



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA  
INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE  
AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA  
DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA”**

Tesis previa a la obtención del Título de  
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables

AUTORA

Verónica Marisol Pozo Andrade

DIRECTOR

Ing. Jorge Granja

Ibarra – Ecuador

2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA  
INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE  
AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA  
DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA”**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

Ing. Jorge Granja  
**DIRECTOR**

.....

**FIRMA**

Dr. Marcelo Dávalos  
**ASESOR**

.....

**FIRMA**

Dra. Lucía Yépez  
**ASESORA**

.....

**FIRMA**

Ing. Guillermo Beltrán  
**ASESOR**

.....

**FIRMA**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040153563-8		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pozo Andrade Verónica Marisol		
DIRECCIÓN	Nicolás Gómez Tobar 1-47		
EMAIL:	veronicapozo_a@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	080989684

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA”
AUTORA:	Pozo Andrade Verónica Marisol
FECHA:	04 de julio de 2012
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO

TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVALES
DIRECTOR:	Ing. Jorge Granja

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Verónica Marisol Pozo Andrade, con cédula de ciudadanía Nro. 040153563-8; en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizó a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 143.

## **3. CONSTANCIAS**

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 04 de julio de 2012.

**LA AUTORA:**

Verónica Marisol Pozo A.  
CI: 040153563-8

**ACEPTACIÓN:**

Esp. Ximena Vallejo  
**JEFE DE BIBLIOTECA**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE, con cédula de ciudadanía Nro. 040153563-8; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominada **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Verónica Marisol Pozo A.

CI: 040153563-8

Ibarra, 04 de julio de 2012.

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN  
Fecha:

**POZO ANDRADE VERÓNICA MARISOL.** “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA”. TRABAJO DE GRADO. Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra. EC. Julio 2012. 120 p. 40 p anexos.

**DIRECTOR:** *Granja, Jorge.*

La caracterización de las aguas residuales procedentes de las residencias urbanas y el medio en el cual se producen permite establecer el proceso básico para el tratamiento biológico y su utilización con un enfoque de desarrollo sustentable.

Fecha: 04 de julio de 2012.

---

Ing. Jorge Granja  
**Director de Tesis**

---

Verónica Marisol Pozo Andrade  
**Autora**

## **PRESENTACIÓN**

Yo Verónica Marisol Pozo Andrade como autora de la Tesis Titulada **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA”** me hago responsable de los resultados, discusión, conclusiones y demás parte de la investigación; y pongo este documento como fuente de apoyo para consultas dirigidas a todos los estudiantes.

*Verónica Pozo*

## **DEDICATORIA**

*Con todo el amor del mundo que un ser humano puede sentir, dedico este trabajo a mi familia, por encontrar en ellos la motivación y el apoyo para cumplir las metas que en mi vida he forjado.*

*A Doménica Marisol y Karen Maité que son la razón de mi vida y empeño de sobresalir ante cualquier adversidad, a ustedes con quienes he podido compartir el amor más puro que sólo con la experiencia de ser madre se puede experimentar.*

*A mi madre Aida Leticia, quien ha aconsejado y apoyado cada uno de mis pasos y decisiones; a usted por formar la esencia de la persona que he llegado a ser.*

*A mi padre José Gabriel, quien me ha enseñado el sentido de la perseverancia, responsabilidad, respeto y me ha inspirado para luchar por lograr cada uno de los objetivos trazados en mi vida.*

*A mi esposo Manuel Agustín, quien con amor y confianza me ha enseñado a ser paciente y tolerante, gracias por compartir su vida conmigo y hacer de mi vida parte de su vida.*

*A mis hermanos José Gabriel, Cindy Maribel y Anita Gisell con quienes he compartido momentos felices de infancia y de familia; a ustedes con mucho amor por esos momentos en los cuales han sido un apoyo para mi, siempre cuentan conmigo...*

*Verónica Pozo*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios y mi familia por darme todo lo necesario para ser feliz cada día con cada acontecimiento en la vida, por no dejarme sola en ningún momento, en ningún espacio.*

*Mi sincera gratitud a la Universidad Técnica del Norte y a los valiosos docentes que a lo largo de mis estudios han inculcado los conocimientos y la ética profesional que son la base en el ejercicio de la carrera, de forma especial al Ing. Jorge Granja por el apoyo brindado a lo largo del proceso que hoy se plasma en el presente documento, al Dr. Marcelo Dávalos, Ing. Guillermo Beltrán, Dra. Lucía Yépez quienes han confiado en la importancia de este trabajo y han puesto su conocimiento y colaboración en este proceso.*

*A la empresa de Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra – EMAPA-I, por apoyar mediante el equipo técnico conformado al desarrollo de esta investigación y contribuir con este proyecto.*

*A las personas que de diferentes formas me han apoyado y han apoyado la culminación satisfactoria de este estudio, a quienes se han comprometido en ver más allá y creen en la trascendencia social y ambiental de la presente investigación.*

*Verónica Pozo*

## INDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.2. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>1.2.1. Objetivo general</b> .....	4
<b>1.2.2. Objetivos específicos</b> .....	4
<b>1.3. PREGUNTAS DIRECTRICES</b> .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	6
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	6
<b>2.1. CONTAMINACIÓN DEL AGUA</b> .....	6
<b>2.2. SITUACIÓN ACTUAL EN ECUADOR</b> .....	7
<b>2.3. AGUAS RESIDUALES</b> .....	8
<b>2.3.1. Contaminación por residuos domésticos</b> .....	8
<b>2.3.2. Características de las aguas residuales</b> .....	9
<b>2.4. PARÁMETROS IMPORTANTES EN AGUAS RESIDUALES</b> .....	12
<b>2.4.1. Parámetros físicos</b> .....	12
<b>2.4.2. Parámetros químicos</b> .....	14
<b>2.4.3. Parámetros biológicos</b> .....	17
<b>2.5. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS</b> .....	17
<b>2.5.1. Beneficios de tratar las aguas residuales</b> .....	18
<b>2.5.2. Efectos indeseables posibles en aguas residuales</b> .....	19

<b>2.6. FASES DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS</b>	<b>20</b>
2.6.1. Recolección de las aguas residuales	20
2.6.2. Pre tratamiento de las aguas residuales	20
2.6.3. Tratamiento de las aguas residuales	20
2.6.4. Reutilización o vertimiento	21
<b>2.7. TECNOLOGÍAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS</b>	<b>21</b>
2.7.1. Selección de tecnologías	23
2.7.2. Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas	24
2.7.3. Tipos de sistemas de tratamiento biológico	25
2.7.4. Proceso del tratamiento	27
<b>2.8. USO DE PLANTAS ACUÁTICAS COMO DEPURADORES DE AGUA</b>	<b>28</b>
<b>2.9. FUNCIONALIDAD DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO</b>	<b>29</b>
2.9.1. Importancia de la selección del sitio	29
<b>2.10. MARCO LEGAL DEL PROYECTO</b>	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>32</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>32</b>
3.1. MATERIALES	32
3.2. EQUIPOS	33
3.3. ÁREA DE ESTUDIO	34
3.3.1. Ubicación del Área de estudio	34

<b>3.4. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.1. Relieve y tipos de Pendientes .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.2. Geología .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4.3. Tipos de suelos .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4.4. Uso Urbano del Suelo.....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.5. Aspectos relativos al clima .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.6. Zonas de vida .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.7. Flora .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.8. Fauna.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA .....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.1. Plan de muestreo .....</b>	<b>39</b>
<b>3.5.2. Medición de caudales .....</b>	<b>45</b>
<b>3.6. CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>47</b>
<b>3.6.1. Población.....</b>	<b>47</b>
<b>3.6.2. Actividades económicas .....</b>	<b>48</b>
<b>3.6.3. Servicios básicos .....</b>	<b>48</b>
<b>3.7. DEFINICIÓN Y SUGERENCIA DE PROPUESTA.....</b>	<b>48</b>
<b>3.7.1. Análisis estadístico .....</b>	<b>48</b>
 <b>CAPÍTULO IV .....</b>	 <b>50</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
<b>4.1. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1.1. Relieve y tipos de Pendientes .....</b>	<b>51</b>

4.1.2. Geología .....	53
4.1.3. Tipos de suelos .....	54
4.1.4. Uso urbano del suelo .....	59
4.1.5. Aspectos relativos al clima .....	59
4.1.6. Zona de vida .....	61
4.1.7. Flora .....	62
4.1.8. Fauna.....	67
<b>4.2. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA CALIDAD DE AGUA .....</b>	<b>68</b>
4.2.1. Resultados de análisis de laboratorio .....	69
4.2.2. Interpretación de análisis por parámetro .....	73
4.2.3. Datos promedio por propuesta.....	86
4.2.4. Cálculo del caudal estimado .....	89
<b>4.3. CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>92</b>
4.3.1. Tamaño de la muestra .....	92
4.3.2. Población.....	92
4.3.3. Actividades económicas .....	93
4.3.4. Servicios básicos .....	94
<b>4.4. DESCRIPCIÓN DE PROPUESTAS .....</b>	<b>96</b>
4.4.1. Propuesta 1 .....	96
4.4.2. Propuesta 2 .....	97
4.4.3. Evaluación de variables analizadas por propuesta.....	99
4.4.4. Beneficios de una planta de tratamiento de aguas residuales .....	101
<b>4.5. PROPUESTA RECOMENDADA PARA LA CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>103</b>

<b>4.6. TRATAMIENTO RECOMENDADO .....</b>	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>106</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>6. RESUMEN .....</b>	<b>109</b>
<b>7. SUMMARY .....</b>	<b>111</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>113</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>132</b>
<b>MAPAS.....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>132</b>
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS .....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO III .....</b>	<b>136</b>
<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS .....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO IV.....</b>	<b>140</b>
<b>CÁLCULOS ESTADÍSTICOS GRÁFICOS DE CONTROL DE SHEWHART     .....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO V .....</b>	<b>148</b>
<b>INFORME DE CONSUMO DE AGUA - ESTADIO OLÍMPICO DE IBARRA     .....</b>	<b>148</b>
<b>ANEXO VI.....</b>	<b>152</b>
<b>FIRMA CONVENIO ENTRE UTN Y EMAPA-I.....</b>	<b>152</b>
<b>ANEXO VII.....</b>	<b>154</b>
<b>ENCUESTA APLICADA EN ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .</b>	<b>154</b>

<b>ANEXO VIII .....</b>	<b>156</b>
<b>LÍMITES PERMISIBLES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE (TULS-MA).....</b>	<b>156</b>
<b>ANEXO IX.....</b>	<b>161</b>
<b>PLANOS PROPUESTA BASE DE PLANTA DE TRATAMIENTO .....</b>	<b>161</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b>	Composición del agua residual doméstica .....	10
<b>Cuadro 2</b>	Constituyentes de las aguas residuales.....	11
<b>Cuadro 3</b>	Efectos indeseables de aguas residuales .....	19
<b>Cuadro 4</b>	Factores y variables considerados para la selección de tratamientos de aguas residuales domésticas .....	22
<b>Cuadro 5</b>	Procesos para el tratamiento de aguas residuales .....	27
<b>Cuadro 6</b>	Listado de materiales.....	32
<b>Cuadro 7</b>	Listado de equipos.....	33
<b>Cuadro 8</b>	Ubicación UTM del área de estudio, WGS 84 Zona 17 Sur.....	34
<b>Cuadro 9</b>	Clases y tipo de relieve .....	35
<b>Cuadro 10</b>	Parámetros de calidad de agua evaluados .....	38
<b>Cuadro 11</b>	Metodología empleada para análisis de calidad de agua .....	40
<b>Cuadro 12</b>	Ubicación UTM (WGS 84) del sitio del primer muestreo.....	41
<b>Cuadro 13</b>	Horario del primer muestreo.....	42
<b>Cuadro 14</b>	Ubicación UTM (WGS 84) del sitio del segundo muestreo .....	42
<b>Cuadro 15</b>	Horario del segundo muestreo .....	43
<b>Cuadro 16</b>	Horario del tercer muestreo .....	43
<b>Cuadro 17</b>	Ubicación de sitios para medición de caudales .....	45
<b>Cuadro 18</b>	Clases y tipo de relieve .....	52
<b>Cuadro 19</b>	Pendiente promedio por propuesta .....	53
<b>Cuadro 20</b>	Resultado textura del suelo .....	57
<b>Cuadro 21</b>	Resultado de análisis del suelo .....	57
<b>Cuadro 22</b>	Tipos de suelo - clasificación taxonómica de orden y suborden .....	58
<b>Cuadro 23</b>	Datos meteorológicos – Estación UTN.....	60
<b>Cuadro 24</b>	Datos meteorológicos – Estación Ibarra - Aeropuerto.....	60
<b>Cuadro 25</b>	Listado de especies florísticas .....	62
<b>Cuadro 26</b>	Listado de especies de fauna.....	67

<b>Cuadro 27</b>	Ubicación de puntos de muestreo para aguas residuales .....	68
<b>Cuadro 28</b>	Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos .....	70
<b>Cuadro 29</b>	Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos .....	71
<b>Cuadro 30</b>	Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos .....	72
<b>Cuadro 31</b>	Datos empleados para el análisis estadístico .....	83
<b>Cuadro 32</b>	Resultados de prueba de t – Datos calculados vs. Límites permisibles ..	84
<b>Cuadro 33</b>	Resultados Shewhart para análisis físico-químicos de agua.....	85
<b>Cuadro 34</b>	Valores promedio por propuesta .....	86
<b>Cuadro 35</b>	Volumen de agua diario generado en las propuestas .....	89
<b>Cuadro 36</b>	Datos poblacionales por parroquia .....	93
<b>Cuadro 37</b>	Evaluación de variables analizadas .....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Esquema de un sistema de flujo subsuperficial.....	24
<b>Figura 2</b> Procedimiento para muestreo de suelos.....	36
<b>Figura 3</b> Modelo de etiquetas utilizado para la identificación de muestras.....	44
<b>Figura 4</b> Cálculo del área mojada.....	45
<b>Figura 5</b> Metodología Shewhart empleada para análisis estadístico.....	49
<b>Figura 6</b> Líneas de aviso y de control en un gráfico de control (parte derecha), y su relación con la distribución de la muestra de control.....	85
<b>Figura 7</b> Esquema propuesto para el diseño de la planta de tratamiento .....	105

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1</b> Muestreo de suelo.....	36
<b>Fotografía 2</b> Materiales empleados para el muestreo .....	36
<b>Fotografía 3</b> Caja de revisión propuesta 1 (P1).....	39
<b>Fotografía 4</b> Caja de revisión propuesta 2 (P2).....	39
<b>Fotografía 6</b> Vista panorámica del Estadio de la Universidad Técnica del Norte .....	51
<b>Fotografía 7</b> Relieve ondulado-área de influencia del proyecto .....	52
<b>Fotografía 8</b> Aspectos geológicos del área de estudio.....	54
<b>Fotografía 9</b> Análisis de horizontes del suelo-perfil 1 .....	55
<b>Fotografía 10</b> Análisis de horizontes del suelo-perfil 2.....	56
<b>Fotografía 11</b> Vista de la infraestructura urbana del sector.....	59
<b>Fotografía 12</b> Vegetación característica del área de estudio .....	66
<b>Fotografía 13</b> Vegetación del sector.....	66
<b>Fotografía 14</b> Vegetación del sector.....	66
<b>Fotografía 15</b> Mus musculus.....	68
<b>Fotografía 16</b> Pyrocephalus rubinus.....	68
<b>Fotografía 17</b> Muestreo de agua.....	69
<b>Fotografía 18</b> Medición parámetros in situ .....	69
<b>Fotografía 19</b> Resultados microbiológicos.....	69
<b>Fotografía 20</b> Resultados microbiológicos.....	69
<b>Fotografía 21</b> Medición de caudales .....	89
<b>Fotografía 22</b> Vista de la cancha de juego.....	91
<b>Fotografía 23</b> Encuestas realizadas a los pobladores.....	93
<b>Fotografía 24</b> Vista general – Propuesta 1 .....	97
<b>Fotografía 25</b> Vista general –Propuesta 2 .....	99
<b>Fotografía 26</b> Actividades deportivas realizadas en el Estadio UTN .....	102

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica Ibarra-Aeropuerto	61
<b>Gráfico 2</b>	Resultados de flora herbácea presente en el área de estudio .....	65
<b>Gráfico 3</b>	Resultados de flora (árboles y arbustos) del área de estudio .....	65
<b>Gráfico 4</b>	Comportamiento de temperatura .....	73
<b>Gráfico 5</b>	Comportamiento de pH .....	74
<b>Gráfico 6</b>	Comportamiento de Conductividad eléctrica .....	74
<b>Gráfico 7</b>	Comportamiento de Sólidos totales.....	75
<b>Gráfico 8</b>	Comportamiento de DBO5 .....	76
<b>Gráfico 9</b>	Comportamiento de DQO .....	76
<b>Gráfico 10</b>	Comportamiento de Sólidos sedimentables .....	77
<b>Gráfico 11</b>	Comportamiento de Sólidos suspendidos .....	78
<b>Gráfico 12</b>	Comportamiento de Nitrógeno amoniacal .....	78
<b>Gráfico 13</b>	Comportamiento de Fosfatos .....	79
<b>Gráfico 14</b>	Comportamiento de Fósforo total.....	80
<b>Gráfico 15</b>	Comportamiento de Nitratos + Nitritos .....	81
<b>Gráfico 16</b>	Comportamiento de Escherichia Coli .....	81
<b>Gráfico 17</b>	Comportamiento de Coliformes totales .....	82
<b>Gráfico 18</b>	Comparación de datos promedio.....	87
<b>Gráfico 19</b>	Comparación de datos promedio.....	87
<b>Gráfico 20</b>	Comparación de datos promedio.....	87
<b>Gráfico 21</b>	Comparación de datos promedio.....	87
<b>Gráfico 22</b>	Comparación de datos promedio.....	87
<b>Gráfico 23</b>	Comparación de datos promedio.....	88
<b>Gráfico 24</b>	Comparación de datos promedio .....	88
<b>Gráfico 25</b>	Comportamiento de caudal – Propuesta 1 .....	90
<b>Gráfico 26</b>	Comportamiento del caudal – Propuesta 2 .....	91
<b>Gráfico 27</b>	Principales actividades económicas a nivel familiar .....	94

<b>Gráfico 28</b> Usos del agua .....	95
<b>Gráfico 29</b> Gráfico de control - Temperatura .....	141
<b>Gráfico 30</b> Gráfico de control - pH .....	141
<b>Gráfico 31</b> Gráfico de control - Conductividad eléctrica.....	142
<b>Gráfico 32</b> Gráfico de control - Sólidos totales disueltos .....	142
<b>Gráfico 33</b> Gráfico de control - Demanda Bioquímica de oxígeno .....	143
<b>Gráfico 34</b> Gráfico de control - Demanda Química de Oxígeno.....	143
<b>Gráfico 35</b> Gráfico de control - Sólidos Sedimentables .....	144
<b>Gráfico 36</b> Gráfico de control - Sólidos suspendidos .....	144
<b>Gráfico 37</b> Gráfico de control - Amoníaco .....	145
<b>Gráfico 38</b> Gráfico de control - Fosfatos .....	145
<b>Gráfico 39</b> Gráfico de control - Fósforo total.....	146
<b>Gráfico 40</b> Gráfico de control - Nitritos.....	146
<b>Gráfico 41</b> Gráfico de control - Nitratos.....	147

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En su afán de abastecer sus requerimientos, el hombre ha hecho uso inadecuado y excesivo de los recursos naturales como el agua, de vital importancia. La Organización Mundial de la Salud señala que en América Latina el 10% de las aguas residuales conectadas a alcantarillados reciben algún tratamiento antes de ser dispuestas en cuerpos de agua.

En Ecuador, en términos globales se cuenta con recursos hídricos abundantes y suficientes para satisfacer las demandas actuales; sin embargo, el país está soportando severos impactos de sobre-explotación, deterioro, escasez y contaminación que amenazan con un desabastecimiento para las generaciones futuras. Según Da Ros (1995), en Ecuador, uno de los problemas más serios es la utilización de cauces, estuarios y lagos como receptores de descargas de alcantarillados municipales, efluentes domésticos, industriales y desperdicios agrícolas sin tratamiento previo alguno.

El *problema* radica en que para regadío del estadio de la Universidad Técnica del Norte se utiliza agua potable, la cual carece de nutrientes para las plantas e implica un alto valor económico a pagar; además al ser una cantidad alta de agua a utilizarse se

reduce la disponibilidad para consumo humano. En el sector aledaño no existen canales de riego de los cuales se pueda obtener el agua para esta actividad.

Las aguas residuales del sector no son tratadas y son vertidas al río Tahuando directamente, convirtiéndose en un afluente contaminante a este cuerpo de agua.

La Universidad Técnica del Norte requiere implementar una planta de tratamiento de aguas residuales para abastecer la demanda de agua del césped y plantas ornamentales del estadio UTN, sin embargo no se dispone de planificación o estudios de factibilidad del proyecto que sean las directrices para los diseños, la construcción y el posterior funcionamiento de la planta de tratamiento.

La creciente demanda de agua en contraste con la irregularidad de los recursos naturales disponibles en áreas de clima árido o semiárido, unido a una creciente sensibilidad social e institucional en materia de protección ambiental, son argumentos suficientes para *justificar* el interés actual por la depuración, recuperación y la reutilización de las aguas residuales urbanas. Es fundamental el cuidado del ambiente, manejando los recursos naturales de forma innovadora y valorando los recursos que ya creemos desechados, la convicción de que estas aguas deben ser aprovechadas, junto con la creciente escasez del agua, crean un entorno realista para considerar la reutilización de las aguas residuales.

Ante el gran interés de reciclar las aguas residuales domésticas del sector mediante el tratamiento biológico de las mismas, es necesario establecer el sitio más adecuado para la ubicación de la Planta de Tratamiento ya que el estadio de la Universidad Técnica del Norte es un área de recreación y esparcimiento que por ende tendrá constantes visitas de personas de diferentes sitios no solamente a nivel cantonal sino a nivel nacional.

Este estudio presenta la caracterización y evaluación de las opciones que, se han establecido como potenciales para la construcción de la Planta de Tratamiento de aguas residuales, presentándose las ventajas y desventajas de las dos propuestas, sugiriendo la implementación de esta importante obra complementaria en el sitio óptimo para su funcionamiento.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Establecer el sitio con las características óptimas para la instalación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a ser utilizadas en regadío de plantas ornamentales en el estadio de la Universidad Técnica del Norte.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Realizar la caracterización biofísica del área de influencia de construcción del Estadio de la Universidad Técnica del Norte.
- Caracterizar el medio socio-económico del área de influencia indirecta del área de estudio.
- Evaluar la calidad físico-química de las aguas residuales en los efluentes que puedan aportar caudales de agua a la Planta de Tratamiento.
- Proponer la ubicación para la construcción de la Planta de Tratamiento en el Estadio de la Universidad Técnica del Norte.

### **1.3. PREGUNTAS DIRECTRICES**

- ¿El sitio seleccionado para la ubicación de la planta de tratamiento cumple con los requisitos biofísicos, socio-económicos y de calidad de agua para su posterior funcionamiento?
  
- ¿La propuesta seleccionada para dotar de agua a tratarse permitirá establecer el abastecimiento futuro de aguas tratadas para el regadío del estadio de la Universidad Técnica del Norte?

## **CAPÍTULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

Este capítulo hace referencia a la revisión de diferentes fuentes de información de las cuales se han obtenido los conceptos requeridos como apoyo para la realización del presente trabajo.

#### **2.1. CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

El agua se considera contaminada cuando se altera su composición o condición natural por una degradación instantánea o paulatina de su calidad, hasta dejar de ser apta para el uso previsto.

La calidad de agua en el Ecuador ha venido paulatinamente deteriorándose, especialmente en los últimos veinte años. En la mayoría de las ciudades del país, y sobre todo en las más pobladas como Quito, Guayaquil y Cuenca, se producen grandes cantidades de residuos contaminantes que son vertidos en los ríos y esteros sin ningún tratamiento. (Da Ros, 1995).

Barrera (2000) señala que el manejo inadecuado de las aguas residuales puede causar problemas en la salud de la población, así como deterioro del medio, reflejado en

producción de olores, eutrofización de los cuerpos receptores y efectos negativos sobre la biota, entre otros.

## **2.2. SITUACIÓN ACTUAL EN ECUADOR**

Según la Organización Mundial de la Salud (1995) en este país menos del 5% de las aguas residuales reciben algún tipo de tratamiento, provocando que el 65% de las aguas en las microcuencas de la región Sierra ecuatoriana actualmente se encuentren contaminadas.

En Ecuador se construyó la primera planta de tratamiento en el año 1999 en la ciudad de Cuenca con la finalidad de descontaminar y recuperar las aguas de los ríos Yanuncay y Tomebamba que atraviesan la zona central de la ciudad (Barros y Carrasco, 2000). En el año 2001 ha iniciado la construcción de sistemas de tratamiento en el sector Norte del Ecuador, esencialmente en los cantones de Otavalo y Cotacachi en la provincia de Imbabura, en los cuales la prioridad es la descontaminación de agua residual doméstica empleando plantas acuáticas flotantes, como *Lemna sp*, para mejorar los vertidos hacia las fuentes agua dulce natural como el lago San Pablo en Otavalo y los ríos Pitzambiche y Ambi en Cotacachi.

De acuerdo a información proporcionada por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I) en el cantón Ibarra se trata entre el 5% al 8% del total de aguas residuales generadas, siendo el principal cuerpo receptor el río Tahuando, al no existir estudios propios para la situación actual, es difícil establecer tratamientos adecuados a la realidad cantonal.

## **2.3. AGUAS RESIDUALES**

Cuando un producto de desecho se incorpora al agua apta para el uso o agua natural, ésta recibe el nombre de agua residual. Las aguas residuales pueden proceder de diferentes orígenes: domésticas, industriales, subterráneas o de infiltración y meteorológicas o pluviales.

Las aguas residuales urbanas son la sumatoria de agua residual de diferentes orígenes y hacen referencia fundamentalmente a aguas de abastecimiento de la población, que han sido impurificadas por diversos usos. Resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las casas, edificios comerciales, industrias e instituciones, junto con los provenientes de los establecimientos industriales, y las aguas superficiales o de precipitación que puedan agregarse. (Falcón, 1990).

Las aguas residuales industriales varían en su composición, dependiendo del tipo de industria, de la gestión, del consumo de agua y del grado de tratamiento que los vertidos puedan recibir antes de su descarga.

### **2.3.1. Contaminación por residuos domésticos**

Dada su naturaleza orgánica, estos residuos son fácilmente degradables, su descomposición puede resultar positiva para la vida acuática, pues dicho proceso aunque implica un alto consumo de oxígeno – implica un aumento significativo de proteínas y otras sustancias nutrientes.

No obstante por el hecho de estar depositados en las alcantarillas y sitios donde el volumen de agua es mínimo o está estancada, su descomposición es de enorme

peligro para la salud humana. La escasez de oxígeno en estos sitios, conlleva un proceso denominado fermentación anaeróbica, mucho más lenta y acompañada de gases malolientes.

El acelerado y caótico crecimiento urbano, resultado de considerables corrientes migratorias internas, y la proliferación de áreas marginales caracterizadas por escasos o nulos servicios de alcantarillado y dotación de agua potable entubada, determina la libre descarga de aguas servidas en las cercanías de las viviendas, la formación de focos infecciosos, y la utilización de aguas no siempre aptas para el consumo humano. (Da Ros, 1995).

### **2.3.2. Características de las aguas residuales**

La generación de aguas residuales depende de varios factores, como el volumen de agua producido luego del uso de la población; así como la existencia, eficiencia y calidad de los sistemas de disposición de excretas y conducción de aguas residuales, hábitos culturales de la población y sus condiciones socio-económicas (Mena, 2004).

Evidentemente, las características de las aguas residuales constituyen un reflejo de la calidad de vida, de los habitantes del sector, además indican el tipo de actividades productivas que desarrollan, teniendo estos detalles en consideración se logrará determinar el tipo de tratamiento que se deba dar a las aguas a tratar.

Los componentes de las aguas residuales son normalmente una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos, los cuales se analizan con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido de sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO) y el pH. Según la cantidad de estos componentes, las aguas residuales se clasifican como fuerte, media o débil. La

siguiente tabla muestra datos típicos de la concentración y composición del agua residual doméstica.

**Cuadro 1 Composición del agua residual doméstica**

<b>COMPOSICIÓN TÍPICA DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA</b>				
<b>CONSTITUYENTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COMPOSICIÓN</b>		
		<b>FUERTE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DEBIL</b>
<b>DBO<sub>5</sub> (20°C)</b>	mg/l	350	200	100
<b>DQO</b>	mg/l	1000	500	250
<b>pH</b>	mg/l	7,5	7,0	6,5
<b>Sólidos totales</b>	mg/l	1200	700	350
<b>Disueltos totales</b>	mg/l	850	500	250
<b>Fijos</b>		525	300	145
<b>Volátiles</b>		325	200	105
<b>Suspendidos totales</b>	mg/l	350	200	100
<b>Fijos</b>		75	50	30
<b>Volátiles</b>		275	150	70
<b>Sólidos sedimentables</b>	ml/l	20	10	5
<b>Carbono orgánico total (COT)</b>	mg/l	300	200	100
<b>Nitrógeno total</b>	mg/l	60	40	20
<b>Orgánico</b>	mg/l	35	15	8
<b>Amoniaco libre</b>	mg/l	50	25	12
<b>Nitritos</b>	mg/l	0	0	0
<b>Nitratos</b>	mg/l	0	0	0
<b>Fósforo total</b>	mg/l	20	10	6
<b>Orgánico</b>	mg/l	5	3	2
<b>Inorgánico</b>	mg/l	15	7	4
<b>Cloruros</b>	mg/l	150	50	30
<b>Alcalinidad (como CaCO<sub>3</sub>)</b>	mg/l	350	100	50
<b>Grasas</b>	mg/l	150	100	50

Fuente: Gutiérrez, 1996.

Además los constituyentes encontrados en las aguas residuales pueden ser clasificados como físicos, químicos y biológicos. De los constituyentes del agua residual, los sólidos suspendidos, los compuestos orgánicos biodegradables y los organismos patógenos son de mayor importancia, y por ello la mayoría de instalaciones de manejo de aguas residuales deben ser diseñadas para su remoción. Antes de considerar las características físicas, químicas y biológicas del agua residual, es conveniente tratar brevemente los procedimientos analíticos usados para la caracterización de las aguas residuales.

**Cuadro 2 Constituyentes de las aguas residuales**

PRUEBA	ABREVIATURA	USO O SIGNIFICADO DEL RESULTADO
Sólidos totales	ST	Determinar la clase de proceso u operación más apropiado para su tratamiento
Sólidos suspendidos	SST	
Sólidos disueltos	SDT (ST-SST)	Estimar la reutilización del agua residual
Turbiedad	UNT	Evaluar la calidad de agua residual tratada
Olor	NUO	Determinar si el olor puede ser un problema
Temperatura	°C o °F	Importante en el diseño y operación de instalaciones de tratamientos con procesos biológicos
Conductividad	CE	Estimar si el efluente tratado es apto para su uso agrícola
Amonio libre	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Usado para medida de nutrientes y para establecer el grado de descomposición del agua residual
Nitrógeno total Kjeldahl	NTK (N <sub>org</sub> +NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	
Nitritos	NO <sub>3</sub>	
Nitratos	NO <sub>2</sub>	
Fósforo total	FT	
pH	pH=log1[H <sup>+</sup> ]	
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Estima la formación potencial de olores y tratamiento apropiado de lodos residuales
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO <sub>5</sub>	Medida de la cantidad de oxígeno para estabilizar biológicamente un residuo

<b>Demanda química de oxígeno</b>	DQO	Usado frecuentemente como sustituto de la prueba DBO
<b>Organismos coliformes</b>	NMP (número más probable)	Estimar la presencia de bacterias patógenos y la eficiencia del proceso de desinfección
<b>Microorganismos específicos</b>	Bacterias, protozoos, helmintos y virus	Estimar la presencia de organismos específicos en conexión con la operación de la planta de tratamiento y la reutilización del agua

Fuente: Rodier, 1998.

## **2.4. PARÁMETROS IMPORTANTES EN AGUAS RESIDUALES**

### **2.4.1. Parámetros físicos**

Son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato.

#### **2.4.1.1. Temperatura**

La temperatura es una magnitud física que expresa el nivel de calor y está vinculada a la noción de frío (menor temperatura) y caliente (mayor temperatura). La temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua para abastecimiento, como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente del uso doméstico e industrial. La temperatura de los efluentes urbanos no plantea grandes problemas, ya que oscila entre 10 y 20° C; facilitando así el desarrollo de una fauna bacteriana y una flora autóctona, ejerciendo una acción amortiguadora frente a la temperatura ambiente, tanto en época seca como en lluviosa, y en cualquier tipo de tratamiento biológico.

#### **2.4.1.2. Sólidos**

Toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, es considerada como materia sólida. La definición más generalizada de sólidos es la que se refiere a toda materia sólida que permanece como residuo de evaporación y secado bajo una temperatura entre 103-105 grados centígrados.

Generalmente estas aguas contienen sólidos disueltos, sólidos sedimentables los cuales son partículas muy gruesas que se depositan por gravedad en el fondo de cuerpos receptores. Material flotante como trozos de vegetales, animales, basuras, etc. y aquellas que son visibles constituyen los sólidos en suspensión y sólidos en flotación.

- ❖ Sólidos totales (ST). Residuo remanente después de que la muestra ha sido evaporada y secada a una temperatura específica.
- ❖ Sólidos volátiles totales. (SVT). Pueden ser volatizados e incinerados cuando los ST son calcinados.
- ❖ Sólidos fijos totales (SFT). Residuo permanente después de incinerar los ST.
- ❖ Sólidos suspendidos totales (SS<sub>t</sub>). Fracción de ST retenido sobre un filtro con un tamaño de poro específico medido después de que ha sido secada a temperatura específica.
- ❖ Sólidos disueltos totales (SDT). la cantidad total de sólidos disueltos en el agua, principalmente de las sales minerales. La medida comprende coloides y sólidos disueltos.
- ❖ Sólidos Sedimentables (SS). Expresados como ml/l que se sedimentan por fuera de la suspensión dentro de un periodo de tiempo específico.

### **2.4.1.3. Conductividad eléctrica**

Refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, y está directamente relacionada con la concentración de sales disueltas en el agua. Como la corriente eléctrica es transportada por iones en solución, el aumento de la concentración de iones provoca un aumento en la conductividad.

## **2.4.2. Parámetros químicos**

El agua es llamada el solvente universal y los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias

### **2.4.2.1. Potencial Hidrógeno (pH)**

El pH es una medida del grado de acidez o alcalinidad de un agua, definiéndose como el logaritmo negativo de la concentración del Ion hidrógeno. La importancia dentro del agua residual radica en determinar la acidez de esta y tiende a ser muy corrosiva, la cual puede atacar químicamente tanto a los sistemas de distribución como a los órganos de las plantas de tratamiento y un agua residual básica provoca incrustaciones tanto en los sistemas de distribución como en las plantas de tratamiento. (Santiago, 1996).

El rango de pH para la vida biológica es muy estrecho y crítico. Un agua residual con valores adversos de pH puede tener dificultades para su tratamiento biológico. Se considera como rango adecuado de pH para el desarrollo normal de la actividad microbiana un valor comprendido entre 6 y 8 (Barrera, 2000).

#### **2.4.2.2. Nitrógeno (N)**

El nitrógeno es el nutriente esencial para el crecimiento protista y plantas. Las formas de interés en aguas residuales son las del nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitrógeno de nitritos y nitratos. Los datos del nitrógeno son necesarios para evaluar la tratabilidad de las aguas residuales por tratamientos biológicos. Cuando se exige control de eutrofización de las fuentes receptoras la remoción del nitrógeno, en el agua residual, puede ser una condición del tratamiento. Otras aguas residuales, como las pecuarias por ejemplo presentan altas concentraciones de nitrógeno en sus diferentes formas. La concentración de todas las especies de nitrógeno se reportan en mg/l. (Romero, 1999).

Nitrógeno amoniacal existe en solución acuosa tanto en forma de Ion amonio como en forma de amoniaco, dependiendo del pH de la solución. Para valores de pH superiores a 9.3, predomina el amoniaco, mientras que para valores por debajo de 9.3 existe un predominio de la concentración del Ion amonio. (Crites, 2000).

#### **2.4.2.3. Nitrógeno en forma de nitrito (NO<sub>2</sub>)**

El nitrito es el radical univalente NO<sub>2</sub>, está presente en concentraciones bajas, los nitritos son de gran importancia en estudios de aguas residuales o aguas poluidas porque son altamente tóxicos para muchos peces y especies acuáticas. (Crites, 2000)

#### **2.4.2.4. Nitrógeno en forma de nitrato (NO<sub>3</sub>)**

El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO<sub>3</sub>. El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO<sub>2</sub>)

La concentración de nitratos es importante, debido a las normas que ha fijado la EPA (Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos), la concentración de nitratos en aguas residuales tratadas puede variar desde 2 a 30 mg/l como N, dependiendo del grado de nitrificación y desnitrificación del tratamiento (Crites, 2000).

#### **2.4.2.5. Nitrógeno total Kjeldahl**

El Nitrógeno total Kjeldahl se determina del mismo modo Nitrógeno orgánico, con la diferencia que no se elimina el amoníaco antes de la etapa de digestión. Por lo tanto, el nitrógeno total Kjeldahl incluye el nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal (Crites, 2000).

#### **2.4.2.6. Fósforo (P)**

En las aguas residuales, el fósforo puede encontrarse en forma de sales minerales (ortofosfatos, polifosfatos), pero también en forma de compuestos orgánicos. Estos diferentes compuestos están solubilizados, o bien fijados en las materias en suspensión. El fósforo en aguas superficiales genera un crecimiento incontrolado de algas, debido a la evacuación de las aguas servidas domésticas e industriales, acelerando el proceso de eutrofización (Rodier, 1981).

#### **2.4.2.7. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

La DBO expresa la cantidad de oxígeno necesario para la degradación de las materias orgánicas por microorganismos, además permite apreciar la carga del agua en materias putrescibles y su poder autodepurador, y de ello se puede deducir la carga máxima aceptable, éste indicador se utiliza principalmente en el control del

tratamiento primario en las estaciones depuradoras y en evaluar el estado de degradación de los vertidos que tengan carga orgánica (Seoanez, 2003).

#### **2.4.2.8. Demanda química de oxígeno (DQO)**

La DQO es una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico y mineral (nitritos, amoníaco). En las aguas residuales, al verterse en un curso de agua, algunas sustancias captan el oxígeno existente debido a la presencia de sustancias químicas reductoras, satisfaciendo sus necesidades de oxígeno. (Seoanez, 2003)

#### **2.4.3. Parámetros biológicos**

Las aguas residuales contienen gran número de organismos vivos que son los que mantienen la actividad biológica, produciendo fermentación, descomposición y degradación de la materia orgánica e inorgánica. Su importancia radica, en la existencia en residuos humanos, patogenicidad, uso como indicadores de contaminación y función como ejecutores del tratamiento biológico. (Romero, 1999 y Crites, 2000).

El análisis bacteriológico para determinar la calidad de agua residual que se va a tratar debe incluir Coliformes totales y coliformes fecales (*Escherichia*).

### **2.5. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Según Reynolds (2002), solo el 10% de las aguas de alcantarillado recolectadas en Latinoamérica están sujetas a cualquier tipo de tratamiento. Los tratamientos de las aguas residuales tienen por objeto, eliminar los contaminantes contenidos en el agua.

El grado de tratamiento de las aguas residuales puede ser determinado mediante la comparación del grado de contaminación de las aguas residuales crudas y las características que deben tener posteriormente para no exceder las restricciones que pesan sobre el cuerpo receptor. (Barrera, 2000).

De acuerdo a Falcón (1990), el grado hasta el cual es necesario llevar un tratamiento determinado varía mucho de un lugar a otro. Existen tres factores básicos determinantes:

- ❖ Las características y la cantidad de sólidos acarreados por las aguas residuales.
- ❖ Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- ❖ La capacidad o aptitud que tenga el cuerpo receptor para autopurificación.

El agua es tratada para una variedad de propósitos que incluyen remoción de microorganismos patógenos, sabores y olores, color y turbiedad, minerales disueltos y materiales orgánicos peligrosos.

Los tratamientos de aguas residuales pueden ser clasificados en sistemas preliminares, primarios, secundarios y terciarios o avanzados.

### **2.5.1. Beneficios de tratar las aguas residuales**

Para Kelly et al. (2004) la idea fundamental del tratamiento de aguas residuales a través de sistemas, es aprovechar las aguas captadas localmente, tratar el agua residual in situ, por medio de pequeños sistemas, y reutilizar los subproductos obtenidos (agua, biomasa vegetal, nutrientes, entre otros).

Esto representa una oportunidad para poner en práctica estrategias de desarrollo territorial integrado y armonioso con los objetivos sociales, económicos y

medioambientales, promoviendo la conservación y la valorización de los potenciales culturales y medioambientales.

Para Reynolds (2002) el manejo efectivo de aguas residuales debe dar como resultado un efluente ya sea reciclado o reusable, o uno que pueda ser descargado de manera segura al ambiente.

### 2.5.2. Efectos indeseables posibles en aguas residuales

Toda el agua residual afecta en alguna manera la calidad del agua de la fuente o cuerpo de agua receptor. Los efectos adversos que pueden causar las aguas residuales son diversos.

**Cuadro 3 Efectos indeseables de aguas residuales**

<b>CONTAMINANTE</b>	<b>EFEECTO</b>
<b>Materia orgánica biodegradable</b>	Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables.
<b>Materia suspendida</b>	Descomposición en los lechos de ríos, si es orgánica se descompone y flota mediante el empuje de gases, cubre el fondo e interfiere con la producción de los peces, transformando la cadena alimenticia.
<b>Sustancias corrosivas, cianuros, metales, fenoles</b>	Extinción de peces y vida acuática, destrucción de bacterias, interrupción de la autopurificación.
<b>Microorganismos patógenos</b>	Estas aguas pueden transportan microorganismos patógenos.
<b>Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color, olor</b>	El incremento de temperatura afecta a los peces; el color, olor, turbiedad hacen estéticamente inaceptable el agua para su uso público.
<b>Sustancias o factores que trastornan el equilibrio biológico</b>	Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas, las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores.
<b>Constituyentes minerales</b>	Aumentan la dureza, limitan los usos industriales sin tratamiento especial, incrementan el contenido de sólidos disueltos a niveles

	perjudiciales para los peces o la vegetación, contribuyen a la eutrofización del agua.
--	--

Fuente: Crites y Tchobanoglus, 2000.

Actualmente se considera que las aguas residuales urbanas y rurales son un valioso recurso que debería emplearse siempre que fuera posible y con las debidas medidas de protección sanitaria (OMS, 1990).

## **2.6. FASES DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

De acuerdo a la APA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 1997), los procesos que comprenden el tratamiento de las aguas residuales encierran las siguientes fases.

### **2.6.1. Recolección de las aguas residuales**

En zonas donde el incremento poblacional es constante y donde las condiciones topográficas lo permiten, este proceso se realiza a través de sistemas de alcantarillado.

### **2.6.2. Pre tratamiento de las aguas residuales**

Consiste en retirar los sólidos de grandes tamaños, y en la mayoría de casos se realiza en estanques desarenadores, la finalidad es hacer más favorable el proceso de tratamiento biológico de las aguas residuales domésticas (APA, 1997).

### **2.6.3. Tratamiento de las aguas residuales**

El objetivo del tratamiento de las aguas residuales es remover sólidos, grasas y aceites y otros materiales flotantes o sedimentables para que el agua residual pueda

ser tratada eficientemente y reutilizada o vertida sin ningún riesgo. En el pasado, el objetivo del tratamiento era la remoción de parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos y patógenos hoy la finalidad es y la reutilización de los efluentes (APA, 1997).

#### **2.6.4. Reutilización o vertimiento**

A medida que el nivel de tratamiento aumenta, la potencialidad de un uso benéfico para las aguas tratadas también aumenta. La reutilización de los efluentes tratados requiere que los criterios de calidad del agua tratada sean cada vez más exigentes. En los sistemas de manejo de aguas residuales de zonas rurales, las formas más posibles de reutilización serán:

- ❖ El riego agrícola y,
- ❖ El riego de campos.
- ❖ En zonas húmedas, los tratamientos en el suelo y,
- ❖ La recarga de acuíferos serán más usuales.

### **2.7. TECNOLOGÍAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Según el Instituto Cinara de la Universidad del Valle, Cali Colombia - ICUV1 (2005), la selección tecnológica para los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas facilita el proceso en la toma de decisiones a la hora de implementar un sistema de tratamiento de este tipo de aguas.

**Cuadro 4 Factores y variables considerados para la selección de tratamientos de aguas residuales domésticas**

FACTOR	VARIABLE
<b>Factores demográficos y socio-culturales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Tamaño de la población</li> <li>❖ Nivel educativo</li> <li>❖ Cobertura y cantidad de agua potable</li> <li>❖ Existencia y tipo de alcantarillado</li> </ul>
<b>Características del agua residual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Origen del agua residual</li> <li>❖ Composición del agua residual</li> <li>❖ Caudal del agua residual</li> </ul>
<b>Factores climáticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Temperatura</li> <li>❖ Precipitación</li> <li>❖ Viento</li> </ul>
<b>Capacidad y disponibilidad a pagar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Capacidad de pago</li> <li>❖ Tarifa</li> <li>❖ Disponibilidad a pagar</li> </ul>
<b>Costos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Costos de inversión</li> <li>❖ Costos de Mantenimiento &amp; Operación</li> <li>❖ Costos del terreno</li> <li>❖ Recuperación de recursos</li> </ul>
<b>Objetivos de Tratamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Expectativas de calidad del efluente</li> <li>❖ Nivel de tratamiento</li> <li>❖ Descarga del efluente</li> <li>❖ Stándares de uso en la agricultura</li> <li>❖ Stándares de calidad del efluente</li> </ul>
<b>Disponibilidad de recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Recursos locales</li> <li>❖ Requerimiento y disponibilidad de insumos químicos</li> <li>❖ Requerimiento de energía</li> <li>❖ Disponibilidad de mano de obra (local diseño &amp; construcción)</li> <li>❖ Necesidad de equipos mecánicos</li> <li>❖ Disponibilidad local de materiales para la construcción</li> </ul>
<b>Aspectos Tecnológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Impacto ambiental del sistema de tratamiento</li> <li>❖ Disponibilidad del terreno</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Generación de subproductos con potencial de aprovechamiento</li> <li>❖ Eficiencia de tecnología</li> <li>❖ Facilidad de Operación y Mantenimiento</li> <li>❖ Datos de calidad mínima deseada para el efluente tratado</li> </ul>
--	---

Fuente: León, Lucero 2009.

### 2.7.1. Selección de tecnologías

Se han logrado identificar ocho factores básicos que influyen en el proceso de selección de la tecnología para la construcción de sistemas de tratamiento aguas residuales domésticas. Los cuales son demográficos y socioculturales, características del agua residual, climáticas, características del terreno, objetivos del tratamiento, aspectos tecnológicos, disponibilidad de recursos, costos, capacidad y disponibilidad a pagar. ICUV (Instituto Científico de Universidad del Valle, CO. 2005).

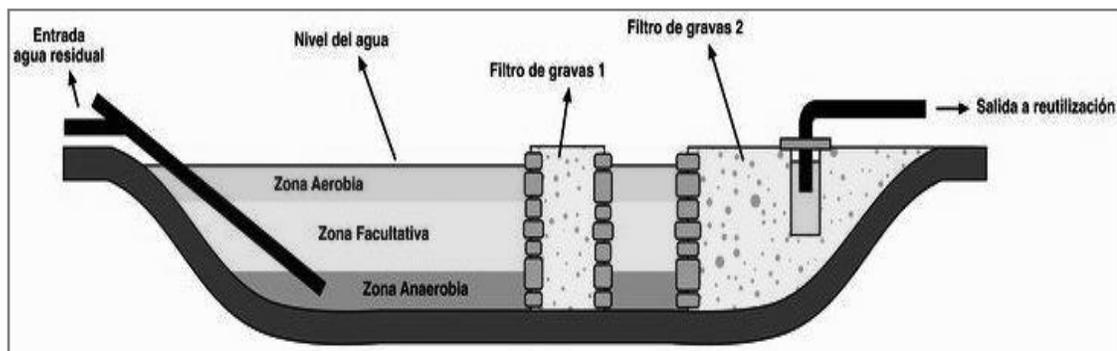
Según ICUV 2005, los tres criterios claves en la selección de tecnologías de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas naturales, son la disponibilidad del terreno, características del terreno y las condiciones climáticas, estos marcan la diferencia entre las alternativas de tratamiento. La disponibilidad de áreas es una variable limitante en la selección de tecnologías de tratamientos naturales, ya que determinan la factibilidad de implementación de un sistema. La selección de un sistema de tratamiento con enfoque tecnológico se ha logrado desarrollar tomando en cuenta diez fases como son, infraestructura del acueducto y alcantarillado, área requerida por el tipo de sistema a implantarse, características del agua residual y nivel de tratamiento, disponibilidad de recursos para construcción operación y mantenimiento, factibilidad de reuso, costos y capacidad, disponibilidad de pago y estándares de vertimiento.

### 2.7.2. Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas

Los sistemas de depuración de bajo coste energético pueden ser una alternativa de tratamiento de las aguas residuales domésticas en entornos rurales al basarse en reproducir, en espacios limitados, los procesos de depuración que se dan en la naturaleza, necesitando pocos o nulos aportes energéticos externos. Además, los residuos que generan los procesos de depuración, así como el mantenimiento que requieren, son mínimos. Lo que representa una oportunidad para poner en práctica estrategias de desarrollo territorial integrado y armonioso con los objetivos sociales, económicos y medioambientales, promoviendo la conservación y la valorización de los potenciales culturales.

Entre los sistemas naturales de tratamiento de las aguas residuales que pueden generar productos aplicables directamente en el entorno rural, cabe destacar los filtros verdes, filtros de turba, los humedales artificiales, las lagunas facultativas y de maduración o la combinación de diferentes métodos.

**Figura 1 Esquema de un sistema de flujo subsuperficial**



Fuente: Instituto Tecnológico de Canarias, ITC, S.A; Gestión sostenible del agua residual en los entornos rurales.

### **2.7.3. Tipos de sistemas de tratamiento biológico**

Se basan en la creación de un flujo controlado de agua residual, en el que la actividad microbiológica y plantas emergentes actúan asociadas, en el proceso de depuración de las aguas disminuyendo los contaminantes. Incluyen tres tipos:

#### **2.7.3.1. Lagunajes**

Se puede aplicar a núcleos de población superiores a los 200 habitantes, siempre que se disponga de una superficie de terreno de al menos 6.5 m<sup>2</sup>/hab. Este tipo de tratamiento denominado también lagunas de estabilización, o de oxidación, tratan las aguas residuales crudas mediante la interacción de la luz solar, viento y algas, con o sin la ayuda de un equipo de aeración mecánica. En función de los tipos de microorganismos, que dependen, a su vez, de la presencia de oxígeno disuelto, las lagunas se clasifican en:

- ❖ Aerobias, (el tratamiento se da a través de procesos naturales)
- ❖ Aireadas (se adiciona oxígeno para mejorar el tratamiento).
- ❖ Facultativas, la biodegradación ocurre por la combinación de microorganismos aerobios y anaerobios en el fondo de las lagunas y un gran número de microorganismos facultativos que se desarrollan bajo condiciones aerobias y anaerobias.

#### **2.7.3.2. Humedales**

La utilización de plantas acuáticas, ha sido desarrollado como un tratamiento secundario o terciario alternativo de aguas residuales y ha demostrado ser eficiente en la remoción de una amplia gama de sustancias, orgánicas así como nutrientes y metales pesados (Novotny y Olem citado por Celis et al.

1994). Dependiendo del tipo de terrenos a emplear los humedales se pueden clasificar en:

***Humedales naturales:*** Son formaciones naturales en las que el ser humano vierte las aguas residuales con la finalidad de dar un tratamiento a estos desechos. Interactuando en la depuración especies propias del ecosistema, y como resultado final se obtiene el mejoramiento de la calidad de las aguas.

***Humedales artificiales:*** Los humedales son zonas que se inundan con agua hasta 0,6 m para facilitar la vida de plantas emergentes con raíces fijadas al suelo, como cañas y carrizos. Los humedales construidos ofrecen todas las capacidades de tratamiento de los humedales naturales.

Usualmente, es necesario implementar sistemas de pretratamiento para el funcionamiento adecuado de los humedales construidos. El tratamiento ocurre con el paso lento del agua a través de los tallos y raíces de la vegetación acuática y ésta proporciona la superficie necesaria para el desarrollo de capas de bacterias que filtran y adsorben los elementos presentes en el agua residual, transfieren oxígeno a la columna de agua y controlan el crecimiento de algas al impedir el paso de la luz solar.

### **2.7.3.3. Cultivos acuáticos**

Los cultivos acuáticos o sistemas de plantas acuáticas flotantes son una variación de los humedales artificiales en el que el agua está en contacto con la atmósfera y constituye la fuente principal de oxígeno para aireación; en la que se introduce un cultivo de plantas flotantes, como *Eichhornia sp* o *Lemna sp*, cuya finalidad es la eliminación de determinados componentes de las aguas a través de sus raíces que constituyen un buen sustrato responsable del tratamiento. Aunque una de las

desventajas que presenta este tipo de sistemas es la proliferación de larvas de insectos.

Según Metcalf y Eddy, citado por Celis et al. (1995) los sistemas que emplean plantas acuáticas como *Eichhornia crassipes* están diseñados para proporcionar niveles de tratamientos secundarios avanzados. Estos sistemas han sido utilizados como medios de producción de proteínas por las grandes cantidades de biomasa que se generan.

#### 2.7.4. Proceso del tratamiento

Para obtener un resultado efectivo y eficiente se deberán emplear diferentes procesos que complementen un procedimiento idóneo de acuerdo a las características de las aguas residuales a tratarse, los niveles de tratamiento se describen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5 Procesos para el tratamiento de aguas residuales**

Niveles de Tratamiento	Descripción	Tratamiento
<b>Preliminar</b>	Remoción de constituyentes del agua residual que puedan causar problemas operacionales o de mantenimiento con los procesos y operaciones de tratamiento, y sistemas auxiliares  Destinados a la preparación de las aguas residuales para su disposición o tratamiento subsecuente	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Rejas.</li> <li>❖ Desarenadores.</li> <li>❖ Tanques desgrasadores.</li> <li>❖ Aireación preliminar.</li> </ul>
<b>Primario</b>	Remoción de parte de los sólidos y materia orgánica suspendidos presentes en el agua residual	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Tanque séptico.</li> <li>❖ Tanque Imhoff.</li> <li>❖ Sedimentación simple (primaria)</li> <li>❖ Precipitación química y</li> </ul>

		<p>sedimentación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Digestión de lodos</li> <li>❖ Lechos de secado</li> <li>❖ Desinfección</li> </ul>
<b>Secundario</b>	<p>Remoción de compuestos orgánicos, biodegradables y sólidos suspendidos y nutrientes (nitrógeno o fósforo por separado o en conjunto). La desinfección también se incluye dentro del concepto de tratamiento secundario convencional. Complementa los tratamientos precedentes y debe incluir un proceso biológico adecuado y una sedimentación final (secundaria).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Tratamientos biológicos aerobios</li> <li>❖ Filtros percoladores (biológicos)</li> <li>❖ Lodos activados.</li> <li>❖ Sistemas de lagunas de estabilización</li> <li>❖ Tratamientos biológicos anaeróbicos</li> <li>❖ Reactores anaeróbicos de flujo ascendente Reactores anaeróbicos de lecho fluidizado.</li> <li>❖ Filtros anaeróbicos</li> </ul>
<b>Terciarios</b>	<p>Remoción de sólidos suspendidos residuales, en general por filtración en medio granular. La desinfección hace siempre parte del tratamiento terciario, incluyéndose a menudo en esta definición la remoción de nutrientes. Complementa los procesos anteriores siempre que las condiciones locales exijan eventualmente un grado más elevado de depuración o la remoción de nutrientes, para evitar la eutrofización en el cuerpo receptor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Procesos físico-químicos.</li> <li>❖ Procesos físico-biológicos.</li> <li>❖ Desinfección</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2011.

## 2.8. USO DE PLANTAS ACUÁTICAS COMO DEPURADORES DE AGUA

Las plantas acuáticas son aquellas que requieren una gran cantidad de agua en sus raíces para vivir, crecen en medios muy húmedos y completamente inundados,

básicamente tienen los mismos requerimientos nutricionales de las plantas terrestres y se pueden clasificar en: flotantes, sumergidas y emergentes (Caicedo, 1995).

Las plantas juegan un papel fundamental en estos sistemas siendo sus principales funciones:

- ❖ Airear el sistema radicular y facilitar oxígeno a los microorganismos que viven en la rizósfera.
- ❖ Absorción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- ❖ Eliminación de contaminantes asimilándolos directamente en sus tejidos.
- ❖ Filtración de los sólidos a través del entramado que forma su sistema radicular.

## **2.9. FUNCIONALIDAD DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO**

El tratamiento biológico de las aguas residuales supone la remoción de contaminantes mediante actividad biológica. La actividad biológica se aprovecha para remover principalmente sustancias orgánicas biodegradables, coloidales o disueltas del agua residual, mediante su conversión en gases que escapan a la atmósfera y en biomasa extraíble mediante sedimentación, la actividad biológica es utilizada en los tratamientos para reducir nitrógeno y fósforo del agua.

### **2.9.1. Importancia de la selección del sitio**

El estilo de desarrollo económico adoptado y la falta de planificación y previsión en la realización de obras civiles han causado el deterioro de importantes y delicados sistemas naturales como es el caso de los recursos acuíferos; como consecuencia se ha producido una alteración en el aprovechamiento de los sistemas hídricos nacionales. Al mal manejo de las cuencas hidrográficas ríos arriba, se ha añadido,

aguas abajo, la producción de desechos contaminantes por parte de los mayores centros poblados del país (Da Ros, 1995).

Es necesario determinar las características de los sitios potenciales para ubicar y construir las obras civiles que ayudarán a la depuración del agua, ya que depende del sitio donde se ubique y de las características del tratamiento, la efectividad que tenga el proceso en el saneamiento de las aguas residuales.

Además se pueden establecer las medidas adecuadas de tratamiento conociendo la realidad actual del entorno donde se generan las aguas negras, para de esta forma obtener resultados óptimos.

## **2.10. MARCO LEGAL DEL PROYECTO**

### **❖ Constitución Ecuatoriana**

*Título II-derechos, capítulo segundo, Sección segunda-Ambiente sano*

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo

impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

*Título VI- Régimen de desarrollo, Capítulo primero, Principios generales*

**Art. 276.-** El régimen de desarrollo establece como objetivo Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

**❖ Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Ley No. 374)**

*Capítulo II- de la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas*

**Art. 6.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo hace referencia a los materiales utilizados para cumplir con el procedimiento del proyecto y las técnicas empleadas para cumplir los objetivos propuestos tanto en campo como en gabinete.

#### 3.1. MATERIALES

El listado de materiales utilizados se detalla clasificado por fases, el detalle se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6 Listado de materiales**

FASE DE LABORATORIO	FASE DE CAMPO
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Imagen Quickbird de la ciudad de Ibarra</li><li>➤ Planos de alcantarillado “Sector Vista al lago” a escala 1:2000</li><li>➤ Plano ciudad de Ibarra</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Frascos ámbar para DBO, pH Wide Range CODE 2193, OD Water Sampling Bottle CODE 0688-DO</li><li>➤ Etiquetas</li><li>➤ Congelador para conservación y traslado de las muestras</li><li>➤ Libretas de campo</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Guantes de caucho y quirúrgicos, mascarillas</li> <li>➤ Flexómetro</li> <li>➤ Fundas ziploc</li> <li>➤ Palas</li> </ul>
--	--

Fuente: Elaboración propia, 2012

### 3.2. EQUIPOS

En el siguiente cuadro se indican los equipos utilizados en las diferentes fases del proyecto.

**Cuadro 7 Listado de equipos**

FASE DE LABORATORIO	FASE DE CAMPO
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Computador</b></li> <li>➤ <b>Impresora</b></li> <li>➤ <b>Scanner</b></li> <li>➤ <b>Disco Extraíble</b></li> <li>➤ <b>Software ArcGIS 9.3</b></li> <li>➤ <b>Balanza electrónica</b></li> <li>➤ <b>Espectrofotómetro, HACH/DR/2010</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kit portátil de medición de parámetros: pH, Temperatura, Conductividad, Sólidos disueltos totales</li> <li>➤ Cámara fotográfica</li> <li>➤ GPS</li> <li>➤ Clinómetro</li> <li>➤ Calculadora</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2012

### 3.3. ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.3.1. Ubicación del Área de estudio (Anexo I-Lámina 1, Lámina 2)

El área de estudio se localiza en la parroquia urbana de El Sagrario, en los predios de la Universidad Técnica del Norte ocupando un área de 83061 m<sup>2</sup>. El acceso corresponde a las calles urbanas 13 de Abril y Morona Santiago, siendo el ingreso principal la entrada al camal de la ciudad de Ibarra, con un tiempo de llegada aproximado de 10 minutos.

**Cuadro 8 Ubicación UTM del área de estudio, WGS 84 Zona 17 Sur**

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUD
1	820184	10042056	2240 msnm
2	820406	10042155	2218 msnm
3	820509	10041829	2228 msnm
4	820181	10041836	2256 msnm

Fuente: Elaboración propia, 2012

### 3.4. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La caracterización ambiental se realizó en base a la descripción de los siguientes componentes: relieve, geología, tipos de pendientes, tipo de suelos (análisis de perfiles, textura, estructura y profundidad), uso urbano del suelo, condiciones climáticas (precipitación, temperatura, evapotranspiración).

#### 3.4.1. Relieve y tipos de Pendientes

Para caracterizar el tipo de relieve se realizaron actividades de campo e interpretación de una Imagen multiespectral Quickbird de la ciudad de Ibarra con fecha de toma

2011. Adicionalmente se tomaron fotografías para describir las características del relieve del área de estudio. Para la evaluación del tipo de pendientes se elaboró un mapa utilizando cartografía generada a escala 1:5.000, con curvas de nivel con intervalos de 1 metro. Los rangos de pendientes obtenidos a través de la reclasificación del raster slope fueron agrupados en seis clases que corresponden a diferentes clases y tipos de relieves y se indican en el cuadro siguiente.

**Cuadro 9 Clases y tipo de relieve**

<b>CLASE</b>	<b>RANGO (%)</b>	<b>TIPO DE RELIEVE</b>
<b>Clase 1</b>	0-5	Plano
<b>Clase 2</b>	5-12	Ligeramente Ondulado
<b>Clase 3</b>	12-25	Ondulado
<b>Clase 4</b>	25-50	Montañoso
<b>Clase 5</b>	50-70	Muy Montañoso
<b>Clase 6</b>	>70	Escarpado

Fuente: Elaboración propia, 2012.

### **3.4.2. Geología**

Para describir los aspectos geológicos se utilizó cartografía temática a escala 1:100.000, en la cual se analizó la formación geológica y la litología para representarlas a escala 1:5.000.

### **3.4.3. Tipos de suelos**

Dentro de este componente se analizaron perfiles, textura, estructura y profundidad del suelo, para tener una referencia y seleccionar el sitio más adecuado para la construcción de la planta de tratamiento. Se empleó la clasificación taxonómica de la USDA (Soil Taxonomy, 1985) para describir el tipo de suelo a nivel de subgrupo.



#### **3.4.4. Uso Urbano del Suelo**

Para analizar el uso urbano del suelo se empleó una imagen multiespectral del sensor Quickbird con fecha de toma 2011, mediante la cual se definió los tipos de uso urbano del suelo en el área de estudio, así como en el área de influencia indirecta.

#### **3.4.5. Aspectos relativos al clima**

Para el análisis de este componente se realizó la compilación sobre información de los parámetros: temperatura media mensual, precipitación media mensual y evapotranspiración total mensual y dirección del viento obtenidos de la estación digital ubicada en el campus universitario de la Universidad Técnica del Norte; datos con los cuales se determinó el sitio más viable considerando estas variables datos importantes en la toma de decisiones sobre la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

#### **3.4.6. Zonas de vida**

Las zonas de vida se describieron de acuerdo a la clasificación de formaciones vegetales de Holdridge (1982), analizando el tipo de suelo, el régimen anual de precipitación y temperatura del área de estudio. Se identificaron una zona de vida, una transición entre zonas de vida y una asociación edáfica seca.

#### **3.4.7. Flora**

Para la identificación de especies vegetales arbóreas, arbustivas y herbáceas presentes en el sector, se realizó una salida de campo para numeración e identificación de las especies en el área de influencia, ya que al ser un área urbana muy intervenida no es aplicable la realización de transectos o metodologías similares.

### 3.4.8. Fauna

La información correspondiente a especies faunísticas del sector se obtuvo mediante avistamiento directo durante las salidas de campo y recopilación de información secundaria de los moradores del área de influencia del proyecto.

### 3.5. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA

El diagnóstico actual se realizó mediante la aplicación de análisis físico-químico y microbiológico de las aguas residuales. Los resultados de análisis fueron determinados en el laboratorio de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I); los parámetros analizados se establecieron mediante el criterio técnico del equipo asesor en base de las Tablas del TULS-MA: criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola y la tabla de límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce; además se consideraron las actividades actuales realizadas en el área de estudio, los parámetros analizados se indican en el siguiente cuadro.

**Cuadro 10 Parámetros de calidad de agua evaluados**

PARÁMETRO	VARIABLES	UNIDADES
FÍSICO	Temperatura	°C
	Conductividad	uS/cm
	Sólidos totales disueltos	mg/l
	Sólidos suspendidos	mg/l
	Sólidos sedimentables	mg/l
QUÍMICO	pH	-
	Nitratos	mg/l
	Nitritos	mg/l
	Nitrógeno amoniacal	mg/l
	Fosfatos	mg/l
	Fósforo total	mg/l

	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	mg/l
	Demanda Química de Oxígeno	mg/l
BIOLÓGICO	Coliformes totales	NMP
	Coliformes fecales	NMP

Elaborado por equipo asesor del proyecto, 2012.

### 3.5.1. Plan de muestreo

El plan de muestreo persigue diferentes objetivos, en el presente proyecto el objetivo primordial de la elaboración y ejecución de un plan de muestreo se realiza para alcanzar el siguiente objetivo: “Determinar el impacto de las actividades humanas sobre la calidad del agua y la adecuación de la misma para los usos requeridos” (DÁVALOS, 2010).

#### 3.5.1.1. Ubicación de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se ubicaron en los sitios donde se disponen las cajas de revisión de aguas residuales de las dos propuestas establecidas, para lo cual se describió el sitio del que procedió la muestra y la ubicación geográfica de los sitios de muestreo, además se utilizaron fichas técnicas y cadenas de custodia en el análisis de aguas.

**Fotografía 3** Caja de revisión propuesta 1 (P1)



**Fotografía 4** Caja de revisión propuesta 2 (P2)



Fuente: Trabajo de campo, 2012

### 3.5.1.2. Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo se estableció en base a dos factores: las condiciones climáticas y la producción de aguas residuales, de acuerdo al criterio técnico del equipo asesor y el personal técnico de los laboratorios de EMAPA. En función de estos factores se establecieron tres fechas de muestreo en las cuales se tomaron muestras simples para el análisis de acuerdo a los parámetros establecidos.

Se debe indicar que para la determinación del número de muestras a tomar se siguieron los lineamientos del equipo técnico asesor de los laboratorios de EMAPA-I.

### 3.5.1.3. Métodos de análisis empleados

Los métodos empleados para cada parámetro analizado se detallan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11 Metodología empleada para análisis de calidad de agua**

<b>METODOLOGÍA EMPLEADA</b>			
<b>No.</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>ANÁLISIS FÍSICOS</b>			
<b>1</b>	Temperatura	°C	APHA-5550 B
<b>2</b>	Conductividad Eléctrica	uS/cm	APHA-2510 A
<b>3</b>	Sólidos Totales Disueltos	mg/l	APHA-2510 A
<b>4</b>	Sólidos suspendidos	mg/l	APHA-2540 D
<b>5</b>	Sólidos sedimentables	cm <sup>3</sup> /l	APHA-2540 F
<b>ANÁLISIS QUÍMICOS</b>			
<b>6</b>	pH	-	APHA-4500H+B
<b>7</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	APHA-5210 B
<b>8</b>	Demanda Química Oxígeno	mg/l	HACH-8000

<b>9</b>	Nitratos	<b>mg/l</b>	APHA-4500-NO3-A
<b>10</b>	Nitritos	<b>mg/l</b>	APHA-4500-NO2-B
<b>11</b>	Nitrógeno amoniacal	<b>mg/l</b>	HACH-8038
<b>12</b>	Fosfatos	<b>mg/l</b>	HACH-8048
<b>13</b>	Fósforo total	<b>mg/l</b>	HACH-8190
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>			
<b>14</b>	Escherichia Coli	<b>ufc/100 ml</b>	APHA-9222 A O E.P.A. -40 CFR
<b>15</b>	Coliformes Totales	<b>ufc/100 ml</b>	APHA-9222 A O E.P.A. -40 CFR

Fuente: Laboratorios EMPA-I, 2012.

### 3.5.1.4. Toma de muestras

Las muestras se tomaron en diferentes fechas de acuerdo al criterio técnico del equipo asesor, teniendo en consideración diferentes horarios y días para el muestreo y de esta forma obtener datos representativos de la realidad actual del sector.

El primer muestreo se realizó en el día domingo 22 de abril de 2012, para lo cual se tomaron 4 muestras simples y una muestra compuesta aplicando la metodología indicada por el personal técnico de los laboratorios de EMAPA. Durante el muestreo se mantuvo un registro fotográfico de la actividad y se colocaron etiquetas para la identificación de las muestras. Las coordenadas del sitio de muestreo se indican en el siguiente cuadro.

**Cuadro 12 Ubicación UTM (WGS 84) del sitio del primer muestreo**

COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTUTUD
<b>820150</b>	10042018	2264 msnm

Fuente: Trabajo de campo, 2012.

Para la toma de muestras se estableció el siguiente horario:

**Cuadro 13 Horario del primer muestreo**

MUESTRA	HORA	CANTIDAD (l)
<b>Muestra simple 1 (MS1)</b>	07H00	1
<b>Muestra simple 2 (MS2)</b>	09H00	1
<b>Muestra simple 3 (MS3)</b>	12H00	1
<b>Muestra simple 4 (MS4)</b>	14H00	1
<b>Muestra compuesta (MC)</b>	Anteriores	250 ml/MS =1

Fuente: Elaboración equipo asesor, 2012.

El segundo muestreo se realizó el día jueves 03 de mayo de 2012, en dos sitios de muestreo diferentes, se tomaron 3 muestras simples en cada caja de revisión correspondiente a cada una de las propuestas, las coordenadas se indican en el siguiente cuadro.

**Cuadro 14 Ubicación UTM (WGS 84) del sitio del segundo muestreo**

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTUTUD
<b>Punto 1</b>	820184	10041829	2273 msnm
<b>Punto 2</b>	820150	10042018	2264 msnm

Fuente: Trabajo de campo, 2012.

Se establecieron los siguientes horarios para el muestreo:

**Cuadro 15 Horario del segundo muestreo**

SITIO MUESTREO	MUESTRA	HORA	CANTIDAD (l)
<b>Punto 1</b>	Muestra simple 1 (MS1P1)	12H00	1
	Muestra simple 2 (MS2P1)	14H30	1
	Muestra simple 3 (MS3P1)	17H30	1
<b>Punto 2</b>	Muestra simple 1 (MS1P2)	12H00	1
	Muestra simple 2 (MS2P2)	14H30	1
	Muestra simple 3 (MS3P2)	17H30	1

Fuente: Laboratorios EMAPA, 2012.

El tercer muestreo se realizó el día domingo 27 de mayo de 2012, en los dos sitios donde se realizó el muestreo anterior, se tomaron 3 muestras simples en cada sitio, el horario de muestreo se indica en el siguiente cuadro.

**Cuadro 16 Horario del tercer muestreo**

SITIO MUESTREO	MUESTRA	HORA	CANTIDAD (l)
<b>Punto 1</b>	Muestra simple 1 (MS1P1)	09H30	1
	Muestra simple 2 (MS2P1)	12H30	1
	Muestra simple 3 (MS3P1)	15H30	1
<b>Punto 2</b>	Muestra simple 1 (MS1P2)	09H30	1
	Muestra simple 2 (MS2P2)	12H30	1
	Muestra simple 3 (MS3P2)	15H30	1

Fuente: Laboratorios EMAPA, 2012.

Para la toma de muestras se consideró medidas básicas de seguridad para reducir riesgos a los cuales se puedan exponer las personas, utilizando elementos de protección personal (guantes de látex, mascarilla, alcohol) durante el manipuleo de dichas sustancias se aseguró la representatividad y validez de las muestras.

Previamente al muestreo se analizaron los sitios para la toma de muestras, estableciéndose un punto representativo de las descargas de la zona, los sitios indicados fueron las cajas de revisión ubicadas en la calle Cotopaxi y la calle morona Santiago.

Las muestras fueron colectadas en frascos ámbar estériles de 1 litro con la finalidad de proteger las muestras de fotoefectos, se etiquetaron los frascos y se pusieron en un cooler con hielo para su preservación. Los horarios de muestreo se establecieron en función del criterio técnico del personal de los laboratorios de EMAPA

Las muestras se preservaron en el cooler con hielo a 4°C durante la noche para ser llevadas al laboratorio para su análisis en horas de la mañana. El modelo de etiquetas utilizadas para la identificación de las muestras se indica en la siguiente figura.

**Figura 3 Modelo de etiquetas utilizado para la identificación de muestras**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE- FICAYA			
"ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA."			
TIPO DE MUESTRA			
CODIGO MUESTRA			
PUNTO DE MUESTREO			
COORDENADAS UTM	X:		
	Y:		
	ALTITUD:		
FECHA DE TOMA		FECHA INGRESO A LAB	
ANÁLISIS A REALIZAR			

Elaborado por: La Autora, 2012.

### 3.5.2. Medición de caudales

Se estableció 2 fechas para la medición de caudales, en las cuales se realizaron mediciones con intervalos de 30 minutos durante 12 horas en las 2 cajas de revisión de acuerdo a las 2 propuestas establecidas.

**Cuadro 17 Ubicación de sitios para medición de caudales**

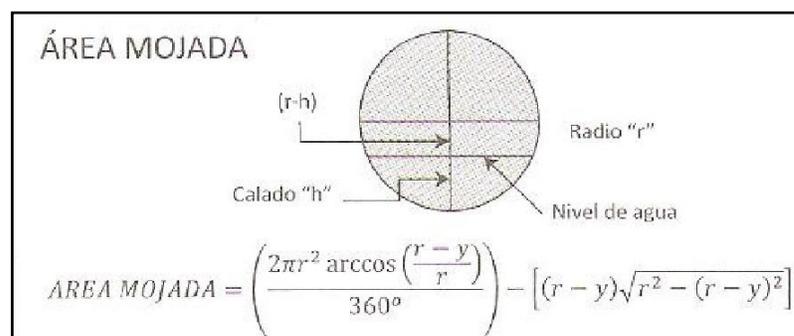
PROPUESTA	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTUTUD
<b>Propuesta 1</b>	820184	10041829	2273 msnm
<b>Propuesta 2</b>	820150	10042018	2264 msnm

Fuente: Trabajo de campo (2012)

Para la medición de caudales de aguas residuales se emplearon fórmulas matemáticas que relacionan el diámetro de las tuberías de alcantarillado en las cajas de revisión de los sitios seleccionados con la pendiente del sitio.

Se aplicó el método recomendado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para el cálculo de sistemas de alcantarillado, citado en la Guía de Implementación para Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Municipal (SNGR, 2012). Las fórmulas empleadas se indican a continuación.

**Figura 4 Cálculo del área mojada**



Fuente: SNGR, 2012.

*Donde:*

r=radio del colector

y=altura del espejo de agua con relación a la base del colector (calado)

arccos=coseno – 1

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

*Donde:*

c= distancia (hipotenusa)

$\sqrt{a^2 + b^2}$ = suma de catetos (pendiente)

$$v = \sqrt{\frac{2g}{1+k} x h}$$

*Donde:*

v= velocidad

g= gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>) (sen∞)

d= distancia (c)

k= 0,5

h= altura desnivel

$$Q = A x V$$

*Donde:*

Q= Caudal

A= Área mojada

V= Velocidad

Además los caudales in situ se estimaron de acuerdo al consumo promedio mensual de agua potable a nivel familiar, se realizó la relación de que “el agua consumida es el agua producida”.

### **3.6. CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

En la caracterización socio-económica se generó información sobre población, actividades económicas y servicios básicos, mediante la aplicación de encuestas dirigidas a los pobladores del área de influencia del proyecto. Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó la siguiente fórmula con un margen de error estadístico de 10%.

$$n = \frac{m}{e^2(m - 1) + 1}$$

*Dónde:*

**n** = tamaño de la muestra

**m**= tamaño de la población

**e** = margen de error al 10% (valor estándar de 0,1)

#### **3.6.1. Población**

El número total de pobladores del área de influencia del proyecto se obtuvo mediante los datos del Censo de Población y Vivienda del INEC (2010) a nivel parroquial, además se determinó el número total de pobladores luego de la aplicación de encuestas.

### **3.6.2. Actividades económicas**

La información sobre las principales actividades económicas a las que se dedican los pobladores, se obtuvo a través de la interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas.

### **3.6.3. Servicios básicos**

Los datos sobre servicios básicos que disponen los pobladores se obtuvieron mediante el análisis de los resultados de las encuestas aplicadas, ya que se aplicaron preguntas direccionadas al tema.

## **3.7. DEFINICIÓN Y SUGERENCIA DE PROPUESTA**

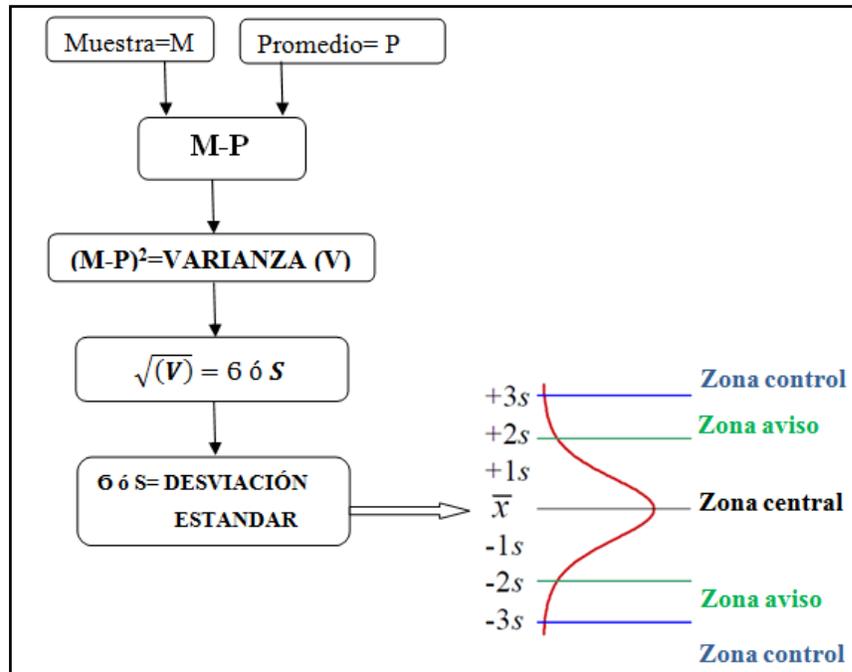
Luego de tratar y tabular los datos biofísicos, datos obtenidos en campo, resultados de análisis de suelo y agua, medición de caudales y demás parámetros de importancia se definieron las características de las dos propuestas, y al compararlas de acuerdo al criterio técnico del equipo se determinó la propuesta más factible para la instalación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a ser utilizadas en regadío de césped y plantas ornamentales en el estadio de la Universidad Técnica del Norte.

### **3.7.1. Análisis estadístico**

Para la evaluación estadística se utilizó una prueba comparativa entre las dos propuestas y los límites permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULS-MA); se evaluaron los principales parámetros para determinar la factibilidad de la propuesta 1 o propuesta 2; por lo que se empleó la prueba estadística de t de Student para observaciones pareadas o grupos dependientes.

Además se emplearon gráficos de control de Shewhart con lo cual se determinó la muestra de control, líneas de aviso y líneas de control. El mecanismo empleado se indica en la siguiente figura.

**Figura 5 Metodología Shewhart empleada para análisis estadístico**



Elaborado por: La Autora, 2012.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos en trabajo de campo y gabinete y el análisis de dichos resultados en relación a los objetivos planteados. Además se discute las preguntas directrices propuestas en la presente investigación.

#### **4.1. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La caracterización ambiental del área de estudio se describe a continuación en función de los siguientes componentes: relieve, geología, tipos de pendientes, tipo de suelos (análisis de perfiles, textura, estructura y profundidad), uso urbano del suelo, condiciones climáticas (precipitación, temperatura, evapotranspiración).

El estadio de la Universidad Técnica del Norte se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Ibarra, geomorfológicamente cercano a la terraza actual del río Tahuando en un ambiente paisajístico clasificado como de periferie urbana, como se indica en la siguiente fotografía.

### **Fotografía 5 Vista panorámica del Estadio de la Universidad Técnica del Norte**



Fuente: La Autora, 2012.

#### **4.1.1. Relieve y tipos de Pendientes (Anexo I- Lámina 3)**

El relieve y tipos de pendientes identificados en el área de estudio están descritos en 5 clases agrupadas en 5 rangos. La infraestructura del estadio de la Universidad Técnica del Norte se encuentra ubicada en relieve plano con un rango de pendiente de 0 – 5%.

El área de influencia de la propuesta 1 en su mayor parte se localiza en relieve ligeramente ondulado, que corresponde a un rango de pendiente entre 5-12%. Mientras el área de influencia de la propuesta 2 se encuentra en un relieve ondulado casi en su totalidad, este relieve se encuentra en un rango entre 12 – 25%.

En el cuadro siguiente se muestran las clases y tipos de pendientes del área de influencia directa e indirecta del proyecto, con los respectivos datos de área en m<sup>2</sup> y porcentaje. La distribución geográfica de estas clases y tipos de pendientes se indican en el Mapa de pendientes.

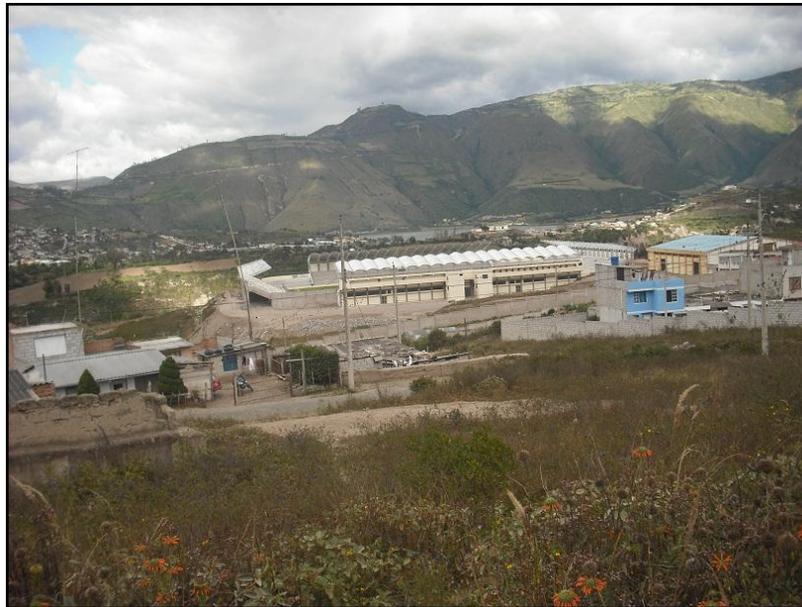
**Cuadro 18 Clases y tipo de relieve**

CLASE	RANGO (%)	TIPO DE RELIEVE	ÁREA (m <sup>2</sup> )	% ÁREA
<b>Clase 1</b>	0-5	Plano	44885,09	4,173
<b>Clase 2</b>	5-12	Ligeramente Ondulado	478256,46	44,466
<b>Clase 3</b>	12-25	Ondulado	552380,34	51,358
<b>Clase 4</b>	25-50	Montañoso	17,56	0,002
<b>Clase 5</b>	50-70	Muy Montañoso	0	0
<b>Clase 6</b>	>70	Escarpado	10,81	0,001

Elaboración: La Autora, 2012.

En la fotografía 2 se muestra la ubicación geográfica de los tipos de relieve y pendiente en el área de influencia del proyecto.

**Fotografía 6 Relieve ondulado-área de influencia del proyecto**



Fuente: La Autora, 2012.

#### 4.1.1.1. Medición de la pendiente del terreno in-situ

La pendiente medida in-situ en el área de influencia de cada una de las propuestas y desde la caja de revisión, de la cual se captaría el agua con respecto al sitio donde se podría instalar la planta de tratamiento de aguas residuales, dentro de los predios del estadio de la Universidad Técnica del Norte para las dos propuestas se indica en el siguiente cuadro.

**Cuadro 19 Pendiente promedio por propuesta**

PROPUESTA	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (°)
<b>PROPUESTA 1</b>	9,24	5,28
<b>PROPUESTA 2</b>	13,98	7,96

Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.1.2. Geología (Anexo I –Lámina 4)

De acuerdo al Mapa Geológico de las áreas de influencia directa e indirecta corresponde a la clasificación Volcánicos del Imbabura (Pleistoceno), con la simbología Plm, los cuales están compuestos por andesitas y aglomerados provenientes de erupciones volcánicas del Imbabura, andesitas de color gris-rojizo, compactas, de grano fino a medio, las mismas que contienen o están formadas por fenocristales de plagioclasas o biotita en una matriz vidriosa, su espesor sobrepasa los 2.000metros.

Estos depósitos se extienden por las laderas del volcán Imbabura conteniendo los sectores urbanos y semi-urbanos de la ciudad de Ibarra, como se visualiza en la siguiente fotografía.

### **Fotografía 7 Aspectos geológicos del área de estudio**



Fuente: La Autora, 2012.

#### **4.1.3. Tipos de suelos**

Para la evaluación de los tipos de suelo se analizaron diferentes variables de las cuales a continuación se detallan los resultados.

##### **4.1.3.1. Perfiles de suelo.**

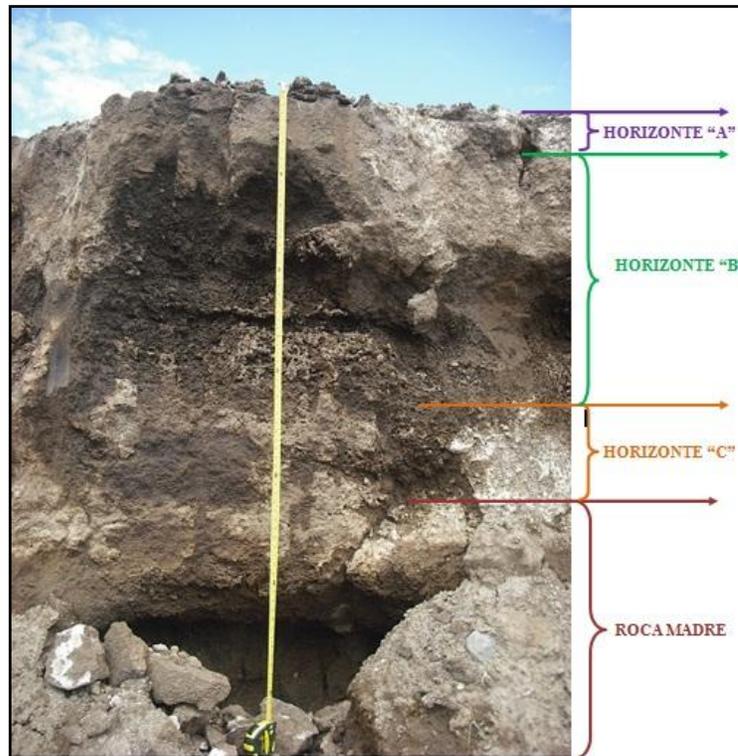
###### **➤ Perfil 1**

En la fotografía 4 Se muestra la distribución de los horizontes del suelo; el primer horizonte (A) presentó un espesor de 20 cm, este horizonte se caracteriza por tener una textura franco-arenosa, con presencia de raíces, color café muy claro y contenido de humedad aproximadamente del 10%.

El horizonte B tiene un espesor de 70 cm, la textura corresponde a franco-arenosa, ausencia de raíces, color café oscuro y contenido de humedad aproximadamente de

50%. El horizonte C tiene un espesor de 60 cm, que corresponde a duripan (cangagua) compuesto por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). En la profundidad de 150 cm se evidenció la presencia de roca madre compuesta de roca volcánica.

**Fotografía 8 Análisis de horizontes del suelo-perfil 1**



Fuente: Trabajo de campo.

Elaboración: La Autora, 2012.

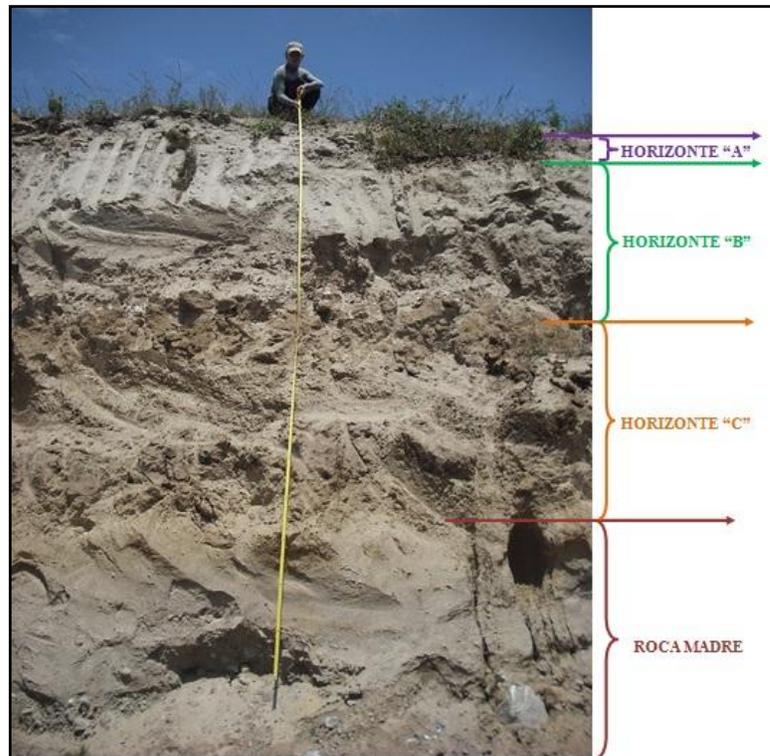
➤ **Perfil 2**

En la fotografía 5 se indica la distribución de los horizontes A, B y C del suelo; el horizonte A presentó un espesor de 30 cm, este horizonte se caracteriza por tener una textura franco-arenosa, con presencia de raíces, color café claro.

El horizonte B tiene un espesor de 90 cm, la textura corresponde a franco-arenosa, ausencia de raíces, color café muy claro.

El horizonte C tiene un espesor de 180 cm, que corresponde a duripan (cangagua) compuesto por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). En profundidades superiores a 3 metros se evidenció la presencia de arena con conglomerados de tamaño grueso.

**Fotografía 9 Análisis de horizontes del suelo-perfil 2**



Fuente: Trabajo de campo.

Elaboración: La Autora, 2012.

#### **4.1.3.2. Textura del suelo.**

De acuerdo al reporte de análisis de textura del suelo del laboratorio de análisis de suelos y aguas Labonort, la textura pertenece a la clasificación franco-arenoso, los resultados en porcentajes se indican en el siguiente cuadro.

**Cuadro 20 Resultado textura del suelo**

RESULTADO (%)			Clase textural
Arena	Limo	Arcilla	Franco - arenoso
53,6	35,6	10,8	

Fuente: Labonort, 2012.

#### 4.1.3.3. Análisis Macro y Micronutrientes del predio Estadio UTN

Del análisis elemental realizado en los laboratorios de análisis de suelos y aguas Labonort se determinaron los siguientes valores al analizar nutrientes, conductividad eléctrica del suelo, pH y presencia de materia orgánica.

**Cuadro 21 Resultado de análisis del suelo**

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD	INTERPRETACIÓN
N	40,42	ppm	Presencia de cantidades en rango medio a bajo
P	5,21	ppm	Presencia de cantidades bajas
K	0,76	meq/100 ml	Presencia de cantidades altas
Ca	6,19	meq/100 ml	Presencia de cantidades altas
Mg	2,01	meq/100 ml	Presencia de cantidades altas
pH	8,5	-	Alcalino
Conductividad eléctrica	0,29	mS/cm	No salino
Materia orgánica	0,86	%	Nivel bajo

Fuente: Labonort, 2012.

Con los resultados obtenidos del análisis de suelo, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de nutrientes en cultivos de pasto:

- 55 Kg/Ha/año de Nitrógeno,
- 120 Kg/Ha/año de Fosfato,
- 30 Kg de Potasio,
- En vista del bajo contenido de materia orgánica disponible en el suelo, se puede aplicar 0,5 Kg/m<sup>2</sup> de abono orgánico descompuesto antes de la siembra.

#### 4.1.3.4. Estructura del suelo

Debido a las condiciones climáticas del área de estudio, el suelo tiene un régimen de humedad Ústico, es decir permanece seco 3 meses al año (julio, agosto y septiembre); por estas razones la estructura del suelo es de tipo granular debido a la presencia de arenas de diferente tamaño.

#### 4.1.3.5. Clasificación taxonómica del suelo (Anexo I-Lámina 5)

De acuerdo a la clasificación taxonómica de suelos de la USDA (Soil taxonomy, 1985), el área de infraestructura del estadio y las áreas de influencia de las propuestas se ubican en el suelo del suborden ORTHENTS del orden ENTISOLES, que se caracteriza por presentar una capa de duripan o cangagua a menos de 50 cm de profundidad. En el mapa de tipos de suelos se indica la localización por cobertura taxonómica en clave, orden y suborden.

**Cuadro 22 Tipos de suelo - clasificación taxonómica de orden y suborden**

TIPOS DE SUELO			
CLAVE	ORDEN	SUBORDEN	DESCRIPCIÓN
C	ENTISOLES	ORTHENTS	Cangahua pura erosionada
Ca	INCEPTISOLES	ANDEPTS	Cangahua a 10 cm. de profundidad.
Sin suelo	-	-	-

Elaboración: La Autora, 2012.

#### **4.1.4. Uso urbano del suelo (Anexo I –Lámina 6)**

Las categorías de uso urbano del suelo identificadas fueron las siguientes:

- Infraestructura del estadio, corresponde a la cancha de césped, graderíos y tribunas.
- Área urbana, que incluye viviendas construidas con material de bloque y ladrillo, además techos de losa y teja.
- Matorrales y cultivos de ciclo corto, se encuentran pequeños arbustos y especies herbáceas en asociación con cultivos de cereales, leguminosas y hortalizas.

**Fotografía 10 Vista de la infraestructura urbana del sector**



Fuente: La Autora, 2012.

#### **4.1.5. Aspectos relativos al clima**

Los datos obtenidos en la Estación Meteorológica UTN sobre los parámetros climáticos de viento, precipitación, temperatura, radiación y humedad relativa se indican el siguiente cuadro.

**Cuadro 23 Datos meteorológicos – Estación UTN**

<b>REGISTRO ESTACION METEOROLÓGICA UTN</b>					
DESDE: 06/09/2011			HASTA: 05/03/2012		
MES	Velocidad Viento (m/s)	Humedad Relativa (%)	Temperatura Aire (°C)	Precipitación Total (mm)	Radiación Global (W/m <sup>2</sup> )
SEPTIEMBRE	0,70	29,89	26,67	0,00	602,06
OCTUBRE	1,66	80,54	15,56	73,40	230,39
NOVIEMBRE	1,64	77,84	16,38	43,40	237,85
DICIEMBRE	1,42	83,65	15,73	87,40	176,68
ENERO	1,40	85,97	15,45	135,00	172,79
FEBRERO	1,50	84,96	15,35	105,80	193,92
MARZO	1,29	72,61	16,12	3,00	164,28
PROMEDIO TOTAL	1,49	80,93	15,76	448,00	195,99

Fuente: UTN, 2012

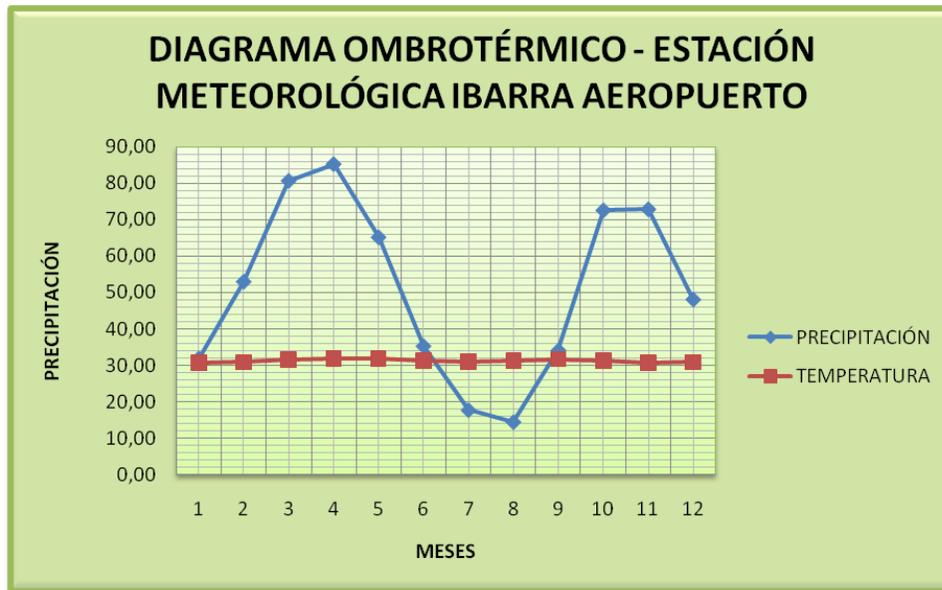
Los datos climáticos del cuadro anterior fueron considerados como referencia para describir las características del clima, la estación meteorológica UTN es la más cercana al área de estudio, encontrándose a una distancia de 2,65 km. Además se obtuvo información climática multianual de la estación meteorológica Ibarra, localizada en el Ex aeropuerto Atahualpa a una distancia de 3,75 km del área de estudio. Los datos de temperatura media anual y precipitación total anual se indican en el cuadro 24, en el gráfico 1 se presenta la distribución de la temperatura y precipitación durante los meses del año, en este caso se presentan 3 meses secos que son julio, agosto y septiembre.

**Cuadro 24 Datos meteorológicos – Estación Ibarra - Aeropuerto**

<b>ESTACIÓN METEOROLÓGICA IBARRA AEROPUERTO</b>														
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
PRECIPI TACIÓN	31,9	53,0	80,7	85,3	65,2	35,3	17,7	14,4	34,1	72,6	72,9	48,1	611,2	PREC TOTAL
TEMPE RATURA	15,3	15,4	15,7	15,9	15,9	15,6	15,5	15,6	15,8	15,6	15,3	15,4	15,5	TEMP TOTAL

Fuente: INAMHI, 2008.

**Gráfico 1 Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica Ibarra-Aeropuerto**



Elaborado por: La Autora, 2012.

#### **4.1.6. Zona de vida (Anexo I - Lámina 7, Lámina 8)**

De acuerdo a Holdridge (1982) el sector se ubica en la zona de vida Bosque Seco Montano Bajo (bsMB), con temperaturas entre 14 y 14,5°C y precipitaciones entre 570 y 600 mm; el tipo de suelo pertenece al orden ENTISOLES.

En base al régimen anual de temperatura y precipitación se identificó que en el área de estudio existe una asociación edáfica seca, que se caracteriza por:

- Corresponde a suelos muy superficiales o afloramientos rocosos.
- Suelos muy pedregosos o con mucha grava.
- Suelos arenosos exclusivamente permeables.
- Suelos excesivamente drenados, con pendientes pronunciadas.
- Suelos bien drenados con alta concentración de carbonatos de Calcio y otras sales.
- Suelos con una capa superficial de duripan (cangagua).

En el mapa de Zonas de vidas de Holdridge se indica la cobertura de la zona de vida y asociación edáfica que existen en el área de estudio.

#### 4.1.7. Flora

En las salidas de campo se evidenció un tipo de vegetación herbácea y de matorral, indicándose las principales especies en el siguiente cuadro.

**Cuadro 25 Listado de especies florísticas**

ÓRDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
<b>ESPECIES HERBÁCEAS</b>			
<b>Asparagales</b>	Agavaceae	<i>Agave americana</i>	Agave
<b>Asterales</b>	Asteraceae	<i>Acmella opositifolia</i>	Botoncillo
<b>Asterales</b>	Asteraceae	<i>Bellis perennis</i>	Margarita
<b>Asterales</b>	Asteraceae	<i>Bidens humeralis</i>	Ñanchag
<b>Asterales</b>	Asteraceae	<i>Bidens leucantha</i>	Amor seco
<b>Asterales</b>	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Taraxaco
<b>Arales</b>	Araceae	<i>Zantedeschia aetiopica</i>	Cartucho
<b>Caprales</b>	Brassicaceae	<i>Brassica napus</i>	Nabo silvestre
<b>Cyperales</b>	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquitos
<b>Euphorbiales</b>	Euphorbiaceae	<i>Crotón wagneri</i>	Mosquera
<b>Fabales</b>	Mimosaseae	<i>Mimosa quitensis</i>	Uña de gato
<b>Fabales</b>	Papilionaceae	<i>Dalea mitisii</i>	Iso
<b>Fabales</b>	Papilionaceae	<i>Pisum sativum</i>	Arveja
<b>Fabales</b>	Papilionaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco
<b>Geraniales</b>	Geraniaceae	<i>Geranium sanguineum</i>	Geranio rojo
<b>Labiales</b>	Lamiaceae	<i>Mentha piperita</i>	Menta
<b>Labiales</b>	Verbenaceae	<i>Lantana rugulosa</i>	Supirroza

<b>Labiales</b>	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	Verbena
<b>Liliales</b>	Liliaceae	<i>Allium cepa</i>	Cebolla paitaña
<b>Liliales</b>	Liliaceae	<i>Aloe vera</i>	Sábila
<b>Malvales</b>	Malvaceae	<i>Malva peruviana</i>	Malva silvestre
<b>Opunciales</b>	Cactaceae	<i>Opuntia picus-indica</i>	Tuna
<b>Poales</b>	Poaceae	<i>Bromas catharticus</i>	Cebadilla
<b>Poales</b>	Poaceae	<i>Penicetum clandestinum</i>	Kikuyo
<b>Poales</b>	Poaceae	<i>Zea mays</i>	Maíz
<b>Poligonales</b>	Poligonaceae	<i>Rumex obtusifoliolus</i>	Lengua de vaca
<b>Quenopodiales</b>	Amaranthaceae	<i>Amaranthus asplundii</i>	Bledo
<b>Quenopodiales</b>	Quenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosoides</i>	Paico
<b>Quenopodiales</b>	Quenopodiaceae	<i>Chenopodium quinoa</i>	Allpaquinua
<b>Rosales</b>	Rosaceae	<i>Rosa alba</i>	Rosa blanca
<b>Rosales</b>	Rosaceae	<i>Rubís niveus</i>	Mora de castilla
<b>Solanales</b>	Solanaceae	<i>Capsicum annum</i>	Ají
<b>Solanales</b>	Solanaceae	<i>Capsicum longum</i>	Pimiento
<b>Solanales</b>	Solanaceae	<i>Datura stramonium</i>	Chamico
<b>Solanales</b>	Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba mora
<b>Timeleales</b>	Nyntaginaceae	<i>Bougavilla spectabilis</i>	Bugavilla
<b>Umbelales</b>	Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>	Culantro
<b>Umbelales</b>	Apiaceae	<i>Petroselinum sativum</i>	Perejil
<b>Violales</b>	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita fisifolia</i>	Zambo
<b>Violales</b>	Passifloraceae	<i>Passiflora alata</i>	Taxo cultivado
<b>Violales</b>	Passifloraceae	<i>Passiflora ligularis</i>	Granadilla
<b>Zingiberales</b>	Cannaceae	<i>Canna edulis</i>	Achira
<b>Zingiberales</b>	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano
<b>ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS</b>			
<b>Asterales</b>	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca blanca
<b>Asterales</b>	Asteraceae	<i>Baccharis polianta</i>	Chilca negra

<b>Euphorbiales</b>	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla
<b>Euphorbiales</b>	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero blanco
<b>Euphorbiales</b>	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Lechero morado
<b>Fabales</b>	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i>	Espino
<b>Fabales</b>	Mimosaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba
<b>Labiales</b>	Bignoniaceae	<i>Fecoma stans</i>	Cholán
<b>Labiales</b>	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
<b>Laurales</b>	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate
<b>Magnoliales</b>	Annonaceae	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya
<b>Malvales</b>	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda
<b>Myrtales</b>	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
<b>Pinales</b>	Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés
<b>Poales</b>	Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo
<b>Rosales</b>	Rosaceae	<i>Eriobotria japonica</i>	Níspero
<b>Rubiales</b>	Caprifoliaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Tilo
<b>Salicales</b>	Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
<b>Solanales</b>	Solanaceae	<i>Cyphomandra betacea</i>	Tomate de árbol
<b>Solanales</b>	Solanaceae	<i>Brugmansia sanguinea</i>	Guanto
<b>Terebintales</b>	Rutaceae	<i>Citrus limonum</i>	Limón
<b>Terebintales</b>	Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i>	Mandarina
<b>Urticales</b>	Moraceae	<i>Picus carica</i>	Higo

Fuente: Trabajo de campo, 2012.

Elaborado por: La Autora.

De acuerdo a la información obtenida en campo se ha determinado que a nivel de orden, el que más predomina es el orden Asterales con mayor número de especies presentes en el área de estudio, seguido de los órdenes Fabales y Solanales también representativos, los resultados se indican en el siguiente gráfico.

**Gráfico 2 Resultados de flora herbácea presente en el área de estudio**

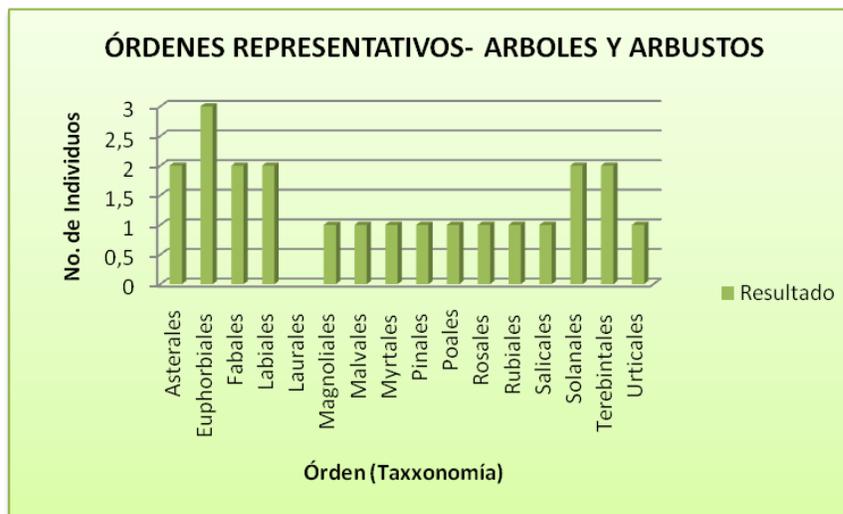


Fuente: Trabajo de campo, 2012.

Elaborado por: La Autora.

En el gráfico siguiente se observa que el mayor número de especies están representadas por el orden Euphorbiales, seguidamente los órdenes con mayor número de especies son asterales, fabales, labiales, solanales y terebintales.

**Gráfico 3 Resultados de flora (árboles y arbustos) del área de estudio**



Fuente: Trabajo de campo, 2012.

Elaborado por: La Autora.

Como se indica en las fotografías siguientes, el tipo de vegetación dominante corresponde a vegetación herbácea con presencia de arbustos xerofíticos. Además se observó la existencia de especies frutales y ornamentales, especialmente cítricos y especies exóticas.

**Fotografía 11 Vegetación característica del área de estudio**



**Fotografía 12 Vegetación del sector**



**Fotografía 13 Vegetación del sector**



Fuente: La Autora, 2012.

#### 4.1.8. Fauna

La fauna del sector corresponde a especies comunes de pequeño tamaño adaptadas al área urbana y asentamientos humanos, las especies existentes se indican en el siguiente cuadro.

**Cuadro 26 Listado de especies de fauna**

ÓRDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
<b>AVES</b>			
<b>Passeriformes</b>	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pájaro brujo
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Columbia fasciata</i>	Paloma collareja
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola
<b>Galliformes</b>	Phasianidae	<i>Gallus gallus domesticus</i>	Gallina
<b>Apodiformes</b>	Trochilidae	<i>Chlorostilbon melanorhynchus</i>	Colibrí esmeralda occidental
<b>Apodiformes</b>	Trochilidae	<i>Metallura tyrianthina</i>	Colibrí metalura
<b>Falconiformes</b>	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Kilico
<b>Passeriformes</b>	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande
<b>Passeriformes</b>	Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azuliblanca
<b>Ciconiformes</b>	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
<b>MAMÍFEROS</b>			
<b>Carnivora</b>	Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro
<b>Carnivora</b>	Felidae	<i>Felis silvestris catus</i>	Gato
<b>Artiodactyla</b>	Bovidae	<i>Bos taurus</i>	Vaca
<b>Carnivora</b>	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Chucuri
<b>Rodentia</b>	Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón común
<b>HERPETOFAUNA</b>			
<b>Squamata</b>	Gymnophthalmidae	<i>Proctoporus unicolor</i>	Lagartija minadora
<b>Squamata</b>	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus montium</i>	Lagartija de jardín

Fuente: Trabajo de campo, 2012.

Elaborado por: La Autora.

De acuerdo a la información recopilada en el campo, y en base a la información secundaria se determina que existe fauna doméstica y silvestre; de la cual la fauna silvestre está constituida principalmente por especies de pequeño tamaño adaptada a las actividades antrópicas e indicadora de baja calidad ambiental.

### Especies de fauna representativas del lugar

Fotografía 14 *Mus musculus*



Fotografía 15 *Pyrocephalus rubinus*



Fuente: La Autora, 2012.

## 4.2. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA CALIDAD DE AGUA

Parte del diagnóstico se basó en la caracterización de las aguas residuales del área de aportación a cada una de las propuestas, la toma de muestras se realizó en las cajas de revisión de cada una de las propuestas de donde se captaría el caudal, ubicándose los puntos de muestreo en las siguientes coordenadas proyectadas.

**Cuadro 27** Ubicación de puntos de muestreo para aguas residuales

PROPUESTA	COORDENADA X	COORDENADA Y
<b>PROPUESTA 1</b>	820184	10041829
<b>PROPUESTA 2</b>	820150	10042018

Fuente: La Autora, 2012.

#### 4.2.1. Resultados de análisis de laboratorio

Luego de realizarse los muestreos y análisis en los laboratorios de EMAPA-I, se obtuvieron diferentes resultados por cada parámetro, cuyos datos varían de acuerdo a las horas en las cuales fueron tomadas las muestras.

**Fotografía 16 Muestreo de agua**

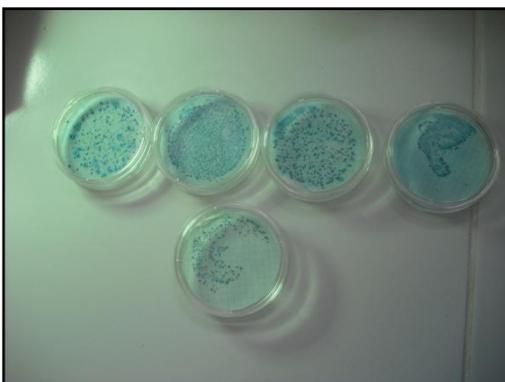


Fuente: Trabajo de campo, 2012.

**Fotografía 17 Medición parámetros in situ**

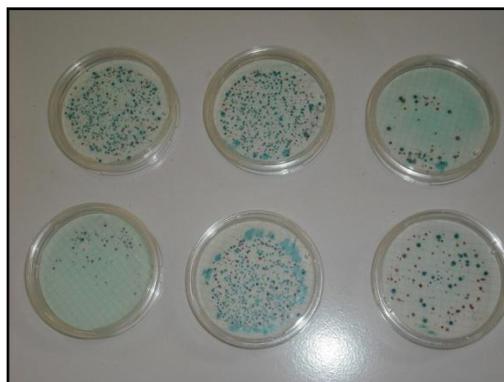


**Fotografía 18 Resultados microbiológicos**



Fuente: Trabajo de laboratorio, 2012.

**Fotografía 19 Resultados microbiológicos**



#### 4.2.1.1. Primer muestreo

Se tomaron 4 muestras simples, de las cuales 1 muestra corresponde a la caja de revisión donde se recogen las aguas residuales de la propuesta 1; 3 muestras corresponden a la caja de revisión donde se recogen las aguas residuales de la propuesta 2, además se obtuvo una muestra compuesta representativa de las dos cajas para evaluar datos promedios de cada uno de los parámetros.

Cuadro 28 Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos																		
	Parámetros	Hora de toma de Muestra	Temperatura	pH	Conductividad Eléctrica	Sólidos Totales	DBO5	DQO	Sólidos Sedimentables	Sólidos Suspendedidos	N-Amoniaco	P-Fosfatos	Fósforo Total	N-Nitritos	N-Nitratos	Coliformes totales	E. Coli	
Unidades		Hora	°C		us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	cm3/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/L	mg/l	mg/l	ufc/100 ml		
No	Muestra	Fecha																
1	M1P2	22/04/2012	8H00	21,2	7,52	918	461	350	480	3	355	7,65	16,2	19,3	0,19	4,13	35400000	16200000
2	M2P2	22/04/2012	11H00	21,1	7,59	994	500	240	380	2	225	9,12	14,3	18,2	0,16	4,22	24600000	18320000
3	M3P2	22/04/2012	12H00	21,8	7,4	608	307	170	213	0,5	315	6,25	12,1	15,2	0,12	4,33	44600000	24400000
4	M1P1	22/04/2012	14H30	21,6	6,34	608	344	1550	5420	10	460	19,3	18,4	22,4	0,25	4,66	7000000	1620000
5	MC1	22/04/2012	-	-	-	-	-	680	1095	30	430	15,2	17,7	20,1	0,21	4,19	49000000	30400000

Fuente: Laboratorios EMAPA-I, 2012.

#### 4.2.1.2. Segundo muestreo

Se colectaron 6 muestras a diferentes horas, de las cuales 3 muestras corresponden a la Propuesta 1 y 3 muestras a la propuesta 2, los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

<b>Cuadro 29 Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos</b>																		
		<b>Parámetros</b>	<b>Hora de toma de Muestra</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>	<b>Conductividad Eléctrica</b>	<b>Sólidos Totales</b>	<b>DBO5</b>	<b>DQO</b>	<b>Sólidos Sedimentables</b>	<b>Sólidos Suspendidos</b>	<b>N-Amónico</b>	<b>P-Fosfatos</b>	<b>Fósforo Total</b>	<b>N-Nitritos</b>	<b>N-Nitratos</b>	<b>Coliformes totales</b>	<b>E. Coli</b>
	<b>Unidades</b>		<b>Hora</b>	<b>°C</b>		<b>us/cm</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>cm3/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/l</b>	<b>mg/l</b>	<b>ufc/100 ml</b>	
<b>No</b>	<b>Muestra</b>	<b>Fecha</b>																
<b>1</b>	M1P1	03/05/2012	12H00	22,1	7,14	432	219	255	365	4	240	7,22	9,12	12,7	0,12	4,02	812500000	432500000
<b>2</b>	M1P2	03/05/2012	14H00	22,6	6,8	508	255	220	314	4,8	310	6,55	7,88	10,9	0,11	4,19	657500000	535500000
<b>3</b>	M1P3	03/05/2012	17H00	19,9	6,89	475	237	280	378	5	260	10,14	12,44	14,5	0,14	3,98	157500000	50000000
<b>4</b>	M2P1	03/05/2012	12H00	22	7,41	551	279	310	410	6	360	15,42	14,2	17,1	0,16	4,22	205000000	250000
<b>5</b>	M2P2	03/05/2012	14H00	21,6	6,95	940	472	280	395	5,2	296	13,27	11,1	13,3	0,14	4,16	392500000	75500000
<b>6</b>	M2P3	03/05/2012	17H00	20,5	7,18	783	392	305	412	6	344	13,96	12,6	12,9	0,14	4,19	297500000	45000000

Fuente: Laboratorios EMAPA-I, 2012.

#### 4.2.1.3. Tercer muestreo

En esta fecha se colectaron al igual que en el muestreo anterior 6 muestras de aguas residuales, de las cuales 3 corresponden a la propuesta 1 y 3 muestras corresponden a la propuesta 2, cada muestra fue tomada en diferente horario.

Cuadro 30 Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos																		
		Parámetros	HORA DE TOMA DE MUESTRA	Temperatura	pH	Conductividad Eléctrica	Sólidos Totales	DBO5	DQO	Sólidos Sedimentables	Sólidos Suspendidos	N-Amóníaco	P-Fosfatos	Fósforo Total	N-Nitritos	N-Nitratos	Coliformes totales	E. Coli
	Unidades		Hora	°C		us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	cm3/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/L	mg/l	mg/l	ufc/100 ml	
No	Muestra	Fecha																
1	M1P1	27/05/2012	9H30	21,3	7,41	361	181	240	359	2	182	8,26	16,5	19,4	0,12	4,2	40000000	10000000
2	M1P2	27/05/2012	12H30	22	7,51	596	299	210	348	2,5	135	21,3	18,4	21,2	0,1	3,4	245000000	90000000
3	M1P3	27/05/2012	16H30	21,4	6,97	399	201	210	385	1,5	175	15,6	14,8	14,9	0,22	3,5	112500000	32500000
4	M2P1	27/05/2012	9H30	21,6	8,16	917	459	220	333	1	140	15,9	17,8	16,5	0,16	3,9	175000000	115000000
5	M2P2	27/05/2012	12H30	22	7,71	1161	589	240	662	3,4	189	11,8	16,9	15,7	0,16	3,9	55000000	32500000
6	M2P3	27/05/2012	16H30	21,7	6,8	649	525	299	999	4	155	5,26	17,2	16,8	0,24	4,3	42000000	45000000

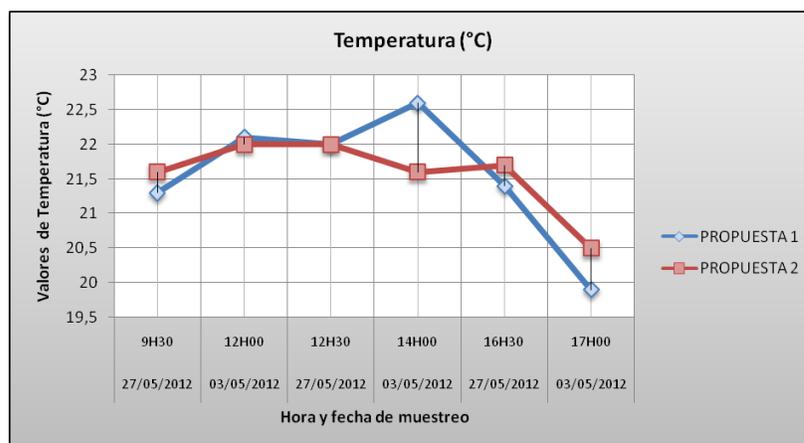
Fuente: Laboratorios EMAPA-I, 2012.

## 4.2.2. Interpretación de análisis por parámetro

### 4.2.2.1. Temperatura (°C)

De acuerdo al gráfico se indica que los valores de temperatura para las dos propuestas se mantienen similares, sin embargo en promedio se observa que la temperatura de la propuesta 2 es mayor con un valor de 22,57 ante la propuesta 1 que presenta un valor de 22,55; es necesario notar que la variación no se considera significativa.

**Gráfico 4 Comportamiento de temperatura**

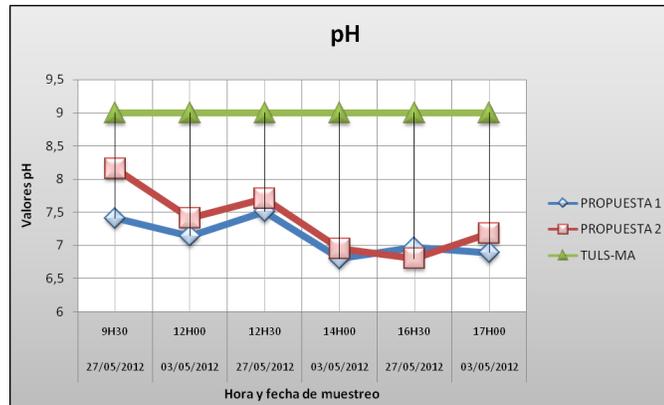


Elaborado por: La Autora, 2012.

### 4.2.2.2. Potencial hidrógeno (pH)

Se ha determinado que el pH de la propuesta 1 con un valor de 7,37 y la propuesta 2 con valor de 7,12 no posee variaciones significativas entre sí, además se encuentran dentro de los límites permisibles tomados como referencia del TULS-MA.

**Gráfico 5 Comportamiento de pH**

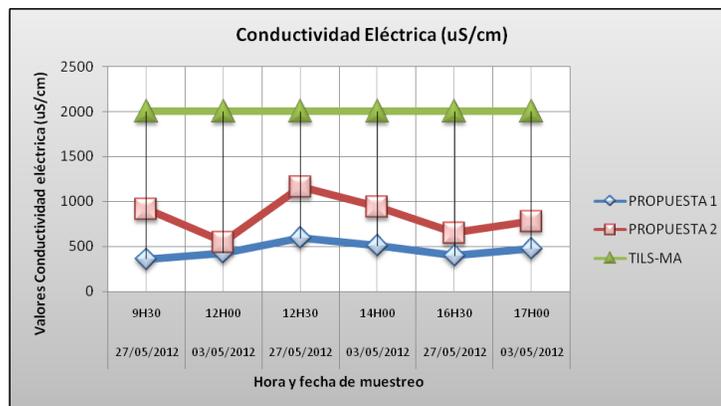


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.3. Conductividad Eléctrica (mg/l)

Este parámetro muestra el contenido de sales disueltas en el agua, su incremento tiene relación proporcional con el aumento de los sólidos disueltos totales; debido al uso doméstico que tiene el agua en el área de influencia del proyecto se ha determinado que los valores son medianamente altos, mostrándose la propuesta 2 con mayores niveles de sales disueltas y un valor de 833,5 uS/cm ante la propuesta 1 que tiene un valor de 461,83 uS/cm.

**Gráfico 6 Comportamiento de Conductividad eléctrica**

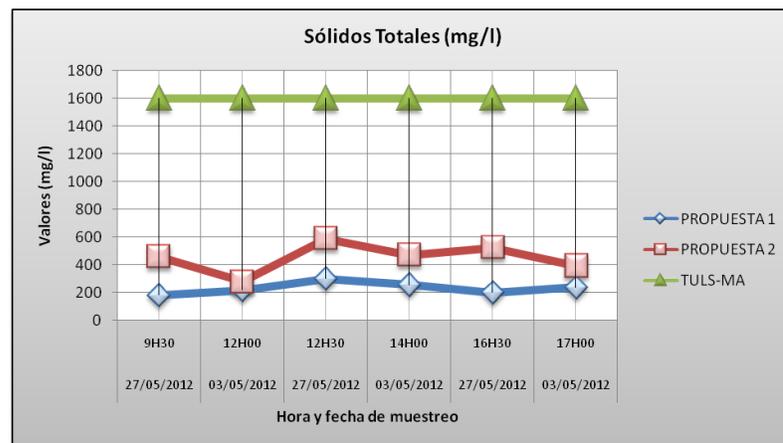


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.4. Sólidos Totales (mg/l)

La propuesta 2 presentó niveles más elevados de sólidos totales con un valor de 452,67 ante la propuesta 1 que presenta un valor de 231,93; de acuerdo a la situación actual del sector se ha determinado que los sólidos totales provienen principalmente de actividades antrópicas, usos domésticos y regadío de jardines, en concordancia con la existencia de mayor número de viviendas en el área de aportación de dicha propuesta.

**Gráfico 7 Comportamiento de Sólidos totales**

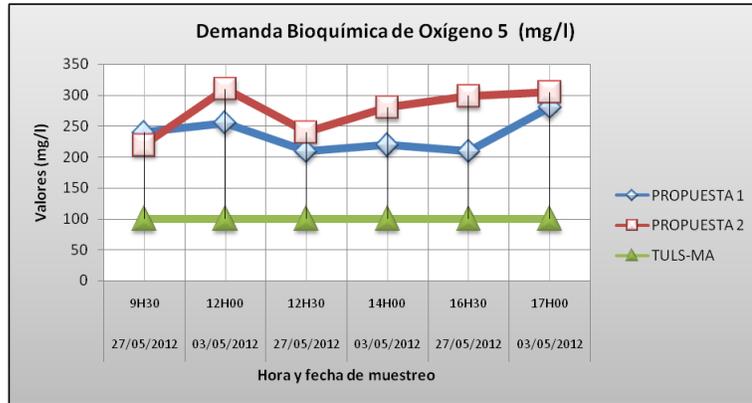


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)

Los datos calculados para este parámetro han sobrepasado los límites permisibles referenciales del TULS-MA, lo cual se debe a que la cantidad de oxígeno que se necesita para degradación de materia orgánica por presencia de microorganismos no está disponible en cantidades suficientes en aguas residuales. Los valores obtenidos para la propuesta 2 se muestran más altos 275,67 ante 235,83 que se ha determinado para la propuesta 1, sin embargo entre las dos propuestas no se evidencia una variación muy marcada.

**Gráfico 8 Comportamiento de DBO5**

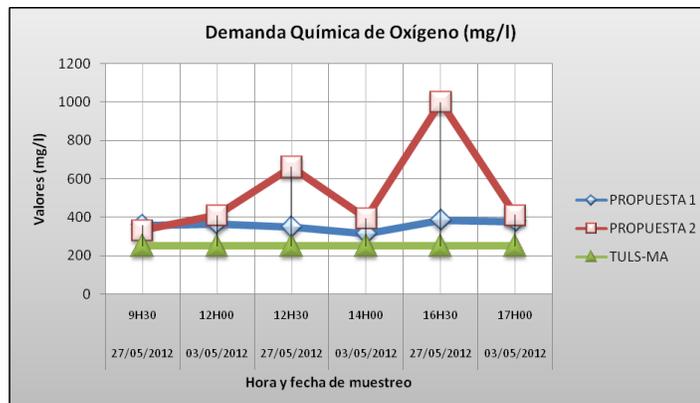


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.6. Demanda Química de Oxígeno (mg/l)

Este parámetro nos indica la cantidad de sustancias a ser oxidadas en el agua, de acuerdo a la normativa empleada sobrepasa los límites del TULS-MA, sin embargo con los datos obtenidos se indican niveles moderados de contaminación. Al realizar la comparación entre propuestas se ha determinado que en promedio la propuesta 2 muestra mayor nivel de contaminación con un valor de 535,17 mg/l ante la propuesta 1 con un valor de 358,17 mg/l.

**Gráfico 9 Comportamiento de DQO**

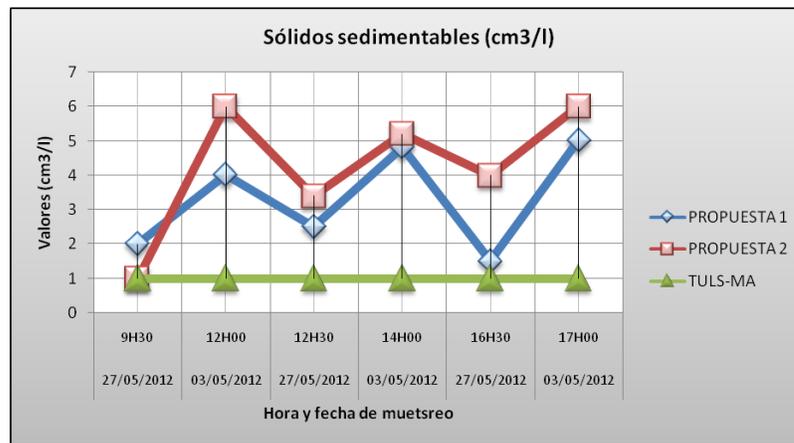


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.7. Sólidos sedimentables (cm<sup>3</sup>/l)

Es necesario conocer el material sedimentable, ya que este parámetro es la base para el diseño del tanque sedimentador, el nivel más alto en el estudio se encuentra en la propuesta 2 con un registro promedio de 4,27 cm<sup>3</sup>/l, y la propuesta 1 con un valor menor de 3,3 cm<sup>3</sup>/l.

**Gráfico 10 Comportamiento de Sólidos sedimentables**

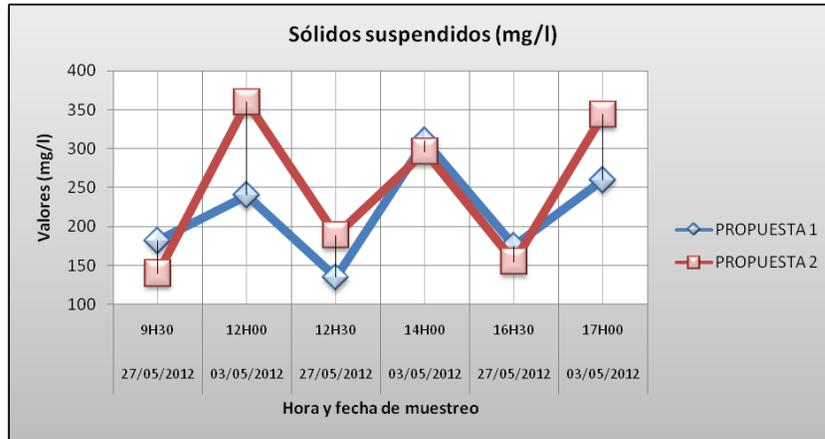


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.8. Sólidos suspendidos (mg/l)

De acuerdo a los análisis obtenidos, se ha determinado que la propuesta 2 posee niveles más altos con un valor promedio de 247,33 mg/l mientras que en la propuesta 1 se registra un valor de 217 mg/l, los datos obtenidos en el estudio sobrepasan el límite permisible establecido para descargas a un cuerpo de agua dulce.

**Gráfico 11 Comportamiento de Sólidos suspendidos**

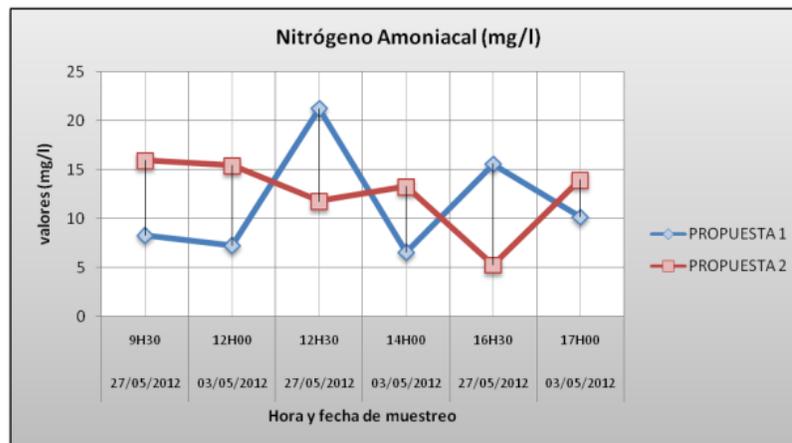


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.9. Nitrógeno amoniacal (mg/l)

Mediante este parámetro se indica la cantidad de nutriente para las plantas ornamentales y césped que serán regadas con las aguas tratadas. Los valores obtenidos son de 11,5 mg/ para la propuesta 1, que es un valor menor al obtenido en la propuesta 2 con 12,6 mg/l

**Gráfico 12 Comportamiento de Nitrógeno amoniacal**

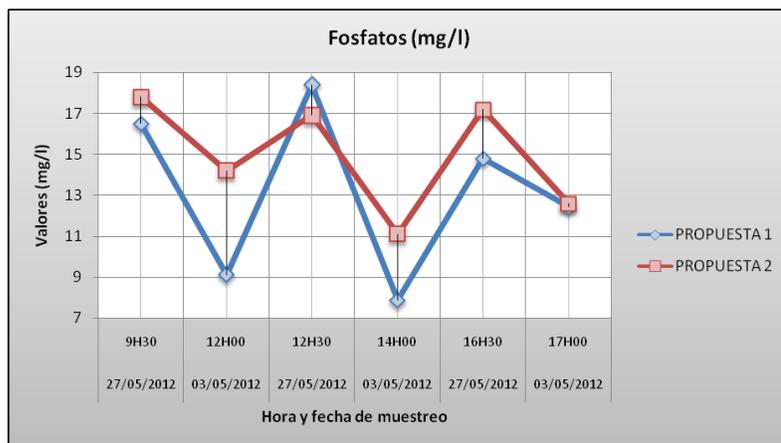


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.10. Fosfatos (mg/l)

Al igual que el nitrógeno este parámetro indica una cantidad de nutriente disponible para el césped, su presencia es beneficiosa en el agua ya que implica una carga importante de nutrientes presente en el agua a ser aprovechada por las plantas regadas. En el caso de la propuesta 1 se registró un valor de 13,19 mg/l siendo menor ante el valor de 14,97 mg/l registrado para la propuesta 2.

**Gráfico 13 Comportamiento de Fosfatos**

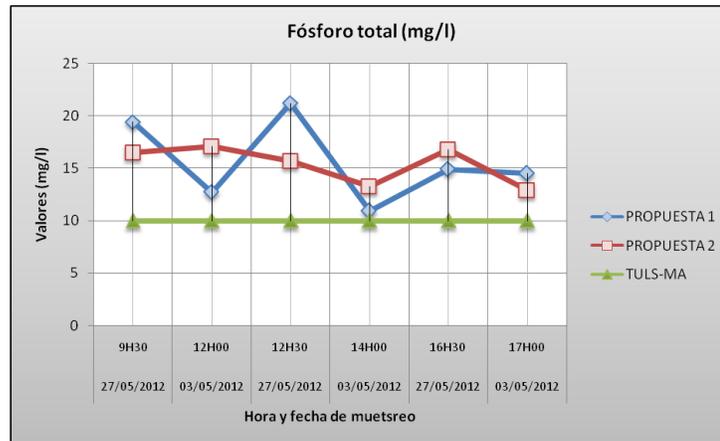


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.11. Fosforo total (mg/l)

De acuerdo a los límites permisibles empleados para el presente estudio, se indica que este parámetro sobrepasa los límites permisibles, presentando valores de 15,6 mg/l en la propuesta 1 y de 15,38 mg/l en la propuesta 2; la presencia elevada de fósforo total puede deberse a algunas fuentes, principalmente a detergentes y jabones empleados diariamente en todas las viviendas del área de influencia del proyecto.

**Gráfico 14 Comportamiento de Fósforo total**



Elaborado por: La Autora, 2012.

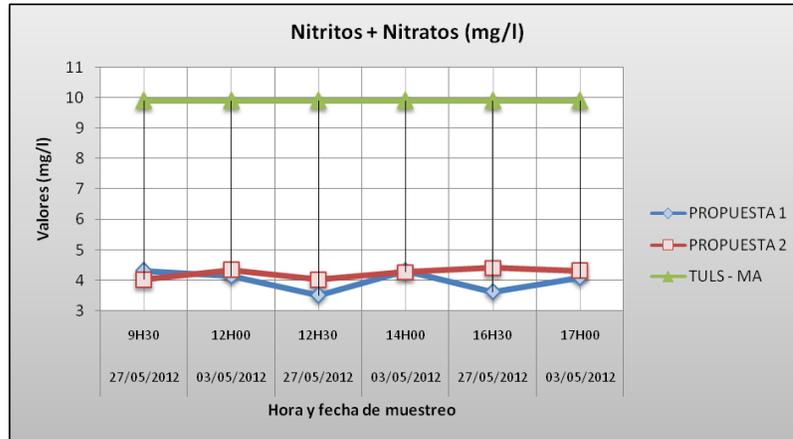
#### **4.2.2.12. Nitritos (mg/l)**

Este parámetro se encuentra por debajo de los límites permisible empleados, su presencia en el agua de regadío es beneficiosa para las plantas, ya que servirá como nutriente; al comparar las propuestas se identificaron valores de 0,17 mg/l en promedio para la propuesta 2, siendo un valor mayor ante 0,13 mg/l presente en la propuesta 1.

#### **4.2.2.13. Nitratos (mg/l)**

El valor registrado en la propuesta 1 es de 3,88, mientras que en la propuesta 2 es de 4,11 mg/l. Este parámetro se encuentra por debajo de los límites permisible empleados, y su presencia en el agua de regadío puede tornarse beneficiosa para las plantas, ya que mediante el ciclo del nitrógeno servirá como nutriente.

**Gráfico 15 Comportamiento de Nitratos + Nitritos**

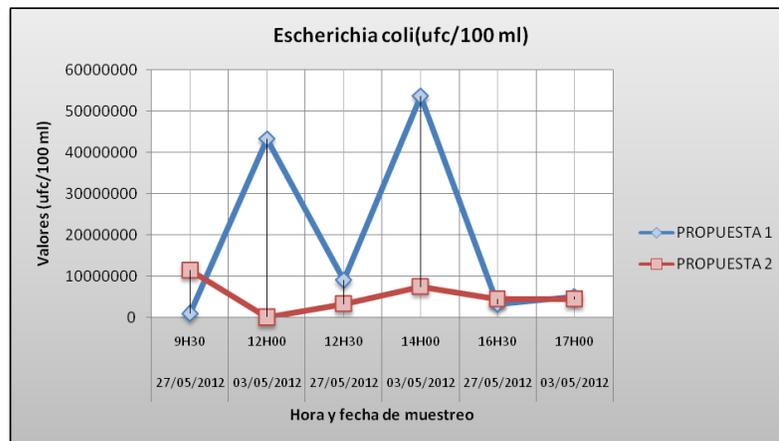


Elaborado por: La Autora, 2012.

**4.2.2.14. Escherichia coli (ufc/100 ml)**

Los valores registrados para estas propuestas se muestran con variaciones de acuerdo a la hora y fecha de toma de muestra, obteniéndose un valor promedio de 191750000 en el caso de la propuesta 1 y un valor de 52208333 para la propuesta 2. Este parámetro es un indicador de bacterias patógenas en el agua a tratarse, de acuerdo a este valor se puede determinar un método adecuado de desinfección.

**Gráfico 16 Comportamiento de Escherichia Coli**

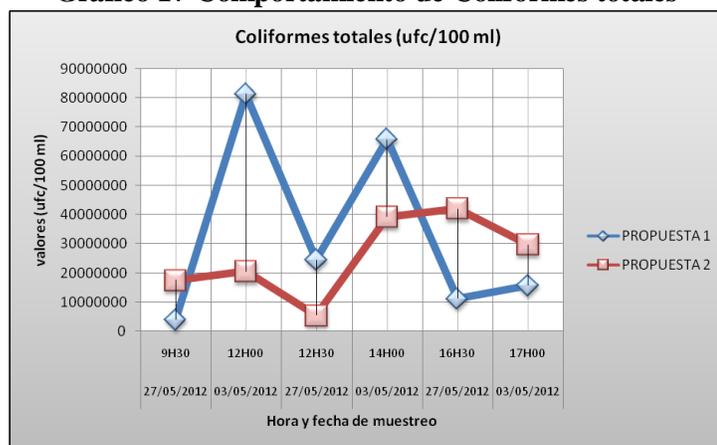


Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.2.15. Coliformes totales (ufc/100 ml)

Indica el número de microorganismos patógenos y no patógenos presentes en el agua, de acuerdo al análisis se establece que a diferentes horas del día los valores fluctúan en las dos propuestas. Los valores registrados para la propuesta 1 son de 337500000, mientras que los valores registrados para la propuesta 2 son de 257500000.

**Gráfico 17 Comportamiento de Coliformes totales**



Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.3. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó considerando la tabla 12 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, en el siguiente cuadro se indican los valores obtenidos por parámetro y los límites permisibles de acuerdo a la normativa.

**Cuadro 31 Datos empleados para el análisis estadístico**

<b>COMPARACIÓN LÍMITES PERMISIBLES Y DATOS OBTENIDOS</b>					
No.	Parámetro	Unidades	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	LÍMITE PERMISIBLE
<b>ANÁLISIS FÍSICOS</b>					
1	Temperatura	°C	21,55	21,57	-
2	Conductividad Eléctrica	uS/cm	461,83	833,5	2000
3	Sólidos Totales Disueltos	mg/l	231,93	452,67	1600
4	Sólidos suspendidos	mg/l	217	247,33	-
5	Sólidos sedimentables	cm <sup>3</sup> /l	3,3	4,27	1
<b>ANÁLISIS QUÍMICOS</b>					
6	pH	-	7,12	7,37	5-9
7	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	mg/l	235,83	275,67	100
8	Demanda Química Oxígeno	mg/l	358,17	535,17	250
9	Nitratos	mg/l	3,88	4,11	9,9
10	Nitritos	mg/l	0,13	0,17	
11	Nitrógeno amoniacal	mg/l	11,5	12,6	-
12	Fosfatos	mg/l	13,19	14,97	-
13	Fósforo total	mg/l	15,6	15,38	10
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>					
	<b>ANÁLISIS</b>				
14	Coliformes Totales	ufc/100 ml	337500000	257500000	REM 99,90%
15	Escherichia Coli	ufc/100 ml	191750000	52208333	REM 99,90%

Fuente: TULS-MA- EMAPA, 2012.

Elaborado por: La Autora, 2012.

Se aplicó la prueba de *t student* para observaciones pareadas o grupos dependientes ya que esta prueba estadística es de utilidad para contrastar hipótesis en función de la media aritmética, se realizó el cálculo e interpretación por cada parámetro analizado, obteniéndose los siguientes resultados:

Para la interpretación de resultados se emplearon 2 hipótesis:

*Ho: Datos Propuestas = Límites permisibles TULS-MA.*

*Ha: Datos propuestas ≠ Límites permisibles TULS-MA.*

**Cuadro 32 Resultados de prueba de t – Datos calculados vs. Límites permisibles**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PRUEBA DE t				
PARÁMETRO	LÍMITE TULS-MA	T CALCULADA PROPUESTA 1	T CALCULADA PROPUESTA 2	T TABULAR (5%)
Temperatura (°C)	35	0,414	0,415	2,57
pH	9	0,411	0,399	2,57
Sólidos Totales (mg/l)	1600	0,415	0,414	2,57
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 (mg/l)	100	-0,408	-0,407	2,57
Demanda Química de Oxígeno (mg/l)	250	-0,406	-0,32	2,57
Sólidos sedimentables (cm3/l)	1	-0,355	-0,365	2,57
Sólidos suspendidos (mg/l)	100	-0,37	-0,353	2,57
Fósforo total (mg/l)	10	-0,347	-0,396	2,57
Nitratos + Nitritos (mg/l)	10	0,415	0,415	2,57

Elaborado por: La Autora, 2012.

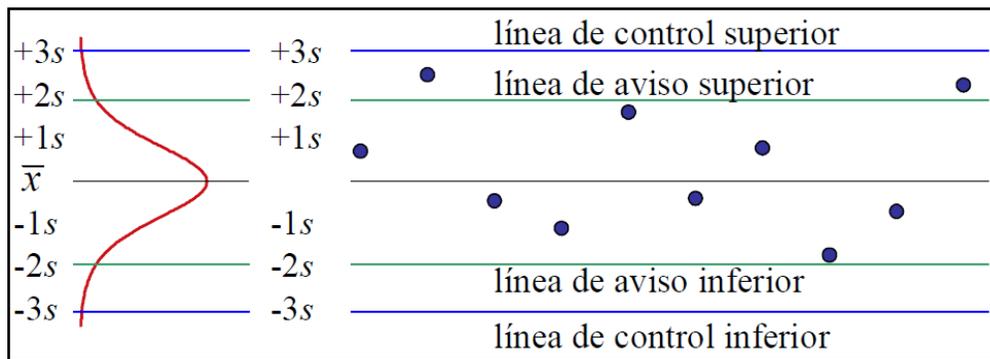
De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó lo siguiente:

- Al ser  $t_{calculada} < t_{tabular}$ ; se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ , lo cual indica que los datos de las observaciones no son iguales a los límites permisibles del TULS-MA.
- De acuerdo al resultado de  $t_{calculada}$ , donde se obtienen valores negativos como resultado, se determina que los datos de las observaciones sobrepasan el límite permisible para descarga a un cuerpo de agua dulce del TULS-MA.
- En los parámetros en los cuales  $t_{calculada}$  tiene un resultado positivo, se determina que los datos de las observaciones se encuentran bajo el límite permisible para descarga a un cuerpo de agua dulce del TULS-MA.

Del cálculo y realización de *gráficos de control de Shewhart* se establecieron intervalos de dispersión. Según se indica en el gráfico siguiente los datos obtenidos fueron: zona central (media  $\pm 1S$ ), zona de aviso superior e inferior (media  $\pm 2S$ ), zona

de control superior e inferior (media  $\pm 3S$ ); adicionalmente se incluyó una línea denominada punto crítico entre la línea de aviso y línea de control superior mediante el cual se pueda identificar que mediciones están en estado de cambio y establecer las razones que lo impliquen.

**Figura 6 Líneas de aviso y de control en un gráfico de control (parte derecha), y su relación con la distribución de la muestra de control**



Fuente: Riu, 2000.

Los resultados obtenidos mediante los cálculos realizados se muestran a continuación.

**Cuadro 33 Resultados Shewhart para análisis físico-químicos de agua**

GRÁFICO CONTROL DE SHEWHART	DENOMINACIÓN SHEWHART	PARÁMETRO	TEMPERATURA	pH	Conductividad Eléctrica	Sólidos Totales	DBO5	DQO	Sólidos Sedimentables	Sólidos Suspendedos	N-Amoníaco	P-Fosfatos	Fósforo Total	N-Nitritos	N-Nitratos
			6.6 S	0,63	0,43	233,16	124,90	36,12	187,03	1,64	77,11	4,67	3,16	3,14	0,04
	CONTROL SUPERIOR	+3S	23,42	8,52	1380,73	732,16	364,10	1007,7	8,71	463,50	25,89	24,04	25,95	0,30	4,96
	PUNTO CRÍTICO	+2.5S	23,10	8,30	1264,15	669,71	346,05	914,25	7,89	424,95	23,55	22,46	24,38	0,27	4,81
	AVISO SUPERIOR	+2S	22,79	8,09	1147,57	607,27	327,99	820,74	7,07	386,39	21,22	20,88	22,81	0,25	4,67

DISPERSIÓN NORMAL	+1S	22,16	7,66	914,41	482,37	291,87	633,70	5,43	309,28	16,56	17,73	19,67	0,21	4,38
MEDIA	X	21,53	7,24	681,25	357,48	255,75	446,67	3,78	232,17	11,89	14,57	16,54	0,16	4,09
DISPERSIÓN NORMAL	-1S	20,90	6,81	448,09	232,58	219,63	259,63	2,14	155,05	7,22	11,41	13,40	0,12	3,80
AVISO INFERIOR	-2S	20,27	6,38	214,93	107,68	183,51	72,60	0,50	77,94	2,56	8,25	10,26	0,07	3,51
CONTROL INFERIOR	-3S	19,64	5,96	-18,23	-17,21	147,40	-114,44	-1,14	0,83	-2,11	5,09	7,12	0,03	3,22

Elaborado por: La Autora, 2012.

La finalidad de construir el cuadro con datos de Shewhart fue de controlar tendencias y la estabilidad del proceso cuando se realice monitoreo y control de variables en la Planta de tratamiento, además dichos rangos serán útiles al momento del diseño. **(Anexo IV-Gráficos de control de Shewhart).**

#### 4.2.3. Datos promedio por propuesta

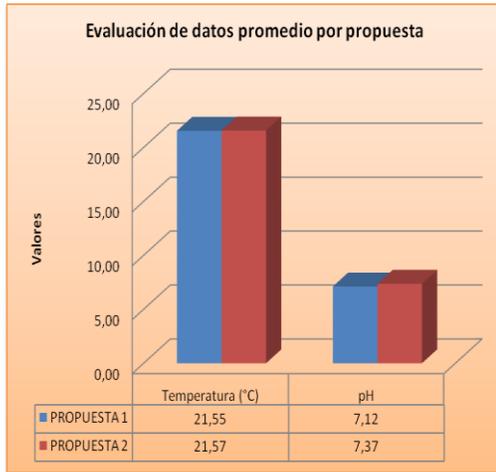
Luego de la evaluación de los parámetros analizados para determinar la calidad de agua, se estableció un cuadro con los valores promedio de cada parámetro para cada propuesta, indicado a continuación, además se realizaron gráficos estadísticos indicando los valores en comparación de las dos propuestas.

**Cuadro 34 Valores promedio por propuesta**

PROPUESTA	Temperatura	pH	Conductividad Eléctrica	Sólidos Totales	DBO5	DQO	Sólidos Sedimentables	Sólidos Suspendidos	N-Amoníaco	P-Fosfatos	Fósforo Total	N-Nitritos	N-Nitratos	Coliformes Totales	E. Coli
P 1	21,55	7,12	461,83	231,93	235,83	358,17	3,30	217,00	11,50	13,19	15,60	0,13	3,88	337500000	191750000
P 2	21,57	7,37	833,50	452,67	275,67	535,17	4,27	247,33	12,60	14,97	15,38	0,17	4,11	257500000	52208333

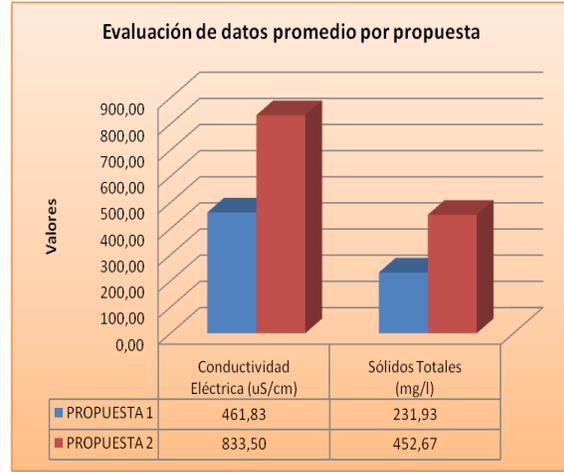
Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 18 Comparación de datos promedio**

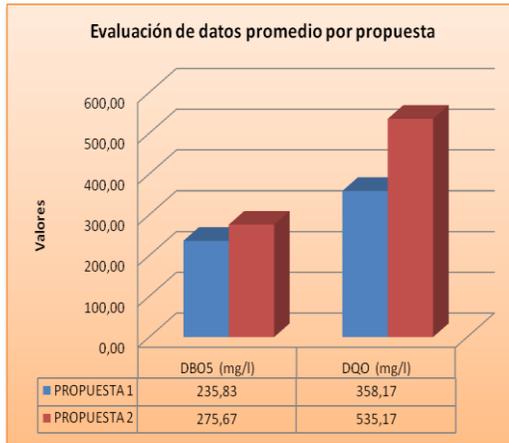


Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 19 Comparación de datos promedio**

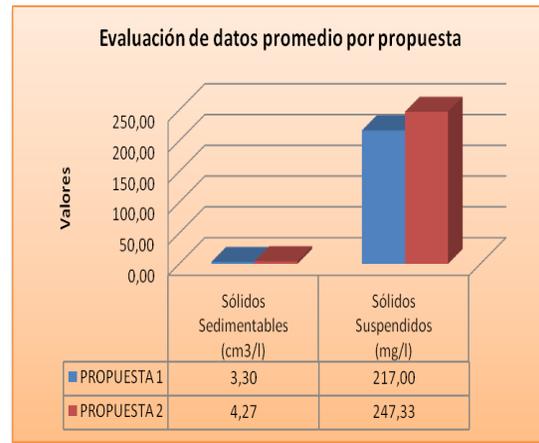


**Gráfico 20 Comparación de datos promedio**

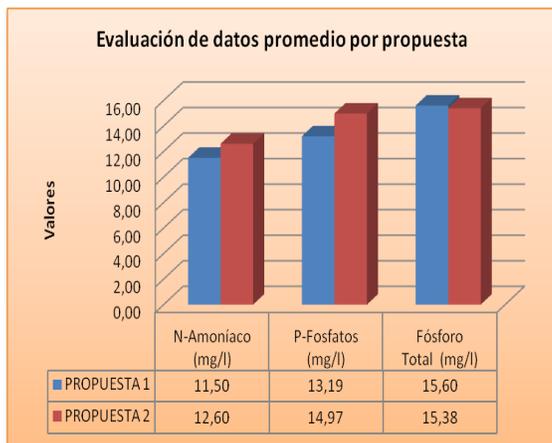


Elaborado por: La Autora, 2012.

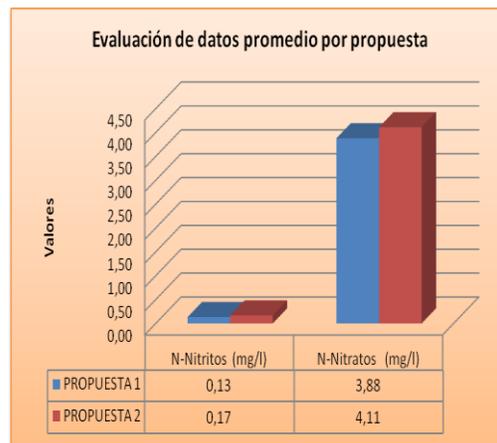
**Gráfico 21 Comparación de datos promedio**



**Gráfico 22 Comparación de datos promedio**

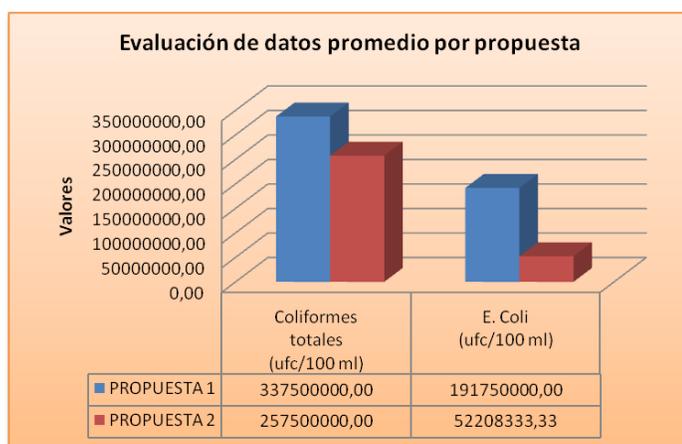


**Gráfico 23 Comparación de datos promedio**



Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 24 Comparación de datos promedio**



Elaborado por: La Autora, 2012.

#### 4.2.4. Cálculo del caudal estimado

La dotación de agua en el área de influencia del proyecto, se encuentra en los rangos promedios estadísticos en zonas urbanas, de acuerdo a la encuesta aplicada se determina lo siguiente:

Consumo mensual promedio: 18,57 m<sup>3</sup>

Dotación estimada diaria por vivienda: 0,619 m<sup>3</sup>

**Cuadro 35 Volumen de agua diario generado en las propuestas**

PROPUESTA 1	PROPUESTA 2
<b>Consumo diario/persona: 123,8 l</b>	Consumo diario/persona: 123,8 l
<b># viviendas: 25</b>	# viviendas: 60
<b>Dotación diaria: 0,619 m<sup>3</sup></b>	Dotación diaria: 0,619 m <sup>3</sup>
<b>Volumen diario agua residual: 15,48 m<sup>3</sup></b>	Volumen diario agua residual: <b>37,14 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Trabajo de campo.

Elaboración: La Autora, 2012.

**Fotografía 20 Medición de caudales**

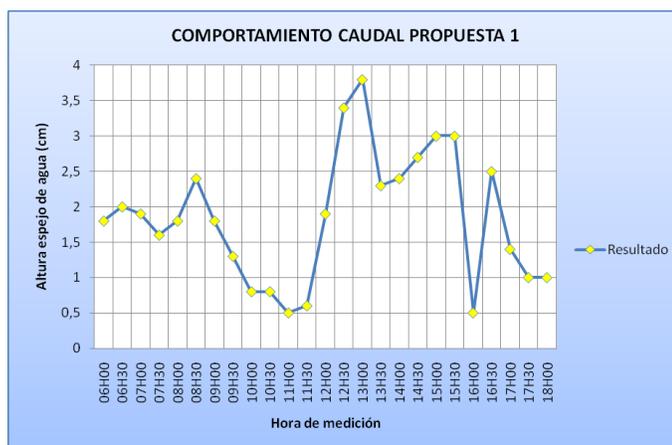


Fuente: Trabajo de campo, 2012.

#### 4.2.4.1. Comportamiento del Caudal – Propuesta 1

Como se muestra en el siguiente gráfico, el caudal de agua residual producido a lo largo del día varía de acuerdo a las horas, teniendo picos de mayor producción y horas en las que el caudal producido es menor, siendo en la mañana la mayor producción de agua desde las 08H00 hasta las 08H30, al medio día se muestra la mayor producción de agua entre las 12H00 y 13H00, y en horas de la tarde desde las 14H30 hasta las 15H30.

**Gráfico 25 Comportamiento de caudal – Propuesta 1**

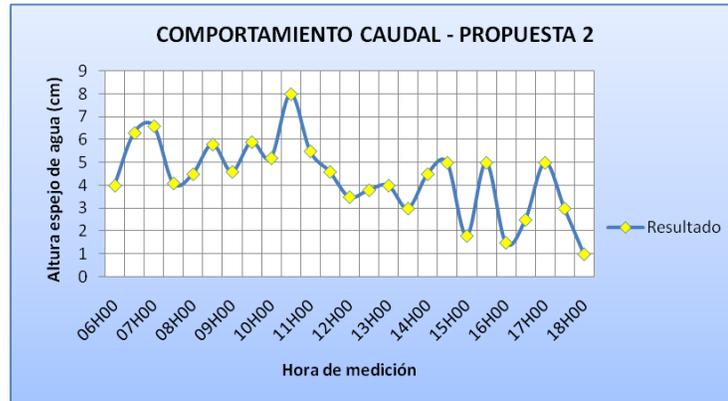


Fuente: Trabajo de campo, 2012.

#### 4.2.4.2. Comportamiento del Caudal – Propuesta 2

Luego de las mediciones de la propuesta 2, se determinó que la producción de agua residual a lo largo del día es mayor y distribuida de forma relativamente homogénea, sin embargo se muestran horas de mayor producción, en la mañana desde las 06H00 hasta las 07H00 y desde las 10H30 hasta las 11H00; de acuerdo a los datos obtenidos se establece que el caudal producido en esta propuesta es mayor que en la propuesta 1; sin embargo para las dos propuestas, las horas de mayor actividad en las tareas del hogar son en las que se muestran mayores caudales de agua residual producidos.

**Gráfico 26 Comportamiento del caudal – Propuesta 2**



Fuente: Trabajo de campo, 2012.

#### 4.2.4.3. Requerimientos de agua estadio UTN

De acuerdo a la información proporcionada por la Dirección de Construcciones de la Universidad Técnica del Norte, se utilizan 50 m<sup>3</sup> diarios de agua potable para el regadío de la cancha de césped del estadio de la Universidad Técnica del Norte, en la época seca (julio-septiembre) el requerimiento de agua es mayor. Es importante mencionar que dentro del predio se cuenta con dos cisternas con una capacidad de volumen de 25m<sup>3</sup> de agua.

**Fotografía 21 Vista de la cancha de juego**



Fuente: La Autora, 2012.

### 4.3. CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.3.1. Tamaño de la muestra

De acuerdo a la salida de campo para análisis del medio socio-económico, se determinó que existe un total de 85 viviendas directamente relacionadas con el área de influencia para las dos propuestas, divididas de la siguiente manera:

- 25 viviendas aportantes a la caja de revisión de la propuesta 1.
- 60 viviendas aportantes a la caja de revisión de la propuesta 2.

La información recopilada se obtuvo a nivel de vivienda, por lo que para determinar el tamaño de la muestra se aplicó la fórmula de la siguiente manera:

$$n = \frac{85}{0,1^2(85 - 1) + 1} = \frac{85}{1,84} = 46$$

*Dónde:*

**n** = tamaño de la muestra → resultado 46 encuestas

**m** = 85

**e** = 0,1

#### 4.3.2. Población (Anexo I – Lámina 9)

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEC (2012), existen datos de población a nivel parroquial, al estar el Estadio UTN y el área de influencia del proyecto en dos parroquias urbanas, los resultados obtenidos se indican en el siguiente cuadro.

**Cuadro 36 Datos poblacionales por parroquia**

PARROQUIA	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
<b>El Sagrario</b>	36940	37678	74618
<b>Guayaquil de Alpachaca</b>	5701	6165	11866

Fuente: Censo de Población y Vivienda del INEC, 2010.

De acuerdo a la tabulación de datos de las encuestas el número de habitantes promedio por vivienda es de 5 personas en el área de estudio, por lo que se realizó la relación de 85 viviendas por 5 habitantes, obteniendo una población dentro del área de influencia de 425 personas. De las cuales 125 personas se encuentran en el área de influencia de la Propuesta 1, y 300 personas se encuentran en el área de influencia de la Propuesta 2.

**Fotografía 22 Encuestas realizadas a los pobladores**

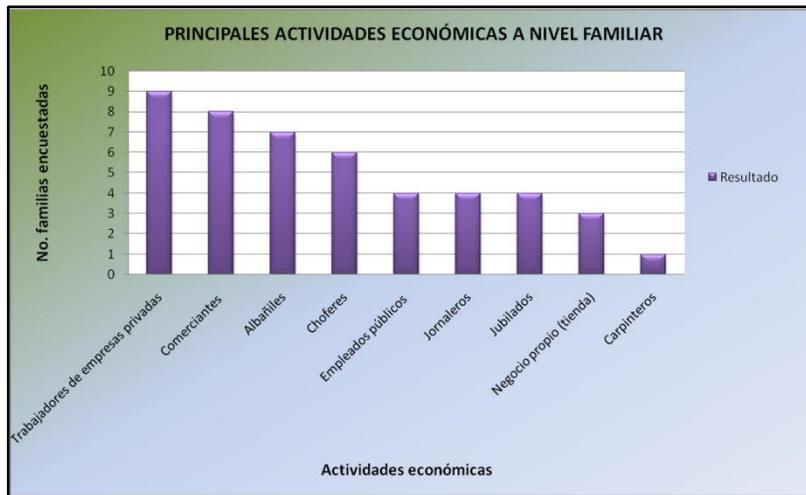


Fuente: Trabajo de campo, 2012.

#### **4.3.3. Actividades económicas**

De acuerdo a las encuestas aplicadas se identificaron nueve principales actividades que son el sustento de las familias, las cuales se indican en el siguiente gráfico.

**Gráfico 27 Principales actividades económicas a nivel familiar**



Fuente: Trabajo de campo, 2012.

Como se indica en el gráfico anterior la mayoría de personas del área de influencia del proyecto se dedica a la actividad de trabajo en empresas privadas en el área urbana de la ciudad y fuera de la misma; entre las empresas privadas se encuentran florícolas y empresas de seguridad. La segunda actividad económica a la que se dedica la población es el comercio, dentro de lo que se contemplan ventas en el Mercado Mayorista y vendedores ambulantes; otra actividad económica importante corresponde a la albañilería, que la desempeñan en diferentes lugares de acuerdo a la oportunidad de contrato.

#### **4.3.4. Servicios básicos**

De acuerdo a las encuestas realizadas en campo se determinó que toda la población dispone de los servicios básicos de: agua potable, alcantarillado sanitario y energía eléctrica. Además existe el servicio de red de telefonía convencional, sin embargo por la situación económica familiar solamente algunas viviendas disponen de este servicio.

#### 4.3.4.1. Situación actual del uso del agua

De la encuesta aplicada a los pobladores del sector, se determina que en promedio cada vivienda utiliza 18,57 m<sup>3</sup> de agua potable mensualmente, además los principales usos que tiene el agua potable en las viviendas son para actividades domésticas y regadío de jardines.

**Gráfico 28 Usos del agua**



Fuente: Trabajo de campo, 2012.

El servicio de agua potable es permanente en las viviendas, se ha indicado que cuando se realizan mantenimientos por parte de la EMAPA-I existen leves interrupciones en la distribución del recurso.

En relación al uso interno del agua en las viviendas, los usuarios procuran no malgastar el líquido vital para evitar sobrecargas en la planilla de pago y también para conservar el agua que se distribuye en la red.

Los pobladores encuestados manifestaron que los detergentes más usados en el lavado de ropa son de las siguientes marcas comerciales: “Fab”, “Deja”, “Surf” “Omo” y jabones como: “Top” y “Lavatodo”. Los tipos de desinfectantes

mayormente usados son: “Cloro”, “Fresklin”, “Pinoklin” y “Olimpia”. Dichos detergentes y jabones se componen principalmente de: Agua, Tensoactivo Aniónico, Jabón, Carbonatos, Sulfatos, Blanqueadores y Perfume, los cuales posteriormente a su uso se convertirán en parte de la carga contaminante del agua residual.

Estos resultados están en concordancia con los detergentes, jabones y desinfectantes usados por toda la población urbana y semi-urbana del cantón Ibarra, Las aguas residuales que se descargan a las alcantarillas contienen residuos y trazas de estos productos químicos.

#### **4.4. DESCRIPCIÓN DE PROPUESTAS**

##### **4.4.1. Propuesta 1**

En base a las características biofísicas, hídricas e hidrológicas; el sitio identificado para la propuesta 1 presenta condiciones favorables para diseñar la planta de tratamiento a nivel de pre-factibilidad y factibilidad. Entre las características más importantes se mencionan las siguientes: la pendiente es ligeramente ondulada, el suelo contiene material derivado de cenizas volcánicas del Imbabura, en términos microclimáticos la dirección del viento predominante es sur-oeste.

El sitio donde se plantea la construcción de la Planta de tratamiento de la propuesta 1, tiene mayor accesibilidad en comparación con el sitio planteado para la construcción de la planta en la propuesta 2, en relación al transporte de materiales y eliminación de escombros para la construcción.

La calidad del agua evaluada según los análisis de laboratorio presenta menor nivel de contaminación al ser comparada con la calidad del agua de la propuesta 2; únicamente en los análisis microbiológicos esta propuesta alcanza niveles de contaminación más altos con un mayor número de coliformes fecales y no fecales,

esto puede ser el resultado del menor volumen de agua residual generado por la población del área de influencia, ya que en esta propuesta existen 25 viviendas aportantes, de las cuales se obtiene un volumen diario promedio de 15,48 m<sup>3</sup> de agua residual.

Para aplicar el agua de riego al césped de la cancha no se requieren sistemas de bombeo, ya que por las condiciones topográficas el agua se conduce por gravedad desde el sitio de captación hacia la planta de tratamiento y desde la planta de tratamiento hacia la cancha.

#### **Fotografía 23 Vista general – Propuesta 1**



Fuente: Trabajo de campo, 2012.

#### **4.4.2. Propuesta 2**

Considerando las características biofísicas, hídricas e hidrológicas; el sitio identificado para la propuesta 2 presenta condiciones menos favorables para diseñar la planta de tratamiento a nivel de pre-factibilidad y factibilidad. Las características relevantes de esta propuesta son: la pendiente es ondulada, el suelo contiene material

derivado de cenizas volcánicas del Imbabura, en términos microclimáticos la dirección del viento predominante es sur-oeste-oeste.

El sitio donde se planea la construcción de la Planta de tratamiento de la propuesta 2, posee menor accesibilidad en comparación con el sitio planteado para la construcción de la planta en la propuesta 1, en relación al transporte de materiales y eliminación de escombros para la construcción.

La calidad del agua evaluada según los análisis de laboratorio presentan mayores niveles de contaminación al ser comparada con la calidad del agua de la propuesta 1; todos los parámetros físico-químicos analizados alcanzan niveles de contaminación más altos, sin embargo de acuerdo a Gutiérrez (1996), los datos promedios obtenidos para esta propuesta se encuentran en la clasificación media dentro de la composición típica de aguas residuales domésticas.

En el área de aportación para esta propuesta se contabilizaron 60 viviendas durante el trabajo de campo y, el volumen diario promedio de aguas residuales es de 37,14 m<sup>3</sup>.

Durante la aplicación del agua de riego al césped de la cancha, el agua se conducirá por gravedad desde el sitio de captación hacia la planta de tratamiento, mientras que en la conducción del agua desde la planta de tratamiento hacia la cancha se requieren sistemas de bombeo por las condiciones topográficas y desniveles del terreno.

**Fotografía 24 Vista general –Propuesta 2**



Fuente: Trabajo de campo, 2012.

**4.4.3. Evaluación de variables analizadas por propuesta**

Luego de evaluadas cada una de las variables, se realizó un cuadro en el cual se muestran los datos obtenidos para cada una de ellas, realizando una comparación por propuesta, para definir la propuesta apta se dieron pesos a las variables; siendo el valor de 1 para la factible y 0 para la desfavorable, al final se sumaron los resultados y de esta manera se definir los resultados se muestran a continuación.

**Cuadro 37 Evaluación de variables analizadas**

	<b>PROPUESTA 1 (P1)</b>	<b>PROPUESTA 2 (P2)</b>	<b>PESO P1</b>	<b>PESO P2</b>
<b>MEDIO BIOFÍSICO</b>				
<i>Relieve y tipos de Pendientes</i>	ligeramente ondulado	ondulado	1	0
<i>pendiente de la caja de revisión al estadio</i>	9,24	13,98	0	1

<i>Geología</i>	Cangagua	Cangagua	1	1
<i>Tipo de suelos</i>	Orthents	Orthents	1	1
<i>Textura del suelo</i>	Franco - arenoso	Franco - arenoso	1	1
<i>Estructura del suelo</i>	Granular	Granular	1	1
<i>Zona de vida</i>	bsMB (asociación edáfica seca)	bsMB (asociación edáfica seca)	1	1
<i>Flora</i>	En su mayoría vegetación herbácea	En su mayoría vegetación herbácea y matorral	0	1
<i>Fauna</i>	Especies comunes de pequeño tamaño	Especies comunes de pequeño tamaño	1	1
<i>Dirección del viento</i>			1	1
<b>CALIDAD DE AGUA</b>				
<i>Temperatura</i>	21,55	21,57	1	1
<i>pH</i>	7,12	7,37	1	1
<i>Conductividad Eléctrica</i>	461,83	833,50	1	0
<i>Sólidos Totales</i>	231,93	452,67	1	0
<i>DBO5</i>	235,83	275,67	1	0
<i>DQO</i>	358,17	535,17	1	0
<i>Sólidos Sedimentables</i>	3,30	4,27	1	1
<i>Sólidos Suspendidos</i>	217,00	247,33	1	1
<i>N-Amoníaco</i>	11,50	12,60	0	1
<i>P-Fosfatos</i>	13,19	14,97	0	1
<i>Fósforo Total</i>	15,60	15,38	1	1
<i>N-Nitritos</i>	0,13	0,17	0	1
<i>N-Nitratos</i>	3,88	4,11	0	1
<i>Coliformes Totales</i>	337500000	257500000	0	1
<i>E. Coli</i>	191750000	52208333	0	1
<i>Caudal estimado</i>	15,48 m <sup>3</sup>	37,14 m <sup>3</sup>	0	1
<b>CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA</b>				
<i>Población</i>	125 personas	300 personas	0	1
<i>Actividades económicas</i>	Principalmente trabajo en empresas privadas, comercio, albañilería,	Principalmente trabajo en empresas privadas, comercio,	0	0

	entre otros.	albañilería, entre otros.		
<i>Servicios básicos</i>	Agua potable, alcantarillado sanitario y energía eléctrica	Agua potable, alcantarillado sanitario y energía eléctrica	1	1
<i>Uso actual del agua</i>	Uso doméstico	Uso doméstico	1	1
<i>Espacio disponible para la construcción</i>	Espacio reducido	Mayor espacio	0	1
<i>Afluencia personas</i>	Lugar más transitado	Lugar menos transitado	0	1
<i>Calidad Visual</i>	No se ve afectada	Se encuentra en un sitio más restringido	0	1
<b>TOTAL</b>			<b>19</b>	<b>27</b>

Elaborado por: La Autora, 2012.

De acuerdo a la metodología empleada se determina que la propuesta dos presenta las mejores condiciones ya que con una ponderación de 27 puntos supera la propuesta 1 que obtuvo un puntaje de 19. En relación a dicho resultado se realizó la selección de la propuesta.

#### **4.4.4. Beneficios de una planta de tratamiento de aguas residuales**

El factor ambiental es el más beneficiado con la implementación de las propuestas antes descritas, ya que estos espacios están en armonía con el entorno físico en el cual se desarrollan, pudiendo formar pequeños ecosistemas que mantienen el equilibrio entre especies.

Además los lodos y las aguas tratadas mantienen cantidades importantes de nutrientes como fósforo y nitrógeno, que ayudan al desarrollo de las plantas y mejoran la calidad de suelo mediante la incorporación de materia orgánica y elementos nutrientes.

En las actividades académicas de la Universidad, especialmente los estudiantes afines a temas ambientales dispondrán de oportunidades para conocer y practicar medidas de tratamiento de aguas residuales provenientes del área suburbana de la ciudad de Ibarra.

De acuerdo a la planilla de consumo de agua potable para regadío del estadio Olímpico de la ciudad de Ibarra, se abona una cantidad de 2444,80 dólares mensuales a la EMAPA-I., al ser este de similares dimensiones que el estadio de la Universidad Técnica del Norte, se estima un consumo de agua equivalente. La implementación de la Planta de Tratamiento permitirá reemplazar el agua potable usada actualmente a través de la red de distribución y disminuir el gasto económico por consumo de planilla.

**Fotografía 25 Actividades deportivas realizadas en el Estadio UTN**



Fuente: UTN, 2012.

#### **4.5. PROPUESTA RECOMENDADA PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Luego del análisis de las condiciones favorables y desfavorables que presenta cada una de las propuestas, se determinó que la propuesta 2 posee las mejores características biofísicas para la implementación de la Planta de tratamiento de aguas residuales con fines de riego del césped de la cancha. Las ventajas que se evidencian son: mayor disponibilidad de caudal de agua, calidad del agua calificada como media, fácil acceso vehicular, desniveles del terreno poco pronunciado, dirección del viento que no afecta al campo de juego; estéticamente la ubicación de la Planta de Tratamiento no tiene impactos visuales significativos (**Anexo I- Lámina 10**).

#### **4.6. TRATAMIENTO RECOMENDADO (Anexo IX- Planos propuesta base)**

La Planta de Tratamiento deberá ser diseñada para tratar caudales de acuerdo al requerimiento de riego del área de césped para garantizar el crecimiento continuo del área verde.

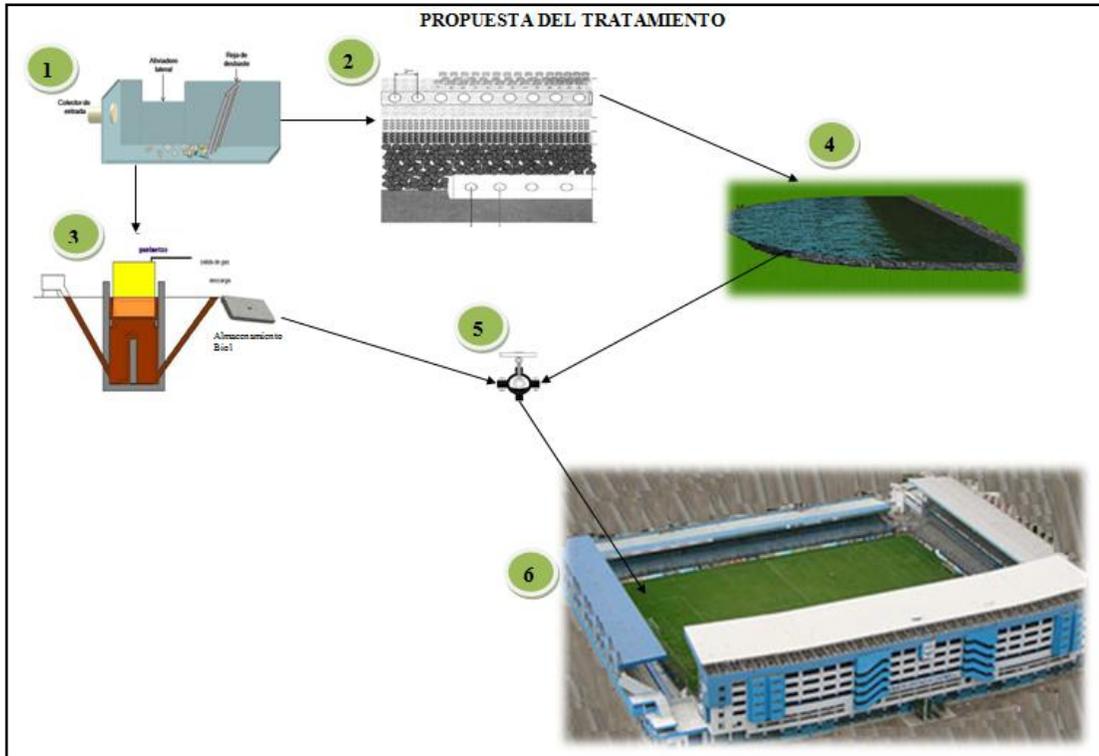
En base a consideraciones técnicas se ha determinado los procesos que deben funcionar en la Planta de tratamiento, siendo los siguientes:

1. Tratamiento primario: Las aguas residuales ingresan al tratamiento primario que consistirá en un sedimentador acompañado de una rejilla para detener el paso de los sólidos suspendidos. Previo a esto se ubicará una bomba trituradora con la finalidad de homogenizar las aguas que ingresan al tratamiento.
2. El agua pasa a un pantano seco artificial de flujo subsuperficial, constituido por dos celdas, donde con la ayuda de plantas acuáticas emergentes se depurará el agua disminuyendo la cantidad de contaminantes. Las especies propuestas a emplearse en el tratamiento son el sigse (*Cortderia nítida*), además de junquillo (*Juncus acutus*).

3. Los lodos provenientes del tratamiento primario (tanque sedimentador) pasarán al biodigestor donde se procesarán para producir biol que posteriormente será utilizado como fertilizante de las plantas ornamentales y césped del estadio.
4. Las aguas provenientes del pantano seco una vez depuradas se almacenarán en un reservorio que además de mantener el agua, ayudará con la oxigenación y mejorará la estética del lugar, o el agua se podrá almacenar en las cisternas existentes.
5. Para el regadío, mediante una válvula se dispensará el material nutriente del biodigestor que se incorporará al agua, para aplicar esta mezcla al césped y plantas ornamentales.
6. El agua será utilizada en regadío del césped del estadio y plantas ornamentales, de acuerdo a las necesidades de agua establecidas.

Los lineamientos generales propuestos para la construcción de la Planta de Tratamiento se indican en la siguiente figura.

Figura 7 Esquema propuesto para el diseño de la planta de tratamiento



Elaboración: La Autora, 2012.

Además se ha trabajado en una propuesta base, de la cual se han realizado los planos correspondientes que se anexan al documento (**Anexo IX**).

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- Las condiciones biofísicas del área de estudio presentan ventajas para la implementación de la Planta de Tratamiento de aguas residuales, por ejemplo las condiciones topográficas, accesibilidad, caudal de agua, desniveles del terreno, dirección del viento.
  
- El entorno socio-económico del área de influencia del proyecto impulsa las iniciativas institucionales y ambientales de la Universidad Técnica del Norte, para la implementación de la Planta de Tratamiento, ya que al momento las actividades cotidianas de la población no generan niveles elevados de contaminación.
  
- De acuerdo al análisis realizado se determina que los niveles de contaminación actual del agua corresponden a un rango medio de

contaminación, por lo que el tratamiento deberá contemplar medidas para depurar el agua en estas condiciones.

- La propuesta idónea, luego del análisis técnico de parámetros biofísicos, socio-económicos y de calidad del agua corresponde a la **propuesta 2**, ya que se obtendrán beneficios económicos, paisajísticos, académicos y ambientales para la población de la ciudad de Ibarra y Comunidad Universitaria.
- Existe el apoyo y compromiso interinstitucional entre la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Ibarra (EMAPA-I) y la Universidad Técnica del Norte, para proceder con las acciones legales, técnicas e institucionales en la implementación de la Planta de Tratamiento del Estadio de la Universidad Técnica del Norte.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda considerar las características biofísicas de la propuesta 2 para los diseños definitivos de la construcción e implementación de la Planta de Tratamiento.
- Se sugiere considerar la participación activa de la población del área de influencia del proyecto, en actividades que las instituciones involucradas realicen durante el proceso de cooperación interinstitucional.
- En el estudio se realizaron análisis básicos de calidad de agua, se recomienda que en concordancia a la normativa ambiental vigente en lo posterior se realice una investigación de posible existencia de metales pesados con la finalidad de precautelar su bioacumulación a largo plazo en la cadena trófica.

- Debido a que los caudales de las propuestas 1 y 2 individualmente no satisfacen en su totalidad los requerimientos de agua de riego del estadio, se propone unificar los caudales de las dos propuestas para disponer de un volumen de agua suficiente para cubrir las necesidades actuales.
  
- Se sugiere considerar en los planos de implantación general del estadio el espacio requerido para implementar la Planta de Tratamiento.
  
- Se recomienda dar continuidad a la gestión realizada a través del CUICYT y la EMAPA-I, para ejecutar el proyecto y culminarlo con la construcción y funcionamiento del mismo.

## **6. RESUMEN**

El estudio de factibilidad de dos sitios potenciales para implementar la Planta de tratamiento de aguas residuales del estadio de la Universidad Técnica del Norte, tiene su origen en la necesidad de precautelar los recursos naturales, enmarcados en el cumplimiento de la misión y visión institucional, así como la cooperación interinstitucional.

La factibilidad muestra las directrices y la disponibilidad de recursos para cumplir las metas propuestas, esta investigación es el primer paso e indispensable para implementar una Planta de Tratamiento biológica de aguas residuales, sin que se afecte el medio perceptual del estadio de la Universidad Técnica del Norte.

De acuerdo a los objetivos planteados se caracterizó el medio biofísico, en el cual se determinan condiciones adecuadas para el uso del suelo, parámetros microclimáticos, no existe afectación significativa al entorno biótico puesto que es un área semi-urbana en la cual existe alteración antrópica.

En relación a la Calidad físico-química y microbiológica del agua, los análisis realizados en concordancia con la normativa ambiental (TULS-MA) muestran niveles medios de contaminación del agua, lo cual facilitará el proceso de depuración en el tratamiento.

El estudio del medio socio-económico en el área de influencia del proyecto revela resultados favorables para la propuesta, pues el sector está en proceso de urbanización

continúa a nivel residencial y no existen puntos industriales o de alta contaminación de acuerdo a los datos registrados, además el caudal producido aumentará paulatinamente en función del aumento de los pobladores.

La propuesta dos muestra características favorables y factibilidad por lo cual se sugiere implementar la planta de tratamiento allí, ya que las aguas residuales a emplearse tienen un mediano nivel de contaminación, existen condiciones topográficas favorables, espacio necesario, condiciones visuales adecuadas y un caudal mayor disponible.

Es necesario considerar la sugerencia de unificar los caudales de las dos propuestas para cubrir en su totalidad el requerimiento actual de agua de riego del estadio y, considerar el espacio disponible de la propuesta 2 para ubicar allí la planta de tratamiento de aguas residuales.

## **7. SUMMARY**

The feasibility study of two potential sites to implement the treatment plant wastewater in the Stadium of “Universidad Técnica del Norte”, comes from the need to safeguarding natural resources, in compliance with the institutional mission and vision and interinstitutional cooperation too.

The feasibility indicates guidelines and the availability of resources to complete the proposal goals, this research is the first and indispensable step to implement a biological treatment plant wastewater, without affecting the perceptual middle of the “Universidad Técnica del Norte”.

According to the established objectives characterized the biophysical environment, in which determine adequate conditions for land use, microclimate parameters, don't exists significant affectation to the biotic environment so it is a semi-urban area in which there is human alteration.

In relation to the physico-chemical and microbiological quality of water, analyzes performed in accordance with environmental regulations (TULS-MA) show average levels of water pollution, which will facilitate the debugging process in treatment.

The study of the socio-economic development in the area of influence of the project shows positive results for the proposal, so the sector is undergoing continuous development for residential and no industrial points of high pollution according to the

recorded data, as well gradually increase the flow occurred due to the increase of the population.

The proposal 2 shows favorable characteristics and feasibility of which is suggested to implement the biological treatment plant in this site, so the wastewater to be used have a medium level of contamination, exist favorable topographical conditions, requirement space , appropriate visual conditions and a higher flow rate available.

It is necessary to consider the suggestion to add flows of the two proposals to cover the full current requirement of irrigation water on the stage and consider the available space of the proposal 2 to locate the treatment plant of wastewater.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

En este capítulo se encuentran las referencias bibliográficas consultadas, de las cuales se obtuvo la información necesaria para sustentar la presente investigación y realizar el documento.

1. APHA, AWWA. (1989). *Aguas y Aguas de Desecho*. México: Editorial interamericana.
2. BARRERA, A. (2000). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Cuenca, Ecuador: CAMAREN.
3. BARROS, S.; CARRASCO, M.(2001).*Recuperación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca*. Cuenca, Ecuador: Municipio de Cuenca. Disponible en: <http://www.sendas.org.ec/docs/articulo%20rios%20aguayaku.doc>.
4. BECK P, BRUNNER G. (1990). *Nueva guía práctica de plantas acuáticas*. Alemania: Editorial Tetra Werke.
5. BEJARANO, R. (1995). *Lenteja de agua para el tratamiento de aguas residuales*. Universidad de Boyacá.

6. CAICEDO, J. (2004). *Lenteja de agua para el tratamiento de aguas residuales, factores ambientales y físicos químicos que afectan su crecimiento*. Disponible en:  
<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/contenido/capitulo13.html>
7. CELIS, J. et al. (2005). *Recientes Aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas*. Chile: Universidad del Bio –Chillán.
8. CHAVEZ, P; YANDÚN, R. (2004). *Plan de rehabilitación de la vertiente de Araque y diseño de una planta de tratamiento natural de aguas residuales domésticas*. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
9. CHILES, G; (2008) *Tratamiento de aguas residuales urbanas domésticas*. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
10. CORAL, Y. (2002). *Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas mediante el Cultivo de Lenteja de Agua (Lemna sp) en la Cuenca del Lago San Pablo*. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
11. CORBITT, R. (2003). *Manual de referencia de la Ingeniería Ambiental*. Madrid, España: McGraw-Hill.
12. CRITES, W. y TCHOBANOGLIOUS, G. (2000). *Sistemas de Manejo de Aguas Residuales para Núcleos Pequeños y Descentralizados*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw – Hill Interamericana, S. A.
13. DÁVALOS, M. (2010). *Manual de análisis de aguas*. Quito, Ecuador.

14. DÁVILA, M. (2005). *Aprovechamiento del helecho de agua (Azolla sp.) para mejoramiento de tratamiento secundario de aguas residuales domésticas*. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
15. DAVIS, M; MASTEN, S. (2005). *Ingeniería y Ciencias Ambientales*. México: McGraw-Hill. 750p.
16. DA ROS, G. (1995). *La contaminación de aguas en Ecuador: una aproximación económica; Instituto de Investigaciones Económicas*. Quito, Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador: Ediciones Abya Ayala. 251 p.
17. Environmental Protection Agency (EPA). (2000). *Folleto informativo de tecnología de aguas residuales: Humedales de flujo libre superficial*. Washington DC, Estados Unidos.
18. ESTRADA, W. (2009). *Guía didáctica "Ecología de ecosistemas terrestres"*. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte.
19. FALCÓN, C. (1990). *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. México DF, México: Editorial Limusa S.A. 303p.
20. FERRER, J; SECO T, A. (2008). *Tratamientos biológicos de aguas residuales*. Valencia, España: Alfaomega/Universidad Politécnica de Valencia. 184p.
21. GAMRASNI, M.A. (1985). *Aprovechamiento agrícola de aguas negras urbanas*. México DF, México: LIMUSA. 143p.
22. GUTIÉRREZ, J. (1996). *Generalidades sobre la Reutilización de las Aguas Residuales Domésticas*. La Habana, Cuba: Centro Nacional del Hidrología y Calidad de Las Aguas (CENHICA) INRH.

23. HERNÁNDEZ, A. (1997). *Saneamiento y alcantarillado. Vertidos residuales*. Quinta Edición. Madrid España: Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos.
24. HERNÁNDEZ, A y GALÁN, P. (2004). *Manual de depuración Uralita*. México DF, México: THOMSON. 429p.
25. HOLDRIDGE, L. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*. Centro Agronómico Tropical, Turrialba, Costa Rica.
26. INSTITUTO CINARA. (2005). *Guía de selección de Tecnología para el tratamiento de aguas residuales domésticas por métodos naturales*. Colombia. Universidad del Valle Colombia.
27. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). (2005). *Redacción de referencias bibliográficas: Normas Técnicas del IICA y CATIE*. Disponible en:  
[http://orton.catie.ac.cr/bco/normasde\\_redacción.html](http://orton.catie.ac.cr/bco/normasde_redacción.html).
28. ITC (Instituto Tecnológico de Canarias) Cabildo Insular de Tenerife; Área de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. (2006). *Gestión sostenible del agua residual en los entornos rurales*. Disponible en:  
[http://www.rinconesdelatlantico.com/num3/26\\_depuranat.html](http://www.rinconesdelatlantico.com/num3/26_depuranat.html).
29. IZEBART, H; LE BOUDEC, B. (2003). *El tratamiento de las aguas residuales mediante sistemas vegetales*. Barcelona, España: Gustavo Gill. 192p.

30. JUMBO, C. (2001). *Pantanos artificiales: Sistematización de la experiencia de construcción de pantanos artificiales para el tratamiento de aguas residuales en Shushufindi*. Ministerio del Ambiente. 60p.
31. KELLY, A. (2002). *Tratamiento de aguas residuales en Latinoamérica*. Chile: Disponible en: <http://www.esd.worldbank.org>.
32. LEÓN M, LUCERO A. (2009). *Estudio de Eichhornia crassipes, Lemna gibba y Azolla filiculoides en el tratamiento biológico de aguas residuales domésticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del Cantón Cotacachi*. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
33. Ley de Gestión Ambiental, ley N° 37. (1999, 30 de Julio). Registro Oficial 245.
34. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. (2004, 10 de Septiembre). Registro Oficial Suplemento 418.
35. MENA, M. (2004). *Diagnóstico de las Aguas Residuales y Prediseño de una Planta de Tratamiento Biológico para la Parroquia de Gonzáles Suárez, Cantón Otavalo*. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
36. Ordenanza Para la Protección de la Calidad Ambiental en lo relativo a la Contaminación por Desechos no Domésticos generados por fuentes fijas del cantón Ibarra. (2001, 13 de Marzo). Aprobada por el Ilustre Consejo Municipal del cantón San Miguel de Ibarra.
37. Organización Mundial para la Salud. (1987). *Directrices Sanitarias sobre el uso de las aguas residuales en agricultura y acuicultura*.

38. Organización Mundial para la Salud. (1990). *Directrices Sanitarias sobre el uso de las aguas residuales en agricultura y acuicultura*. Serie Informes Técnicos N° 778.
39. OROZCO, C; GONZÁLEZ M; PÉREZ, A. (2003). *Contaminación Ambiental: una visión desde la Química*. Madrid, España: PARANINFO.682p.
40. RAMALHO, R. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona, España: REVERTE. 705p.
41. REYNOLDS, K. (2002). *Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica: Identificación del Problema*.
42. RODIER, J. (1981). *Análisis de las Aguas*. Ediciones Omega. Barcelona, España.
43. RODRÍGUEZ, C. (2001). *Acción depuradora de algunas plantas acuáticas sobre las aguas residuales*. La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría"(ISPJAE).
44. ROMERO, J.(1999). *Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y Principio de Diseño*. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia.
45. RIU,J. (2000). *Técnicas de Laboratorio*. Universitat Rovira. Tarragona, España.

46. SANTIAGO, F. (1996). *Sistemas de colectores y tratamiento de residuales; Primer taller nacional de tecnologías del agua y saneamiento en polos turísticos*. Cuba: INRH.
47. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR). (2012). *Guía de implementación para análisis de vulnerabilidades a nivel municipal*. Quito – Ecuador.
48. SEOÁNEZ, M. (2005). *Depuración de las aguas residuales por tecnologías ecológicas y de bajo costo*. Madrid, España: Mundiprensa. 464p.
49. SOJO, V. (2003). *Estilo de citas y referencias de la American Psychological Association (A.P.A.)*. Caracas, Venezuela: Universidad central de Venezuela. 21p.
50. SOUTHGATE, D; KENNETH, F; STRASMA, J. (1996). *Diagnóstico sobre problemas ambientales urbanos en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Corporación OIKOS. 128p.
51. Texto Unificado de Legislación Secundaria – Medio Ambiente. (2003, 31 de marzo, última modificación 2011, 24 de Febrero). Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2.
52. VACA, H. (2000). *Tratamiento de aguas de procesos y residuales*. México DF, México: PEARSON EDUCATION.
53. WANG, L; HUNG, Y; LO, H. (2006). *Tratamiento de residuos de industria del proceso de alimentos*. Zaragoza: ACRIBIA.

## **9. ANEXOS**

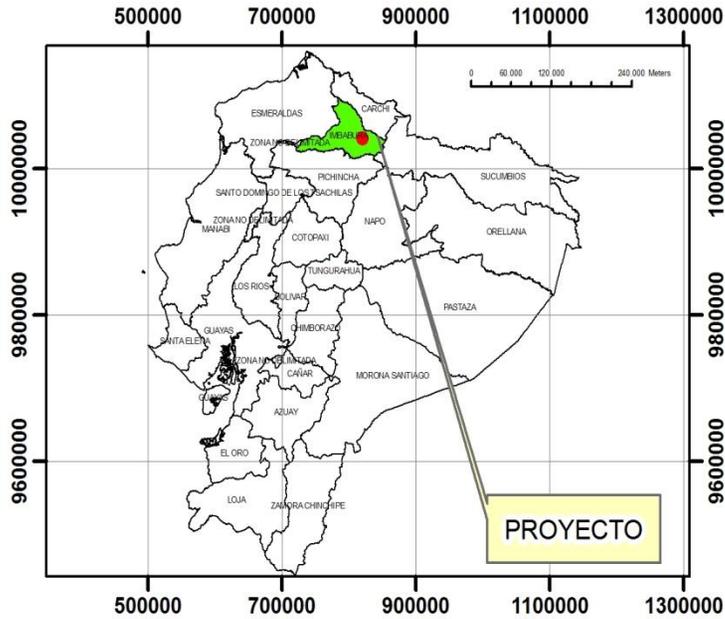
Dentro del presente capítulo se encuentran mapas realizados, modelo de encuesta aplicada, resultados de análisis de suelo y agua, información relevante referente al proyecto y gráficos estadísticos.

# **ANEXO I**

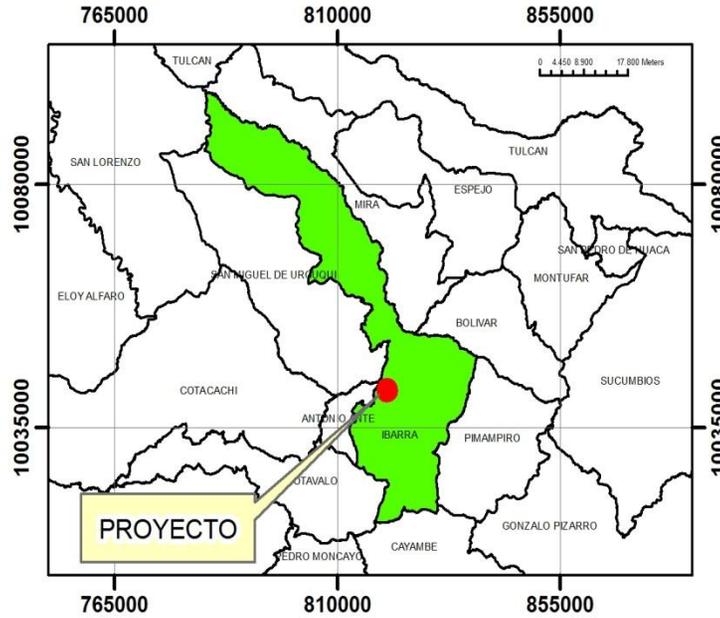
## **MAPAS**

# "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"

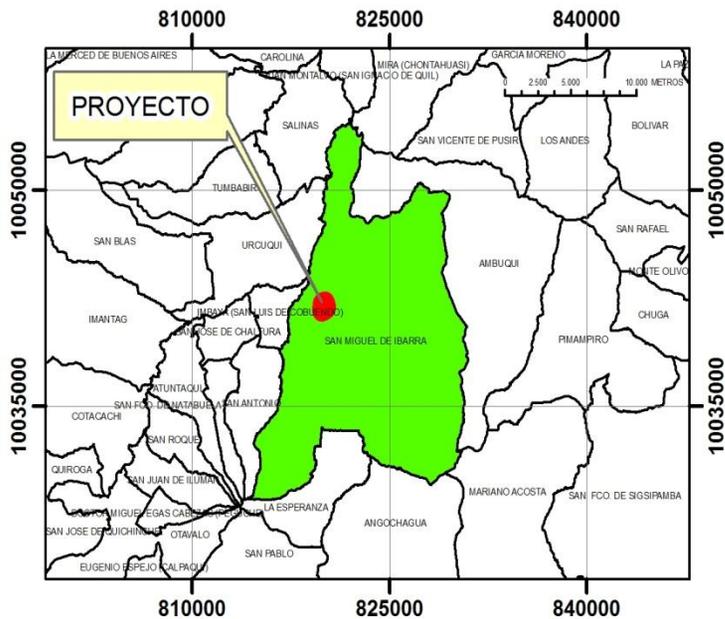
## UBICACIÓN PROVINCIAL



## UBICACIÓN CANTONAL



## UBICACIÓN PARROQUIAL



## UBICACIÓN LOCAL



## SIMBOLOGÍA

-  CAJAS DE REVISION
-  CALLES
-  AREA DE INFLUENCIA
-  PROPUESTA 1: 6,87 HA
-  PROPUESTA 2: 4,22 HA

## ESCALA: LA INDICADA



PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

## MAPA DE UBICACIÓN GENERAL

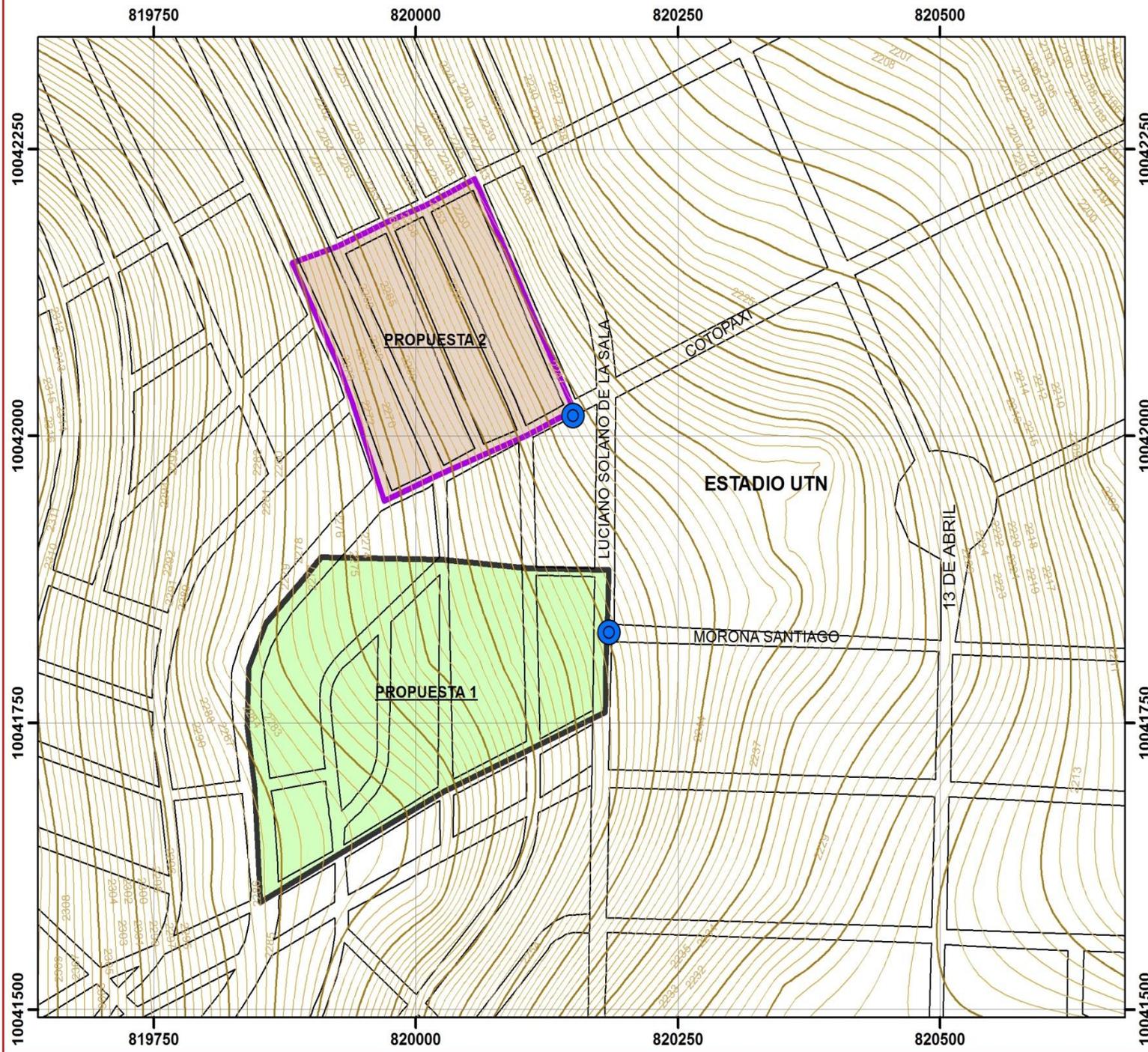
**AUTORA:**  
VERÓNICA MARISOL  
POZO ANDRADE

**DIRECTOR:**  
ING. JORGE GRANJA

**FUENTE:**  
GAD IBARRA, 2012  
ELABORACIÓN PROPIA, 2012  
TRABAJO DE CAMPO, 2012

**FECHA:** 2012-05-28  
**LÁMINA:** 1 / 10

# "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"



**SIMBOLOGÍA**

- CAJAS DE REVISION
- CURVAS DE NIVEL**
- INDICE
- INTERMEDIA
- CALLES
- AREA DE INFLUENCIA**
- PROPUESTA**
- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA

**ESCALA: 1: 5.000**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 25 50 100 METROS



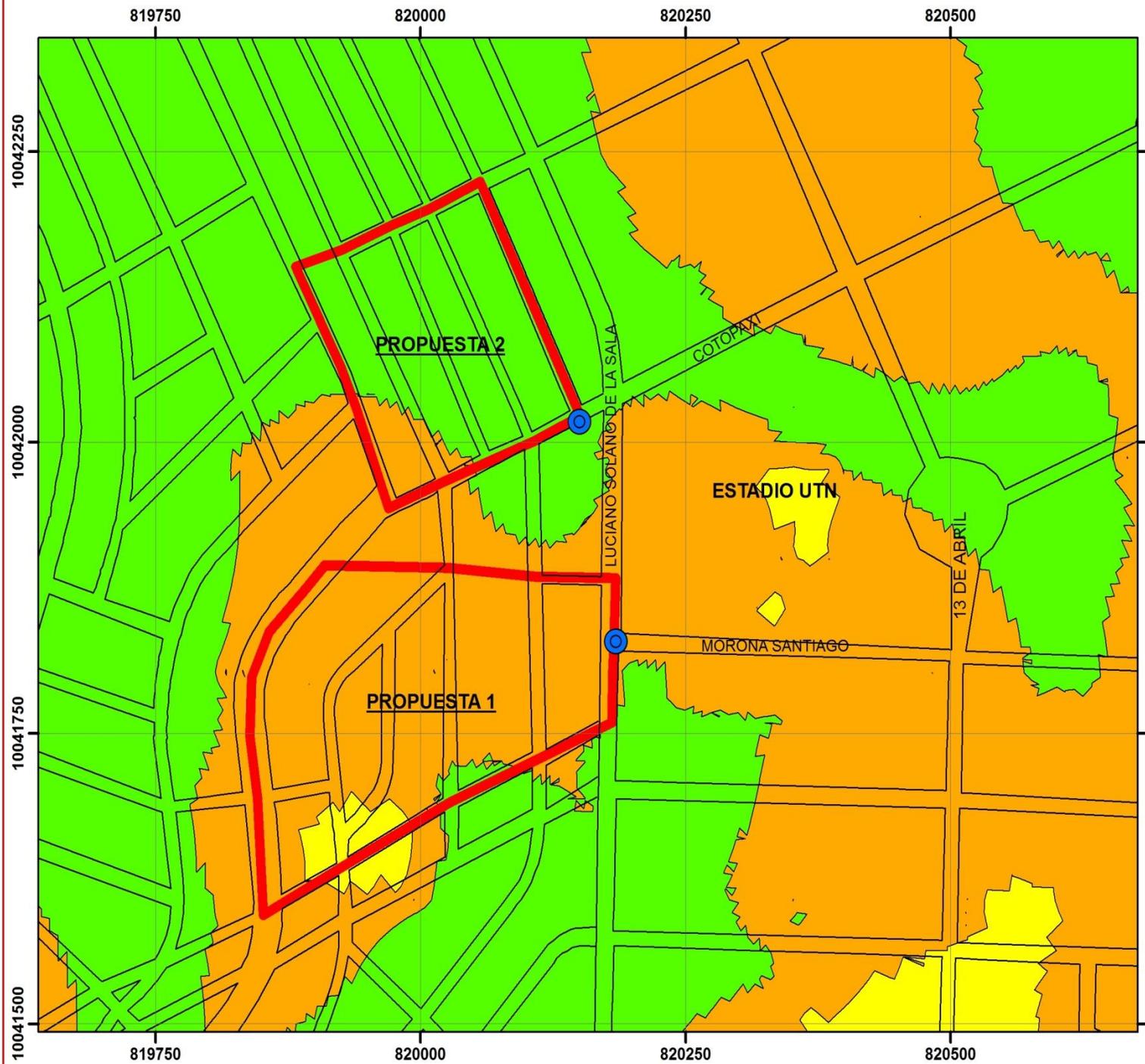
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

---

**MAPA BASE**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 2 / 10

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**



**SIMBOLOGIA**

- CAJAS DE REVISION
- CALLES
- AREA DE INFLUENCIA**
- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA
- PENDIENTES-RELIEVE**
- RELIEVE PLANO
- RELIEVE LIGERAMENTE ONDULADO
- RELIEVE ONDULADO
- RELIEVE MONTAÑOSO
- RELIEVE ESCARPADO

**ESCALA: 1: 5.000**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 25 50 100  
METROS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

---

**MAPA DE PENDIENTES**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 3 / 10

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**



**SIMBOLOGÍA**

- CAJAS DE REVISION
- CALLES
- AREA DE INFLUENCIA**
- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA
- GEOLOGÍA**
- Cangagua (Plm)

**ESCALA: 1: 5.000**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 25 50 100  
METROS



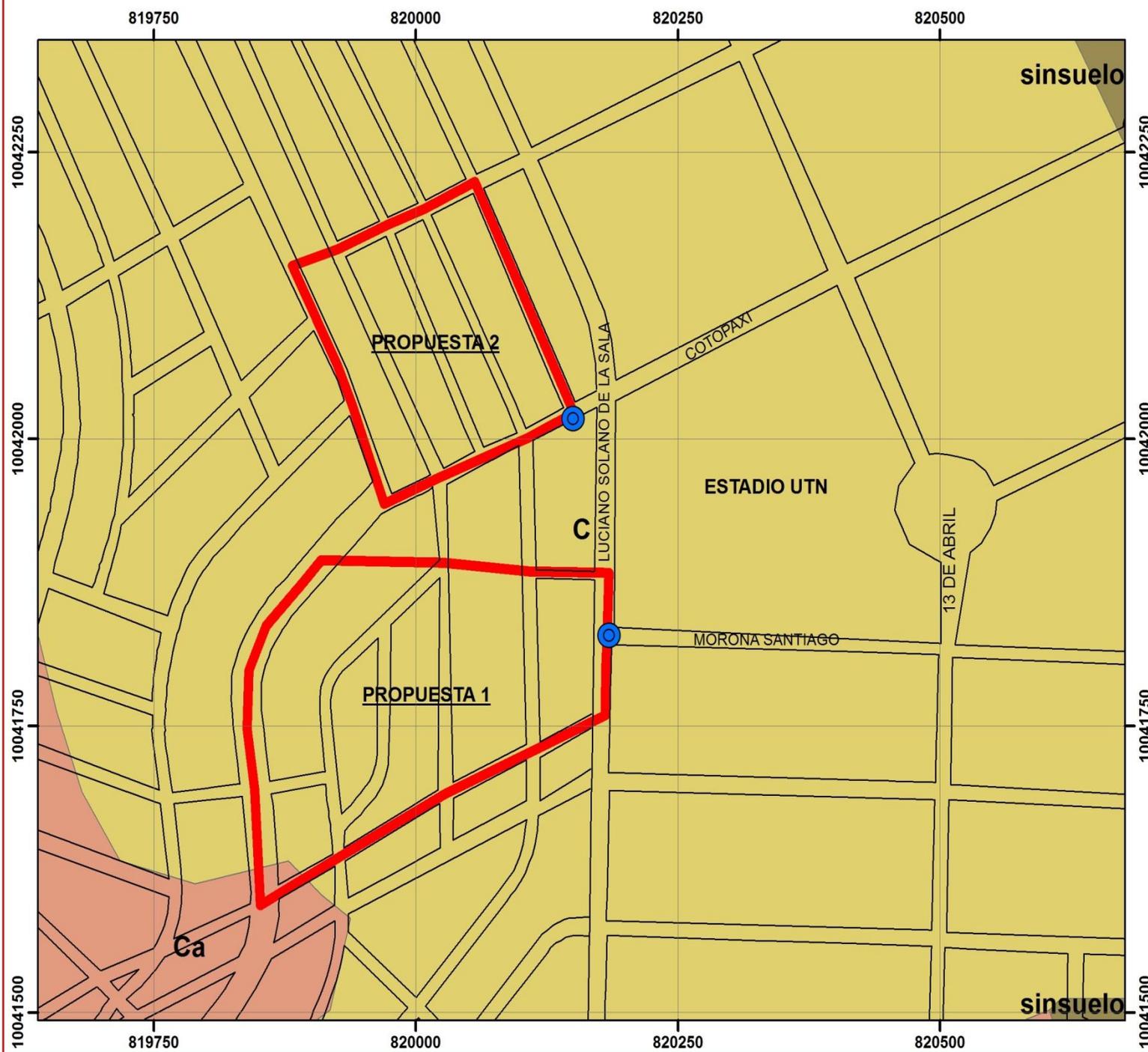
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

---

**MAPA GEOLÓGICO**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 4 / 10

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOBIOLOGÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**



**SIMBOLOGÍA**

- CAJAS DE REVISION
- CALLES

**AREA DE INFLUENCIA**

- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA

**TIPOS DE SUELOS-Suborden**

- ANDEPTS (Ca)
- ORTHENTS (C)
- sinsuelo

**ESCALA: 1: 5.000**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 25 50 100  
METROS



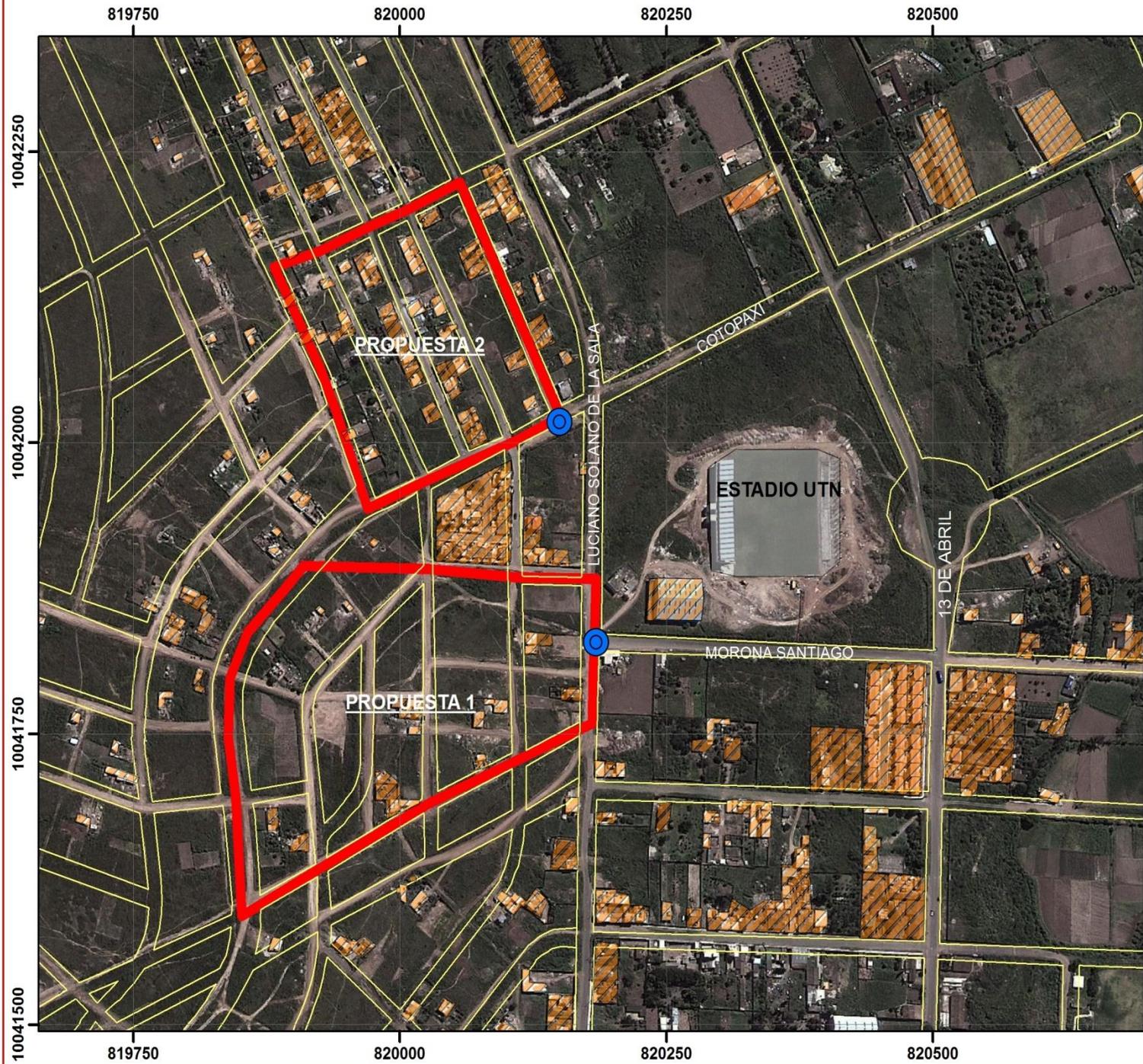
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

---

**MAPA DE TIPOS DE SUELOS**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 5 / 10

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOBIOLOGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**



**SIMBOLOGÍA**

- CAJAS DE REVISION
- CALLES

**AREA DE INFLUENCIA**

- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA

**USO URBANO DEL SUELO**

- AREA URBANA
- ESTADIO UTN

**ESCALA: 1: 5.000**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 25 50 100  
METROS



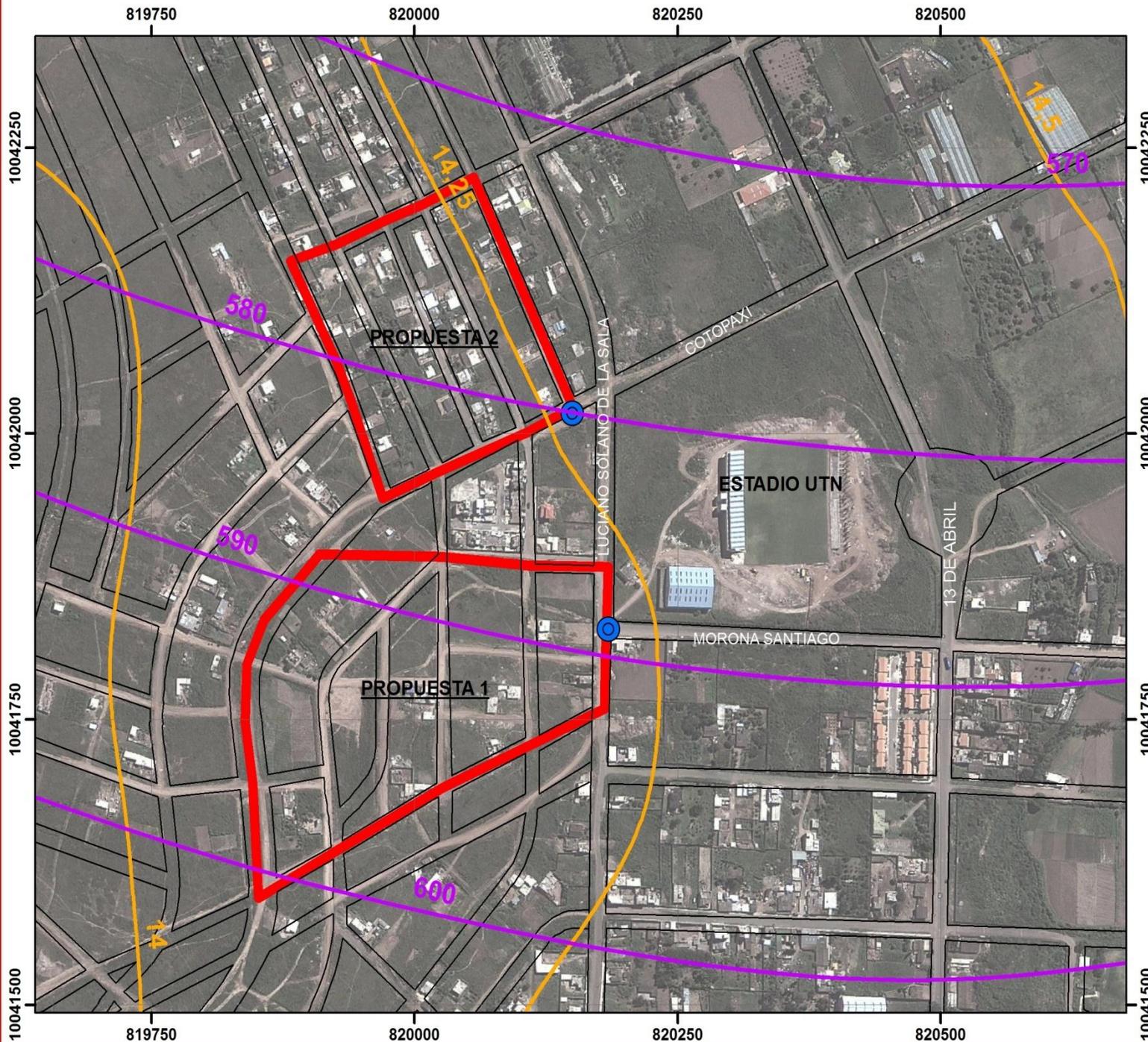
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

---

**MAPA DE USO URBANO**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 6 / 10

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**



**SIMBOLOGÍA**

- CAJAS DE REVISION
- CALLES

**AREA DE INFLUENCIA**

- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA
- ISOYETAS (mm)
- ISOTERMAS (°C)

**ESCALA: 1: 5.000**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 25 50 100 METROS

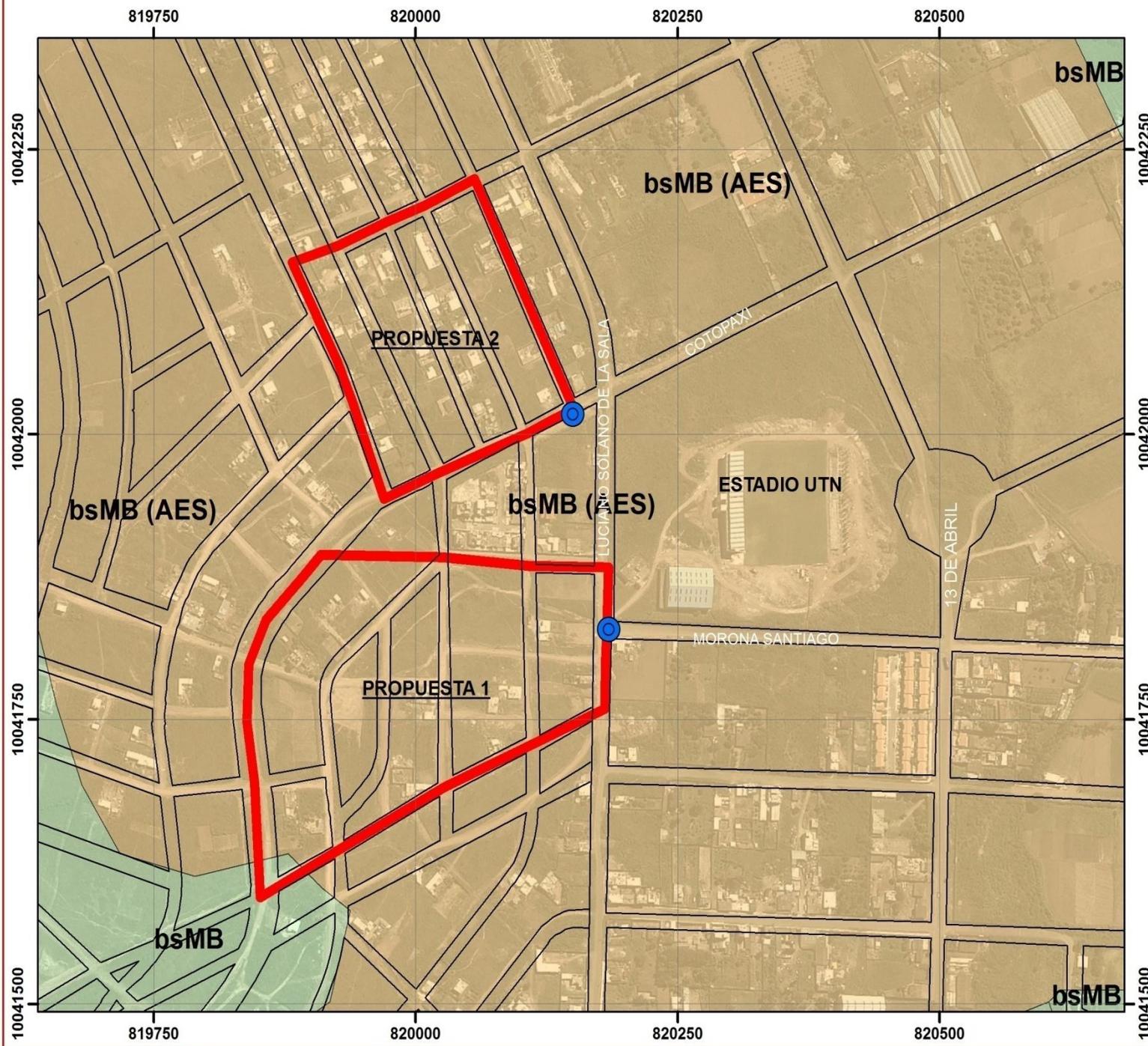


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

**MAPA DE ISOTERMAS E ISOYETAS**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 7 / 10

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**



**SIMBOLOGÍA**

- CAJAS DE REVISION
- CALLES

**AREA DE INFLUENCIA**

- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA
- BOSQUE SECO MONTANO BAJO
- bsMB (Asociación Edáfica Seca)

**ESCALA: 1: 5.000**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 25 50 100 METROS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

---

**MAPA DE ZONAS DE VIDA**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 8 / 10

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**



**SIMBOLOGIA**

- CAJAS DE REVISION
- CALLES
- AREA DE INFLUENCIA**
- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA
- PARROQUIAS URBANAS**
- ALPACHACA
- CARANQUI
- EL SAGRARIO
- LA DOLOROSA DE PRIORATO
- SAN FRANCISCO

**ESCALA: 1: 5.000**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 25 50 100 METROS

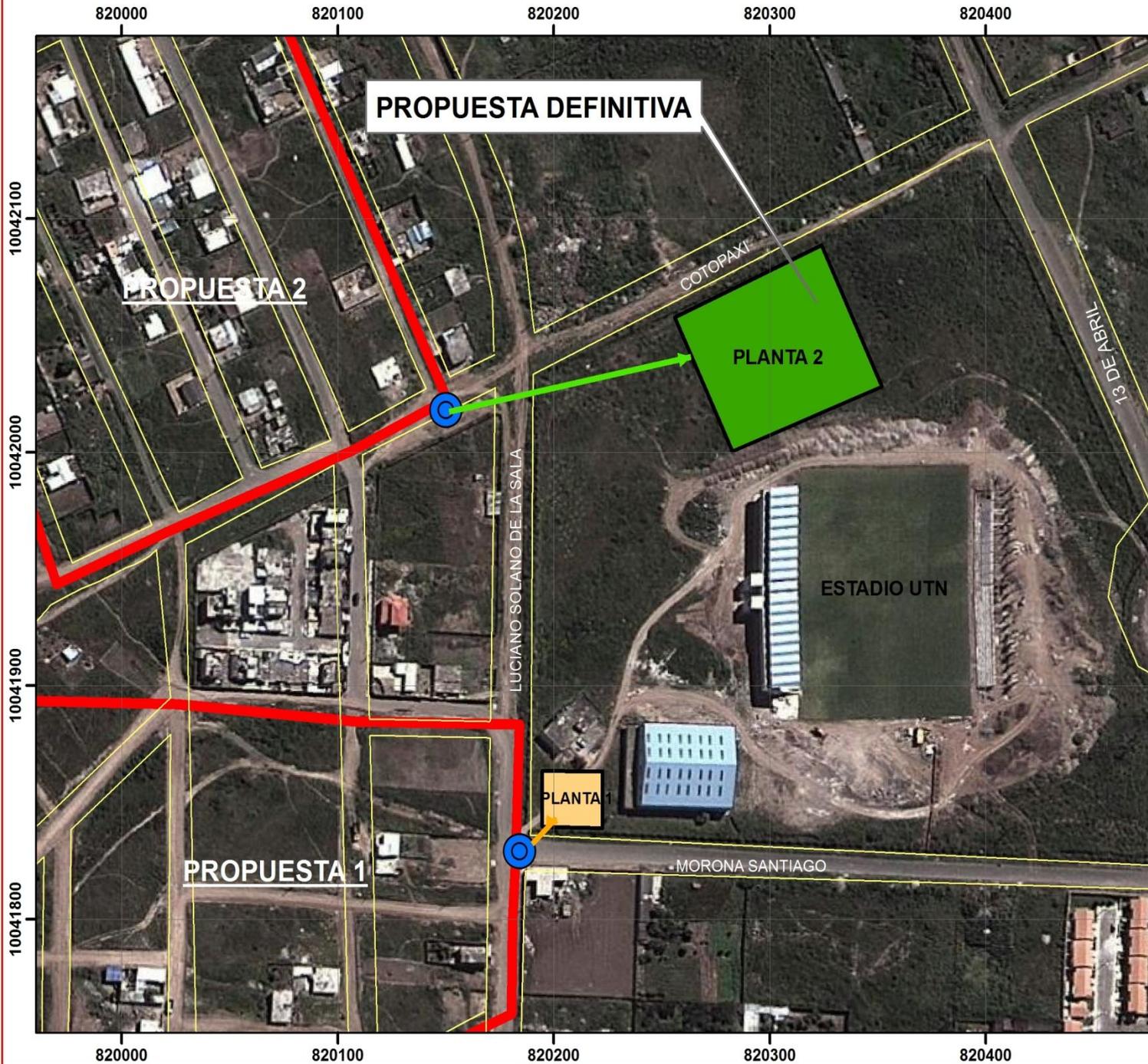


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

**MAPA DIVISIÓN PARROQUIAL URBANA**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 9 / 10

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**



**SIMBOLOGÍA**

- CAJAS DE REVISION
- CALLES
- AREA DE INFLUENCIA**
- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA
- PROPUESTAS DE TRATAMIENTO**
- PLANTA 1
- PLANTA 2

**ESCALA: 1: 2.500**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 15 30 60 METROS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

**MAPA PROPUESTA DEFINITIVA**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 10 / 10

**ANEXO II**  
**RESULTADOS DE ANÁLISIS**  
**DE SUELOS**



# LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador Telefax. 2547097 cel. 099591050

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

### DATOS DE PROPIETARIO

Nombre: VERÓNICA POZO  
Ciudad: Ibarra  
Teléfono: 091957188  
Fax:

### DATOS DE LA PROPIEDAD

Provincia: Imbabura  
Cantón: Ibarra  
Parroquia: Ibarra  
Sitio: Estadio UTN

### DATOS DEL LOTE

Sitio: Estadio UTN  
Superficie:  
Número de Campo: M 1  
Cultivo Actual:  
A Cultivar: Pasto

### DATOS DE LABORATORIO

Nro Reporte.: 3772  
Tipo de Análisis: Elemental  
Muestra: Suelo M 1  
Fecha de Ingreso: 2012-04-20  
Fecha de Reporte: 2012-04-25

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	40.42	ppm	
P	5.21	ppm	
S		ppm	
K	0.76	meq/100 ml	
Ca	6.19	meq/100 ml	
Mg	2.01	meq/100 ml	
Zn		ppm	
Cu		ppm	
Fe		ppm	
Mn		ppm	
B		ppm	
pH	8.50		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.290	mS/cm	
MO	0.86	%	

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural		
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
3.08	2.64	10.79	8.96					

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio



# RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

NOMBRE: Verónica Pozo		CULTIVO: Pasto		FECHA: 12 04 25	
MUESTRA	Kg/Ha/año			FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD Sacos 50Kg/ha
	N	P2O5	K2O		
3772 M1	55	120	30	18 -46 -0 Sulfato de amonio Muriato de potasio (0-0-60)	5 1 1

**Manejo agronómico del fertilizante.**

**1. Establecimiento**

Aplicar todo el fósforo (18-46-0), incorporar con una rastra y sembrar. El muriato de potasio más el sulfato de amonio incorporar al voleo a los 30 días después de la siembra.

Se recomienda una o dos aplicaciones foliares de microelementos completos o en forma de quelatos. Parte del nitrógeno se lo recomienda en forma de sulfato de amonio, ya que el azufre es un elemento muy importante para la formación de proteína en los pastos.

El contenido de materia orgánica (%MO) es bajo, puede aplicar abono orgánico descompuesto antes del cultivo. (mínimo 0,5Kg/m<sup>2</sup>)

**2. Mantenimiento.**

Después de cada corte o pastoreo y al final de cada época de lluvia aplicar al voleo un saco de urea por hectárea. Pasado el primer año, si no se dispone de un nuevo análisis de suelo, puede aplicarse la mitad del fertilizante recomendado cada seis meses.

\* Las recomendaciones son en sacos por hectárea, deberá calcularse el área del cultivo y regular la cantidad de fertilizante recomendado.

La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar el aspecto climático de la zona por lo tanto ésta constituye una guía de fertilización que debe ser ajustada por el técnico responsable, considerando condiciones de clima y agua.

# LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos

Ibarra-Ecuador.

Tel. 2547097 cel. 099591050

## REPORTE ANÁLISIS DE TEXTURA

**NOMBRE:** VERÓNICA POZO

**MUESTRA:** M1 Suelo

**ANÁLISIS :** Textura

**REPORTE :** 3767

**FECHA:** 18/04/2012

## RESULTADOS

MUESTRA	%			Clase textural
	Arena	Limo	Arcilla	
3767	53,6	35,6	10,8	Franco arenoso

Método: Bouyoucos Modificados modificado



**Dr. Quím. Edison M. Miño M.**  
**RESPONSABLE DE LABONORT**



**ANEXO III**  
**RESULTADOS DE ANÁLISIS**  
**DE AGUAS**



**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPA I.**

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD

Planta de Tratamiento de Caranqui Telf. : 2611-578 EXT-117 Oficina Central :2951670 -2957965

**ANALISIS DE AGUA RESIDUALES PARA TRATAMIENTO PARA AGUA DE RIEGO EN P1 Y P2**

Coordenadas:	P1	P2
	10042018	820150
	10041829	820184

ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS																		
No	Unidades		Hora de toma de Muestra	Temperatura °C	pH	Conductividad Eléctrica us/cm	Sólidos Totales mg/l	DBO5 mg/l	DQO mg/l	Sólidos Sedimentables cm3/l	Sólidos Suspendidos mg/l	N-Amónico mg/l	P-Fosfatos mg/l	Fósforo Total mg/L	N-Nitritos mg/l	N-Nitros mg/l	E. Coli ufc/100 ml	Coliformes Totales
	Muestra	Fecha																
1	M1P1	22/04/2012	8H00	21,2	7,52	918	461	350	480	3,0	355	7,65	16,2	19,3	0,19	4,13	16200000	3,54E+07
2	M2P1	22/04/2012	11H00	21,1	7,59	994	500	240	380	2,0	225	9,12	14,3	18,2	0,16	4,22	24600000	1,83E+08
3	M3P1	22/04/2012	12H00	21,8	7,4	608	307	170	213	0,5	315	6,25	12,1	15,2	0,12	4,33	44600000	2,44E+07
4	M1P2	22/04/2012	14H30	21,6	6,34	608	344	1550	5420	10,0	460	19,3	18,4	22,4	0,25	4,66	7000000	1,62E+07
5	MC1	22/04/2012	-	-	-	-	-	680	1095	30,0	430	15,2	17,7	20,1	0,21	4,19	49000000	3,04E+07

*[Signature]*  
Dra. Carlos Játiva

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD  
PARAMETROS QUÍMICOS

*[Signature]*  
Dra. Carla Valarezo

ANALISTA 1 DE LABORATORIO  
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

*[Signature]*  
Egred: Verónica Pozo

TESISTA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES UTN  
PARAMETROS DE CAMPO



**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPA I.**

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD

Planta de Tratamiento de Caranqui Telf. : 2611-578 EXT-117 Oficina Central :2951670 -2957965

**ANALISIS DE AGUA RESIDUALES PARA TRATAMIENTO PARA AGUA DE RIEGO EN P1 Y P2**

Coordenadas:	P1	10042018	820150
	P2	10041829	820184

ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS																			
No	Muestra	Unidades	Fecha	Hora de toma de Muestra	Temperatura °C	pH	Conductividad Eléctrica us/cm	Sólidos Totales mg/l	DBO5 mg/l	DQO mg/l	Sólidos Sedimentables cm3/l	Sólidos Suspendidos mg/l	N-Amónico mg/l	P-Fosfatos mg/l	Fósforo Total mg/L	N-Nitritos mg/l	N-Nitratos mg/l	E. Coli ufc/100 ml	Coliformes Totales
1	M1P1		03/05/2012	12H00	22,1	7,14	432	219	255	365	4,0	240	7,22	9,1	12,7	0,12	4,02	812500000	4,33E+08
2	M1P2		03/05/2012	14H00	22,6	6,8	508	255	220	314	4,8	310	6,55	7,9	10,9	0,11	4,19	657500000	5,36E+08
3	M1P3		03/05/2012	17H00	19,9	6,89	475	237	280	378	5,0	260	10,14	12,4	14,5	0,14	3,98	157500000	5,00E+07
4	M2P1		03/05/2012	12H00	22	7,41	551	279	310	410	6,0	360	15,42	14,2	17,1	0,16	4,22	205000000	2,50E+05
5	M2P2		03/05/2012	14H00	21,6	6,95	940	472	280	395	5,2	296	13,27	11,1	13,3	0,14	4,16	392500000	7,55E+08
6	M2P3		03/05/2012	17H00	20,5	7,18	783	392	305	412	6,0	344	13,96	12,6	12,9	0,14	4,19	297500000	4,50E+07

*Carla Valarezo*  
Dra. Carla Valarezo

ANALISTA 1 DE LABORATORIO  
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

*Verónica Pozo*  
Egred. Verónica Pozo

TESISTA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES UTN  
PARAMETROS DE CAMPO

*Carlos Játiva*  
Dr. Carlos Játiva

QUÍMICO DE CONTROL DE CALIDAD  
PARAMETROS QUÍMICOS



**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMAPA I.**  
**UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD**

Planta de Tratamiento de Caranqui Telf. : 2611-578 EXT-117 Oficina Central :2951670 -2957965

**ANALISIS DE AGUA RESIDUALES PARA TRATAMIENTO PARA AGUA DE RIEGO EN P1 Y P2**

Coordenadas:	P1	10042018	820150
	P2	10041829	820184

ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS																		
No	Parámetros		HORA DE TOMA DE MUESTRA	Temperatura	pH	Conductividad Eléctrica	Sólidos Totales	DBO5	DQO	Sólidos Sedimentables	Sólidos Suspendidos	N-Amónico	P-Fosfatos	Fósforo Total	N-Nitritos	N-Nitratos	E. Coli	Coliformes Totales
	Unidades	Fecha																
1	M1P1	27/05/2012	9H30	21,3	7,41	361	180,6	240	359	2,0	182	8,26	16,5	19,4	0,12	4,2	40000000	1,00E+07
2	M1P2	27/05/2012	12H30	22	7,51	596	299	210	348	2,5	135	21,25	18	21,2	0,1	3,4	245000000	9,00E+07
3	M1P3	27/05/2012	16H30	21,4	6,97	399	201	210	385	1,5	175	15,58	14,8	14,9	0,22	3,5	112500000	3,25E+07
4	M2P1	27/05/2012	9H30	21,6	8,16	917	459	220	333	1,0	140	15,93	17,8	16,5	0,16	3,9	175000000	1,15E+08
5	M2P2	27/05/2012	12H30	22	7,71	1161	589	240	662	3,4	189	11,77	16,9	15,7	0,16	3,9	55000000	3,25E+07
6	M2P3	27/05/2012	16H30	21,7	6,8	649	525	299	999	4,0	155	5,26	17,2	16,8	0,24	4,3	420000000	4,50E+07

*Dr. Carlos Játiva*  
 Dra. Celia Valarezo

ANALISTA 1 DE LABORATORIO  
 PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

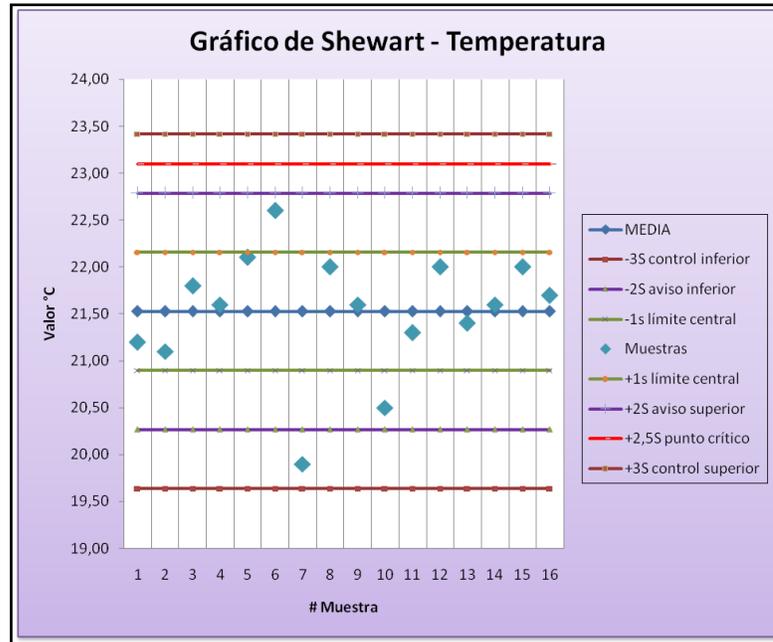
*Egred. Verónica Pozo*  
 Egred. Verónica Pozo

TESISTA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES UTN  
 PARAMETROS DE CAMPO

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD  
 PARAMETROS QUÍMICOS

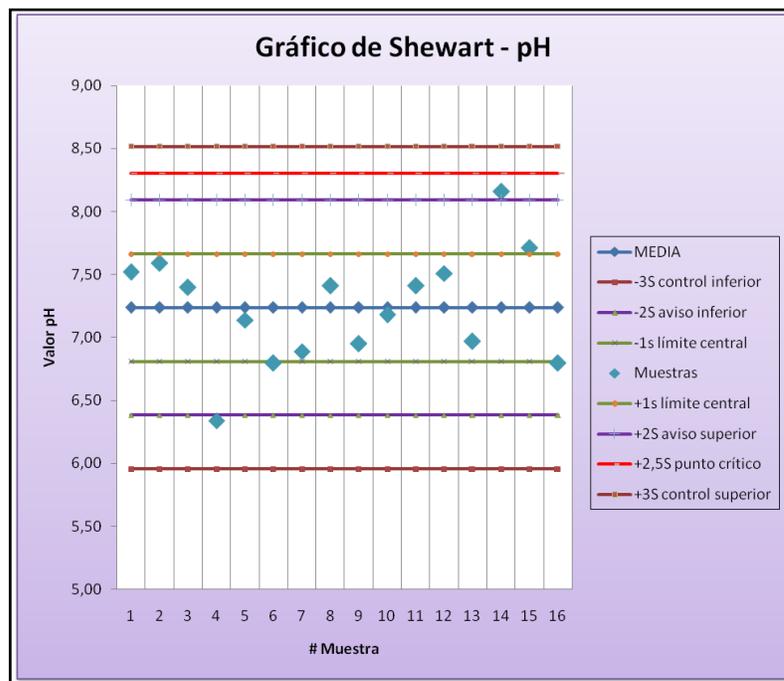
**ANEXO IV**  
**CÁLCULOS ESTADÍSTICOS**  
**GRÁFICOS DE CONTROL**  
**DE SHEWHART**

**Gráfico 29 Gráfico de control - Temperatura**



Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 30 Gráfico de control - pH**



Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 31 Gráfico de control - Conductividad eléctrica**



Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 32 Gráfico de control - Sólidos totales disueltos**



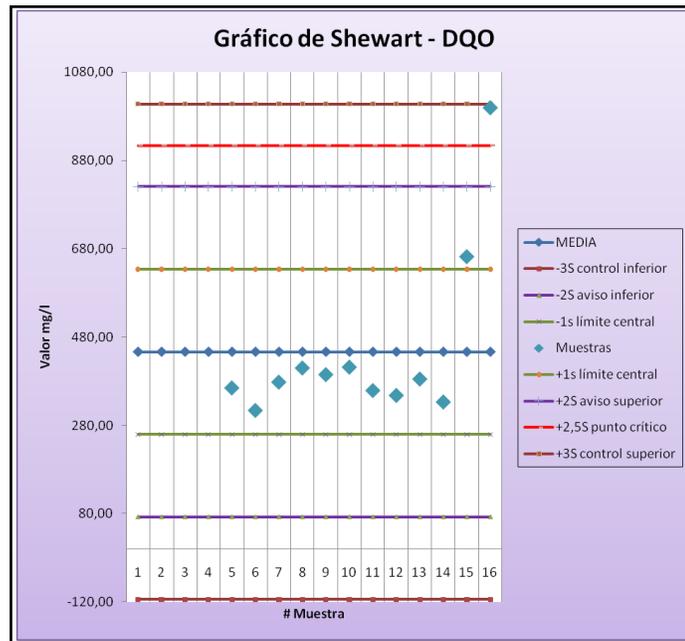
Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 33 Gráfico de control - Demanda Bioquímica de oxígeno**



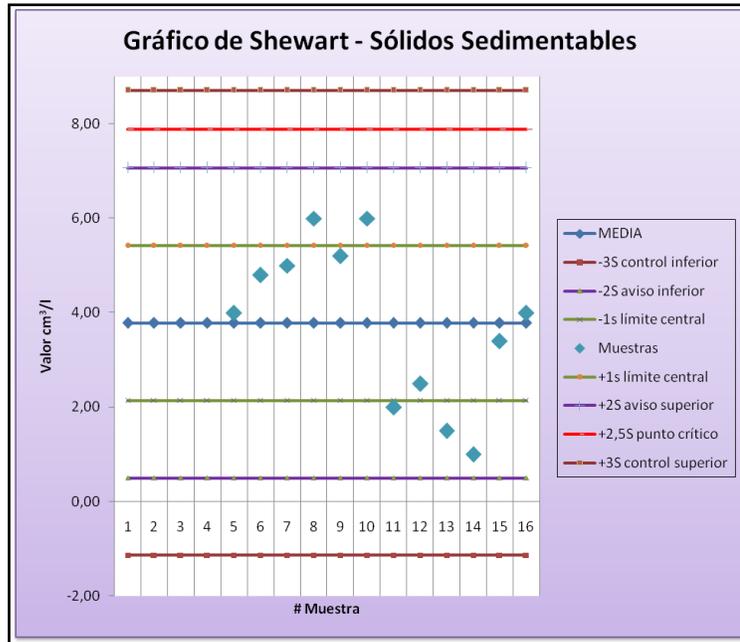
Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 34 Gráfico de control - Demanda Química de Oxígeno**



Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 35 Gráfico de control - Sólidos Sedimentables**



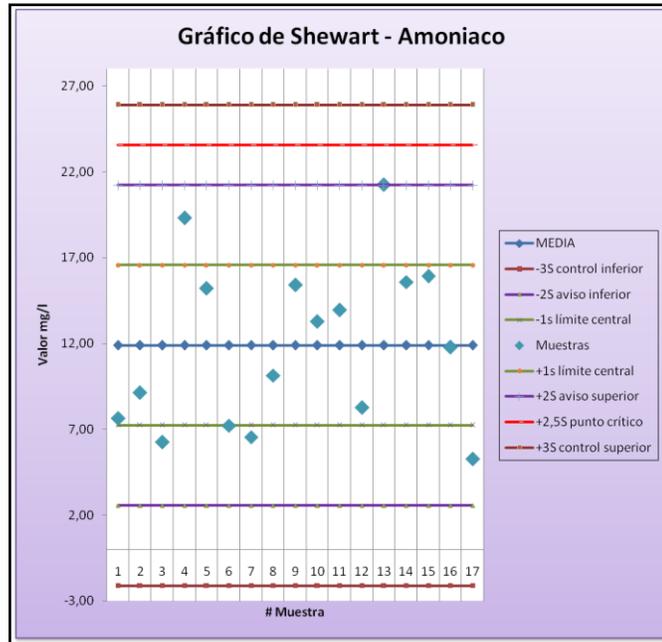
Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 36 Gráfico de control - Sólidos suspendidos**



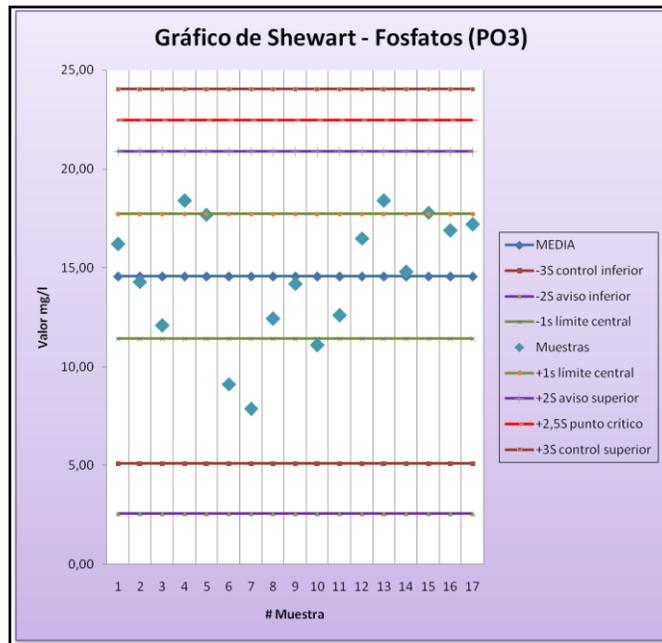
Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 37 Gráfico de control - Amoniaco**



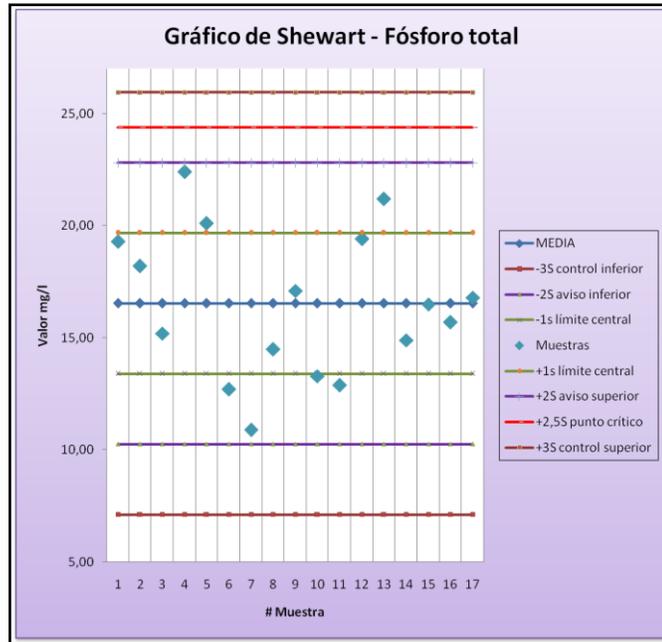
Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 38 Gráfico de control - Fosfatos**



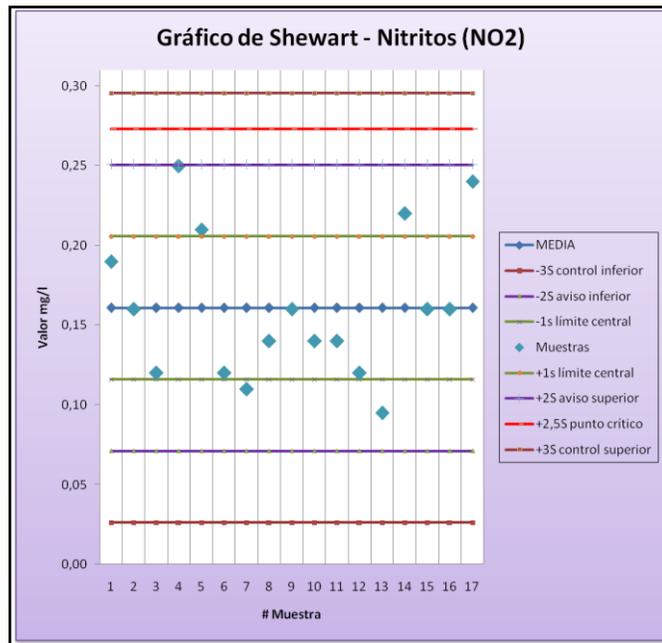
Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 39 Gráfico de control - Fósforo total**



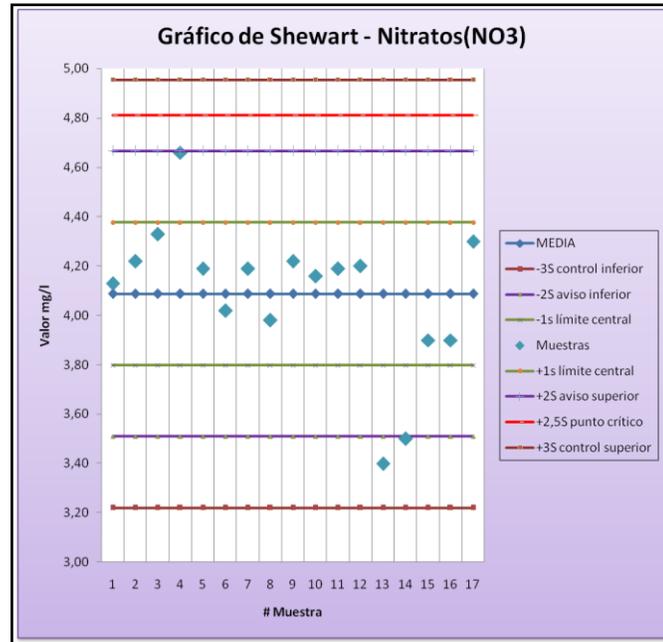
Elaborado por: La Autora, 2012.

**Gráfico 40 Gráfico de control - Nitritos**



Elaborado por: La Autora, 2012.

Gráfico 41 Gráfico de control - Nitratos



Elaborado por: La Autora, 2012.

**ANEXO V**  
**INFORME DE CONSUMO DE**  
**AGUA - ESTADIO**  
**OLÍMPICO DE IBARRA**



EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA



Ibarra 25 de noviembre del 2011

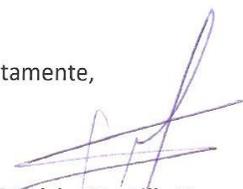
Oficio 906 Gerencia Sad 3097

**Ingeniero  
Jorge Granja  
DIRECTOR DE ESCUELA DE RNR**

De mi consideración:

Con un saludo, me permito remitir adjunto al presente el informe e histórico de facturación de las cuentas que mantiene por concepto de consumo de agua potable "El Estadio Olímpico Ciudad de Ibarra", correspondiente al año 2011, de acuerdo a lo solicitado mediante oficio 110-RNR de 16 noviembre del 2011.

Atentamente,

  
**Ing. Patricio Mantilla P.  
GERENTE GENERAL**

Adjunto histórico  
Volanda F.



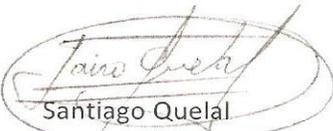
EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA



**PARA:** DIRECTOR DE COMERCIALIZACIÓN  
**DE:** ANALISTA DE FACTURACIÓN Y MICRO-MEDICIÓN  
**ASUNTO:** INFORME SAD 3097  
**FECHA:** 24 de noviembre de 2011

Por el presente me permito enviar el histórico de facturación de las cuentas del Estadio Olímpico Ciudad de Ibarra, de acuerdo al pedido que realiza la Universidad Técnica del Norte.

Atentamente:

  
Santiago Quelal

ANALISTA DE FACTURACIÓN Y MICRO-MEDICIÓN



## HISTORICO DE FACTURACION AÑO 2011 ESTADIO OLIMPICO CIUDAD DE IBARRA

Cuenta : 3801 Año : 2011

Mes	Año	Lectura Anterior	Lectura Actual	Cons, M3	Tarifa	Total Carta
Ene	2011	38812	40473	1661	OFI_CIUDDAD	2070,04
Feb	2011	40473	42234	1761	OFI_CIUDDAD	2194,67
Mar	2011	42234	43887	1653	OFI_CIUDDAD	2060,08
Abr	2011	43887	45296	1409	OFI_CIUDDAD	1755,98
May	2011	45296	47086	1790	OFI_CIUDDAD	2230,8
Jun	2011	47086	48658	1572	OFI_CIUDDAD	1959,11
Jul	2011	48658	51266	2608	OFI_CIUDDAD	3285,28
Ago	2011	51266	52907	1641	OFI_CIUDDAD	2045,12
Sep	2011	52907	53984	1077	OFI_CIUDDAD	1342,21
Oct	2011	53984	55763	1779	OFI_CIUDDAD	2217,1
Nov	2011	55763	56366	603	OFI_CIUDDAD	716,45
<b>PROMEDIO</b>				<b>1596</b>		<b>\$ 1.988,80</b>

Cuenta : 5880 Año : 2011

Mes	Año	Lectura Anterior	Lectura Actual	Cons, M3	Tarifa	Total Carta
Ene	2011	31683	32458	775	OFI_CIUDDAD	945,95
Feb	2011	32458	32735	277	OFI_CIUDDAD	275,1
Mar	2011	32735	33095	360	OFI_CIUDDAD	392,19
Abr	2011	33095	33455	360	OFI_CIUDDAD	392,19
May	2011	33455	33829	374	OFI_CIUDDAD	410,88
Jun	2011	33829	34217	388	OFI_CIUDDAD	429,56
Jul	2011	34217	34621	404	OFI_CIUDDAD	450,91
Ago	2011	34621	35043	422	OFI_CIUDDAD	474,92
Sep	2011	35043	35404	361	OFI_CIUDDAD	393,53
Oct	2011	35404	35789	385	OFI_CIUDDAD	425,55
Nov	2011	35789	36174	385	OFI_CIUDDAD	425,55
<b>PROMEDIO</b>				<b>408</b>		<b>\$ 456,03</b>

**ANEXO VI**  
**FIRMA CONVENIO ENTRE**  
**UTN Y EMAPA-I**

## **SE EJECUTARÁ EVALUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

*En convenio con la empresa pública municipal de agua potable y alcantarillado de Ibarra (Emapa - I), la Universidad Técnica del Norte ejecutará el proyecto "Evaluación de calidad de aguas residuales urbanas en el sector Coop. Imbabura" y la propuesta de tratamiento de estas descargas para uso en el estadio UTN, ubicado en el mismo sector, al norte de la capital imbabureña.*



Se espera utilizar las aguas residuales ya tratadas, para el regadío de plantas ornamentales y césped del estadio. La construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, se cumplirá en dos fases. En la primera, se realizan los estudios y diseños de la planta de tratamiento. Luego la construcción y puesta en marcha de la infraestructura.

Afianzando la relación interinstitucional, por medio de la cooperación técnica y el intercambio de información, las partes complementarán sus esfuerzos para programas que contribuyan al desarrollo conjunto sostenible de la población.

En el laboratorio de Emapa - I se harán los análisis físicos, químicos y microbiológicos. El grupo de investigadores de la UTN realizarán inspecciones de las redes existentes en la cooperativa de vivienda objeto del proyecto.

Las dos instituciones estiman culminar el proceso en doce meses. Se busca así disminuir el impacto ambiental y contribuir al ahorro del líquido vital, al reutilizar las aguas residuales en el riego del nuevo escenario deportivo.

El acuerdo entre la UTN y Emapa - I fue suscrito por el primer personero de la casa de estudios superiores y el Gerente General de la empresa pública, MBA. Patricio Aguirre, en el Salón del Honorable Consejo Universitario.

**ANEXO VII  
ENCUESTA APLICADA EN  
ÁREA DE INFLUENCIA DEL  
PROYECTO**

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA.”**

Estimado Sr/Sra. la presente encuesta tiene la finalidad de recopilar información que será utilizada para estudiar la ubicación de una planta de tratamiento Biológico de aguas residuales, por favor sírvase llenar la siguiente información de la forma más precisa.

1. ¿Cuántos integrantes conforman su familia?  
\_\_\_\_\_
2. ¿Cuál es la principal actividad económica de ingresos para su familia?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Cuál es el consumo promedio de agua potable por mes en su vivienda?  
\_\_\_\_\_
4. ¿Dispone usted de los principales servicios básicos como: sistema de alcantarillado, energía eléctrica y servicio de agua potable?  
\_\_\_\_\_
5. ¿Qué usos tiene el agua que consume en su vivienda?  
Uso para actividades domésticas \_\_  
Uso en regadío \_\_  
Uso comercial(especifique) \_\_\_\_\_
6. ¿Cuál es la frecuencia de la dotación de agua potable en su vivienda?  
Siempre se dispone de agua potable \_\_  
Falta el agua una vez por mes \_\_  
Falta el agua una vez por semana \_\_  
Otro (especifique) \_\_\_\_\_
7. ¿Aplica usted buenas prácticas ambientales en el uso del agua? ¿Cuáles son?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. ¿Existe algún sistema de riego (canal o acequia) en el lugar donde usted vive? ¿Cuál es el uso que le da al agua de riego?  
\_\_\_\_\_
9. ¿En el futuro ha pensado usted en instalar algún tipo de negocio que implique el consumo de agua?  
\_\_\_\_\_
10. ¿Conoce usted de algún establecimiento que actualmente consuma grandes volúmenes de agua potable para su funcionamiento?  
\_\_\_\_\_
11. ¿Qué tipo de detergentes utiliza usted en el lavado de ropa?  
\_\_\_\_\_
12. ¿Qué tipo de agentes desinfectantes utiliza usted en su hogar?  
\_\_\_\_\_

**Gracias por su colaboración.**

**ANEXO VIII**  
**LÍMITES PERMISIBLES DE**  
**DESCARGA A UN CUERPO**  
**DE AGUA DULCE**  
**(TULS-MA)**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	NO DETECTABLE
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		<sup>1</sup> Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20

<sup>1</sup> Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

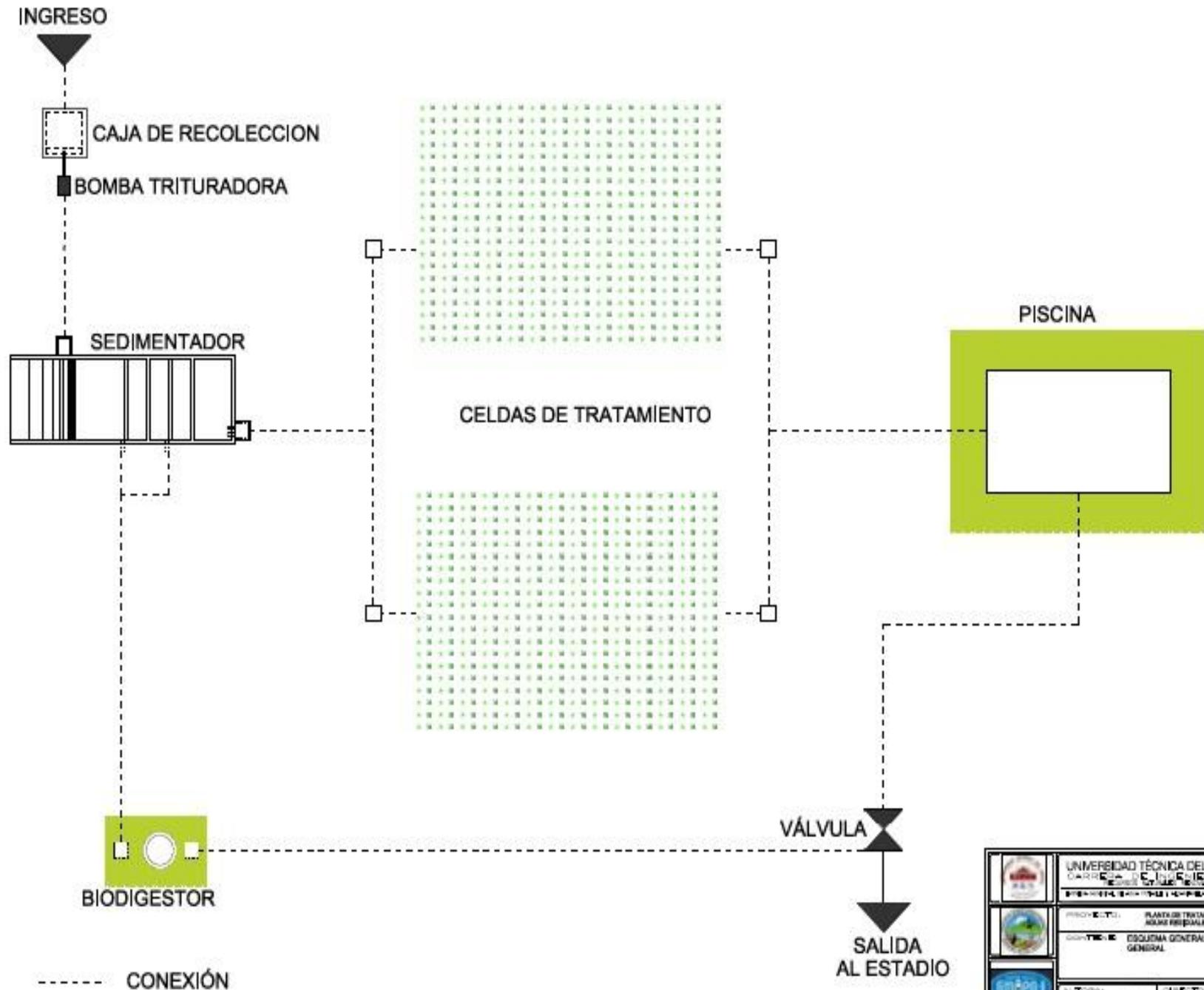
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	<b>Visibles</b>		<b>Ausencia</b>
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15

<b>PARÁMETROS</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	1000
Sulfitos	SO <sub>3</sub>	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5

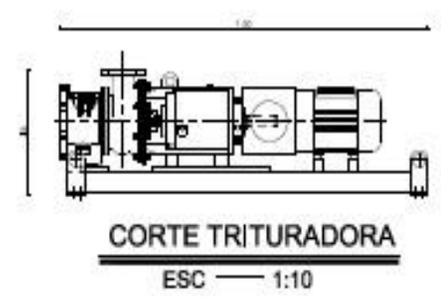
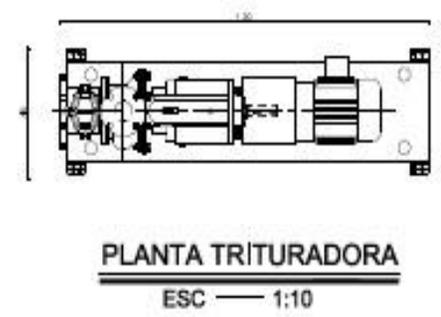
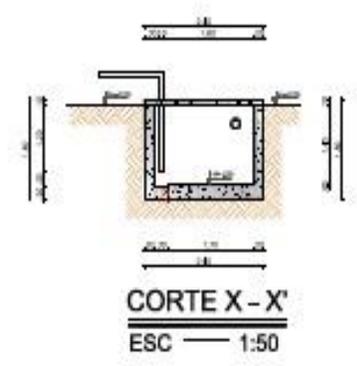
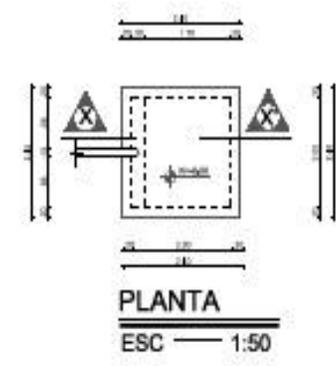
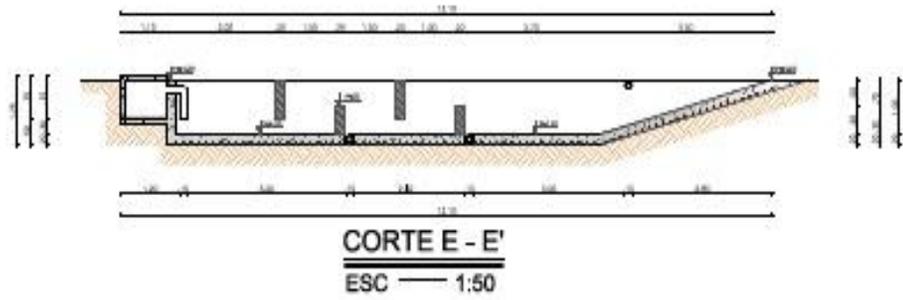
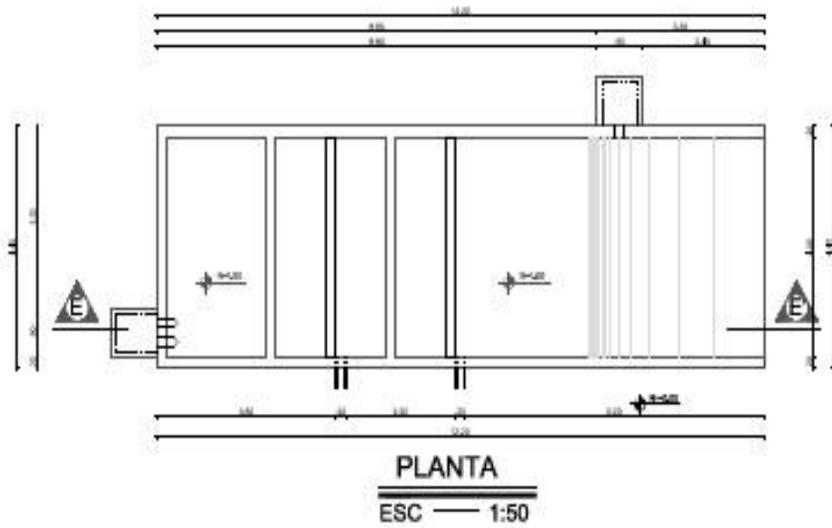
<b>PARÁMETROS</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

**ANEXO IX**  
**PLANOS PROPUESTA BASE**  
**DE PLANTA DE**  
**TRATAMIENTO**

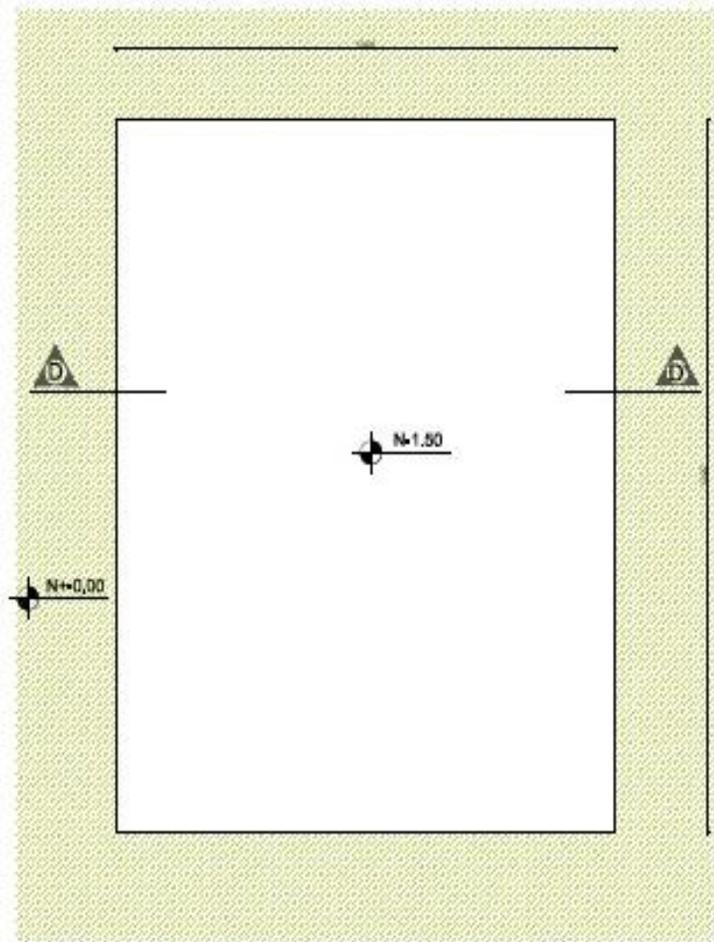
**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA”**



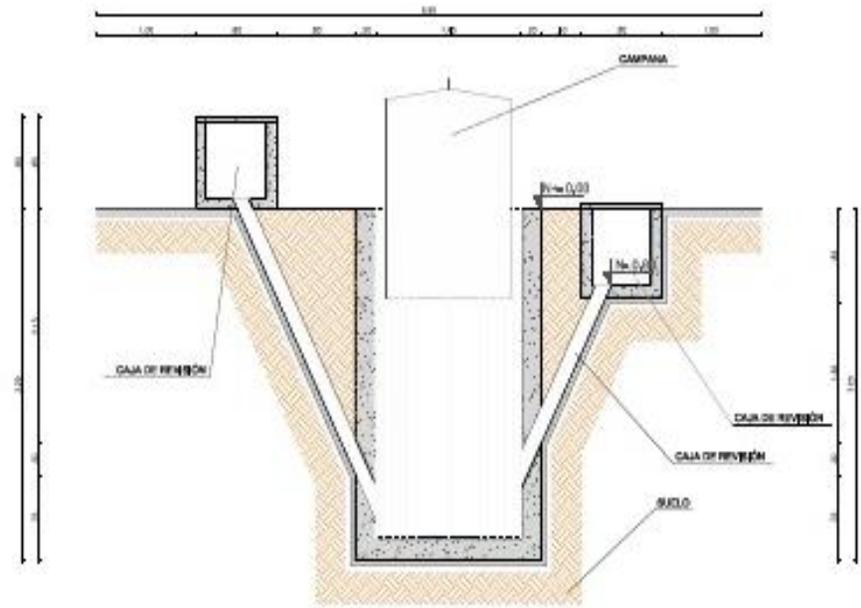
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE CARRERA DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS DE AGUAS Y SANEAMIENTO	ESCUELA: IBARRA
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ESTADIO UTN	FECHA: JULIO - 2012
	ESQUEMA GENERAL GENERAL	LÁMINA: 1/4
AUTORA: INGENIERA FLORENTINA	DEFINIDO POR: INGENIERO GABRIEL	



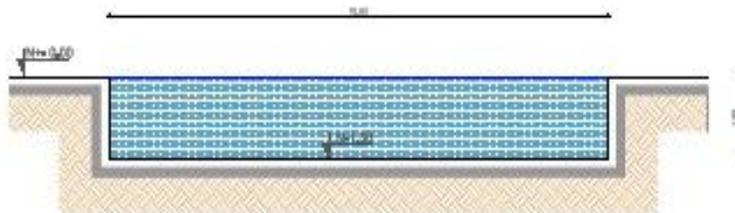
	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	INSTITUCIÓN: INGENIERÍA
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (TRAT) UN CORTINTE: BOMBENTONER BOMBA TRITURADORA	FECHA: JUNIO - 2019
	AUTORIA: INGENIERO ROBERTO A.	DISEÑO: INGENIERO JORGE B.
		LÁMINA: 2/4



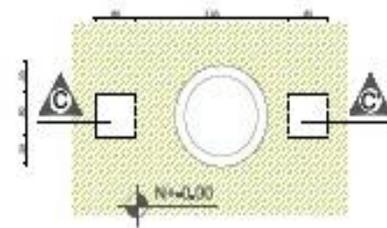
**PLANTA PISCINA**  
ESC 1:50



**CORTE BIODIGESTOR C - C'**  
ESC 1:25

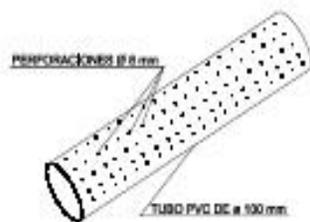
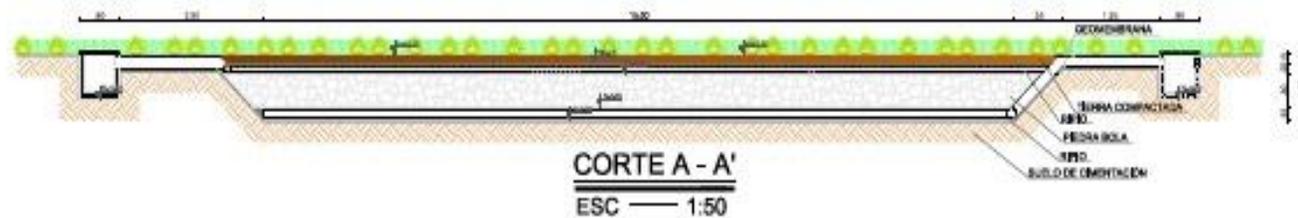
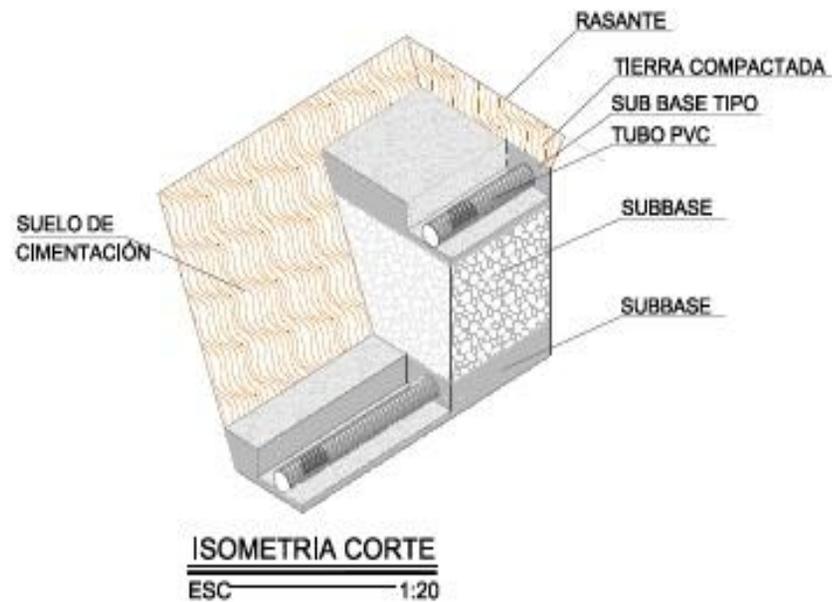
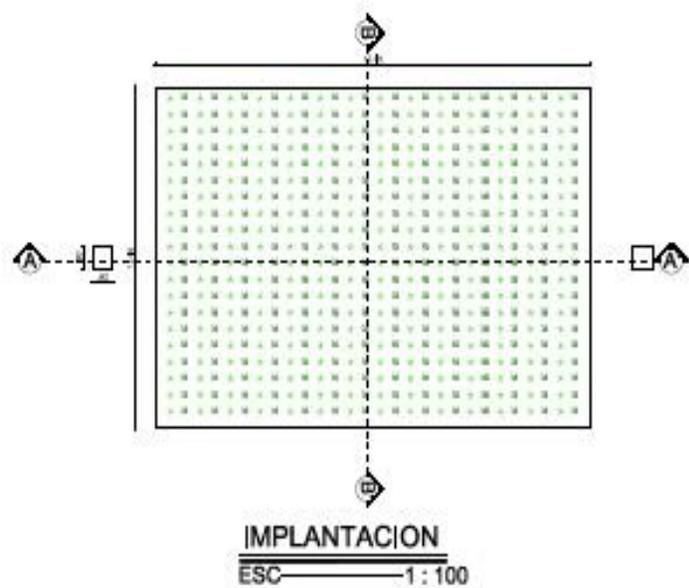


**CORTE D - D'**  
ESC 1:50

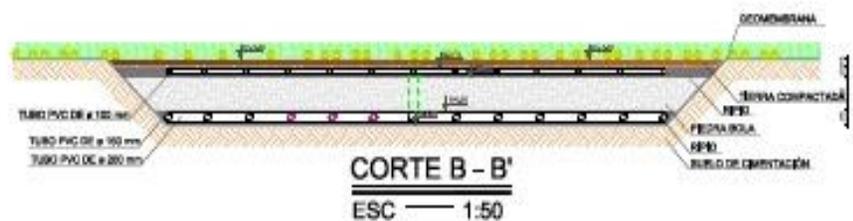


**PLANTA DEL BIODIGESTOR**  
ESC 1:50

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA DE AGUAS Y SANEAMIENTO	INGENIERÍA INGENIERÍA EN AGUAS Y SANEAMIENTO
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE FABRIL DE PAPEL Y CARTÓN COMPONENTE: BIODIGESTOR + PISCINA - PLANTA - CONTO	FECHA: JULIO - 2012
AUTORIA: INGENIERO PEDRO A.	DISEÑO: INGENIERO JORGE ORRALA	



**DETALLE DE TUBO PVC**  
ESC 1:5



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES	INICIA
	PROYECTO: PLANCHA DE TUBERÍAS DE AGUAS SANITARIAS EN ESTACIÓN UTA	FECHA: JULIO - 2019
	COORDINADOR: FANTANO BICO DISEÑO: [ ] CORTE: [ ] EJECUTIVO: [ ]	LÁMINA:
	AUTORA: VERÓNICA FLORES REVISOR: ENL JORGE SERRANO	4/4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA  
INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS  
RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE,  
CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA”**

Tesis previa a la obtención del Título de  
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables

AUTORA

Verónica Marisol Pozo Andrade

DIRECTOR

Ing. Jorge Granja

Ibarra – Ecuador

2012

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### ESCUELA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

1. **TEMA:** Estudio de factibilidad de dos sitios potenciales para la instalación de la Planta de Tratamiento Biológico de aguas residuales en el estadio de la Universidad Técnica del Norte, cantón Ibarra provincia Imbabura.

2. **AUTORA:** Verónica Marisol Pozo Andrade.

3. **DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO:** Ing. Jorge Granja R.

4. **COMITÉ LECTOR:**

Dr. Marcelo Dávalos

Dra. Lucía Yépez

Ing. Guillermo Beltrán

5. **AÑO:** 2012

6. **LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN**

Estadio de la Universidad Técnica del Norte, sector cooperativa Imbabura, parroquias urbanas de El Sagrario y Guayaquil de Alpachaca, Laboratorios de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I), cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

7. **BENEFICIARIOS**

Universidad Técnica del Norte, Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I), Sector cooperativa Imbabura, ciudadanía ibarreña.

## HOJA DE VIDA DE LA INVESTIGADORA



**Apellidos:** Pozo Andrade

**Nombres:** Verónica Marisol

**C. ciudadanía:** 040153563-8

**Teléfono celular:** 080989684

**Correo electrónico:** veronicapozo\_a@hotmail.com

**Dirección:** Imbabura-Ibarra-El Sagrario-Nicolás G Tobar 1-47

**Fecha Defensa de Tesis:** 04 de Julio de 2012

**Datos del sitio donde trabaja:** Dirección Provincial del Ambiente de Imbabura

# “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, CANTÓN IBARRA PROVINCIA IMBABURA”

## INTRODUCCIÓN

Para regadío del estadio de la Universidad Técnica del Norte se utiliza agua potable en grandes proporciones, con el inconveniente de carecer de elementos nutrientes para las plantas y alto costo; reduciéndose la disponibilidad para el consumo humano. Adicionalmente en el sector aledaño no existen canales de riego de los cuales se pueda obtener el agua para esta actividad.

Las aguas residuales del sector actualmente no son tratadas y son vertidas al río Tahuando directamente, convirtiéndose en un afluente contaminante a este cuerpo de agua.

La Universidad Técnica del Norte fomenta el desarrollo sustentable y promueve la implementación de una planta de tratamiento biológico de aguas residuales para aprovecharlas en el riego del estadio UTN y sus alrededores, para lo cual se incluye en la planificación los estudios de factibilidad del proyecto que serán las directrices para los diseños, la construcción y el posterior funcionamiento de la planta de tratamiento.

Ante el interés de reciclar las aguas residuales domésticas del sector mediante el tratamiento biológico de las mismas, es necesario establecer el sitio más adecuado para la ubicación de la Planta de Tratamiento ya que el estadio de la Universidad Técnica del Norte es un área de recreación y esparcimiento que por ende tendrá constantes visitas.

Este estudio presenta la caracterización y evaluación de las opciones que, se han establecido como potenciales para la construcción de la Planta de Tratamiento de aguas residuales, presentándose las ventajas y desventajas de las dos propuestas, sugiriendo la implementación de esta importante obra complementaria en el sitio óptimo para su funcionamiento.

## Objetivos

**General:** Establecer el sitio con las características óptimas para la instalación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a ser utilizadas en regadío de plantas ornamentales en el estadio de la Universidad Técnica del Norte.

### *Específicos*

- Realizar la caracterización biofísica del área de influencia de construcción del Estadio de la Universidad Técnica del Norte.
- Caracterizar el medio socio-económico del área de influencia indirecta del área de estudio.
- Evaluar la calidad físico-química de las aguas residuales en los efluentes que puedan aportar caudales de agua a la Planta de Tratamiento.
- Proponer la ubicación para la construcción de la Planta de Tratamiento en el Estadio de la Universidad Técnica del Norte.

## PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿El sitio seleccionado para la ubicación de la planta de tratamiento cumple con los requisitos biofísicos, socio-económicos y de calidad de agua para su posterior funcionamiento?
- ¿La propuesta seleccionada para dotar de agua a tratarse permitirá establecer el abastecimiento futuro de aguas tratadas para el regadío del estadio de la Universidad Técnica del Norte?

## METODOLOGÍA

### **Ubicación**

El área de estudio se localiza en la parroquia urbana de El Sagrario, en los predios de la Universidad Técnica del Norte ocupando un área de 83061 m<sup>2</sup>. El acceso corresponde a las

calles urbanas 13 de Abril y Morona Santiago, siendo el ingreso principal la entrada al canal de la ciudad de Ibarra, con un tiempo de llegada aproximado de 10 minutos.

#### **Análisis de componente biofísico**

La caracterización ambiental se realizó en base a la descripción de los siguientes componentes: relieve, geología, tipos de pendientes, tipo de suelos, uso urbano del suelo, aspectos relativos al clima, zona de vida, flora y fauna.

#### **Diagnóstico actual de la calidad del agua**

Se realizó mediante la aplicación de análisis físico-químico y microbiológico de las aguas residuales. Los resultados fueron determinados en el laboratorio de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I); además se realizó medición de caudales in-situ.

Los parámetros analizados fueron: Temperatura, Conductividad, Sólidos totales disueltos, Sólidos suspendidos, Sólidos sedimentables, pH, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Fosfatos, Fósforo total, Demanda Bioquímica de Oxígeno 5, Demanda Química de Oxígeno, Coliformes totales, Coliformes fecales.

#### **Caracterización Socio-Económica**

Se generó información sobre población, actividades económicas y servicios básicos, mediante la aplicación de encuestas dirigidas a los pobladores del área de influencia del proyecto.

#### **Definición y sugerencia de propuesta**

Luego de tratar y tabular los datos biofísicos, datos obtenidos en campo, resultados de análisis de suelo y agua, medición de caudales y demás parámetros de importancia se definieron las características de las dos propuestas, y sobre el criterio técnico del equipo se determinó la propuesta más factible para la instalación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

#### **Análisis estadístico**

Se empleó la prueba estadística de t de Student para observaciones pareadas o grupos

dependientes y se realizaron gráficos de control de Shewhart.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Propuesta 1- Características biofísicas, de calidad de agua y socio-económicas**

En base a las características biofísicas, hídricas e hidrológicas; el sitio identificado para la propuesta 1 presenta condiciones favorables para diseñar la planta de tratamiento a nivel de pre-factibilidad y factibilidad. Entre las características más importantes se mencionan las siguientes: la pendiente es ligeramente ondulada, el suelo contiene material derivado de cenizas volcánicas del Imbabura, en términos microclimáticos la dirección del viento predominante es sur-oeste.

El sitio donde se plantea la construcción de la Planta de tratamiento de la propuesta 1, tiene mayor accesibilidad en comparación con el sitio planteado para la construcción de la planta en la propuesta 2, en relación al transporte de materiales y eliminación de escombros para la construcción.

La calidad del agua evaluada según los análisis de laboratorio presenta menor nivel de contaminación al ser comparada con la calidad del agua de la propuesta 2; únicamente en los análisis microbiológicos esta propuesta alcanza niveles de contaminación más altos con un mayor número de coliformes fecales y no fecales, esto puede ser el resultado del menor volumen de agua residual generado por la población del área de influencia, ya que en esta propuesta existen 25 viviendas aportantes, de las cuales se obtiene un volumen diario promedio de 15,48 m<sup>3</sup> de agua residual.

Para aplicar el agua de riego al césped de la cancha no se requieren sistemas de bombeo, ya que por las condiciones topográficas el agua se conduce por gravedad desde el sitio de captación hacia la planta de tratamiento y desde la planta de tratamiento hacia la cancha.

### **Propuesta 2 - Características biofísicas, de calidad de agua y socio-económicas**

Considerando las características biofísicas, hídricas e hidrológicas; el sitio identificado

para la propuesta 2 presenta condiciones menos favorables para diseñar la planta de tratamiento a nivel de pre-factibilidad y factibilidad. Las características relevantes de esta propuesta son: la pendiente es ondulada, el suelo contiene material derivado de cenizas volcánicas del Imbabura, en términos microclimáticos la dirección del viento predominante es sur-oeste-oeste.

El sitio donde se planea la construcción de la Planta de tratamiento de la propuesta 2, posee menor accesibilidad en comparación con el sitio planteado para la construcción de la planta en la propuesta 1, en relación al transporte de materiales y eliminación de escombros para la construcción.

La calidad del agua evaluada según los análisis de laboratorio presentan mayores niveles de contaminación al ser comparada con la calidad del agua de la propuesta 1; todos los parámetros físico-químicos analizados alcanzan niveles de contaminación más altos, sin embargo de acuerdo a Gutiérrez (1996), los datos promedios obtenidos para esta propuesta se encuentran en la clasificación media dentro de la composición típica de aguas residuales domésticas.

En el área de aportación para esta propuesta se contabilizaron 60 viviendas durante el trabajo de campo y, el volumen diario promedio de aguas residuales es de 37,14 m<sup>3</sup>.

Durante la aplicación del agua de riego al césped de la cancha, el agua se conducirá por gravedad desde el sitio de captación hacia la planta de tratamiento, mientras que en la conducción del agua desde la planta de tratamiento hacia la cancha se requieren sistemas de bombeo por las condiciones topográficas y desniveles del terreno.

#### **Evaluación de variables por propuesta**

Luego de evaluadas cada una de las variables de acuerdo a los objetivos planteados, se ponderó con valor de 1 a la condición factible y 0 a la condición desfavorable; una vez sumados los resultados la propuesta 1 obtuvo un puntaje de 19 puntos y la propuesta 2 un puntaje de 27 puntos.

#### **Propuesta recomendada**

Luego del análisis de las condiciones favorables y desfavorables que presenta cada una de las propuestas, se determinó que la propuesta 2 posee las mejores características biofísicas para la implementación de la Planta de tratamiento de aguas residuales con fines de riego del césped de la cancha. Las ventajas que se evidencian son: mayor disponibilidad de caudal de agua, calidad del agua calificada como media, fácil acceso vehicular, desniveles del terreno poco pronunciado, dirección del viento que no afecta al campo de juego; estéticamente la ubicación de la Planta de Tratamiento no tiene impactos visuales significativos.

#### **Tratamiento recomendado**

La Planta de Tratamiento deberá ser diseñada para tratar caudales de acuerdo al requerimiento de riego del área de césped para garantizar el crecimiento continuo del área verde.

En base a consideraciones técnicas se ha determinado los procesos que deben funcionar en la Planta de tratamiento, siendo los siguientes:

1. Tratamiento primario: Las aguas residuales ingresan al tratamiento primario que consistirá en un sedimentador acompañado de una rejilla para detener el paso de los sólidos suspendidos. Previo a esto se ubicará una bomba trituradora con la finalidad de homogenizar las aguas que ingresan al tratamiento.

2. El agua pasa a un pantano seco artificial de flujo subsuperficial, constituido por dos celdas, donde con la ayuda de plantas acuáticas emergentes se depurará el agua disminuyendo la cantidad de contaminantes. Las especies propuestas a emplearse en el tratamiento son el sigse (*Cortderia nítida*), además de junquillo (*Juncus acutus*).

3. Los lodos provenientes del tratamiento primario (tanque sedimentador) pasarán al biodigestor donde se procesarán para producir biol que posteriormente será utilizado como

fertilizante de las plantas ornamentales y césped del estadio.

4. Las aguas provenientes del pantano seco una vez depuradas se almacenarán en un reservorio que además de mantener el agua, ayudará con la oxigenación y mejorará la estética del lugar, o el agua se podrá almacenar en las cisternas existentes.

5. Para el regadío, mediante una válvula se dispensará el material nutriente del biodigestor que se incorporará al agua, para aplicar esta mezcla al césped y plantas ornamentales.

6. El agua será utilizada en regadío del césped del estadio y plantas ornamentales, de acuerdo a las necesidades de agua establecidas.

## CONCLUSIONES

- Las condiciones biofísicas del área de estudio presentan ventajas para la implementación de la Planta de Tratamiento de aguas residuales, por ejemplo las condiciones topográficas, accesibilidad, caudal de agua, desniveles del terreno, dirección del viento.
- El entorno socio-económico del área de influencia del proyecto impulsa las iniciativas institucionales y ambientales de la Universidad Técnica del Norte, para la implementación de la Planta de Tratamiento, ya que al momento las actividades cotidianas de la población no generan niveles elevados de contaminación.
- De acuerdo al análisis realizado se determina que los niveles de contaminación actual del agua corresponden a un rango medio de contaminación, por lo que el tratamiento deberá contemplar medidas para depurar el agua en estas condiciones.
- La propuesta idónea, luego del análisis técnico de parámetros biofísicos, socio-económicos y de calidad del agua corresponde a la propuesta 2, ya que se obtendrán beneficios económicos,

paisajísticos, académicos y ambientales para la población de la ciudad de Ibarra y Comunidad Universitaria.

- Existe el apoyo y compromiso interinstitucional entre la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Ibarra (EMAPA-I) y la Universidad Técnica del Norte, para proceder con las acciones legales, técnicas e institucionales en la implementación de la Planta de Tratamiento del Estadio de la Universidad Técnica del Norte.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda considerar las características biofísicas de la propuesta 2 para los diseños definitivos de la construcción e implementación de la Planta de Tratamiento.
- Se sugiere considerar la participación activa de la población del área de influencia del proyecto, en actividades que las instituciones involucradas realicen durante el proceso de cooperación interinstitucional.
- En el estudio se realizaron análisis básicos de calidad de agua, se recomienda que en concordancia a la normativa ambiental vigente en lo posterior se realice una investigación de posible existencia de metales pesados con la finalidad de precautelar su bioacumulación a largo plazo en la cadena trófica.
- Debido a que los caudales de las propuestas 1 y 2 individualmente no satisfacen en su totalidad los requerimientos de agua de riego del estadio, se propone unificar los caudales de las dos propuestas para disponer de un volumen de agua suficiente para cubrir las necesidades actuales.
- Se sugiere considerar en los planos de implantación general del estadio el espacio requerido para implementar la Planta de Tratamiento.

- Se recomienda dar continuidad a la gestión realizada a través del CUICYT y la EMAPA-I, para ejecutar el proyecto y culminarlo con la construcción y funcionamiento del mismo.

## RESUMEN

El estudio de factibilidad de dos sitios potenciales para implementar la Planta de tratamiento de aguas residuales del estadio de la Universidad Técnica del Norte, tiene su origen en la necesidad de precautelar los recursos naturales, enmarcados en el cumplimiento de la misión y visión institucional, así como la cooperación interinstitucional.

La factibilidad muestra las directrices y la disponibilidad de recursos para cumplir las metas propuestas, esta investigación es el primer paso e indispensable para implementar una Planta de Tratamiento biológica de aguas residuales, sin que se afecte el medio perceptual del estadio de la Universidad Técnica del Norte.

De acuerdo a los objetivos planteados se caracterizó el medio biofísico, en el cual se determinan condiciones adecuadas para el uso del suelo, parámetros microclimáticos, no existe afectación significativa al entorno biótico puesto que es un área semi-urbana en la cual existe alteración antrópica.

En relación a la Calidad físico-química y microbiológica del agua, los análisis realizados en concordancia con la normativa ambiental (TULS-MA) muestran niveles medios de contaminación del agua, lo cual facilitará el proceso de depuración en el tratamiento.

El estudio del medio socio-económico en el área de influencia del proyecto revela resultados favorables para la propuesta, pues el sector está en proceso de urbanización continua a nivel residencial y no existen puntos industriales o de alta contaminación de acuerdo a los datos registrados, además el caudal producido aumentará paulatinamente en función del aumento de los pobladores.

La propuesta muestra características favorables y factibilidad por lo cual se sugiere implementar la planta de tratamiento allí, ya que las aguas residuales a emplearse tienen un mediano nivel de contaminación, existen condiciones topográficas favorables, espacio necesario, condiciones visuales adecuadas y un caudal mayor disponible.

Es necesario considerar la sugerencia de unificar los caudales de las dos propuestas para cubrir en su totalidad el requerimiento actual de agua de riego del estadio y, considerar el espacio disponible de la propuesta 2 para ubicar allí la planta de tratamiento de aguas residuales.

## SUMMARY

The feasibility study of two potential sites to implement the treatment plant wastewater in the Stadium of "Universidad Técnica del Norte", comes from the need to safeguarding natural resources, in compliance with the institutional mission and vision and interinstitutional cooperation too.

The feasibility indicates guidelines and the availability of resources to complete the proposal goals, this research is the first and indispensable step to implement a biological treatment plant wastewater, without affecting the perceptual middle of the "Universidad Técnica del Norte".

According to the established objectives characterized the biophysical environment, in which determine adequate conditions for land use, microclimate parameters, don't exist significant affectation to the biotic environment so it is a semi-urban area in which there is human alteration.

In relation to the physico-chemical and microbiological quality of water, analyzes performed in accordance with environmental regulations (TULS-MA) show average levels of water pollution, which will facilitate the debugging process in treatment.

The study of the socio-economic development in the area of influence of the project shows positive results for the proposal, so the sector is undergoing continuous development for residential and no industrial points of high pollution according to the recorded data, as well gradually increase the flow occurred due to the increase of the population.

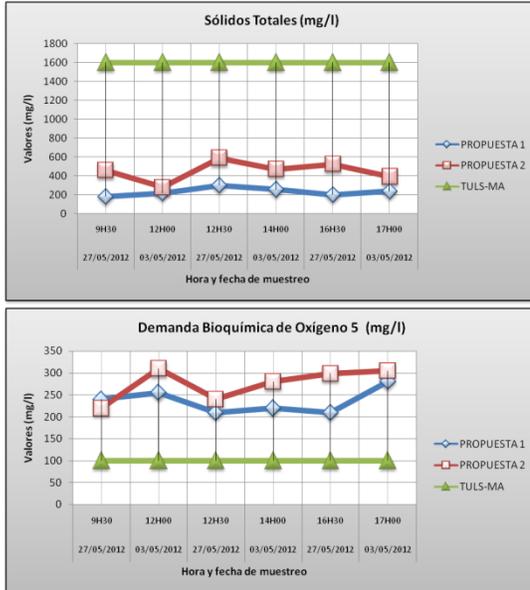
The proposal 2 shows favorable characteristics and feasibility of which is suggested to implement the biological treatment plant in this site, so the wastewater to be used have a medium level of contamination, exist favorable topographical conditions, requirement space , appropriate visual conditions and a higher flow rate available.

It is necessary to consider the suggestion to add flows of the two proposals to cover the full current requirement of irrigation water on the stage and consider the available space of the proposal 2 to locate the treatment plant of wastewater.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

1. BARRERA, A. (2000). Tratamiento de Aguas Residuales. Cuenca, Ecuador: CAMAREN.
2. CHAVEZ, P; YANDÚN, R. (2004). Plan de rehabilitación de la vertiente de Araque y diseño de una planta de tratamiento natural de aguas residuales domésticas. Tesis Ingeniería Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
3. CORAL, Y. (2002). Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas mediante el Cultivo de Lenteja de Agua (Lemna sp) en la Cuenca del Lago San Pablo. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
4. CRITES, W. y TCHOBANOGLIOUS, G. (2000). Sistemas de Manejo de Aguas Residuales para Núcleos Pequeños y Descentralizados. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S. A.
5. DÁVALOS, M. (2010). Manual de análisis de aguas. Quito, Ecuador.
6. GUTIÉRREZ, J. (1996). Generalidades sobre la Reutilización de las Aguas Residuales Domésticas. La Habana, Cuba: Centro Nacional del Hidrología y Calidad de Las Aguas (CENHICA) INRH.
7. INSTITUTO CINARA. (2005). Guía de selección de Tecnología para tratamiento de aguas residuales domésticas por métodos naturales. Colombia. Universidad del Valle.
8. LEÓN M, LUCERO A. (2009). Estudio de Eichhornia crassipes, Lemna gibba y Azolla filiculoides en el tratamiento biológico de aguas residuales domésticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del Cantón Cotacachi. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
9. MENA, M. (2004). Diagnóstico de las Aguas Residuales y Prediseño de una Planta de Tratamiento Biológico para la Parroquia de Gonzáles Suárez, Cantón Otavalo. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

### Gráficos estadísticos comparativos TULS-MA



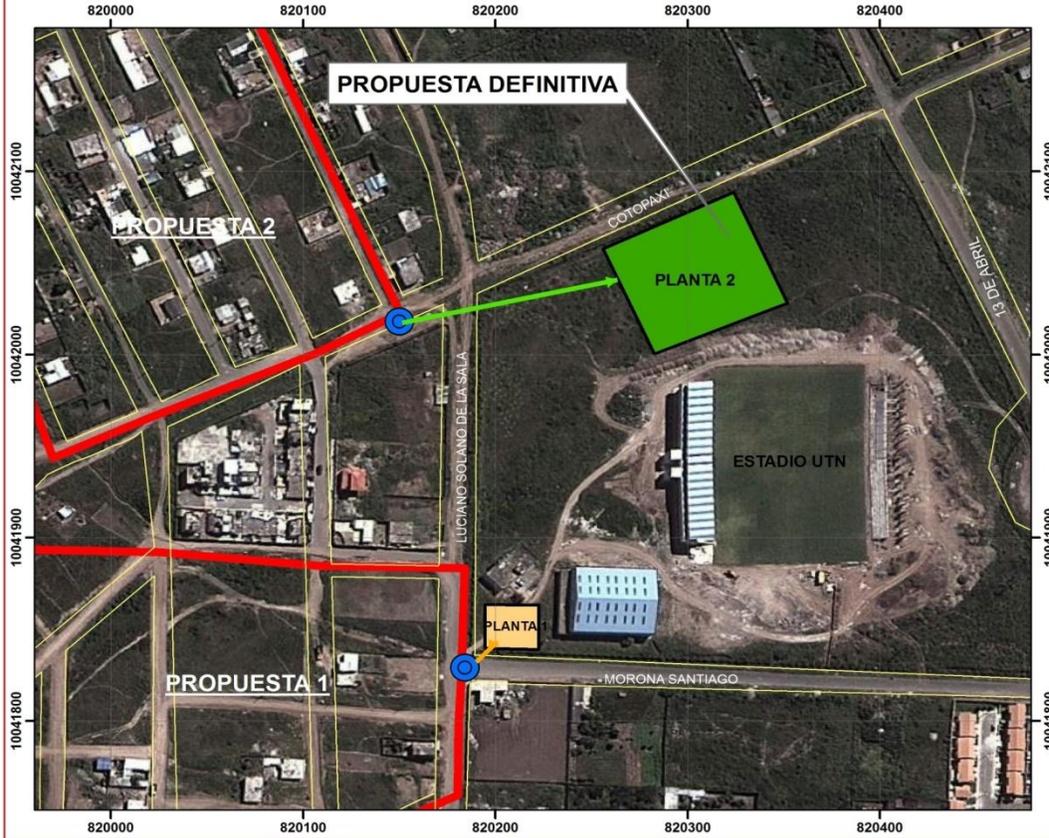
### Gráficos de control de Shewart



### Cálculos de control de Shewart

GRÁFICO CONTROL DE SHEWHART	DENOMINACIÓN SHEWHART	PARÁMETRO	TEMPERATURA	pH	Conductividad Eléctrica	Sólidos Totales	DBO5	DQO	Sólidos Sedimentables	Sólidos Suspendidos	N-Amónico	P-Fosfatos	Fósforo Total	N-Nitritos	N-Nitratos
		$\bar{X} \pm S$	0,63	0,43	233,16	124,90	36,12	187,03	1,64	77,11	4,67	3,16	3,14	0,04	0,29
	CONTROL SUPERIOR	+3S	23,42	8,52	1380,73	732,16	364,10	1007,7	8,71	463,50	25,89	24,04	25,95	0,30	4,96
	PUNTO CRÍTICO	+2,5S	23,10	8,30	1264,15	669,71	346,05	914,25	7,89	424,95	23,55	22,46	24,38	0,27	4,81
	AVISO SUPERIOR	+2S	22,79	8,09	1147,57	607,27	327,99	820,74	7,07	386,39	21,22	20,88	22,81	0,25	4,67
	DISPERSIO N NORMAL	+1S	22,16	7,66	914,41	482,37	291,87	633,70	5,43	309,28	16,56	17,73	19,67	0,21	4,38
	MEDIA	X	21,53	7,24	681,25	357,48	255,75	446,67	3,78	232,17	11,89	14,57	16,54	0,16	4,09
	DISPERSIO N NORMAL	-1S	20,90	6,81	448,09	232,58	219,63	259,63	2,14	155,05	7,22	11,41	13,40	0,12	3,80
	AVISO INFERIOR	-2S	20,27	6,38	214,93	107,68	183,51	72,60	0,50	77,94	2,56	8,25	10,26	0,07	3,51
	CONTROL INFERIOR	-3S	19,64	5,96	-18,23	-17,21	147,40	-114,44	-1,14	0,83	-2,11	5,09	7,12	0,03	3,22

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOS SITIOS POTENCIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**



**SIMBOLOGÍA**

- CAJAS DE REVISION
- CALLES
- AREA DE INFLUENCIA**
- PROPUESTA 1: 6,87 HA
- PROPUESTA 2: 4,22 HA
- PROPUESTAS DE TRATAMIENTO**
- PLANTA 1
- PLANTA 2

**ESCALA: 1: 2.500**

PROYECCIÓN:  
Universal Transversal de Mercator

DATUM: WGS1984

0 15 30 60 METROS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO DE IBARRA

**MAPA PROPUESTA DEFINITIVA**

<b>AUTORA:</b> VERÓNICA MARISOL POZO ANDRADE	<b>DIRECTOR:</b> ING. JORGE GRANJA
<b>FUENTE:</b> GAD IBARRA, 2012 ELABORACIÓN PROPIA, 2012 TRABAJO DE CAMPO, 2012	<b>FECHA:</b> 2012-05-28 <b>LÁMINA:</b> 10 / 10

.....  
Ing. Jorge Granja  
**DIRECTOR DE TESIS**