fundición o de plástico. Se deben tomar medidas para permitir la limpieza de las conducciones y, caso de ser necesario, para evitar que se hielan en climas fríos. Para desviar el caudal de fango hacia la cancha elegida, es necesario disponer de arquetas de distribución.

Enfrente de las salidas del lodo se colocan unas placas deflectoras para favorecer la distribución de aquél sobre la superficie de secado, y para evitar las salpicaduras y la erosión de la arena. El lodo se puede extraer de las canchas después de que se haya secado y drenado suficientemente para ser paleable. El lodo seco posee una textura

gruesa y agrietada y es de color negro o marrón oscuro. El contenido de humedad, después de 10 a 15 días en condiciones favorables, es del orden del 60%. La extracción del lodo se realiza manualmente con palas, carretillas o camiones, o mediante una pala rascadora o cargador frontal.

Para facilitar esta operación, es necesario adoptar las medidas adecuadas para permitir el desplazamiento de los camiones a lo largo de las eras. Las canchas descubiertas se suelen utilizar en los casos en los que se dispone de una superficie adecuada y suficientemente aislada como para evitar las quejas provocadas por la generación ocasional de olores. Las canchas de secado descubiertas deben ubicarse en emplazamientos que disten un mínimo de 100 m de edificios y urbanizaciones.<sup>25</sup>

#### *1.2.10.7 Filtración*

La filtración es un proceso físico a través de él, se puede separar y posteriormente eliminar, la materia en suspensión que se encuentra en el agua, haciéndola pasar por sustancias porosas. En el caso del presente estudio colocaremos dentro del filtro resina catiónica de tipo fuerte, la misma que tiene como función disminuir los niveles dureza presentes en el agua.

Los elementos que forman parte de la filtración son:

- El medio filtrante.
- El fluido que contenga sólidos en suspensión.
- Una diferencia de presión considerada como fuerza externa que permita que el flujo avance.
- Un filtro que sostiene al medio filtrante, sosteniendo el fluido el mismo que nos aplicar una fuerza

---

<sup>25</sup> <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=1137>

### 1.2.10.7.1 Elección del tipo de filtración

Para elegir el tipo de filtración se debe considerar las siguientes características.

- Considerar las particularidades del líquido a ser filtrado, conocer el grado de impurezas y considerar el tiempo de progreso del mismo.
- Grado de calidad de la materia filtrada a obtenerse.
- Las condiciones de instalación.
- Las posibilidades de lavado del medio filtrado.

### 1.2.10.7.2 Filtración lenta con resina

Los filtros lentos tienen la particularidad y gran ventaja de ser sencillos de elaborar, bajo costo de operación y mantenimiento, como también eficiente para el tratamiento de agua por todo ello es ideal para la zona urbana.

Es importante saber que la filtración lenta se da en forma natural pero requiere de un buen diseño y cuidadoso mantenimiento para no influir en el proceso biológico del filtro, como también no afecte en su eficiencia. En el presente estudio la grava o arena es sustituido por la resina, cabe indicar que para no estropearla se debe trabajar con flujos a presiones bajas.

Ahora nuestro lecho filtrante estará compuesto de resinas naturales con las especificaciones siguientes:

**Tabla 14-1: Lecho Recomendado para Filtros Lentos**

CARACTERISTICAS DE LA RESINA CATIONICA PARA EL DISEÑO	
Capa de Resina	100 Kg
Regenerante	Cloruro de sodio
Costo de la resina	1,50 cada Kg
Tiempo de regeneración	Cada 3 meses
Vida útil	De 2-3 años
Inversión	150 dólares cada 3 años

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X.

Para el diseño de un filtro lento se debe considerar los cálculos detallados a continuación.

a. Determinación del área de filtración.

Para ello consideraremos una velocidad de filtración  $V_f$  igual a 0,25 m/s. ver TABLA 1.15

b. Determinación del número de filtros que constaran en el sistema.

c. Determinación de las dimensiones del filtro como son:

- Determinación de la longitud de la pared por unidad dada en metros.
- Determinación del ancho de la unidad en metros.

d. Cálculo de la eficiencia

El instituto Cinara <sup>26</sup>en la Tabla 1-15 plantea algunos criterios para el diseño de Filtros lentos:

**Tabla 1-15: Criterios de Diseños de Filtros Lentos**

Criterios de Diseño	Unidades	Recomendación
Velocidad de Filtración	m/h	0,1-0,3
Periodo de Diseño	años	8-12
Periodo de Operación	h/d	24
Altura de resina Inicial	m	0,8
Mínima		0,5
Diámetro Efectivo	mm	0,15-0,30
Coefficiente de uniformidad Aceptable		< 4
Deseable		< 2
Altura del Lecho de Soporte Incluye drenaje	m	0,25
Borde Libre	m	0,1
Altura de agua sobrenadante	m	0,17
Área superficial Máxima por modulo	m <sup>2</sup>	<100

FUENTE: CINARA IRC 1999

#### 1.2.10.7.2.1 Intercambio iónico

El intercambio iónico es un proceso en el cual iones retenidos, por fuerzas electrostáticas a grupos funcionales con carga eléctrica, sobre la superficie de un sólido, son intercambiados por iones de carga similar en solución.<sup>27</sup>El intercambio iónico es el desplazamiento de un ion por otro; tal como se aplica en tratamientos de aguas, es el

<sup>26</sup> <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan3/040065/tema2-2.pdf>

<sup>27</sup> Purificación del Agua. Jairo Alberto Romero Rojas.

intercambio reversible de iones entre un líquido y un sólido, sin ningún cambio radical en la estructura física del sólido.

#### 1.2.10.7.2.2 Resinas catiónicas

Figura 3-1: Resina Catiónica



FUENTE:[http://guayas.quebarato.com.ec/guayaquil/resina-cationica-guayaquil\\_\\_B3D6E3.html](http://guayas.quebarato.com.ec/guayaquil/resina-cationica-guayaquil__B3D6E3.html)

Las resinas cuya función es ablandar el agua se encuentra de dos tipos:

#### ✓ **Resinas catiónicas.**

Dentro de estas hay resinas catiónicas de ácidos débiles, y resinas catiónicas de ácidos fuertes.

- a. **Las resinas catiónicas de ácidos fuertes** se dividen en dos grupos:

**Resinas catiónicas de hidrogeno** que se caracterizan por eliminar los iones por medio de un intercambio con el hidrogeno como son: el calcio, magnesio, sodio, potasio entre otros.

**Las resinas catiónicas de sodio** elimina el calcio y el magnesio sustituyéndole por el sodio y así eliminado la dureza

- b. **Resinas catiónicas de ácidos débiles** se caracterizan por eliminar cationes de bicarbonatos.

#### ✓ **Resinas aniónicas.**

También encontramos resinas aniónicas de bases débiles y resinas aniónicas de bases fuertes.

- a. **Las resinas aniónicas de bases fuertes** es encargada de eliminar todo tipo de aniones débiles en bajas concentraciones como son los carbonatos y silicatos



- b. **Las resinas aniónicas de bases débiles** se encargan de eliminar la aniones de los ácidos fuertes con gran eficiencia, a los sulfatos, nitratos y cloruros.<sup>28</sup>

Pero nos enfocaremos en las resinas catiónicas de ácidos fuertes puesto que estas utilizaremos en el presente estudio.

✓ <sup>29</sup> **Resinas catiónicas de ácidos fuertes**

Básicamente se caracteriza por realizar un intercambio de iones positivos en este caso por iones de calcio y magnesio que son los causantes de la existencia de la Dureza. Es así que la resina ablanda o des ioniza al agua por el trabajo que realiza la resina necesita de un regenerante para este proyecto utilizaremos cloruro de sodio

**Regeneración de las resinas de intercambio iónico.**

Es evidente el agotamiento que sufre la resina después de un tiempo de exposición al fluido, pues no funciona su intercambio con la misma eficiencia que cuando se usó por primera vez.

Por ello nos hemos visto en la obligación de regenerarla y devolverle la facilidad de intercambio iónico, empleando sal común pues es eficiente y de abajo costo, también se puede usar ácido clorhídrico o ácido sulfúrico regenerando resinas catiónicas de ácidos fuertes y débiles.

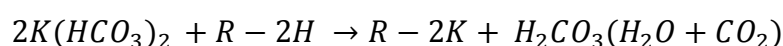
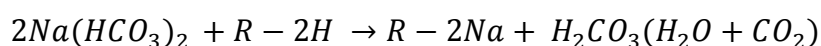
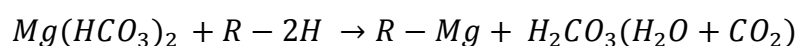
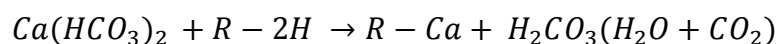
✓ **Selectividad de las resinas de intercambio iónico.**

Las resinas tienen diferente selectividad frente a algunos iones. Como se los detalla a continuación.

Resinas catiónicas de ácidos fuertes:  $Ag^+$ ,  $Pb^{++}$ ,  $Hg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Cu^{++}$ ,  $Ni^{++}$ ,  $Cd^{++}$ ,  $Zn^{++}$ ,  $Fe^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $H^+$ .

En el caso de la resinas aniónicas de ácidos débiles:  $H^+$ ,  $Cu^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$

Reacciones más comunes se da en el intercambio catiónico de ácidos débiles, este tipo de resinas fijan los cationes magnesio, sodio liberando ácidos carbónicos.



En el caso del intercambio catiónico de ácidos fuertes este tipo de resinas ayudan a fijar los iones cloruros, sulfatos y silicatos quedando en el agua sales de sus ácidos iniciales.

---

<sup>28</sup> <http://www.monografias.com/trabajos51/intercambio-ionico/intercambio-ionico2.shtml>

<sup>29</sup> <http://www.desmineralizadores.com/tipos.html>

### 1.2.10.8 Desinfección

Con el objetivo de brindar agua potable en excelentes condiciones organolépticas se de cuidar la vertiente y posteriormente darle un tratamiento adecuado y garantizar la calidad del agua.

Entre los métodos de desinfección se puede diferenciar físicos, y químicos:

Entre los métodos químicos se puede nombrar a:

- ✓ La más común que es el cloro en sus diferentes presentaciones
- ✓ Aplicación de ozono, en este caso debe ser aplicada in situ por la inestabilidad que presenta.

Las otras presentaciones del cloro se detallarán a continuación:

El cloro  $\text{Cl}_2$  es un gas de color verdusco, tóxico y más denso que el aire. El cloro al contacto con el aire es altamente corrosivo.

En el presente trabajo aplicaremos el hipoclorito de calcio ( $\text{Ca}(\text{ClO}_2)$ ), en se concentra del 20 al 70% de cloro activo.

Al contacto con ciertos materiales y compuestos puede inflamarse por ser considerado corrosivo. La gran ventaja es más estable mientras más contenido del cloro contenga.

Cabe indicar que para la desinfección, la dosis de cloro a ser aplicada en el Agua, se debe colocar en el tanque de cloración, en el mismo se prepara la solución madre usando el Hipoclorito de calcio granulado con una concentración de  $1,5 \text{ mg/L}^{30}$ , agua que saldrá del filtro lento con un caudal  $0,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . El tanque que contiene la solución madre se encuentra en una caseta.

Del tanque se desplaza una tubería tipo PVC, con una válvula manual donde la solución agua-cloro caerá al tanque clorado mediante un sistema de goteo, teniendo un tiempo de retención de 10 minutos.

#### a. Dimensionamiento del tanque de cloración

- ✓ Determinación del volumen del tanque.

---

<sup>30</sup> Demanda de cloro para aguas Potables y Residuales. Muñoz Balarezo

✓ Determinación de la altura del tanque.

En el caso del cálculo de la altura se tendrá un área de  $10\text{m}^2$ .

#### **b. Dosificación en el hipoclorador**

✓ Determinación del peso de cloro necesario.

Para el cálculo del peso del cloro necesario se considera un periodo de almacenamiento de la solución de 8 horas y un 65% como el porcentaje de cloro.

#### **c. Volumen del hipoclorador**

#### **d. Cálculo de la eficiencia.**

### ***1.2.11 Almacenamiento y distribución.***

Una vez que el agua recibió el tratamiento dentro de la planta de potabilización, es trasladada a un tanque de almacenamiento, posteriormente será distribuida mediante tuberías en la red pública a cada uno de los hogares e instituciones.

## **1.3 Diseño del sistema de potabilización**

### **1.3.1 Población futura**

Es la proyección de la población a determinados años establecidos o por determinar.

$$Pf = Pa(1 + r)^n \quad (\text{Ec. a-1})$$

$$n = tf - ta$$

**Donde:**

**Pf:** Población futura

**Pa:** Población actual

**r:** tasa de crecimiento

**n:** intervalo de tiempo en años

**tf:** tiempo futuro

**ta:** tiempo actual

Es aplicado en la mayoría de trabajos de investigación en los que involucra una proyección a futuro del diseño y población.

### 1.3.2 Dotación y consumo de agua

#### 1.3.2.1 Dotación básica.

Cantidad básica necesaria de agua en litros que suministrada por habitante por día.

$$D_B = \frac{V_{AC}}{T_{US}} \quad (\text{Ec. b-1})$$

**Dónde:**

$D_B$  = Dotación básica de agua ( $L/hab*día$ )

$V_{AC}$  = Volumen de agua consumida ( $L/día$ )

$T_{US}$  = Total de usuarios servidos (*habitantes*)

#### 1.3.2.2 Dotación de agua.

#### 1.3.2.3 Dotación futura

Es la cantidad de agua en litros necesario proyectado en un periodo de tiempo a futuro.

$$D_F = F.M * D.B \quad (\text{Ec. c-1})$$

$D_F$  = Dotación futura

$F.M$  = factor de motorización

$D.B$  = dotación básica

#### 1.3.2.4 Consumo medio diario ( $cmd$ )

$$cmd = \frac{q * N}{86400} \quad (\text{Ec. d - 1})$$

**Donde:**

**cmd:** consumo medio diario ( $L/s$ )

**q:** dotación percapita máxima ( $L/hab/día$ )

**N:** población futura (*hab*)

**86400:** cantidad de segundos en un día ( $s/día$ )

#### 1.3.2.5 Consumo máximo diario ( $MCD$ )

$$CMD = k * cmd \quad (\text{Ec. 1 - e})$$

**Donde:**

**CMD:** consumo máximo diario ( $L/s$ )

**K:** coeficiente de variación diaria (*adimensional*)

**cmd:** consumo medio diario (*L/s*)

#### 1.3.2.6 Consumo máximo horario (*CMH*)

$$CMH = k * CMD \quad (\text{Ec. f} - 1)$$

**Donde:**

**CMH:** consumo máximo diario (*L/s*)

**k:** coeficiente de variación horaria (*adimensional*)

**CMD:** consumo máximo diario (*L/s*)

### 1.3.3 Caudales del diseño

#### 1.3.3.1 Caudal actual de distribución

Es considerado la cantidad de agua que es trasladado de un lugar a otro por unidad de tiempo.

$$Q = A \cdot v \quad (\text{Ec.g-1})$$

**Dónde:**

**Q:** Caudal ( $m^3/s$ )

**A:** Area ( $m^2$ )

**v:** Velocidad ( $m^2/s$ )

El caudal es aplicado en todos los proceso industriales, como alimenticios, textiles, etc. También es aplicado en un sistema de agua para considerar la cantidad de agua que entra como la que sale de la misma.

#### 1.3.3.2 Caudal de captación

$$Q_{captación} = 1,5 * CMD \quad (\text{Ec. h} - 1)$$

**Dónde:**

**$Q_{captación}$ :** caudal de captación (*L/s*)

**CMD:** caudal máximo diario (*L/s*)

#### 1.3.3.3 Caudal de la planta de tratamiento

$$Q_{tratamiento} = 1,1 * CMD \quad (\text{Ec. i} - 1)$$

**Dónde:**

$Q_{tratamiento}$ : caudal de captación (L/s)

$CMD$ : caudal máximo diario (L/s)

### 1.3.4 *Volumen de reserva*

#### 1.3.4.1 *Volumen de regulación*

$$V_r = 0,250 * cmd \quad (\text{Ec. j} - 1)$$

**Donde:**

$V_r$ : volumen de regulación

$cmd$ : consumo medio diario (L/s)

#### 1.3.4.2 *Volumen contra incendio*

$$V_i = 100 * \sqrt[2]{P} \quad (\text{Ec. k} - 1)$$

**Dónde:**

$V_i$ : volumen de contra incendios

$\sqrt[2]{P}$ : población en miles

#### 1.3.4.3 *Volumen de emergencia*

$$V_e = 0,25 * V_r \quad (\text{Ec. l} - 1)$$

**Dónde:**

$V_e$ : volumen de emergencia

$V_r$ : volumen de regulación

#### 1.3.4.4 *Volumen total*

$$V_T = V_r + V_i + V_e \quad (\text{Ec. m} - 1)$$

**Dónde:**

$V_T$ : volumen total

$V_i$ : volumen contra incendios

$V_e$ : volumen de emergencia

$V_r$ : volumen de regulación

### 1.3.5 *Medidores Parshall*

**a. Grados de Sumergencia (m/m).** para los cálculo nos hemos guiado en los valores la tabla 1-8

$$S = \frac{H_b}{H_a} \quad (\text{Ec. n} - 1)$$

**Dónde:**

**S:** Sumergencia máxima (m/m)

**Ha:** altura de agua de la cresta (m)

**Hb:** altura de agua de la garganta (m)

**b. Cálculo del Canal Parshall**

Nos permite medir la cantidad de agua que pasa por el canal que la transporta a la planta potabilizadora, también es utilizado para bajar las presiones de los fluidos.

$$H_o = K * Q^m \quad (\text{Ec. ñ} - 1)$$

**Dónde:**

**Ho:** altura del flujo de agua (m)

**Q:** caudal (m<sup>3</sup>/s)

**K y m:** constantes adimensionales (ver tabla 1-9)

La aplicación del canal Parshall va muy relacionado con los proceso de purificación del agua, se le ubica principalmente en la entrada del sistema para reducir la presión.

**c. Cálculo de altura de la cresta.**

$$H_a = \frac{\frac{1}{Q^{1.57*W^{0.026}}}}{(0,3716W)^{\frac{1}{1,57W^{3,281}}} * 3,281} \quad (\text{Ec. o} - 1)$$

**Dónde:**

**Ha:** altura de la cresta (m)

**Q:** caudal (m<sup>3</sup>/s)

**W:** ancho de la garganta (m)

**d. Cálculo de la altura del agua sobre la garganta.**

$$S = \frac{H_b}{H_a} \quad (\text{Ec. p} - 1)$$

**Dónde**

**S:** Sumergencia máxima.

**Ha:** altura de la cresta (m)

**Hb:** altura de la garganta (m)

**e. Cálculo de la pérdida de la carga**

$$P = \frac{5,072}{(W + 4,57)^{1,46}} (1 - S)^{0,72} * Q^{0,67} \quad (\text{EC. q} - 1)$$

**Dónde:**

**P:** pérdida de la carga (m)

**Q:** caudal (m<sup>3</sup>/s)

**W:** ancho de la garganta (m)

**1.3.6. Sedimentación.**

**a. Cálculo de la velocidad de sedimentación.**

Conocida como la velocidad a la que se sedimentan las partículas presentes en el fluido en un tiempo determinado.

$$V_s = \left[ \frac{g(\rho_s - \rho_{H_2O})}{18n} \right] \quad (\text{Ec. r} - 1)$$

**Dónde:**

**Vs:** velocidad de sedimentación (cm/s)

**d:** diámetro de la partícula (cm)

**n:** viscosidad del líquido (g/cm\*s)

**ρ<sub>s</sub>:** densidad del sólido (g/cm<sup>3</sup>)

**ρ<sub>H<sub>2</sub>O</sub>:** densidad del agua (g/cm<sup>3</sup>)

Es aplicada en procesos de purificación del agua y conocer el tiempo que se tarda en sedimentarse.

**b. Cálculo de la velocidad de sedimentación.**



$$V_{sc} = \frac{V_a}{f} \quad (\text{Ec. s} - 1)$$

**Dónde:**

**V<sub>sc</sub>:** velocidad de sedimentación crítica (m/s)

**f:** factor de seguridad que contempla aspectos climáticos.

**c. Cálculo de las dimensiones del sedimentador.**

- Cálculo del área de sedimentador.

$$A = \frac{V_s}{H} \quad (\text{Ec. t} - 1)$$

Tomando en cuenta que se debe realizar un mantenimiento por la salubridad del agua, se instalaran 2 sedimentadores para ello se aplicara la siguiente fórmula.

$$A_i = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. u} - 1)$$

Se debe considerar la siguiente relación para los cálculos: **L/B=4**

- Cálculo del ancho del tanque.

$$B = \sqrt{\frac{A_i}{4}}$$

- Cálculo de la longitud del tanque.

$$L = 4 * B$$

**d. Cálculo de la velocidad de escurrimiento horizontal.**

$$V_h = \frac{Q}{B * H} \quad (\text{Ec. v} - 1)$$

**Dónde:**

**V<sub>h</sub>:** velocidad de escurrimiento horizontal (m/s)

**Q:** caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

**B:** ancho del sedimentador (m)

**H:** profundidad del sedimentador (m)

**e. Cálculo de la velocidad de arrastre de las partículas.**

$$V_a = \sqrt{40 * (\rho_s - \rho_w) * g * \frac{d}{3 * \rho_w}} \quad (\text{Ec. w} - 1)$$

**Dónde:**

**V<sub>a</sub>:** velocidad de arrastre de las partículas (m/s)

**ρ<sub>s</sub>:** densidad de partículas (Kg/m<sup>3</sup>)

**ρ<sub>w</sub>:** densidad del agua (Kg/m<sup>3</sup>)

**d:** diámetro de la partícula (m)

**f. Cálculo de la producción de lodos.**

$$V_1 = E * C * Q \quad (\text{Ec. x} - 1)$$

**Dónde:**

**V<sub>1</sub>:** volumen de lodos producidos (m<sup>3</sup>)

**E:** eficiencia en la remoción de lodos (%)

**C:** concentración volumétrica de partículas mL/L (medida en un cono de sedimentación en el transcurso de una hora)

**Q:** caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

**g. Cálculo del volumen de la cámara de lodos.**

$$V_{1-24} = V_{ls} * t \quad (\text{Ec. y} - 1)$$

**Dónde:**

**V<sub>ls</sub>:** volumen de la cámara de lodos (m<sup>3</sup>)

**V<sub>1-24</sub>** = volumen de los lodos producidos (m<sup>3</sup>)

**t:** tiempo de retención (s)

- Cálculo de las dimensiones de la cámara de lodos.

$$V = B_C * L_C * h_C \quad (\text{Ec. z} - 1)$$

**Dónde:**

**B<sub>c</sub>:** ancho de la cámara (m)

**L<sub>c</sub>:** longitud de la cámara (m)

**h<sub>c</sub>:** altura de la cámara (m)

**h. Estructura de entrada**

$$V_c = \frac{Q}{n * d * 0,9 * H} \quad (\text{Ec. ab} - 1)$$

**Dónde:**

**Q:** caudal del diseño (m<sup>3</sup>/s)

**n:** número de sedimentadores

**d:** separación entre la pares y la pantalla deflectora (m)

**H:** altura del sedimentador en la zona de entrada (m)

- Cálculo de los orificios de la pantalla deflectora.
  - ✓ Cálculo del número de orificios horizontales.

$$\frac{B}{0,3}$$

- ✓ Cálculo del número de orificios verticales.

$$\frac{H_f}{0,3}$$

- ✓ Cálculo del número total de orificios.

Nt = Número de orificios horizontales \* número de orificios verticales

- Cálculo del área de cada orificio

$$F_i = \pi * r^2 \quad (\text{Ec. ac} - 1)$$

- Cálculo del radio y diámetro hidráulico

- Cálculo de radio hidráulico.

$$R_H = \frac{d * H_f}{d * 2 * H_f} \quad (\text{Ec. ad} - 1)$$

- Cálculo del diámetro hidráulico.

$$D_H = \frac{4 * R_H}{4 * 0,2} \quad (\text{Ec. ae} - 1)$$

- Cálculo del caudal de cada orificio.

$$Q_1 = \frac{Q}{2 * \text{numero total de orificios}} \quad (\text{Ec. af} - 1)$$

- Cálculo del nivel piezometrico.

$$Z = \left( \frac{Q_i}{u * F_i} \right) * \frac{1}{2 * g} \quad (\text{Ec. ag} - 1)$$

**Dónde:**

**Qi:** caudal por orificio (m<sup>3</sup>/s)

**u:** coeficiente de descarga

**Fi:** área de cada orificio (m<sup>2</sup>)

**Z:** nivel piezometrico (m)

- Cálculo de la variación del nivel piezometrico

$$\Delta Z = \frac{V_c}{2 * g} \left( 1 - \frac{\gamma B}{3 * \Delta H} - \frac{1}{n} \right) \quad (\text{Ec. ah} - 1)$$

**Dónde:**

**ΔZ:** variación del nivel piezometrico (m)

**Vc:** velocidad que pasa el agua por la pantalla deflectora (m/s)

**γ:** coeficiente de fricción

**B:** dimensión constructiva (m)

**D<sub>H</sub>:** diámetro hidráulico (m)

**nt:** número total de orificios

- Cálculo de la variación del caudal de los orificios.

$$\Delta q = \sqrt{\frac{Z + (\Delta Z/2)}{Z - (\Delta Z/2)}} - 1 \quad (\text{Ec. ai} - 1)$$

**Dónde:**

**ΔZ:** variación del nivel piezometrico (m)

**Z:** nivel piezometrico (m)

### i. Cálculo en la estructura de salida

- la carga del vertedero viene dada por

$$W_1 < 5H' V_{sc}$$

$$W_1 = \frac{Q}{N_c * a * l} \quad (\text{Ec. aj} - 1)$$

**Dónde:**

**W<sub>1</sub>:** carga del vertedero (m<sup>3</sup>/m\*s)

**N<sub>c</sub>:** número de canaletas

- Cálculo del caudal de cada vertedero.

$$Q_w = \frac{Q}{N_c * N_w} \quad (\text{Ec. ak} - 1)$$

**Dónde:**

**N<sub>w</sub>:** número de vertederos por canaleta

**N<sub>c</sub>:** número de canaletas

- Cálculo de la altura a la salida del sedimentador, considerando una pendiente de fondo del 2%

$$H' = (H - 0,02 * L_c) \quad (\text{Ec. al} - 1)$$

La carga del vertedero debe ser menor a 5HV<sub>sc</sub>, así demostramos que el número de canaletas, como el número y dimensionamiento del vertedero es correcto

- Cálculo de la altura del agua por encima de la cresta del vertedero rectangular.
- 

$$H_w = \left( \frac{Q_w}{1,83 * b} \right)^{2/3} \quad (\text{Ec. am} - 1)$$

**Dónde**

**Q<sub>w</sub>:** caudal de cada vertedero (m<sup>3</sup>/s)

**b:** ancho del vertedero (m)

### **1.3.7 Filtración**

Se denomina filtración a la operación de separar sólidos en suspensión de un líquido a través de un medio poroso.

#### **a. Cálculo del área de filtración.**

$$A = \frac{Q}{V_f} \quad (\text{Ec. an} - 1)$$

**Dónde:**

**A:** área de la unidad (m<sup>2</sup>)

**Q<sub>a</sub>:** caudal de cada unidad (m<sup>3</sup>/s)

**V<sub>f</sub>:** velocidad de filtración (m/h)

**b. Cálculo del número de filtros.**

$$n = 0,5 * \sqrt[3]{A} \quad (\text{Ec. añ} - 1)$$

**c. Cálculo del área para cada unidad.**

$$A_i = \frac{A}{n} \quad (\text{Ec. ao} - 1)$$

**d. Cálculo de las dimensiones del filtro.**

- Cálculo de la longitud de la pared por unidad.

$$a = \left( \frac{2 * n * A_i}{2 * 1} \right)^{0,5} \quad (\text{Ec. ap} - 1)$$

**Dónde.**

**A:** área total de unidad

**n:** número de filtros calculados

- Ancho de la unidad en metros

$$b = \left( \frac{(a + 1) * A_i}{2 * n} \right)^{0,5} \quad (\text{Ec. aq} - 1)$$

- Cálculo de la eficiencia.

$$\%E = \frac{VI - VF}{VI} * 100 \quad (\text{Ec. ar} - 1)$$

Dónde:

VI: valor inicial

VF: valor final

### **1.3.8 Desinfección**

**a. Cálculo de las dimensiones del tanque de cloración.**

- Cálculo del volumen del tanque de cloración

$$V_{tanque} = Q * T_r \quad (\text{Ec. as} - 1)$$

**Dónde.**

**Q:** caudal (m<sup>3</sup>/s)

**Tr:** tiempo de retención (s)

- Cálculo de la altura del tanque

$$H_{tanque} = \frac{V_{tanque}}{A} \quad (\text{Ec. at} - 1)$$

**Dónde:**

**V<sub>tanque</sub>:** volumen del tanque (m<sup>3</sup>)

**A:** áreas (m<sup>2</sup>)

**b. Cálculo para la dosificación del hipoclorito.**

- Peso del cloro necesario.

$$P = \frac{Q * D * T}{1000 * I} \quad (\text{Ec. au} - 1)$$

**Dónde:**

**Q:** caudal (m<sup>3</sup>/s)

**D:** dosis cloro necesario (mg/L)

**T:** periodo de almacenamiento de la solución (s)

**I:** porcentaje de cloro (%)

**c. Cálculo del volumen del hipoclorador**

$$V = \frac{P}{5 * C} \quad (\text{Ec. av} - 1)$$

**Dónde:**

**P:** peso del cloro necesario (Kg)

**C:** concentración del hipoclorito de calcio (similar al cloro domestico) (Kg/m<sup>3</sup>)

- Cálculo de la eficiencia.

$$\%E = \frac{VI - VF}{VI} * 100 \quad (\text{Ec. aw} - 1)$$

Dónde:

VI: valor inicial

VF: valor final



## CAPITULO II

### 2. PARTE EXPERIMENTAL

Este trabajo se enfocó en realizar los análisis físicos, químicos y microbiológicos, del agua proveniente de la vertiente “Los Guaicos” ubicados en la parroquia San Andrés, perteneciente al Cantón Guano, Provincia de Chimborazo la que tiene como finalidad ser utilizada y consumida por los habitantes del Guano. Dichos análisis y caracterización del agua se realizó en base a la norma INEN 1108

Los análisis se los realizó para conocer el estado actual del agua en estudio, ya que está es utilizada para el consumo humano por ello no debe tener ninguna característica fuera de los parámetros indicados y así evitar enfermedades en los consumidores.

La caracterización del agua se obtuvo mediante muestreos periódicos, cada una de estas muestras se sometió a los diferentes análisis requeridos, realizados en el Laboratorio de Aguas Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guano.

Obtenidos los resultados se realizó los cálculos necesarios para el diseño más óptimo de la Planta Potabilizadora de Agua

#### 2.1 Muestreo

El muestreo es el acto de recolectar una pequeña parte de agua con respecto a su volumen total, en esta cantidad de agua recolectada esta representa la calidad y las carteristas de la masa volumétrica a la se le tomó la muestras a analizadas.

##### 2.1.1 *Plan de muestreo.*

El plan de muestreo ejecutado en el presente estudio es simple o de sondeo, ya que la vertiente de la que se obtiene la muestra, es bastante constante en la composición en el tiempo y el espacio, se recolectó 2 muestras cada semana durante un mes (4 semanas) dando una totalidad de 8 muestras tomadas y caracterizadas en el laboratorio.

Hay que tomar en cuenta que los frascos que se recolectó estaban previamente desinfectados y adecuados para este propósito con el fin de evitar contaminación, antes de colocar la muestra en el recipiente se acondicionó mediante un enjuague con una considerable cantidad de agua, posteriormente se lo descartó finalmente se colocó la muestra estudiada. Bajo una buena etiquetación e identificación las muestras fueron llevadas al laboratorio de Aguas del CADMCG, en el mismo que realizó el análisis de 18 parámetros.

Para saber que tan eficiente es el tratamiento actualmente realizado en la planta, se realizó el análisis tanto del agua de vertiente como de los tanques, previamente clorados, finalmente se realizó el estudio del agua recolectada en los hogares tomando en cuenta puntos estratégicos como fueron 6.

La prueba de jarras es una operación que determina la cantidad de coagulante a utilizar después de trabajar a diferentes concentraciones, con el objetivo de colocar la dureza en parámetros permitidos, en esta prueba de jarras se utilizó agua obtenida de la vertiente “Los Guaicos”. Cabe indicar que no se tuvo éxito.

## **2.2 Metodología**

### **2.2.1 Metodología de trabajo.**

Durante los días dedicados a la caracterización del agua se trabajó con tres muestras: vertiente, tanque de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Guano y del laboratorio, las muestras debidamente etiquetadas para evitar confusión. Trasladamos los frascos al Laboratorio de Aguas del GADMCG para su respectivo análisis Físico, Químico y Microbiológicos, también se llevó muestras de agua al laboratorio SAQMIC.

### **2.2.2 Tratamientos de las muestras**

Las tres muestras recolectadas fueron sometidas a los siguientes análisis:

- **Físicos:** pH, color, turbidez, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad, dureza.
- **Químicos:** Hierro total, manganeso, Amoniac, nitratos, nitritos, sulfatos, fluoruros, cloro residual.

- **Microbiológicos:** Coliformes Fecales y coliformes Totales.

Se realizó pruebas la prueba de jarras con policloruro de aluminio y CHEMFLOC 932 al que se le considera un floculante aniónico colocado con la finalidad de acelerar el proceso de floculación.

### 2.2.3 Equipos materiales y reactivos

**Tabla 1-2: Cuadro Equipos, Materiales, Rreactivos**

EQUIPOS	MATERIALES	REACTIVOS
Balanza analítica	Buretas	Reactivos HACH
Colorímetro	Erlenmeyer	Indicadores PAN
Conductímetro	Peras	Solución EDTA
Equipo de jarras	Pinzas	Solución Buffer
Espectrofotómetro HACH	Pipetas	Agua Destilada
Incubadora	Probetas	Soluciones
Estufa	Vasos de precipitación	amortiguadoras de pH4,
pH-metro	Espátulas	pH7
	Cajas Petri	Colorante negro de
	Tubo de ensayo	Eriocromo T (indicador)
		Ampollas m-
		CiloBlue24®Broth

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X.

## 2.3 Métodos y técnicas.

### 2.3.1 Métodos.

Los métodos de análisis utilizados fueron del manual “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater” (Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residual).

**Tabla 2-2: Descripción de los Métodos De Análisis Físicos, Químicos Y Microbiológicos.**

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	METODOS	DESCRIPCION
<b>CARACTERIZACION FISICA</b>			
<b>pH</b>	-	Electrométrico	Se coloca el electrodo de cristal sobre la muestra para su medición.
<b>Color.</b>	Unidades de color aparente	Espectrofotométrico	Se coloca 10 ml de muestra en la celda Hach, para realizar el blanco use agua destilada en otra celda. Colocar la celda del blanco y luego la de la muestra realizar la medición y leer.
<b>Turbiedad</b>	NTU	Nefelométrico	Se utiliza el Turbidímetro para el análisis
<b>Temperatura</b>	°C	-	Utilizar un termómetro y medir la temperatura.
<b>Solidos Totales</b>	mg/L	Gravimétricos	Usar el electrodo de cristal adecuado para la lectura de sólidos totales.
<b>Conductividad</b>	µS/cm	Electrométrico	Se lo denomina conductímetro.
<b>CARACTERIZACION QUIMICA</b>			
<b>Hierro total</b>	mg/L	Espectrofotométrico	Tomar 10 ml de la muestra en la celda hach añadir fosver esperar el tiempo indicado y realizar lectura.
<b>Nitratos</b>	mg/L	Espectrofotométrico	Tomar 10 ml de muestra y colocar en una celda Hach añadir un sobre de nitrover esperar 1 minuto, colocar el blanco y realizar la lectura.
<b>Nitritos</b>	mg/L	Espectrofotométrico	Tomar 10 ml de muestra y colocar en una celda un sobre de reactivo Hach reposar el tiempo necesario, posteriormente colocar el blanco finalmente realizar la lectura
<b>Cloro residual</b>	mg/L	Volumétrico	25 ml de muestra + 4 gotas de 2CrO7 Titular con AgNO3 (0.01 N). De amarillo a ladrillo
<b>ANALISIS MICROBIOLOGICO</b>			
<b>Coliformes fecales</b>	UFC/100ml	Sembrado	Luego de esterilizar el equipo microbiológico de filtración por membranas, se siembra y se toma la lectura a las 24 horas, se realiza el conteo de las colonias si las hubiere
<b>Coliformes totales</b>	UFC/100ml	Sembrado	Luego de esterilizar el equipo microbiológico de filtración por membranas, se siembra y se toma la lectura a las 24 horas, se realiza el conteo de las colonias si las hubiere

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X. 2014

### **2.3.2 TÉCNICAS**

Las técnicas detalladas a continuación fueron utilizadas para la caracterización del agua, pertenecen al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 20 TH EDITION DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF).

### <sup>31</sup>RECOLECCION DE MUESTRAS

**Tabla 3-2: Standard Methods \*1060 C<sup>10</sup>**

FUNDAMENTO	Método de selección de muestras de una población para estudiar algún aspecto de los individuos que la componen.
MATERIALES	Recipientes de plástico transparentes o de vidrio de capacidad de 500ml.
TECNICA	Recoger tres(3) tipos de muestras, cada una en un volumen de aproximado de 500ml.

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

---

<sup>31</sup>Método 1060 C, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

### <sup>32</sup>DETERMINACION DE LA TEMPERATURA

**Tabla 4-2:**

**Sstandard Methods \*2550 B**

FUNDAMENTO	Magnitud que mide el estado térmico de un sistema termodinámico en equilibrio. Se debe en lo posible realizar la medida directamente en el momento en que se realiza la toma de muestra. Ya que solo así aseguramos que los calores leídos sean fidedignos.
EQUIPO	Termómetro centígrado con intervalo de 0.5°C.
TECNICA	Introducir el bulbo del termómetro en la muestra. Esperar unos segundos a que se estabilice el nivel de mercurio. Anotar el valor de la lectura.
CALCULO	$K = 273,15 + C$ Donde: K= temperatura en escala absoluta C=temperatura en escala centígrada

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

---

<sup>32</sup> Método 2550 B “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.APHA, AWWA, WPCF 17 ed.”

### <sup>33</sup>DETERMINACION DE LA TURBIEDAD

**Tabla 5-2: Método Hach\* 2510**

FUNDAMENTO	El método se basa en la comparación de la intensidad de la luz disparada por un muestra bajo condiciones definidas, con la intensidad de la luz disparada por una suspensión patrón de referencia bajo las mismas condiciones.
MATERIALES	Nefelómetro, Turbidímetro.
TECNICA	Colocar en la celda agua destilada para la calibración del equipo. Agitar enérgicamente la muestra. Colocar la muestra de agua en la celda del Turbidímetro Medir el valor que indica, directamente en la escala del instrumento en la curva de calibración apropiada.

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

---

<sup>33</sup> MÉTODO HACH\* 2510



### <sup>34</sup>DETERMINACION DEL POTENCIAL HIDROGENO pH

**Tabla 6-2: :Sstandard Methods \*4500 HB**

<b>FUNDAMENTO</b>	Determinación electrométrica del pH en una muestra de agua potable, utilizando un electrodo de vidrio que mide el cambio eléctrico producido por el pH. El pH es un parámetro que nos indica la acidez o alcalinidad del agua, variedad de 1 a 14. Si el agua posee un pH menor a 7 se considera acida, caso contrario básica, iguala 7 es neutra
<b>MATERIALES</b>	vaso de precipitación, Potenciómetro, piceta
<b>TECNICA</b>	Lavar los electrodos con agua destilada y calibrar el aparato, utilizando una solución de referencia. Colocar la muestra en el vaso de precipitación; Introducir los electrodos y efectuar la determinación del pH.
<b>CALCULO</b>	$pH = -\log (H^+)$ Dónde: pH = potencial de hidrógeno (H+) = concentración molar de iones hidrógeno

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

<sup>34</sup> STANDARD METHODS APHA-AWWAWPCF EDICIÓN 17

### <sup>35</sup>DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD

**Tabla 7-2: Standard Methods\* 2510**

<b>FUNDAMENTO</b>	A la conductividad se la define como el movimiento de carga por iones en solución, por reacción electroquímica en la superficie de los electrodos y por movimiento de electrones en metales. La escala 1999,9 uS, corresponde a las conductividades de las aguas potables naturales.
<b>MATERIALES</b>	Conductímetro, Recipiente de depósito de la muestra
<b>TÉCNICA</b>	Se coloca la muestra en un recipiente, la muestra debe ser antes lo suficientemente agitada o mezclada. Se coloca el electrodo del conductímetro en la muestra, hasta que cubra lo suficiente la superficie del electrodo.
<b>CÁLCULO</b>	Para determinar el cálculo, de la conductividad de un agua se debe, actuar de la siguiente manera: Se ve el valor que marca la escala del instrumento; se multiplica por el valor que registra en unidades de OHMS; luego ese valor obtenido se multiplica por 0,1 que es el tamaño de la celda que se utiliza para la medición; el valor obtenido es el que se reporta como conductividad.

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

---

<sup>35</sup> STANDARD METHODS APHA-AWWAWPCF EDICIÓN 17

### <sup>36</sup>DETERMINACION DE LA DUREZA

**Tabla 8-2: Standard Méthods \* 2340 B y C**

<b>FUNDAMENTO</b>	<p>La dureza del agua se ha definido como la capacidad de los cationes presentes en el agua para desplazar a los iones sodio o potasio de los jabones y formar productos insolubles, que son los causantes de las “costras” en las tuberías y lavabos.</p> <p>En las aguas naturales, las concentraciones de iones calcio y magnesio son superiores a la de cualquier otro ion metálico, por consiguiente la dureza se define ahora como la concentración de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub> mg/L) que equivale a la concentración total de todos los cationes multivalentes de la muestra.</p>
<b>MATERIALES</b>	<p>Bureta Erlenmeyer Pipeta Vaso de precipitación</p>
<b>TÉCNICA</b>	<p>Tomar 25 ml demuestras en el Erlenmeyer. Agregar 2 ml de solución amortiguadora Agregar 1 ml de solución de cianuro de potasio. Poner el indicador de negro de ericromo T. Agregar lentamente el EDTA hasta que el viraje de color rojizo a azul.</p>
<b>CÁLCULO</b>	$CaCO_3 = \frac{V_1 * M * 10^5}{V_2} \quad 2.3.2.1$ <p>Dónde: CaCO<sub>3</sub> = concentración de Carbonato de Calcio en ppm (mg / L) V1 = volumen consumido de EDTA (ml) M = molaridad exacta del EDTA V2 = volumen de la muestra (ml)</p>

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

<sup>36</sup> STANDARD METHODS APHA-AWWA WPCF, EDICIÓN 17

### <sup>37</sup>DETERMINACION DE LA ALCALINIDAD

**Tabla 9-2: Standard Methods \* 2320 B**

<b>FUNDAMENTO</b>	El método se basa en la determinación de los quelatos que se forma cuando el EDTA y sus sales de sodio forman quelatos solubles, cuando vienen agregados a una solución que contiene cationes polivalentes mediante complejación.
<b>MATERIALES</b>	Bureta Pipetas Erlenmeyer Vasos de precipitación
<b>TÉCNICA</b>	Se toma una muestra de 25 ml y diluir a 50 ml con agua destilada. Se agrega 1 ml de KCN. Agregar 2 ml de solución de NaOH 1N, mezclar bien. Se añade 0.1-0.2 g de mezcla indicadora de murexida. Agregar lentamente titulador EDTA, con agitación continua hasta alcanzar el vire, del rosado a lila.
<b>CÁLCULO</b>	$Ca^{++} \frac{mg}{L} = \frac{V_2 * M * 4000}{V}$ <p>Dónde: M = Molaridad exacta del EDTA V2 = Volumen de EDTA mL V = Volumen de la muestra mL.</p>

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

<sup>37</sup> Método 2320-B, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17<sup>th</sup> Edition. Washington, APHA."

### 38 DETERMINACION DE CLORUROS

**Tabla 10 -2: Standard Methods \* 4500 B**

<b>FUNDAMENTOS</b>	Esta normativa técnica se utiliza para la determinación del ion cloruro en aguas limpias que contengan concentraciones de cloruro entre 1.5 y 100 mg/L. Se podrán determinar concentraciones mayores por dilución de muestra. El cloruro se determina en una solución neutra o ligeramente alcalina por titulación con nitrato de plata estándar, usando dicromato de potasio como indicador del punto final. El cloruro de plata es cuantitativamente precipitado antes de que sea formado el cromato de plata de color rojo.
<b>MATERIALES</b>	Erlenmeyer Pipeta aforada Pipeta graduada Agua destilada Agua problema. Dicromato de potasio. Nitrato de plata. Bureta
<b>TÉCNICA</b>	Titulación de la solución estándar de nitrato de plata. Tomar en un elermeyer de 250 ml, 20 ml de la solución estándar de cloruro de sodio. Diluir a 1000 ml y agregar 1 ml de solución indicadora. Valorar la solución de nitrato de plata hasta un punto final de color amarillo-rosado
<b>CÁLCULO</b>	$N = \frac{P * V}{58.5 * G} \quad \text{Cloruros } mg/L = \frac{(A - B) * N * 35450}{V}$ <p>Dónde: N: normalidad del nitrato de plata en eq/L. P: masa de NaCl pesado para la preparación de la solución estándar de cloruro de sodio, g. V: volumen de la solución estándar de NaCl tomado para la valoración de la solución de nitrato de plata, 20 ml . G: gasto de nitrato de plata en su valoración, ml.</p>

**FUENTE:** GAVILANES, Martha X.

<sup>38</sup> Método 4500-P-D, “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17<sup>th</sup> Edition. Washington, APHA.”

#### <sup>40</sup>DETERMINACION DE FOSFATOS

**Tabla 11-2: Standard Methods \* 4500 D**

<b>FUNDAMENTO</b>	Los niveles de fosforo no son muy altos en las aguas superficiales, y su control no es tan estricto sobre todo en efluentes usados para regadío de cultivo, dichos niveles, pueden aumentar debido a presencia de fertilizantes en el terreno.
<b>MATERIALES Y REACTIVOS</b>	2100P Turbidímetro HACH Chemical Company. Celda. Piceta. Pipeta. Agua destilada. Agua problema. Reactivo R-P (pirosulfato de potasio).
<b>PROCEDIMIENTO</b>	Colocar 10 ml de muestra con reactivo R-P en la celda del HACH. Colocar la celda en el equipo. Anote el valor de la lectura.

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

---

<sup>40</sup> STANDARD METHODS APHA-AWWAWPCF EDICIÓN 17

#### <sup>41</sup>DETERMINACION DE MAGNESIO

**TABLA 12-2: Standard Methods**

<b>FUNDAMENTO</b>	El magnesio puede estimarse como la diferencia entre la dureza total, y el contenido de calcio como carbonato de calcio, CaCO <sub>3</sub> , presentes en el agua.
<b>PROCEDIMIENTO</b>	Calcular la concentración de magnesio a partir de los valores obtenidos en las determinaciones de dureza y calcio.
<b>CÁLCULO</b>	$Mg^{++} \frac{mg}{L} = (dureza\ total - contenido\ de\ calcio) * 0.224$ <p>Dónde: Dureza total = Contenido de calcio =</p>

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

---

<sup>41</sup> STANDARD METHODS APHA-AWWAWPCF EDICIÓN 17

## <sup>42</sup>DETERMINACION DEL CLORO

**Tabla 13-2: Tabla Método Hach**

<b>FUNDAMENTO</b>	El termino color se asocia aquí al concepto de color puro, esto es, el color del agua cuya turbiedad ha sido eliminada.
<b>MATERIALES</b>	Espectrofotómetro HACH. Celda de 10 ml.
<b>PROCEDIMIENTO</b>	Realizar un blanco con agua destilada. Tomar 10 ml de la muestra en la celda HACH. Colocar en el espectro HACH. Medir y anotar la lectura directamente.

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

---

<sup>42</sup> STANDARD METHODS APHA-AWWAWPCF EDICIÓN 17



### **<sup>43</sup>DETERMINACION DE COLIFORMES**

**Tabla 14-2 Determinación De La Contaminación Microbiológica**

<b>REQUISITOS</b>	<b>ENSAYOS</b>	<b>STANDRAD METHODS</b>
Aerobios mesófilos	Aerobios mesófilos	PEE/M-03
Coliformes totales	Coliformes totales	PEE/M-01
Coliformes fecales	Coliformes totales	PEE/Mn-01

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

---

<sup>43</sup> STANDARD METHODS APHA-AWWAWPCF EDICIÓN 17

#### **<sup>44</sup>DETERMINACION DEL HIERRO**

**Tabla 15-2: Determinación Del Hierro**

<b>FUNDAMENTO</b>	Es un constituyente de tipo inorgánico que está presente en las aguas de formación. El óxido de los tubos de hierro o acero aumenta considerablemente la cantidad de hierro
<b>MATERIALES</b>	Espectrofotómetro HACH. Celda de 10 ml.
<b>PROCEDIMIENTO</b>	Realizar un blanco con agua destilada. Tomar 10 ml de la muestra en la celda HACH. Colocar en el espectro HACH. Medir y anotar la lectura directamente.

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

## **Fundamento del Método Mf**

Este método se fundamenta en determinar el número y el tipo de microorganismos presentes en una muestra de agua de proceso, por medio de la filtración de la misma a través de una membrana filtrante con poros de tamaño adecuado (0,45 µm de diámetro), la consiguiente retención de los microorganismos sobre dicha membrana y el cultivo de los mismos en los diferentes agares de acuerdo al tipo de microorganismo, a la temperatura y durante el tiempo necesario, para posteriormente contar directamente las colonias sobre la superficie de la membrana.

Para asegurar la fiabilidad de los resultados, Millipore dispone de un programa de control de calidad que le permite certificar sus membranas de microbiología de acuerdo con los “STANDARD METHODS” y las Normas EPA.

## **Materiales.**

- ❖ Muestra de agua de proceso
- ❖ Agua peptonada al 0,1 %
- ❖ Placas estériles con medio ENDO
- ❖ Placas estériles con agar Sabouraud
- ❖ Placas estériles con agar Cetrimide
- ❖ Placas estériles con agar MacConkey
- ❖ Placas estériles con agar para Recuento en Placa (Agar Standard Methods)
- ❖ Equipo de filtración (Millipore)
- ❖ Membranas filtrantes estériles
- ❖ Bomba de vacío
- ❖ Pinzas estériles
- ❖ Estufa

## **PROCEDIMIENTO**

- ❖ Colocar una membrana filtrante estéril, bajo condiciones asépticas, sobre el centro del portafiltro, usando pinzas estériles, con la superficie cuadrículada hacia arriba.

- ❖ Ensamblar el equipo, colocando el dispositivo de filtración y asegurando con una pinza.
- ❖ Verter 100 ml de la muestra de agua, en el portafiltro y proceder a filtrar.
- ❖ Lavar el embudo con aproximadamente 100 ml de agua peptonada al 0,1%.
- ❖ Remover la parte superior del portafiltro, y con una pinza estéril transferir la membrana a la placa de Petri que contiene el medio de cultivo correspondiente al microorganismo que se va a identificar: Coliformes en agar endo, bacterias aerobias mesófilas en agar para recuento en placas, mohos y levaduras en agar Sabouraud y pseudomonasaeruginosa en agar cetrimide.
- ❖ Al colocar la membrana, evitar la formación de burbujas entre ésta y el medio de cultivo.
- ❖ Esperar aproximadamente 20 minutos, para permitir la adhesión de la membrana al medio.
- ❖ Con excepción de las placas de agar Sabouraud, incubar las placas en forma invertida, a las diferentes temperaturas y tiempos, de acuerdo al microorganismo investigado; en este caso para la determinación de Coliformes se debe incubar a  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  en un tiempo de 24 a 48 h.

## **RESULTADOS**

Contar las colonias en las membranas. Expresar los resultados como unidades formadoras de colonias (UFC) por ml o por 100 ml de agua, considerando el volumen filtrado y el factor de dilución.

## 2.4 Datos

**Tabla 16-2: Detalle Reporte de Resultados del Primer Análisis**

PARAMETROS	EXPRESADO	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO		
			M1	M1	M1
CARACTERISTICAS FISICAS			GUAICO	TANQUE	HOGAR
pH		6-9	6,37	6,44	6,54
Color	Unidades de cloro aparente(Pt-Co)	15	15	15	0
Turbidez	NTU	5	1,35	0,16	0,04
Temperatura	°C	Condición natural +/- 3 grados	17,2	17,2	17,2
Sólidos Totales	mg/L	500	219	217	216
Conductividad	µS/cm		452	450	444
CARACTERISTICAS QUIMICAS					
Hierro Total	mg/L	0,3	0,10	0,09	0,07
Manganeso	mg/L	0,4	0,012	0,006	0,006
Amoniaco	mg/L	1,0	0,01	0,01	0,006
Nitratos	mg/L	50	4,5	4,3	3,2
Nitritos	mg/L	0,02	0,011	0,015	0,006
Sulfatos	mg/L	250	30	30	39
Fluoruros	mg/L	1,5	1,28	1,06	1,57
Cloro residual	mg/L	0,3-1,5	0,10	0,08	0,08
Dureza	mg/L	<200	248	224	220
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes totales	UFC/100m/L	Ausencia	5	0	0
Coliformes fecales	UFC/100m/L	Ausencia	2	0	0

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

**Tabla 17-2: Detalle Reporte de Resultados del Segundo Análisis**

PARAMETROS	EXPRESADO	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO		
			M1	M1	M1
CARACTERISTICAS FISICAS			GUAICO	TANQUE	HOGAR
pH		6-9	6,93	6,98	6,99
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	8	1	0,0
Turbidez	NTU	5	0,41	0,14	0,05
Temperatura	°C	Condición natural +/- 3 grados	17,2	17,2	17,2
Sólidos Totales	mg/L	500	233	218	217
Conductividad	µS/cm		460	453	449
CARACTERISTICAS QUIMICAS					
Hierro Total	mg/L	0,3	0,21	0,10	0,06
Manganeso	mg/L	0,4	0,005	0,007	0,004
Amoniaco	mg/L	1,0	0	0	0,03
Nitratos	mg/L	50	2,6	2,3	2,2
Nitritos	mg/L	0,02	0,007	0,009	0,005
Sulfatos	mg/L	250	38	39	38
Fluoruros	mg/L	1,5	0,49	1,50	1,55
Cloro residual	mg/L	0,3-1,5	0,05	0,26	0,0
Dureza	mg/L	<200	250	221	222
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes totales	UFC/100 m/L	Ausencia	3	0	0
Coliformes fecales	UFC/100 m/L	Ausencia	4	0	0

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X.

**Tabla 18-2: Detalle Reporte de Resultados del Tercer Análisis**

PARAMETROS	EXPRESADO	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO		
			M1	M1	M1
CARACTERISTICAS FISICAS			GUAICO	TANQUE	HOGAR
pH		6-9	6,70	6,86	6,69
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	8	5	4
Turbidez	NTU	5	0,47	0,19	0,06
Temperatura	°C	Condición natural +/- 3 grados	17,2	17,2	17,2
Sólidos Totales	mg/L	500	220	219	219
Conductividad	µS/cm		451	450	449
CARACTERISTICAS QUIMICAS					
Hierro Total	mg/L	0,3	0,04	0,04	0,06
Manganeso	mg/L	0,4	0,008	0,004	0,006
Amoniaco	mg/L	1,0	0,07	0,0	0,0
Nitratos	mg/L	50	2,8	2,9	2,9
Nitritos	mg/L	0,02	0,005	0,006	0,006
Sulfatos	mg/L	250	37	37	35
Fluoruros	mg/L	1,5	0,55	0,63	0,76
Cloro residual	mg/L	0,3-1,5	0,08	0,19	0,14
Dureza	mg/L	<200	250	228	223
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes totales	UFC/100 m/L	Ausencia	2	0	0
Coliformes fecales	UFC/100 m/L	Ausencia	4	0	0

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X.

## 2.5 Datos adicionales.

**Tabla 19-2: Datos Adicionales Utilizados en el Cálculo para el Diseño del Sistema de Potabilización.**

<b>Datos adicionales para cálculos de parámetro del diseño</b>		
<b>Parámetro.</b>	<b>Valor.</b>	<b>Unidades.</b>
Tasa de crecimiento	1.28	-
Usuarios abastecidos con agua potable	1938	Usuarios
Factor de motorización	1,728	-
Constante de variación diaria	1,0	-
Constante variación máximo horario	1,3	-

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X.

**Tabla 20-2 Datos para el Cálculo del Sedimentador**

<b>Datos adicionales para cálculos del sedimentador</b>		
<b>Parámetro.</b>	<b>Valor.</b>	<b>Unidades.</b>
Tiempo de retención	1.5	Horas
Densidad de agua a 17°C	0,9988	$\frac{g}{cm^3}$
Viscosidad del agua a 17°C	1,0888	$\frac{g}{cm * s}$
Concentración volumétrica de las partículas	3	mL/L
Altura de la cámara de lodos	1	M
Coefficiente de descarga	0,50	-
Coefficiente de fricción	0,04	-

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X.



## 2.6 Diagnóstico

Una vez realizada la caracterización, del agua del Cantón Guano proveniente de la vertiente los Guaycos, se realizó la comparación del resultado obtenido con los límites máximos permisibles que se tratan en la norma INEN 1108:2011 DE AGUA POTABLE.

Se encontró tres parámetros fuera de lo niveles estipulados como son: coliformes fecales, coliformes totales y dureza. En los mismos que enfocaremos nuestro estudio trabajando con los resultados obtenidos de la fuente Los Guaicos.

## 2.7 Caracterización físico química del agua después de realizar el tratamiento con resina catiónica.

A nivel de laboratorio se realizó pruebas de filtración con la resina catiónica la misma que nos ayudará a bajar la dureza.

- DUREZA: Es un parámetro que se encontraba de los límites permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108.

**Tabla 21-2: Prueba de Tratabilidad para la Dureza**

Prueba	Valor
Pasando ligeramente por un filtro con resina	60 mg/L
Pasa por resina con tiempo de retención de 3 minutos	No existe dureza
Pasa por resina con tiempo de retención de 5 minutos	No existe dureza

REALIZADO POR: GAVILANES, Martha X.

- COLIFORMES FECALES Y COLIFORMES TOTALES. Se realizó igualmente pruebas de laboratorio para colocar este parámetro dentro de los límites permisibles establecido en la Norma NET INEN 1108. El agua en contacto con el hipoclorito de

calcio se observó y determino que es necesario para controlar los coliformes fecales y coliformes totales.

**Tabla 22-2: Prueba de Tratabilidad para Coliformes Fecales y Totales**

<b>Volumen de agua (L)</b>	<b>Cloro (onz)</b>	<b>Resultado</b>
5 litros	10	Uno coliforme total
5 litros	20	Cero coliformes totales y fecales

**REALIZADO POR:** GAVILANES, Martha X

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

#### 3.1 Población futura

Es la determinación de la población a futuro, proyectado a cierto tiempo.

De la ecuación. a-1  $Pf = Pa(1 + r)^n$

Población proyectada del año 2015 al 2035

$$n = 2034 - 2014 = 20 \text{ años}$$

$$Pf = 8267,38(1 + 1,28/100)^{20}$$

$$Pf = 10662,08 \text{ habitantes en el año 2035}$$

Es aplicado para conocer una aproximación de los habitantes de una localidad en un determinado tiempo a futuro

#### 3.2 Dotación y consumo de agua

##### 3.2.1 Dotación básica.

Es la cantidad de agua en litros necesaria para satisfacer todas las necesidades de un habitante, en un día ordinario.

De la ecuación b-1

$$D_B = \frac{V_{AC}}{T_{US}}$$

$$D_B = \frac{92534,4}{9690}$$

$$D_B = 9,54 \text{ m}^3/\text{habitante} * \text{mes}$$

$$D_B = 318 \text{ L}/\text{habitante} * \text{día}$$

Se aplica para determinar la cantidad de agua en litros que cada uno de los habitantes consumen en la localidad de Guano durante un día.

### 3.2.2 Dotación de agua.

#### 3.2.2.1 Dotación futura

Es la cantidad de agua que se necesita a futuro para abastecer las necesidades de la población.

De la ecuación c-1

$$D_F = F.M * D.B$$

$$D_F = 1,728 * 318$$

$$D_F = 549,50 \text{ L/habitante * día}$$

Se aplica para determinar la cantidad en litros de agua que serán necesarios para abastecer en 20 años a futuro a cada habitante en el día.

#### 3.2.2.2 Consumo medio diario (cmd)

Es la cantidad de agua en litros por segundo que necesita toda la población de una localidad para satisfacer sus necesidades de limpieza, comida, etc.

De la ecuación d-1.

$$cmd = \frac{q * N}{86400}$$

$$cmd = \frac{549,5 * 10662,08}{86400}$$

$$cmd = 67,8 \text{ L/s}$$

Es aplicada para determinar la cantidad de agua que consume la población del cantón Guano dada en litros en un segundo.

#### 3.2.2.3 Consumo máximo diario (CMD)

De la ecuación e-1

$$CMD = k1 * cmd$$

$$CMD = 1,0 * 67,8$$

$$CMD = 67,8 \text{ L/s}$$

### **3.2.2.4 Consumo máximo horario (CMH)**

Es el consumo máximo de agua que tiene la población del cantón Guano es una hora estratégica.

De la ecuación f-1

$$CMH = k2 * CMD$$

$$CMH = 1,3 * 67,8$$

$$CMH = 81,14 L/s$$

Es aplicado para determinar la cantidad de agua que es consumida en las horas de mayor consumo en la población guaneño.

### **3.2.3 Caudales del diseño**

#### **3.2.3.1 Caudal actual de distribución**

De la ecuación g-1

$$Q = A.v$$

$$Q = 35,7L/s$$

#### **3.2.3.2 Caudal de captación**

De la ecuación h-1

$$Q_{captación} = 1,2 * CMD$$

$$Q_{captación} = 1,2 * 67,8$$

$$Q_{captación} = 81,36 L/s$$

#### **3.2.3.3 Caudal de la planta de tratamiento**

De la ecuación i-1

$$Q_{tratamiento} = 1,1 * CMD$$

$$Q_{tratamiento} = 1,1 * 67,8$$

$$Q_{tratamiento} = 74,58 L/s$$

### 3.2.4 *Volumen de reserva*

#### 3.2.4.1 *Volumen de regulación*

De la ecuación j-1

$$V_r = 0,250 * cmd$$

$$V_r = 0,250 * 67,8$$

$$V_r = 16,95 L$$

#### 3.2.4.2 *Volumen contra incendio*

Es cantidad de agua que se encuentra en reserva, a ser utilizada en el caso de un incendio ocasionado dentro de la planta de potabilización.

De la ecuación k-1

$$V_i = 100 * \sqrt[2]{P}$$

$$V_i = 0,0$$

#### 3.2.4.3 *Volumen de emergencia*

De la ecuación l-1

$$V_e = 0,25 * V_r$$

$$V_e = 0,25 * 0,0$$

$$V_e = 0,0$$

#### 3.2.4.4 *Volumen total*

De la ecuación m-1

$$V_T = V_r + V_i + V_e$$

$$V_T = 16,95 L$$

## 3.3 **Cálculos de ingeniería.**

### 3.3.1 *Diseño del caudalímetro Parshall.*

#### 3.3.1.1 *Grados de sugerencia:*

De la ecuación. n-1

$$S = \frac{H_b}{H_a}$$

### 3.3.1.2 Cálculo del canal Parshall.

El aforador Parshall es una estructura hidráulica que permite medir los caudales de agua que pasa por una sección de un canal.

De la ecuación. ñ-1

$$H_o = K * Q^m$$

$$H_o = 0,966 * 0,081^{0,65}$$

$$\mathbf{H_o = 0,188 m}$$

Su aplicación se la dará para disminuir la presión del fluido,

### 3.3.1.3 Cálculo de la altura de la cresta (ha):

Es la altura a la que será construida la cresta que se ubica al nivel de la garganta del canal, es la parte más alta de toda la estructura.

De la ecuación. o-1

$$H_a = \frac{\frac{1}{Q^{1,57 * W^{0,026}}}}{(0,3716W)^{\frac{1}{1,57W^{3,281}}} * 3,281}$$

$$\mathbf{H_a = \frac{\frac{1}{0,081^{1,57 * (0,46)^{0,026}}}}{(0,3716 (0,46))^{\frac{1}{1,57(0,46)^{0,026}}} * 3,281}}$$

$$\mathbf{H_a = 0,1876 m}$$

### 3.3.1.4 Cálculo de la altura sobre la garganta.

De la ecuación. p-1

$$S = \frac{H_b}{H_a}$$

$$H_b = H_a * S$$

$$H_b = 0,1876 * 0,7$$

$$H_b = 0,1313 \text{ m}$$

Comprobando la condición de  $H_a/W \approx 0,4$  y  $0,8$

$$\frac{H_a}{W} = \frac{0,1876}{0,460}$$

$$\frac{H_a}{W} = 0,407 \quad \text{Por lo tanto si cumple la condición establecida.}$$

*3.3.1.5 Cálculo de la pérdida de la carga.*

De la ecuación. q-1

$$P = \frac{5,072}{(W + 4,57)^{1,46}} (1 - S)^{0,72} * Q^{0,67}$$

$$P = \frac{5,072}{(0,46 + 4,57)^{1,46}} (1 - 0,7)^{0,72} * 0,081^{0,67}$$

$$P = 0,188 \text{ m}$$

### **3.3.2 Diseño del sedimentador**

Es la operación por medio de la cual se separa sólidos que se encuentran en suspensión dentro de un fluido. La separación es por acción de la gravedad.

#### **3.3.2.1 Cálculo del volumen de sedimentador.**

Es la capacidad de almacenamiento que va a tener el tanque de sedimentación .

$$V = Q * tr$$

$$V = 0,081 * 5400$$

$$V = 437,4 \text{ m}^3$$



### 3.3.2.2 Cálculo de la velocidad de sedimentación.

Es la rapidez a la que se sedimentaran las partículas presentes en el fluido.

De la ecuación. r-1

$$V_s = \left[ \frac{g(\rho_s - \rho_{H_2O})}{18n} \right]$$

$$V_s = \left[ \frac{980(2,65 - 0,9988)}{18 * 1,0888} (0,02)^2 \right]$$

$$V_s = 0,033 \text{ cm/s}$$

### 3.3.2.3 Cálculo de la velocidad de sedimentación crítica

De la ecuación. s-1

$$V_{sc} = \frac{V_a}{f}$$

$$V_{sc} = \frac{0,033}{1,6}$$

$$V_{sc} = 0,025 \text{ cm/s}$$

### 3.3.2.4 Cálculo de las dimensiones del sedimentador:

a. Cálculo de la altura de la unidad:

$$H = V_{sc} * tr$$

$$H = 0,025 * \frac{1}{100} 12600$$

$$H = 3,15m$$

b. Cálculo del área:

De la ecuación. t-1

$$A = \frac{V_s}{H}$$

$$A = \frac{437,4}{3,15}$$

$$A = 138,85 \text{ m}^2$$

c. Se ha considerado que sean dos tanques por motivo de mantenimiento  
De la ecuación. u-1

$$A_i = \frac{A}{2}$$

$$A = \frac{138,5}{2}$$

$$A = 69,42 \text{ m}^2$$

3.3.2.5 Dimensionamiento:

Considerando la relación  $\frac{L}{B} = 4$  que nos ayuda a determinar el ancho del tanque:

$$B = \sqrt{\frac{A_i}{4}}$$

$$B = \sqrt{\frac{69,42}{4}}$$

$$B = 4,16 \text{ m}$$

Y su longitud es:

$$L = 4 * B$$

$$L_t = 4 * 4,16$$

$$L_t = 16,64 \text{ m}$$

### 3.3.2.6 Cálculo de la velocidad de escurrimiento horizontal:

De la ecuación. v-1

$$V_h = \frac{Q}{B * H}$$

$$V_h = \frac{0,081}{4,16 * 3,15}$$

$$V_h = 0,00618 \text{ m/s}$$

### 3.3.2.7 Cálculo de la velocidad de arrastre de partículas

De la ecuación. w-1

$$V_a = \sqrt{40 * (\rho_s - \rho_w) * g * \frac{d}{3 * \rho_w}}$$

$$V_a = \sqrt{40 * (2,65 - 0,9988) * 980 * \frac{(0,02)}{(3 * 0,9988)}}$$

$$V_a = 20,78 \text{ cm/s}$$

$$V_a = 0,2078 \text{ m/s}$$

Cabe indicar que si cumple con la condición en la que la velocidad de las partículas es mayor que velocidad de escurrimiento:  $V_a \geq V_h$

### 3.3.2.8 Determinación del volumen de los lodos del sedimentador:

De la ecuación. x-1

$$V_1 = E * C * Q$$

$$V_{1s} = 0,8 * 2 * 81$$

$$V_{1s} = 129,6 \frac{mL}{s}$$

$$V_{1s} = 0,129 \frac{L}{s}$$

a. Cálculo del volumen de los lodos. Se basa en función del tiempo de retención.

De la ecuación. y-1

$$V_{1-24} = V_{ls} * t \text{ (Ec. 1 - y)}$$

$$V_{1-24} = 0,129 * 24h * \frac{3600 s}{h}$$

$$V_{1-24} = 11145,6 L$$

$$V_{1-24} = \mathbf{11,14 m^3}$$

b. Dimensiones de la cámara de Lodos

De la ecuación. z-1

$$V = B_c * L_c * h_c$$

$$L_c = \frac{V}{B_c * h_c}$$

$$L_c = \frac{11,14}{4,16 * 1}$$

$$L_c = \mathbf{2,67 m}$$

3.3.2.9 Dimensiones de la estructura de entrada.

$$H_f = 0,9 * 3,15 = \mathbf{2,835 m}$$

a. Cálculo de la velocidad de paso de agua ( $V_f$ ) por la pantalla deflectora.

De la ecuación. ab-1

$$V_c = \frac{Q}{n * d * 0,9 * H}$$

$$V_f = \frac{0,081}{2 * 1 * 0,9 * 3,15}$$

$$V_f = 0,0142 \text{ m/s}$$

b. Cálculo de los orificios para la pantalla detectora

✓ Número de orificios horizontales

$$\frac{B}{0,3}$$

$$\frac{4,16}{0,3} = 13,87$$

Considerando un total de 13 orificios horizontales.

✓ Número de orificios verticales:

$$\frac{H_f}{0,3}$$

$$\frac{2,83}{0,3} = 9,4$$

Consideramos un total de 9 orificios verticales.

✓ Número total de orificios:

$N_{\text{total orificios}} = \text{número de orificios verticales} * \text{el número de orificios horizontales}$

$$N_{\text{total orificios}} = 13 * 9 = 117$$

✓ **Área de cada orificio:**

De la ecuación. ac-1

$$F_i = \pi * r^2$$

$$F_i = \pi * 0,025^2$$

$$F_i = 0,00196 \text{ m}^2$$

c. Determinación del radio y el diámetro hidráulico:

✓ **Radio hidráulico :**

De la ecuación. ad-1

$$R_H = \frac{d * H_f}{d * 2 * H_f}$$

$$R_H = \frac{1 * 2,83}{1 * 2 * 2,83}$$

$$R_H = 0,5 \text{ m}$$

✓ **Diámetro hidráulico:**

De la ecuación. ae-1

$$D_H = \frac{4 * R_H}{4 * 0,2}$$

$$D_H = \frac{4 * 0,5}{4 * 0,2}$$

$$D_H = 2,5 \text{ m}$$

d. **Determinación del caudal por cada orificio:**

De la ecuación. af-1

$$Q_1 = \frac{Q}{2 * \text{numero total de orificios}}$$

$$Q_i = \frac{0,081}{2 * 117}$$

$$Q_i = 0,000346 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

e. **Determinación de Nivel Piezométrico:**

De la ecuación. ag-1

$$Z = \left( \frac{Q_i}{u * F_i} \right) * \frac{1}{2 * g}$$

$$Z = \left( \frac{0,000346}{0,5 * 0,00196} \right) * \frac{1}{2 * 9,8}$$

$$Z = 0,018 \text{ m}$$

**f. Determinación de Variación del Nivel Piezométrico:**

De la ecuación. ah-1

$$\Delta Z = \frac{V_c}{2 * g} \left( 1 - \frac{\gamma B}{3 * \Delta H} - \frac{1}{n} \right)$$

$$\Delta Z = \frac{0,0142^2}{2 * 9,8} \left( 1 - \frac{0,04 * 4,16}{3 * 2,5} - \frac{1}{117} \right)$$

$$\Delta Z = 9,88 \times 10^{-6} \text{ m}$$

**g. Determinación de Variación del Caudal de los orificios**

De la ecuación. ai-1

$$\Delta q = \sqrt{\frac{Z + (\Delta Z/2)}{Z - (\Delta Z/2)}} - 1$$

$$\Delta q = \sqrt{\frac{0,018 + (0,00000988/2)}{0,018 - (0,00000988/2)}} - 1$$

$$\Delta q = 2,75 \times 10^{-4} = 0,027\%$$

Había que considerar que  $\Delta q \leq 5\%$ , para el presente trabajo si se cumple con lo establecido. Por ello el diámetro y el número de orificios asumidos es el adecuado así como la separación entre la pantalla y la pared.

**3.3.2.10 Dimensionamiento de la estructura de salida**

Para comprobar si el número de canaletas de recolección es correcto para la dimensión del Sedimentador, nos guiaremos por la siguiente condición:

$$W_1 < 5H'V_{sc}$$

De la ecuación. aj-1

$$W_1 = \frac{Q}{N_c * a * l}$$

$$W_1 = \frac{0,081}{4 * 2 * 2}$$

$$W_1 = 0,00506 \text{ m}^3/\text{ms}$$

✓ Determinación del caudal de cada vertedero:

De la ecuación. ak-1

$$Q_w = \frac{Q}{N_c * N_w}$$

$$Q_w = \frac{0,081}{4 * 14}$$

$$Q_w = 0,00144 \text{ m}^3/\text{s}$$

✓ Cálculo de la altura de la salida del sedimentador para una pendiente de fondo del 2%

De la ecuación. 1-al

$$H' = (H - 0,02 * L_c)$$

$$H' = (3,15 - 0,02 * 2,67)$$

$$H' = 3,09 \text{ m}$$

✓ Cálculo de  $5H'V_{sc}$

$$5H'V_{sc} = 5 * 3,09 \left( \frac{0,081/2}{3,89 * 16,64} \right)$$

$$5H'V_{sc} = 0,00966$$

Según la condición tenemos que:

$$W_1 < 5H'V_{sc}$$

$$0,00506 < 0,00966$$

Por tanto el número de canaletas y vertederos son adecuados.



- **Determinación de la altura del agua por encima de la cresta del vertedero rectangular:**

De la ecuación. am-1

$$H_w = \left( \frac{Q_w}{1,83 * b} \right)^{2/3}$$

$$H_w = \left( \frac{0,00144}{1,83 * 0,15} \right)^{2/3}$$

$$\mathbf{H_w = 0,030 m}$$

### 3.3.3 *Diseño del filtro lento de resina catiónica*

#### 3.3.3.1 *Cálculo del área de filtración.*

De la ecuación. an-1

$$A = \frac{Q}{V_f}$$

$$A = \frac{0,081}{(8,33 \times 10^{-5})}$$

$$\mathbf{A = 972,38 m^2}$$

#### 3.3.3.2 *Cálculo de n número de filtros.*

De la ecuación. añ-1

$$n = 0,5 * \sqrt[3]{A}$$

$$n = 0,5 * \sqrt[3]{972,38}$$

$$n = 4,95$$

$$\mathbf{n = 5}$$

#### 3.3.3.3 *Cálculo del área para cada unidad.*

De la ecuación. ao-1

$$A_i = \frac{A}{n}$$
$$A_1 = \frac{972,38}{5}$$

$$A_1 = 194,476 \text{ m}^2$$

3.3.3.4 *Cálculo de las dimensiones del filtro*

✓ **Cálculo de la longitud de la pared por unidad**

De la ecuación. ap-1

$$a = \left( \frac{2 * n * A_i}{2 * 1} \right)^{0,5}$$

$$a = \left( \frac{2 * 5 * 194,47}{2 * 1} \right)^{0,5}$$

$$a = 31,18 \text{ m}$$

✓ **Ancho de la unidad en metros**

De la ecuación. aq-1

$$b = \left( \frac{(a + 1) * A_i}{2 * n} \right)^{0,5}$$

$$b = \left( \frac{(5 + 1)194,47}{2 * 5} \right)^{0,5}$$

$$b = 10,80 \text{ m}$$

**Calculo de la eficiencia del filtro con resina catiónica.**

De la ecuación ar-1

$$\%E = \frac{VI - VF}{VI} * 100$$

$$\%E = \frac{249 - 60}{249} * 100$$

$$E = 75\%$$

### 3.3.4 Desinfección:

#### 3.3.4.1 Cálculo del tanque de cloración

##### ✓ Volumen del tanque

De la ecuación. as-1

$$V_{tanque} = Q * T_r$$
$$V_{Tanque} = 0,081 \times 600$$

$$V_{Tanque} = 48,6m^3$$

##### ✓ Altura del tanque:

De la ecuación. at-1

$$H_{tanque} = \frac{V_{tanque}}{A}$$

$$H_{Tanque} = \frac{48,6}{10}$$

$$H_{Tanque} = 4,86 \text{ m}$$

##### ✓ Peso del cloro necesario:

De la ecuación. au-1

$$P = \frac{Q * D * T}{1000 * I}$$

$$P = \frac{81 * 1,5 * 28800}{1000 * (0,65)}$$

$$P = 5,38Kg$$

##### ✓ Volumen del hipoclorador:

De la ecuación. av-1

$$V = \frac{P}{5 * C}$$

$$V = \frac{5,38}{5 * 5}$$

$$V_{hipoclorador} = 0,21 m^3$$

✓ **Cálculo de la eficiencia**

De la ecuación aw-1

$$\%E = \frac{VI - VF}{VI} * 100$$

$$\%E = \frac{5 - 0}{5} * 100$$

$$E=100\%$$

### 3.4 Resultados

### 3.4.1 Parámetros del diseño

**Tabla 1-3 Parámetros del Diseño de la Planta Potabilizadora**

CALCULO	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
Población futura	$P_f$	10662,08	Habitantes
Dotación básica	$D_B$	318	L/habitantes
Dotación futura	$DF$	549,50	L/habitantes
Consumo medio diario	$C_{md}$	67,80	L/s
Consumo máximo diario	$CMD$	67,80	L/s
Consumo máximo horario	$CMH$	81,14	L/s
Caudal actual de diseño	$Q$	35,7	L/s
Caudal de captación	$Q_{\text{Captación}}$	81,36	L/s
Caudal de la planta de tratamiento	$Q_{\text{tratamiento}}$	74,58	L/s
Volumen de regulación	$V_r$	16,95	L
Volumen contra incendios	$V_i$	0,0	L
Volumen de emergencia	$V_e$	0,0	L
Volumen total	$V_t$	16,95	L

FUENTE: GAVILANES, Martha X

### 3.4.2 Medidor de caudal Parshall

**Tabla 2-3 Resultado del Medidor de Caudal Parshall**

CALCULOS	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
Sumergencia máxima	$S$	0,7	m
Ancho de la Garganta. (Obtenido en Anexo 1)	$W$	0,46	m
Altura de la Cresta	$H_a$	0,1876	m
Altura del agua sobre la Garganta	$H_b$	0,1313	m
Perdida de la carga	$P_c$	0,188	m

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

### 3.4.3 Sedimentador clásico

**Tabla 3-3: Resultado del Sedimentador Clásico.**

<b>CALCULO</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES</b>
Número de sedimentadores	<b>N</b>	2	
Volumen del sedimentador	<b>V</b>	437	m <sup>3</sup>
Tiempo de sedimentación	<b>Tr</b>	1,5	horas
Velocidad de sedimentación	<b>V<sub>s</sub></b>	0.033	cm/s
Velocidad de sedimentación crítica	<b>V<sub>sc</sub></b>	0,025	cm/s
Altura del sedimentador	<b>H</b>	3,15	m
Área del sedimentador	<b>A</b>	138,85	m <sup>2</sup>
Longitud del sedimentador	<b>L<sub>t</sub></b>	16,64	m
Ancho del sedimentador	<b>B</b>	4,16	m
Velocidad de escurrimiento	<b>V<sub>h</sub></b>	0,00618	m/s
Velocidad de arrastre de las partículas	<b>V<sub>a</sub></b>	0,2078	m/s
Volumen diario de lodos	<b>V<sub>ls</sub></b>	0,129	L/s
Altura de la pantalla Deflectora	<b>H<sub>f</sub></b>	2,835	m
Velocidad de paso de agua por el deflector	<b>V<sub>f</sub></b>	0,0142	m/s
Número de orificios para el deflector	<b>N total orificios</b>	117	
Diámetro de cada orificio de deflector	<b>Ø</b>	0,05	m
Número de canaletas de Salida	<b>A</b>	2	
Longitud de la canaleta	<b>L</b>	2	m
Número de vertederos por canaleta	<b>N<sub>w</sub></b>	14	
Caudal de cada vertedero	<b>Q<sub>w</sub></b>	0,000346	m <sup>3</sup> /s

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

#### 3.4.4 *Filtro lento con resina catiónica*

**Tabla 4-3: Resultado del Filtro Lento con Resina Catiónica.**

<b>CALCULOS</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES</b>
Numero de filtros totales	<b>N</b>	5	
Velocidad de filtración	<b>V<sub>f</sub></b>	0,25	m/h
Longitud	<b>A</b>	31,18	m
Ancho	<b>B</b>	10,08	m
Altura	<b>N</b>	5	m
Eficiencia	<b>E</b>	75	%

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

**Tabla 5-3 Resultados de la Aplicación de la Resina**

<b>CARACTERISTICAS DE LA RESINA CATIONICA PARA EL DISEÑO</b>	
Capa de Resina	100 Kg
Regenerante	Cloruro de sodio
Costo de la resina	1,50 cada Kg
Tiempo de regeneración	Cada 3 meses
Vida útil	De 2-3 años

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

### 3.4.5 Cámara de cloración

**Tabla 6-3 Resultados Cámara de Cloración**

<b>CALCULO</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES</b>
Volumen del tanque	<b>V<sub>Tanque</sub></b>	48,6	m <sup>3</sup>
Área del tanque	<b>A<sub>Tanque</sub></b>	10	m <sup>2</sup>
Altura del tanque	<b>H<sub>Tanque</sub></b>	4,86	m
Volumen Hipoclorador	<b>V<sub>hipoclorador</sub></b>	0,21	m <sup>3</sup>
Eficiencia	<b>E</b>	100	%

FUENTE: GAVILANES, Martha X.

### 3.4.6 Caracterización físico, química y microbiológica antes y después del tratamiento de potabilización

**Tabla 7-3: Caracterización Físico, Química y Microbiológica Antes y Después del Tratamiento**

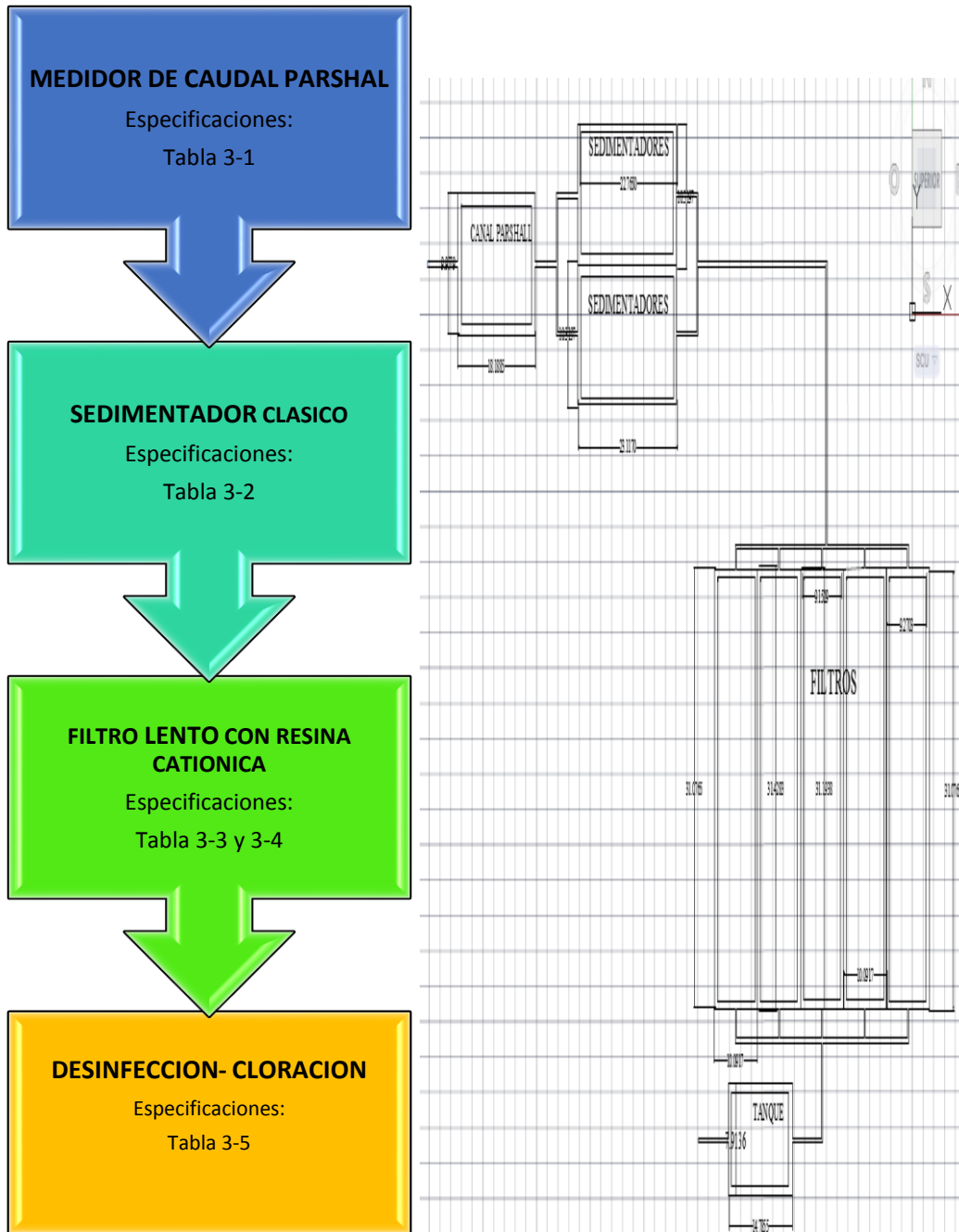
PARAMETROS	EXPRESADO	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	M1	M1
			ANTES DEL TRATAMIENTO	DESPUES DEL TRATAMIENTO
CARACTERISTICAS FISICAS				
pH		6-9	6,37	6,54
Color	Unidades de cloro aparente(Pt-Co)	15	0	0
Turbidez	NTU	5	1,35	0,04
Temperatura	°C	Condición natural +/- 3 grados	17,2	17,2
Sólidos Totales	mg/L	500	219	216
Conductividad	µS/cm	<1250	452	444
CARACTERISTICAS QUIMICAS				
Hierro Total	mg/L	0,3	0,10	0,07
Manganeso	mg/L	0,4	0,012	0,006
Amoniaco	mg/L	1,0	0,01	0,006
Nitratos	mg/L	50	4,5	3,2
Nitritos	mg/L	0,02	0,011	0,006
Sulfatos	mg/L	250	30	39
Fluoruros	mg/L	1,5	1,28	1,30
Cloro residual	mg/L	0,3-1,5	0,10	0,08
Dureza	mg/L	<200	248	60
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes totales	UFC/100m/L	Ausencia	5	0
Coliformes fecales	UFC/100m/L	Ausencia	2	0

FUENTE: GAVILANES, Martha X.



### 3.5 Propuesta del diseño de la planta potabilizadora

En base a las características obtenidas en los análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos antes detallados, se considera plantar el siguiente sistema de tratamiento de agua con la facilidad a ser implementada en el Cantón Guano.



### 3.6 Análisis y discusión de resultados

- ✓ Basándonos en las caracterizaciones físicas, químicas y microbiológicas realizadas sobre las muestras tomadas a lo largo de 1 mes, 2 tomas cada semana dándonos un total de 8 muestras. Se demostró que los habitantes del cantón Guano, ingieren agua potable en condiciones no aceptables, debido a que, encontró parámetros fuera de los límites establecidos en la Norma NET INEN 1108:2008 como son la dureza (249mg/L) , coliformes fecales (5 UFCL100mL) y totales(4 UFCL 100mL).
  
- ✓ Mediante los parámetros establecidos para mantener el agua potable en óptimas condiciones según la NORMA INEN 1108, por medio de una serie de análisis realizados sobre el agua de la vertiente Los Guaycos que actualmente está abasteciendo el Sistema de Distribución de Agua Potable en el Cantón Guano, se pudo determinar cuantificaciones como son Dureza con 249 mg/L y Coliformes totales 5 UFCL100mL fuera de los límites permisibles establecidos, alcanza estos valores debido al material que se encuentra en las rocas como también por la que lluvia arrastra restos de heces fecales de los animales a lo largo de trayectoria hasta llegar a los tanques. Sabiendo que el sistema de tratamiento y distribución de agua en el cantón Guano no se encuentra en condiciones aceptables, se propone un diseño de un Sistema de Potabilización de Agua que constara de cuatro etapas como son: un caudalímetro Parshall a la entrada, 2 sedimentadores clásicos, 5 filtros lentos con Resina Catiónica finalmente el agua pasara a la etapa de desinfección que realizara con Hipoclorito de calcio granulado.
  
- ✓ Plantada el esquema de la planta se realizó pruebas de laboratorio donde se obtuvo valores para la Dureza de 60 mg/L, en el caso de Coliformes Fecales y Totales hubo una Ausencia total UCF/100ml, esto se logró debido a que, se usa Resina en la etapa de Filtración la misma que nos da una eficiencia del 75% y en la etapa de Desinfección utilizando Hipoclorito de Calcio con una eficiencia del 100%. Es así que, con los ensayos aplicados se logró mantener el agua en condiciones insuperables para el consumo humano. Con el diseño propuesto se espera valores para la Dureza y Coliformes Fecales y totales como los que se encuentra en la tabla

3-8, sabiendo que todos los parámetros de la caracterización no se encuentran dentro de los límites establecidos en la Norma INEN 1108.

- ✓ Se encontró que existe otro trabajo de indagación que presenta problemas de dureza, es el caso del agua potable que es de la parroquia de San Andrés, el investigador trabaja con zeolita de igual manera obtiene excelentes resultados reduciendo la dureza a 90mg/L, pero es importante indicar que en la presente investigación se usa resina catiónica la que nos ayuda a reducir a 60mg/L y teniendo una eficiencia del 75%, siendo considerada como una mejor alternativa.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se usó un método sistemático simple, siguiendo una cadena de custodia para la recolección de muestras lo que garantiza la buena manipulación de las mismas para posteriormente ser llevadas al laboratorio para su respectivo análisis y caracterización.
- ✓ En la caracterización realizada se identificó que la Dureza (249mg/L) y Coliformes fecales (5 UFCL/100mL) y totales (4 UFCL/100mL) se encuentran fuera de la norma.
- ✓ Un canal parshall, 2 sedimentadores, 5 filtros y un tanque de desinfección es el diseño del sistema de potabilización planteado, siendo considerado como el más idóneo para aguas con problemas de dureza y Coliformes.
- ✓ Usando resina dentro del filtro, ayuda a orientar la dureza dentro de los límites permisibles, el hipoclorito de calcio es usado en la etapa de desinfección, nos ayudará con la eliminación de los Coliformes fecales y totales de esta manera podremos obtener agua de excelente calidad
- ✓ Gracias a la resina catiónica utilizada para disminuir los niveles de dureza, obtuvo resultados de 60mg/L, por otra parte la utilización de la resina catiónica en el filtro, nos da un eficiencia del 75% siendo viable la alternativa planteada.
- ✓ En el caso de la etapa de desinfección se utilizó el hipoclorito de calcio, que nos ayuda en alcanzar 100 % de eficiencia.
- ✓ Haciendo uso del sistema planteado se realizó análisis físicos, químicos y microbiológicos, obteniendo excelentes resultados pudiendo garantizar el buen estado y salubridad del agua.

- ✓ Posterior al planteamiento de la planta se realizó la respectiva caracterización del agua en la misma que pudimos observar que cada uno de los parámetros se encuentra dentro de los límites establecidos.
  
- ✓ Los valores obtenidos para la dureza fue 60mg/L en el caso de los Coliformes tanto fecales o totales se diferencia una ausencia total.

## RECOMENDACIONES

Culminado el estudio se recomienda.

- ✓ Aplicar el estudio realizado para mejorar el Sistema De Potabilización de Agua que abastece al Cantón Guano, los procesos de filtración y desinfección nos ayudara a mejorar la calidad de agua y que se le pueda considerar apta para el consumo humano.
- ✓ Se recomienda tratar la Resina con mucho cuidado debido a que es muy frágil, en cuanto a la regeneración con la solución más adecuada (cloruro de sodio) y a las concentraciones establecidas.
- ✓ Es de gran importancia que sobre los lodos generados en la sedimentación se de un tratamiento adecuado (secado de lodos establecido en el marco teórico), antes de ser eliminado al medio ambiente.
- ✓ Finalmente se recomienda una constante caracterización del agua en el tanque de distribución con la finalidad de establecer una base de datos y conocer la calidad de agua a distribuirse en la población.

## **BIBLIOGRAFIA**

**ARBOLEDA, J.** Teoría y Práctica De Purificación De Agua. 3<sup>era</sup> ed, Bogotá – Colombia; 2000, pp: 163-166

**CALIDAD DEL AGUA.** Departamento de asuntos económicos y sociales de Naciones Unidas. España. 2014

<http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

17 Enero 2014

**CARACTERISTICAS DE AGUA SUBTERRANEA.**

<http://www.salonhogar.com/ciencias/naturaleza/elagua/aguassubterraneeas.htm>

22 de Noviembre del 2013

**CRITERIOS DE DISEÑO DE SEDIMENTADORES.**

<http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/agua/158esp-diseno-desare.pdf>.

26 de Enero 2013

**EL AGUA.** Miguel Vaquero. 2013

<http://www.deciencias.net/proyectos/4particulares/quimica/compuestos/agua.htm>

21 de Noviembre del 2013

**IMPORTANCIA DEL AGUA.** José Marcano.

<http://www.jmarcano.com/recursos/agua.html>

12 de Noviembre del 2013

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION.** Norma Técnica Ecuatoriana – Requisitos para el Agua Potable (NTE INEN 1108:2011). 2<sup>da</sup> ed. INEN. 2011.

**MEDIDOR PARSHALL.** Edmundo Pedrosa Gonzales. México. 2001

[http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/canal\\_parshall.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/canal_parshall.pdf)

25 de Enero 2014

**ROJAS, R.** Guía para la vigilancia de la calidad de Agua para consumo humano. México – México; CEPIS. 2012, pp: 54-55

**ROMERO, J.** (2002). Potabilización del Agua. 3<sup>ra</sup> ed, Bogotá – Colombia; Escuela Colombia de Ingeniería. 2002, pp: 119-145; 247-255.

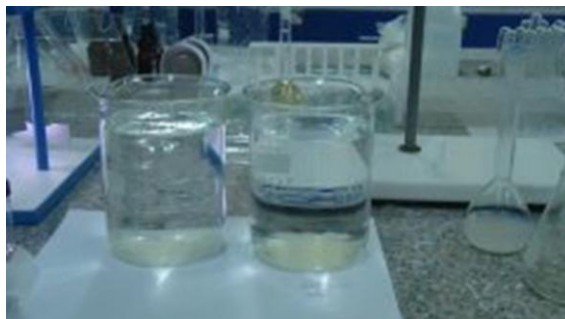
**STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER,** (APHA, AWWA, WPCF). 17a ed. 1992. pp. 2-42, 4-116.



## ANEXOS

### Anexo A: Caracterización

a)






b)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	PRUEBAS DE TRATABILIDAD		
CARACTERIZACION	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA XIMENA GAVILANES	ESCALA	LAMINA	FECHA
			A4	1	2014/12/15

**Anexo B: Sistema de cloración actual**

<p>a) </p>		<p>c) </p>	<p>b) </p>		
<p>NOTAS</p>	<p>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</p>	<p>ESPOCH</p>	<p>TANQUE ACTUAL CE CLORACION</p>		
<p>TANQUE ACTUAL DE CLORACION</p>	<p><input type="checkbox"/> Certificado    <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado    <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar    <input type="checkbox"/> Para Información</p>	<p>FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA XIMENA GAVILANES</p>	<p>ESCALA</p>	<p>LAMINA</p>	<p>FECHA</p>
			<p>A4</p>	<p>2</p>	<p>2014/12/15</p>

**Anexo C: Pruebas de tratabilidad**



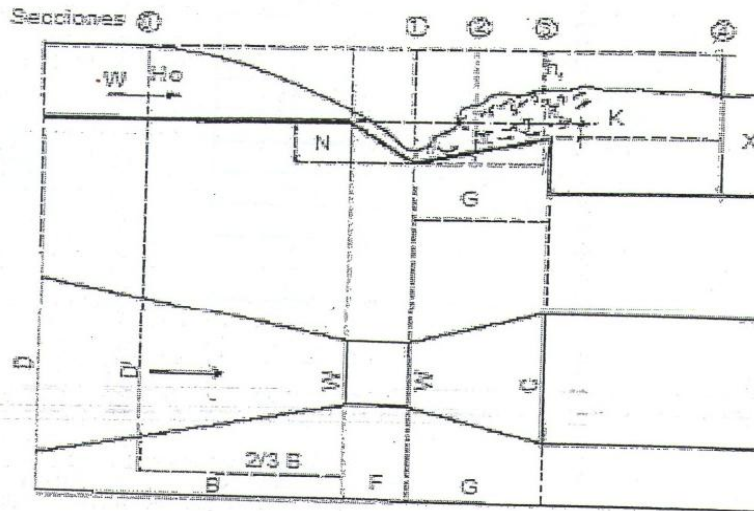
a)



b)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	PRUEBAS DE TRATABILIDAD		
PRUEBAS DE TRATABILIDAD	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA XIMENA GAVILANES	ESCALA	LAMINA	FECHA
			A4	3	2014/12/15

## Anexo D: Dimensiones estandarizadas de los medidores parshall



	W	A	B	C	D	E	F	G	K	N
Pulgadas	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1"	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9
3"	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	45,7	15,2	30,5	2,5	5,7
6"	15,2	61,0	61,0	39,4	40,3	61,0	30,5	61,0	7,6	11,4
9"	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	76,3	30,5	45,7	7,6	11,4
1'	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
1 1/2'	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
2'	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
3'	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
4'	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
5'	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
6'	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
7'	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
8'	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
10'	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3

Fuente: CEPIS (1992); Criterios de Diseño de Plantas Potabilizadoras de Agua.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH		DIMENSIONES ESTANDAR		
	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS		DEL CANAL PARSHALL		
DIMENSIONES	Aprobado	Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA		ESCALA	LAMINA	FECHA
ESTANDAR	Por Calificar	Para Información	XIMENA GAVILANES		A4	4	2014/12/15



## Anexo E: Densidad y viscosidad del agua


Calculadas de la tablas "International Critical"

Temperatura °C	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Viscosidad Cinematica
0	0.99987	1.7923
1	0.99993	1.7321
2	0.99997	1.6741
3	0.99999	1.6183
4	1.00000	1.5678
5	0.99999	1.5188
6	0.99997	1.4726
7	0.99993	1.4288
8	0.99988	1.3874
9	0.99981	1.3479
10	0.99973	1.3101
11	0.99963	1.2740
12	0.99952	1.2396
13	0.99940	1.2068
14	0.99927	1.1756
15	0.99913	1.1457
16	0.99897	1.1168
17	0.99880	1.0898
18	0.99862	1.0648
19	0.99843	1.0416
20	0.99823	1.0195
21	0.99802	0.9983
22	0.99780	0.9780
23	0.99757	0.9493
24	0.99733	0.9216
25	0.99707	0.8975
26	0.99681	0.8774
27	0.99654	0.8581
28	0.99626	0.8394
29	0.99597	0.8214
30	0.99568	0.8039
31	0.99537	0.7870
32	0.99505	0.7708
33	0.99473	0.7551
34	0.99440	0.7398
35	0.99405	0.7251
36	0.99371	0.7109
37	0.99335	0.6971
38	0.99299	0.6839
39	0.99262	0.6711

Fuente: Tratamiento de Aguas Residuales, G. Rivas Mijangas, 1978

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	DENSIDAD Y VISCOSIDAD		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	DEL AGUA		
DENSIDAD Y VISCOSIDAD	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	5	2014/12/15

## Anexo F: Caracterización del agua



**SAQMIC**  
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos


Contáctanos: 093387300 - 032924322 ó 0984648617 - 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes  
Riobamba - Ecuador


**EXAMEN FÍSICO QUÍMICO DE AGUA** CÓDIGO: 75-14


*Solicitado por:* Sra. Ximena Gavilanes  
*Fecha de análisis:* 13 de marzo del 2014  
*Tipo de muestra:* Agua para consumo doméstico.  
*Localidad:* San Andrés

PUNTO DE MUESTREO	DETERMINACION <i>Dureza</i> mg/L
Tanque	224
Fuente	248

**RESPONSABLES:**

  
**Dra. Gina Álvarez R.**

  
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos

  
**Dra. Fabiola Villa**

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.  
\*La muestra es receptada en laboratorio.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION DEL AGUA		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
CARACTERIZACION DEL AGUA	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	ESCUELA ING. QUIMICA XIMENA GAVILANES	ESCALA A4	LAMINA 6	FECHA 2014/12/15

# CARACTERIZACION

## INFORME DE RESULTADOS

**Datos de la muestra:**

<b>Fuente:</b> Los Guaicos	<b>Recolectado por:</b> BQF. Verónica Orozco
<b>Fecha de recolección:</b> 2014-04-22	<b>Hora:</b> 09h00-09h30
<b>Muestra:</b> Vertiente	<b>Fecha De Análisis:</b> 2014-04-23
<b>Parroquia:</b> San Andrés	<b>Localidad:</b> Cantón Guano

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	EXPRESADO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH*		6 – 9	6,37
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	0,10
Turbidez	NTU	5	1,35
Temperatura*	°C	Condición natural +/-3grados	17,2
Sólidos Totales disueltos*	mg/l	500	219
Conductividad	µS/cm		452
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Hierro Total Fe <sup>3+</sup> *	mg/l	0,3	0,10
Manganeso Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,4	0,012
Amoníaco N – amoniacal*	mg/l	1,0	0,01
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	4,5
Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,02	0,011
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	mg/l	250	30
Fluoruro F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	1,28
Cloro Residual Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,3 – 1,5	0,10

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Coliformes totales Filtración por membrana	UFC/100ml	Ausencia	5 UFC/100ml

**Límites Permisibles:**

\*TULAS Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Libro VI anexo 1  
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Primera Edición (cuarta revisión)

**CONCLUSIONES:** La concentración de minerales se encuentra dentro de los valores permitidos, existe presencia de contaminantes perjudiciales para la salud.

**RECOMENDACIONES:** Realizar diariamente la cloración como único medio de desinfección.

**RESPONSABLE:**



BQF. Verónica Orozco M.  
LABORATORIO DE AGUAS – GADMCG.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	DEL AGUA		
ANALISIS	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	7	2014/12/15

# CARACTERIZACION

## INFORME DE RESULTADOS

**Datos de la muestra:**

<b>Fuente:</b> Lluishi	<b>Recolectado por:</b> BQF. Verónica Orozco
<b>Fecha de recolección:</b> 2014-04-22	<b>Hora:</b> 09h00-09h30
<b>Muestra:</b> Tanque de almacenamiento	<b>Fecha De Análisis:</b> 2014-04-23
<b>Parroquia:</b> La Matriz	<b>Localidad:</b> Cantón Guano

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	EXPRESADO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH*		6 – 9	6,44
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	0,08
Turbidez	NTU	5	0,16
Temperatura*	°C	Condición natural +/-3grados	17,2
Sólidos Totales disueltos*	mg/l	500	217
Conductividad	µS/cm		450

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Hierro Total Fe <sup>3+</sup> *	mg/l	0,3	0,09
Manganeso Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,4	0,000
Amoniaco N – amoniacal*	mg/l	1,0	0,01
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	4,3
Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,02	0,015
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	mg/l	250	30
Fluoruro F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	1,06
Cloro Residual Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,3 – 1,5	0,08

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Coliformes totales	UFC/100ml	Ausencia	0 UFC/100ml
Filtración por membrana			

**Límites Permisibles:**

\*TULAS Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Libro VI anexo 1  
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Primera Edición (cuarta revisión)

**CONCLUSIONES:** La concentración de minerales se encuentra dentro de los valores permitidos.

**RECOMENDACIONES:** Realizar diariamente la cloración como único medio de desinfección.

**RESPONSABLE:**

  
BqF. Verónica Orozco M.  
LABORATORIO DE AGUAS – GADMCG.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION DEL AGUA		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
ANALISIS	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	8	2014/12/15



## CARACTERIZACION

### INFORME DE RESULTADOS

**Datos de la muestra:**

Fuente: Laboratorio	Recolectado por: BQF. Verónica Orozco
Fecha de recolección: 2014-04-22	Hora: 09h00-09h30
Muestra: Sistema de distribución	Fecha De Análisis: 2014-04-23
Parroquia: Santa Fe de Galán	Localidad: Cantón Guano

#### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	EXPRESADO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH*		6 – 9	6,54
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	0
Turbidez	NTU	5	0,04
Temperatura*	°C	Condición natural +/-3grados	17,2
Sólidos Totales disueltos*	mg/l	500	216
Conductividad	µS/cm		444

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Hierro Total Fe <sup>3+</sup> *	mg/l	0,3	0,07
Manganeso Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,4	0,006
Amoniaco N – amoniacal*	mg/l	1,0	0,006
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	3,2
Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,02	0,006
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	mg/l	250	39
Fluoruro F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	1,57
Cloro Residual Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,3 – 1,5	0,08

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Coliformes totales Filtración por membrana	UFC/100ml	Ausencia	0 UFC/100ml

**Límites Permisibles:**

\*TULAS Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Libro VI anexo 1  
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Primera Edición (cuarta revisión)

**CONCLUSIONES:** La concentración de minerales se encuentra dentro de los valores permitidos.

**RECOMENDACIONES:** Realizar diariamente la cloración como único medio de desinfección.

**RESPONSABLE:**



Bqf. Verónica Orozco M.  
LABORATORIO DE AGUAS – GADMCG.



	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION		
NOTAS	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	DEL AGUA		
ANALISIS	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	9	2014/12/15

# CARACTERIZACION

## INFORME DE RESULTADOS

**Datos de la muestra:**

<b>Fuente:</b> Guaicos	<b>Recolectado por:</b> BQF. Verónica Orozco
<b>Fecha de recolección:</b> 2014-05-07	<b>Hora:</b> 09h00-09h30
<b>Muestra:</b> Vertiente	<b>Fecha De Análisis:</b> 2014-05-08
<b>Parroquia:</b> San Andrés	<b>Localidad:</b> Cantón Guano

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	EXPRESADO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH*		6 – 9	6,93
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	8
Turbidez	NTU	5	0,41
Temperatura*	°C	Condición natural +/-3grados	17,2
Sólidos Totales disueltos*	mg/l	500	233
Conductividad	µS/cm		460

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Hierro Total Fe <sup>3+</sup> *	mg/l	0,3	0,21
Manganeso Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,4	0,005
Amoniaco N – amoniacal*	mg/l	1,0	0
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	2,6
Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,02	0,007
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	mg/l	250	38
Fluoruro F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	0,49
Cloro Residual Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,3 – 1,5	0,05

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Coliformes totales Filtración por membrana	UFC/100ml	Ausencia	3 UFC/100ml

**Límites Permisibles:**

\*TULAS Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Libro VI anexo 1  
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Primera Edición (cuarta revisión)

**CONCLUSIONES:** La concentración de minerales se encuentra dentro de los valores permitidos.

**RECOMENDACIONES:** Realizar diariamente la cloración como único medio de desinfección.

**RESPONSABLE:**

Bqf. Verónica Orozco M.  
LABORATORIO DE AGUAS – GADMCG.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION DEL AGUA		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
ANALISIS	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	10	

# CARACTERIZACION

## INFORME DE RESULTADOS

**Datos de la muestra:**

Fuente: Lluishi	Recolectado por: BQF. Verónica Orozco
Fecha de recolección: 2014-05-07	Hora: 09h00-09h30
Muestra: Tanque de almacenamiento	Fecha De Análisis: 2014-05-08
Parroquia: La Matriz	Localidad: Cantón Guano

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	EXPRESADO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH*		6 – 9	6,98
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	1
Turbidez	NTU	5	0,14
Temperatura*	°C	Condición natural +/-3grados	17,2
Sólidos Totales disueltos*	mg/l	500	218
Conductividad	µS/cm		453
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Hierro Total Fe <sup>3+</sup> *	mg/l	0,3	0,10
Manganeso Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,4	0,007
Amoníaco N – amoniacal*	mg/l	1,0	0
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	2,3
Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,02	0,009
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	mg/l	250	39
Fluoruro F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	1,50
Cloro Residual Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,3 – 1,5	0,26

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Coliformes totales Filtración por membrana	UFC/100ml	Ausencia	0 UFC/100ml

**Límites Permisibles:**

\*TULAS Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Libro VI anexo 1  
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Primera Edición (cuarta revisión)

**CONCLUSIONES:** La concentración de minerales se encuentra dentro de los valores permitidos.

**RECOMENDACIONES:** Realizar diariamente la cloración como único medio de desinfección.

**RESPONSABLE:**



Bqf. Verónica Orozco M.  
LABORATORIO DE AGUAS – GADMCG.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION DEL AGUA		
ANALISIS	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	ESCALA	LAMINA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	ESCUELA ING. QUIMICA XIMENA GAVILANES			



# CARACTERIZACION

## INFORME DE RESULTADOS

**Datos de la muestra:**

<b>Fuente:</b> Laboratorio	<b>Recolectado por:</b> BQF. Verónica Orozco
<b>Fecha de recolección:</b> 2014-05-07	<b>Hora:</b> 09h00-09h30
<b>Muestra:</b>	<b>Fecha De Análisis:</b>
Sistema de distribución	2014-05-08
<b>Parroquia:</b> La Matriz	<b>Localidad:</b> Cantón Guano

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	EXPRESADO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH*		6 – 9	6,99
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	0
Turbidez	NTU	5	0,05
Temperatura*	°C	Condición natural +/-3grados	17,2
Sólidos Totales disueltos*	mg/l	500	217
Conductividad	µS/cm		449
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Hierro Total Fe <sup>3+</sup> *	mg/l	0,3	0,06
Manganeso Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,4	0,004
Amoniaco N – amoniacal*	mg/l	1,0	0,03
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	2,2
Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,02	0,005
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	mg/l	250	38
Fluoruro F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	1,55
Cloro Residual Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,3 – 1,5	0,00

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Coliformes totales	UFC/100ml	Ausencia	0 UFC/100ml
Filtración por membrana			

**Límites Permisibles:**

\*TULAS Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Libro VI anexo 1

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Primera Edición (cuarta revisión)

**CONCLUSIONES:** La concentración de minerales se encuentra dentro de los valores permitidos.

**RECOMENDACIONES:** Realizar diariamente la cloración como único medio de desinfección.

**RESPONSABLE:**

Bqf. Verónica Orozco M.  
LABORATORIO DE AGUAS – GADMCG.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	DEL AGUA		
ANALISIS	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	12	

# CARACTERIZACION

## INFORME DE RESULTADOS

**Datos de la muestra:**

<b>Fuente:</b> Guaicos	<b>Recolectado por:</b> BQF. Verónica Orozco
<b>Fecha de recolección:</b> 2014-05-14	<b>Hora:</b> 09h00-09h30
<b>Muestra:</b> Vertiente	<b>Fecha De Análisis:</b> 2014-05-15
<b>Parroquia:</b> San Andrés	<b>Localidad:</b> Cantón Guano

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	EXPRESADO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH*		6 – 9	6,70
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	8
Turbidez	NTU	5	0,47
Temperatura*	°C	Condición natural +/-3grados	17,2
Sólidos Totales disueltos*	mg/l	500	220
Conductividad	µS/cm		451
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Hierro Total Fe <sup>3+</sup> *	mg/l	0,3	0,04
Manganeso Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,4	0,008
Amoniaco N – amoniacal*	mg/l	1,0	0,07
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	2,8
Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,02	0,005
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	mg/l	250	37
Fluoruro F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	0,55
Cloro Residual Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,3 – 1,5	0,08

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Coliformes totales Filtración por membrana	UFC/100ml	Ausencia	2 UFC/100ml

**Límites Permisibles:**

\*TULAS Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Libro VI anexo 1  
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Primera Edición (cuarta revisión)

**CONCLUSIONES:** La concentración de minerales se encuentra dentro de los valores permitidos.

**RECOMENDACIONES:** Realizar diariamente la cloración como único medio de desinfección.

**RESPONSABLE:**

Bqf. Verónica Orozco M.  
LABORATORIO DE AGUAS – GADMCG.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION		
		<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	DEL AGUA	
ANALISIS	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	13	

# CARACTERIZACION

## INFORME DE RESULTADOS

**Datos de la muestra:**

<b>Fuente:</b> Lluishi	<b>Recolectado por:</b> BQF. Verónica Orozco
<b>Fecha de recolección:</b> 2014-05-14	<b>Hora:</b> 09h00-09h30
<b>Muestra:</b> Tanque de almacenamiento	<b>Fecha De Análisis:</b> 2014-05-15
<b>Parroquia:</b> La Matriz	<b>Localidad:</b> Cantón Guano

### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	EXPRESADO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH*		6 – 9	6,86
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	5
Turbidez	NTU	5	0,19
Temperatura*	°C	Condición natural +/-3grados	17,2
Sólidos Totales disueltos*	mg/l	500	219
Conductividad	µS/cm		450

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Hierro Total Fe <sup>3+</sup> *	mg/l	0,3	0,04
Manganeso Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,4	0,004
Amoniaco N – amoniacal*	mg/l	1,0	0,00
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	2,9
Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,02	0,006
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	mg/l	250	37
Fluoruro F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	0,63
Cloro Residual Cl <sup>-</sup>	mg/l	0.3 – 1.5	0,19

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Coliformes totales	UFC/100ml	Ausencia	0 UFC/100ml
Filtración por membrana			

**Límites Permisibles:**

\*TULAS Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Libro VI anexo 1  
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Primera Edición (cuarta revisión)

**CONCLUSIONES:** La concentración de minerales se encuentra dentro de los valores permitidos.

**RECOMENDACIONES:** Realizar diariamente la cloración como único medio de desinfección.

**RESPONSABLE:**



Bqf. Verónica Orozco M.  
LABORATORIO DE AGUAS – GADMCG.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION DEL AGUA		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
ANALISIS	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	14	



## CARACTERIZACION

### INFORME DE RESULTADOS

**Datos de la muestra:**

Fuente: Laboratorio	Recolectado por: BQF. Verónica Orozco
Fecha de recolección: 2014-05-14	Hora: 09h00-09h30
Muestra: Sistema de distribución	Fecha De Análisis: 2014-05-15
Parroquia: La Matriz	Localidad: Cantón Guano

#### DETALLE REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	EXPRESADO	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH*		6 – 9	6,69
Color	Unidades de cloro aparente (Pt-Co)	15	4
Turbidez	NTU	5	0,06
Temperatura*	°C	Condición natural +/-3grados	17,2
Sólidos Totales disueltos*	mg/l	500	219
Conductividad	µS/cm		449

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Hierro Total Fe <sup>3+</sup> *	mg/l	0,3	0,06
Manganeso Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,4	0,006
Ámoniacal N – amoniacal*	mg/l	1,0	0,00
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	2,9
Nitritos NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,02	0,006
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	mg/l	250	35
Fluoruro F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	0,76
Cloro Residual Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,3 – 1,5	0,14

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO	RESULTADO
Coliformes totales Filtración por membrana	UFC/100ml	Ausencia	0 UFC/100ml

**Límites Permisibles:**

\*TULAS Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Libro VI anexo 1  
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Primera Edición (cuarta revisión)

**CONCLUSIONES:** La concentración de minerales se encuentra dentro de los valores permitidos.

**RECOMENDACIONES:** Realizar diariamente la cloración como único medio de desinfección.

**RESPONSABLE:**

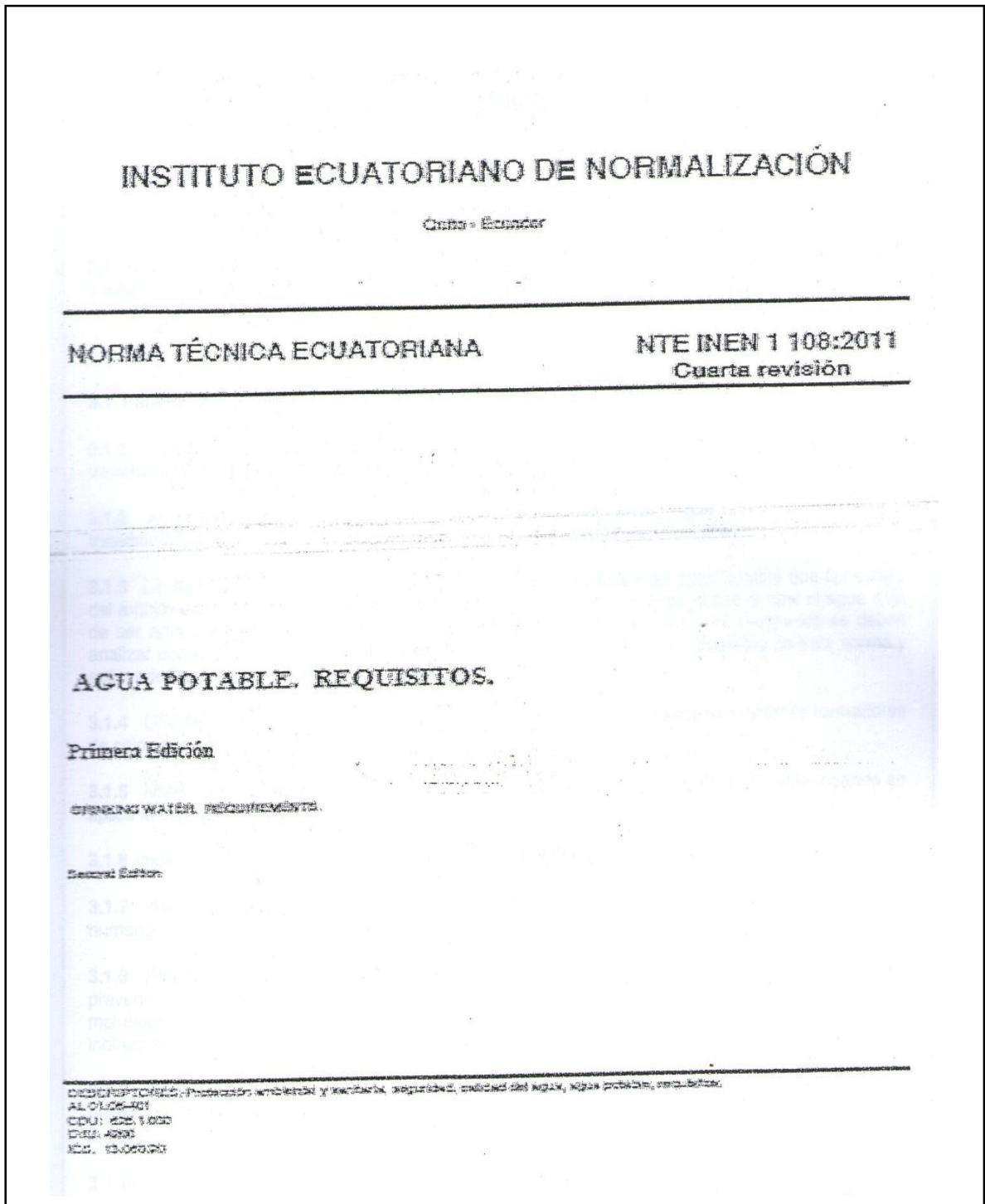


Bqf. Verónica Orozco M.  
LABORATORIO DE AGUAS – GADMCG.



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CARACTERIZACION DEL AGUA		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	ESCALA A4	LAMINA 15	FECHA
ANALISIS	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	ESCUELA ING. QUIMICA XIMENA GAVILANES			

Anexo G: Norma Inen 1108:2011



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	REQUISITOS		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	DEL AGUA POTABLE		
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 1108:2008	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	16	



Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA POTABLE. REQUISITOS	NTE INEN 1 108:2011 Cuarta revisión 2011-06
--------------------------------------	--------------------------	---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3000 - Baquizado Moreno EB-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

**2. ALCANCE**

2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

**3. DEFINICIONES**

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 *Agua potable.* Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

3.1.2 *Agua cruda.* Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

3.1.3 *Límite máximo permitido.* Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números, (ver NTE INEN 052).

3.1.4 *UFC/ml.* Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

3.1.5 *NMP.* Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.

3.1.6 *mg/l.* (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

3.1.7 *Microorganismo patógeno.* Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

3.1.8 *Plaguicidas.* Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

3.1.9 *Desinfección.* Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.

3.1.10 *Subproductos de desinfección.* Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

3.1.11 *Cloro residual.* Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

3.1.12 *Sistema de abastecimiento de agua potable.* El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable, requisitos.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	REQUISITOS		
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	FACULTAD DE CIENCIAS	DEL AGUA POTABLE		
INEN 1108:2008	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	ESCUELA ING. QUIMICA XIMENA GAVILANES	ESCALA A4	LAMINA 17	FECHA

3.1.13 Sistema de distribución. Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

4.1 Los sistemas de abastecimiento de agua potable se acogerán al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación:

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN <sup>-</sup>	mg/l	0,07
Cloro libre residual <sup>1)</sup>	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>1)</sup>
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitritos, NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,1
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01

<sup>1)</sup> Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos  
 \* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>210</sup>Po, <sup>224</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>239</sup>Pu  
 \*\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>60</sup>Co, <sup>89</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr, <sup>129</sup>I, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, <sup>228</sup>Ra

Sustancias orgánicas

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP</b>		
Benzo [a]pireno	mg/l	0,0007
<b>Hidrocarburos:</b>		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epíclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Ácido Nitrotriacético	mg/l	0,2

(Continúa)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	REQUISITOS DEL AGUA POTABLE		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 1108:2008	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	18	

**Plaguicidas**

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Perdímatalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002

**Residuos de desinfectantes**

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3

**Subproductos de desinfección**

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:		
• Bromodiclorometano	mg/l	0,06
• Cloroformo	mg/l	0,3
Acido tricloroacético	mg/l	0,2

**Cianotoxinas**

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

5.1.2 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

**Requisitos microbiológicos**

	Máximo
Coliformes fecales <sup>(1)</sup> :	
- Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
- Filtración por membrana UFC/ 100 ml	< 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/100 litros	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/100 litros	Ausencia

\* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm<sup>3</sup> ó 10 tubos de 10 cm<sup>3</sup> ninguno es positivo  
 \*\* < 1 significa que no se observan colonias  
 (1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida

(Continúa)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	REQUISITOS DEL AGUA POTABLE		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 1108:2008	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	19	



**6. INSPECCIÓN**

**6.1 Muestreo**

6.1.1 El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

6.1.2 El agua potable debe ser monitoreada permanentemente para asegurar que no se producen desviaciones en los parámetros aquí indicados.

6.1.3 El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

**7. MÉTODOS DE ENSAYO**

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición. En caso que no conste el método de análisis para un parámetro en el Standard Methods, se utilizará un método estandarizado propuesto por un organismo reconocido.

(Continúa)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	REQUISITOS		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	DEL AGUA POTABLE		
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 1108:2008	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	20	

**APENDICE Y  
(Informativo)**

Número de unidades a tomarse de acuerdo a la población servida

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

POBLACIÓN	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO
< 5 000	12
5 000 – 100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
> 100 000 – 500 000	120 MÁS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
> 500 000	180 MÁS 12 POR CADA 100 000 PERSONAS

Guías para la calidad del agua potable 3ra. Ed. (incluido el 1er. Adendum) 2006; Capítulo 4 numeral 4.3.4 cuadro 4.5

(Continúa)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	REQUISITOS DEL AGUA POTABLE		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 1108:2008	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	21	

INFORMACIÓN GENERAL

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) en su última edición. Publicado por la APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WEF (Water Environment Federation).

Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002

Z.2 BASES DE ESTUDIO

World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality* First Addendum to Third Edition Volume 1 Recommendations. World Health Organization, 2006.

MEMBROS

Dr. José María Trujillo

Dr. José María

Dr. Néstor

Dr. Pablo

Dr. Luis

Dr. Miguel

Dr. Víctor

Dr. Juan

Dr. María

Dr. Carlos

Dr. Roberto

Dr. Fernando

Dr. Nicolás

Dr. Fernando

Dr. Daniel

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

Dr. María

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	REQUISITOS DEL AGUA POTABLE		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 1108:2008	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	22	

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 1 108 Cuarta revisión	<b>TÍTULO:</b> AGUA POTABLE. REQUISITOS NORMAS TÉCNICAS PARA LA FABRICACIÓN DE AGUA POTABLE	<b>Código:</b> AL 01.06-401
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2009-08-28 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No 111-2009 de 2009-11-27 publicado en el Registro Oficial No. 111 de 2010-01-19	
	Fecha de iniciación del estudio: 2010-04	

Fechas de consulta pública: de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

Subcomité Técnico: **Agua potable**  
Fecha de iniciación: 2010-07-05  
Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación: 2010-12-10

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Dra. Jenny Murillo (Presidenta del SCT)	UNIVERSIDAD CENTRAL, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
Dra. Zoila Novillo	MIDUVI - SUBSECRETARÍA DE SERVICIOS DOMICILIARIOS DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y RESIDUOS SÓLIDOS
Dra. Mónica Garcés	MINISTERIO DE SALUD - CONTROL Y MEJORAMIENTO DE LA SALUD PÚBLICA, SALUD AMBIENTAL
Ing. Fabián Monge	DIRECCION PROVINCIAL DE SALUD, Pichincha
Ing. Marcelo Carpio	EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
Dr. Carlos Espinosa	EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
Dr. Edgar Pazmiño	EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
Ing. Yolanda Lara	MINISTERIO DE SALUD - SISTEMA DE ALIMENTOS
Quím. Farm. Giomara Quizpe	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil
Ing. Trajano Ramírez	ANEMAPA - ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
Ing. Laura Ramírez	OPS / OMS ECUADOR
Ing. Viviana Guzmán	SENAGUA
Ing. Adriana Jácome	SENAGUA
Ing. Verónica Morales	SENAGUA
Ing. Benito Mendoza	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
Dr. Luis Cazar	INTERAGUA
Ing. Marco Yépez	MIDUVI - SUBSECRETARÍA DE SERVICIOS DOMICILIARIOS DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y RESIDUOS SÓLIDOS
Ing. Patricio Vásquez	ETAPA - CUENCA
Ing. Carlos Paredes	ECAFAG- GUAYAQUIL
Dr. Hugo Yela	INTERAGUA
Ing. Carlos Velarde	EP - EMAPAR
Ing. Alexander Hildebrand	ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Quito
Dr. Hernán Riofrio	SECRETARÍA DE SALUD MUNICIPIO QUITO
Dra. Jacqueline Arroyo	CONSULTOR - PARTICULAR
Ing. Eduardo Espín	MINISTERIO DEL AMBIENTE
Dra. Julieta Astudillo	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil
Dra. Sofía Luzuriaga	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA ECUADOR
Ing. María E. Dávalos (Secretaria Técnica)	INEN - REGIONAL CHIMBORAZO


Otros trámites: <sup>4</sup> La NTE INEN 1 108:2010 (Tercera Revisión), sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución No. 009-2010 de 2010-03-05, publicada en el Registro Oficial No. 152 del 2010-03-17.

Esta NTE INEN 1 108:2011 (Cuarta Revisión), reemplaza a la NTE INEN 1 108:2010 (Tercera Revisión)

La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma  
Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 11 135 de 2011-05-20  
Registro Oficial No. 481 de 2011-06-30

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	REQUISITOS DEL AGUA POTABLE		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 1108:2008	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	23	

**Anexo H: Norma Inen 2169:98**



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**  
Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA      NTE INEN 2 169:98**

---

**AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.**

**Primera Edición**

**WATER. WATER QUALITY. SAMPLING, HANDLING AND MAINTENANCE OF SAMPLES.**

**First Edition**

---

DESCRIPCIÓN: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.  
AL: 01.00.00  
COD: 874-777.00/113  
CCL: 42.420-420  
ICB: 13.000.01

	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	MUESTREO, MANEJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS		
NOTAS	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 2169:98	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	24	



Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.	NTE INEN 2 169-98 1998-11
--	---	---------------------------------

Instituto Ecuatoriano de Normas Técnicas, INEN - Calle 11 244 - 2000 - Baños de San Carlos - Distrito Occidental - Quito - Ecuador - Prestito de modernización

<b>1. OBJETO</b>
1.1 Esta norma establece las precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar muestras de agua y describe las técnicas de conservación más usadas.
<b>2. ALCANCE</b>
2.1 Esta norma se aplica particularmente cuando una muestra (simple o compuesta) no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis.
<b>3. DISPOSICIONES GENERALES</b>
3.1 Las aguas, particularmente las aguas superficiales y sobre todo las aguas residuales, son susceptibles a cambios en diferente grado como resultado de las reacciones físicas, químicas o biológicas, las cuales tienen lugar desde el momento del muestreo y durante el análisis. La naturaleza y el rango de estas reacciones son tales que, si no se toman precauciones antes y durante el transporte, así como durante el tiempo en el cual las muestras son conservadas en el laboratorio antes del análisis, las concentraciones determinadas en el laboratorio serán diferentes a las existentes en el momento del muestreo.
3.2 Principalmente en casos de duda, se debe consultar al analista y/o al especialista que interpretará los resultados, antes de decidir sobre el método preciso de conservación y manipulación.
3.3 Las causas de variación son numerosas, algunas de ellas son las siguientes:
a) Las bacterias, algas y otros microorganismos pueden consumir ciertos elementos presentes en la muestra; pueden modificar la naturaleza de los constituyentes para producir nuevos. Esta actividad biológica afecta, por ejemplo: el contenido de oxígeno disuelto, el dióxido de carbono, a los compuestos de nitrógeno, fósforo y algunas veces al sílice.
b) Ciertos compuestos pueden ser oxidados por el oxígeno disuelto contenido en las muestras o por el oxígeno atmosférico, por ejemplo: compuestos orgánicos, hierro (II), sulfatos, etc.
c) Ciertas sustancias pueden precipitar, por ejemplo: calcio, carbonatos, metales y compuestos metálicos como: hidróxido de aluminio [Al(OH) <sub>3</sub> ], fosfato de magnesio [Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ]; o perdura en la fase gaseosa (por ejemplo: oxígeno, cloruro, mercurio).
d) El pH, la conductividad, el contenido de dióxido de carbono, etc. pueden modificarse por la absorción del dióxido de carbono del aire.
e) Los metales disueltos o en estado coloidal así como ciertos compuestos orgánicos pueden ser adsorbidos o adsorbidos inevitablemente sobre la superficie de los recipientes o por los materiales sólidos contenidos en la muestra.
f) Los productos polimerizados pueden despolimerizarse; lo contrario los compuestos simples pueden polimerizarse.
(Continúa)
DESCRIPCIÓN: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, conservación, manejo, condiciones generales.

NOTAS	<input type="checkbox"/> CATEGORIA DEL DIAGRAMA <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	ESPOCH	MUESTREO, MANEJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS		
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	FACULTAD DE CIENCIAS			
INFN 2169-98		ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
		XIMENA GAVILANES	A4	25	

3.4 La extensión de estas reacciones está en función de la naturaleza química y biológica de la muestra, de su temperatura, su exposición a la luz, la naturaleza del recipiente en el cual se coloca, el tiempo entre el muestreo y el análisis, las condiciones a la que ha sido sometida, por ejemplo: reposo o agitación durante el transporte, etc.

3.5 Los cambios relativos a un constituyente en particular varían en grado y velocidad no solamente en función del tipo de agua, sino también en función de las condiciones ambientales.

3.6 Debe enfatizarse que estas variaciones son, muchas veces, lo suficientemente rápidas como para modificar considerablemente la muestra en varias horas. En todo caso, se deben tomar las precauciones necesarias para minimizar estas reacciones, y en el caso de la determinación de muchos parámetros realizar el análisis sin demoras.

3.7 Como las variaciones en la muestra de agua se deben en gran medida a procesos biológicos, se debe escoger de entre varios métodos de conservación el que no introduzca contaminación inaceptable.

3.8 El tiempo durante el cual la muestra conservada está almacenada antes del análisis puede variar.

3.9 Como una guía puede decirse que los métodos de conservación son menos efectivos en las aguas residuales crudas que en las aguas residuales purificadas (efluentes de las plantas de tratamiento biológico). También se ha observado que el comportamiento de varias muestras de aguas residuales durante el almacenamiento es diferente, dependiendo de si las muestras han sido tomadas de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales o industriales.

3.10 Por otro lado, las aguas superficiales y las aguas subterráneas, pueden almacenarse con mayor efectividad. En el caso de aguas potables, el problema del almacenamiento se resuelve más fácilmente debido a que son menos susceptibles a reacciones biológicas o químicas.

3.11 Dependiendo de estas variaciones que afectan las muestras de agua, puede ser necesario, para ciertas determinaciones, tomar muestras individuales en vez de colectivas y analizarlas inmediatamente en el lugar del muestreo. Debe recordarse que el almacenamiento de muestras por períodos largos sólo es posible para la determinación de un número limitado de parámetros.

3.12 Pese a las numerosas investigaciones que han sido realizadas con el objeto de recomendar métodos los cuales hagan posible guardar las muestras de agua sin modificaciones en su composición, es imposible dar reglas absolutas, que cubran todos los casos y situaciones y que no presenten excepciones.

3.13 En todos los casos, el método de almacenaje, debe ser compatible con las técnicas analíticas que serán usadas.

3.14 Como se ha establecido en los párrafos anteriores es imposible dar reglas absolutas para la conservación, por lo que se deben considerar las siguientes recomendaciones:

3.14.1 La duración de la conservación, la naturaleza del recipiente y la eficacia de los procesos de conservación, no dependen, solamente de los elementos y de los niveles a ser analizados, sino también de la naturaleza de la muestra. Las tablas por lo tanto se deben considerar como una guía.

3.14.2 No debe existir una diferencia significativa entre los resultados de una determinación realizada inmediatamente y los resultados obtenidos luego de la conservación; cada analista debe por lo tanto verificar el método particular de análisis que intenta usar, y si las sugerencias de las tablas son adecuadas para la muestra que él está procesando.

(Continúa)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	MUESTREO, MANEJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INFN 2169-98	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	26	

3.14.2.1 La tabla 1 es una guía general para la conservación de muestras. La naturaleza de las aguas naturales y de las aguas residuales necesitan, antes del análisis, un tratamiento de acuerdo a lo establecido en ésta tabla.

3.14.2.2 La tabla 2 da una guía de los parámetros que se pueden analizar utilizando un mismo método de conservación o preservación. Los parámetros no enlistados en ésta tabla, normalmente no se conservan o preservan utilizando estos métodos.

3.14.2.3 La tabla 3 indica los métodos adecuados para la conservación de las muestras destinadas al análisis microbiológico.

3.14.2.4 La tabla 4 proporciona métodos adecuados para la preservación de los grupos de vegetales y animales más estudiados. Los parámetros biológicos a ser determinados son numerosos y varias veces varían de una especie biológica a otra. Por ésta razón es imposible detallar una lista completa de todas las precauciones que se deben tomar para preservar la muestra.

3.14.2.5 La tabla 5 indica los métodos adecuados para la preservación de las muestras destinadas al análisis de radio-químicos.

3.14.3 Esta norma indica los métodos de análisis a ser ejecutados, y cuando es posible los métodos de preservación recomendados para ese análisis.

3.14.4 Además, dado que puede existir incompatibilidad entre el análisis a ser realizado y los varios tipos de preservantes y recipientes posibles, es necesario tomar varias muestras de la misma agua y tratar, a cada una de ellas, en relación al análisis para el cual fueron tomadas. La elección del procedimiento de preservación debe estar sujeta a la consulta con el analista.

**4. MANEJO Y CONSERVACIÓN**

**4.1 El uso de recipientes apropiados**

4.1.1 Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

4.1.2 El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- a) ser causa de contaminación (por ejemplo: recipientes de vidrio borosilicato o los de sodio-calc, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio);
- b) absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras);
- c) reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).

4.1.3 El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades fotosensitivas considerablemente.

4.1.4 Es preferible reservar un juego de recipientes para las determinaciones especiales de forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de contaminación cruzada.

(Continúa)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	MUESTREO, MANEJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 2169:98	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	27	

4.1.5 Las precauciones son necesarias en cualquier caso, para prevenir que los recipientes que anteriormente hayan estado en contacto con muestras de alta concentración de algún elemento, contaminen posteriormente muestras de baja concentración. Los recipientes desechables son adecuados, si son económicos para prevenir este tipo de contaminación pero no se recomiendan para determinaciones de parámetros especiales como los de pesticidas organoclorados.

4.1.6 Las muestras blanco de agua destilada deben tomarse, conservarse y analizarse como un control de la elección del recipiente y del proceso de lavado.

4.1.7 Cuando las muestras son sólidas o semisólidas, se deben usar jarras o botellas de boca ancha.

**4.2 Preparación de recipientes**

**4.2.1 Recipientes de muestras para análisis químicos**

4.2.1.1 Para el análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra; el tipo de limpiador usado y el material del recipiente varían de acuerdo a los constituyentes a ser analizados.

4.2.1.2 El recipiente nuevo de vidrio, se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos del material de empaque, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada.

4.2.1.3 Para el análisis de trazas, los recipientes se deben lavar con una solución 1 mol/l de ácido clorhídrico o de ácido nítrico y dejarlos en contacto por un día, luego enjuagar completamente con agua destilada o desionizada.

4.2.1.4 Para la determinación de fosfatos, silico, boro y agentes surfactantes no se deben usar detergentes en la limpieza de los recipientes.

4.2.1.5 Para el análisis de trazas de materia orgánica puede ser necesario un pretratamiento especial de las botellas (ver 4.2.3).

**4.2.2 Recipientes de muestras para determinación de pesticidas, herbicidas y sus residuos**

4.2.2.1 Se deben usar recipientes de vidrio (preferiblemente ámbar), debido a que los plásticos, excepto el politetrafluoroetileno (PTFE), pueden introducir interferencias que son significativas en el análisis de trazas.

4.2.2.2 Todos los recipientes, se deben lavar con agua y detergente, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada, secados en estufa a 105 °C por 2 h y enfriados antes de enjuagarlos con el disolvente de extracción que se usará en el análisis. Finalmente se deben secar con una corriente de aire purificado o de nitrógeno.

4.2.2.3 A los recipientes que han sido usados anteriormente, se debe realizar una extracción con acetona por 12 h seguido de un enjuague con hexano y de un secado como el descrito en el párrafo anterior.

**4.2.3 Recipientes de muestras para análisis microbiológico**

4.2.3.1 Deben ser aptos para resistir la temperatura de esterilización de 175 °C durante 1 h y no deben producir o realizar cambios químicos a esta temperatura que inhiban la actividad biológica; inducir la mortalidad o impedir el crecimiento.

4.2.3.2 Cuando se usa la esterilización a bajas temperaturas (por ejemplo: esterilización con vapor) se pueden usar recipientes de policarbonato y de polipropileno resistente al calor. Las tapas y otros sistemas de cierre deben ser resistentes a la misma temperatura de esterilización.

(Continúa)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	MUESTREO, MANEJO Y		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	CONSERVACION DE MUESTRAS		
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 2169:98	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	28	

**4.2.3.3** Los recipientes deben estar libres de ácidos, álcalis y compuestos tóxicos. Los recipientes de vidrio se deben lavar con agua y detergente seguido de un enjuague con agua destilada; luego deben ser enjuagados con ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) 10% (v/v), seguido de un enjuague con agua destilada para remover cualquier residuo de metales pesados o de cromatos.

**4.2.3.4** Si las muestras contienen cloro, se debe adicionar tiosulfato de sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) antes de la esterilización de los recipientes (ver tabla 3). Con esto se elimina la inactivación de las bacterias debida al cloro.

**4.3 Llenado del recipiente**

**4.3.1** En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taponarlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (asi se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, los bicarbonatos no se convierten a la forma de carbonatos precipitables; el hieno tiende a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

**4.3.2** En las muestras que se van a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes, no deben llenarse completamente de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa. Esto permitirá mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental.

**4.3.3** Los recipientes cuyas muestras se van a congelar como método de conservación, no se deben llenar completamente (ver 4.4).

**4.4 Refrigeración y congelación de las muestras**

**4.4.1** Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó. Los recipientes se deben llenar casi pero no completamente.

**4.4.2** La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradoras de campo desde el lugar del muestreo.

**4.4.3** El simple enfriamiento (en baño de hielo o en refrigerador a temperaturas entre 2°C y 5°C) y el almacenamiento en un lugar oscuro, en muchos casos, es suficiente para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto periodo de tiempo antes del análisis. El enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo, especialmente en el caso de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales (ver tabla 1).

**4.4.4** El congelamiento (-20°C) permite un incremento en el periodo de almacenamiento, sin embargo, es necesario un control del proceso de congelación y descongelación a fin de retornar a la muestra a su estado de equilibrio inicial luego del descongelamiento. En este caso, se recomienda el uso de recipientes de plástico (olorano de polivinilo). Los recipientes de vidrio no son adecuados para el congelamiento. Las muestras para análisis microbiológico no se deben congelar.

**4.5 Filtración y centrifugación de muestras**

**4.5.1** La materia en suspensión, los sedimentos, las algas y otros microorganismos deben ser removidos en el momento de tomar la muestra o inmediatamente después por filtración a través de papel filtro, membrana filtrante o por centrifugación. La filtración no es aplicable si el filtro es capaz de retener uno o más de los componentes a ser analizados. También es necesario que el filtro no sea causa de contaminación y que sea cuidadosamente lavado antes del uso, pero de manera compatible con el método final de análisis.

(Continúa)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	MUESTREO, MANEJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 2169:98	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	29	

4.6.2 El análisis puede involucrar la separación de las formas solubles o insolubles por filtración (por ejemplo: de un metal).

4.6.3 Las membranas se deben usar con cuidado ya que varios metales pesados y materia orgánica pueden ser adsorbidos en la superficie de la membrana, y los compuestos solubles de la membrana pueden ser extraídos por la muestra.

**4.6 Adición de preservantes**

4.6.1 Certos constituyentes físicos o químicos se estabilizan por la adición de compuestos químicos, directamente a la muestra luego de recolectada, o adicionando al recipiente cuando aún está vacío. Los compuestos químicos así como sus concentraciones son muy variados. Los compuestos químicos de más uso son:

- a) ácidos,
- b) soluciones básicas,
- c) bicarbonatos y
- d) reactivos especiales, necesarios para la conservación específica de ciertos elementos (por ejemplo: para la determinación de oxígeno, cloruro total y sulfuro se requiere de la fijación para los mismos en la muestra inmediatamente en el sitio de la recolección, ver tabla 1).

4.6.1.1 Precaución - Se debe evitar el uso de cloruro de mercurio (II) (HgCl<sub>2</sub>) y de acetato-fenil mercurio (II) (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CO<sub>2</sub>HgCl<sub>2</sub>).

4.6.2 Se debe recordar que ciertos preservantes (por ejemplo: los ácidos, el cloroformo) se deben usar con precaución, por el peligro que involucra su manejo. Los operadores deben ser advertidos de esos peligros y de las formas de protección.

4.6.3 Los preservantes usados no deben interferir en la determinación; en casos de duda se aconseja realizar una prueba para comprobar su compatibilidad. Cualquier dilución de la muestra por la adición de preservantes se debe tomar en cuenta durante el análisis y el cálculo de resultados.

4.6.4 Es preferible realizar la adición de preservantes usando soluciones concentradas de tal forma que sean necesarias volúmenes pequeños; esto permite que la dilución de las muestras por estas adiciones no sean tomadas en cuenta en la mayoría de los casos.

4.6.5 La adición de estos agentes, puede modificar también la naturaleza física o química de los elementos, por lo tanto es importante que esas modificaciones no sean incompatibles con los objetivos de la determinación, (por ejemplo: la acidificación puede solubilizar a los compuestos coloidales o a los sólidos, por esto, se debe usar con cuidado si la finalidad de las mediciones es la determinación de los elementos disueltos). Si el objeto del análisis es la determinación de la toxicidad para los animales acuáticos, se debe evitar la acidificación de ciertos elementos, particularmente de metales pesados que son tóxicos en su forma iónica. Las muestras deben ser analizadas lo más pronto posible).

4.6.6 Realizar un ensayo del blanco, cuando se determinan trazas de elementos, para evaluar la posible introducción de estos elementos en la adición de los preservantes; (por ejemplo: los ácidos pueden introducir cantidades significativas de mercurio, arsénico y plomo). En este caso se deben usar los mismos preservantes empleados en la muestra para preparar el ensayo del blanco.

**4.7 Identificación de las muestras**

4.7.1 Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

(Continúa)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	MUESTREO, MANEJO Y		
		<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	CONSERVACION DE MUESTRAS	
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 2169:98	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	30	

4.7.2 Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los preservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.).

4.7.3 Las muestras especiales con material animal, deben ser marcadas claramente y acompañadas de la descripción de la anomalía observada. Las muestras que contienen material peligroso o potencialmente peligroso, por ejemplo ácidos, deben identificarse claramente como tales.

**4.8 Transporte de las muestras**

4.8.1 Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

4.8.2 El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

4.8.3 Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable.

4.8.4 Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico debe ser interpretado por un especialista.

**4.9 Recepción de las muestras en el laboratorio**

4.9.1 Al arribar al laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido.

4.9.2 Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradores o de lugares fríos y oscuros.

4.9.3 En todos los casos y especialmente cuando se requiere establecer la cadena de custodia es necesario verificar el número recibido, contra el registro del número de recipientes enviados por cada muestra.

*(Continúa)*

1000-11

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	ESPOCH  FACULTAD DE CIENCIAS	MUESTREO, MANEJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS		
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 2169:98	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	31	

## APÉNDICE 3

## Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 970-1994	Agua potable. Determinación del color
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 971-1994	Agua potable. Determinación de la turbiedad método nefelométrico
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 972-1994	Agua potable. Determinación del residuo seco total
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 973-1994	Agua potable. Determinación del pH
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 974-1994	Agua potable. Determinación de la dureza total por titulación con EDTA
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 975-1994	Agua potable. Determinación de nitrógeno de nitrito. Método de la brucina.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 976-1994	Agua potable. Determinación de cloruro
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 978-1994	Agua potable. Determinación de sulfatos
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 979-1994	Agua potable. Determinación del hierro
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 980-1994	Agua potable. Determinación del amoníaco método del dietilzincamato de plata
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 981-1994	Agua potable. Determinación del zinc
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 982-1994	Agua potable. Determinación de cadmio método de la ditiona
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 983-1994	Agua potable. Determinación del cromo hexavalente
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 984-1994	Agua potable. Determinación del cobre.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 985-1994	Agua potable. Determinación del flúoruro. Método de Spach
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1102-1994	Agua potable. Determinación del plomo. Método de la ditiona
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1103-1994	Agua potable. Determinación del magnesio por cálculo
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1104-1994	Agua potable. Determinación del manganeso total
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1105-1994	Agua. Muestreo para examen microbiológico
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1106-1994	Agua. Determinación del oxígeno disuelto
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1107-1994	Agua. Determinación del calcio. Método EDTA
ISO 5667-3	Water quality - Sampling - Part 3: Guidance on the sampling of wet deposition.
ISO 7075-1	Water quality - Determination of surfactants - Part 1: Determination of anionic surfactants by the methylene blue spectrometric method.
ISO 7075-2	Water quality - Determination of surfactants - Part 2: Determination of non-ionic surfactants using Dragendorff reagent.

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

ISO 5067-3 Water quality - Sampling - Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples. Second edition. International Organization for Standardization. Geneva, 1994.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	MUESTREO, MANEJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS		
	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
NORMA INEN	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar	ESCUELA ING. QUIMICA	ESCALA	LAMINA	FECHA
INEN 2169:98	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información	XIMENA GAVILANES	A4	32	