



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSTGRADO**  
**MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE**

Tesis previa la obtención del  
Grado Académico de Magíster  
en Desarrollo y Medio  
Ambiente.

**TEMA**

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y SU  
INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LA  
PARROQUIA MORASPUNGO DEL CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE  
COTOPAXI. AÑO 2015. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL  
SISTEMA SANITARIO.**

**AUTORA:**

**Ing. Katherine Suárez Ayoví**

**DIRECTOR:**

**Ing. José Elías Cuásquer Fuel M.Sc.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2015**





**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE POSTGRADO**  
**MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE**

Tesis previa la obtención del  
Grado Académico de Magíster  
en Desarrollo y Medio  
Ambiente.

**TEMA**

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y SU  
INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LA  
PARROQUIA MORASPUNGO DEL CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE  
COTOPAXI. AÑO 2015. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL  
SISTEMA SANITARIO.**

**AUTORA:**

**Ing. Katherine Suárez Ayoví**

**DIRECTOR:**

**Ing. José Elías Cuásquer Fuel M.Sc.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2015**

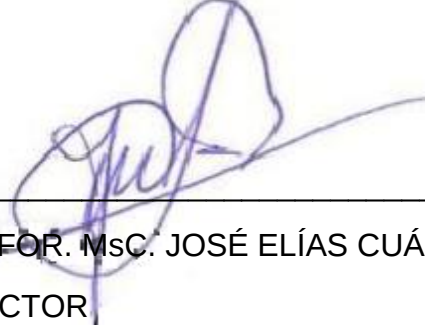
## CERTIFICACIÓN

Ing. Elías Cuásquer Fuel M.Sc, en calidad de Director de Tesis, previa la obtención del grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente.

CERTIFICA:

El suscrito certifica que la Tesis para la obtención del Grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente, titulado **“SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LA PARROQUIA MORASPUNGO DEL CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI. AÑO 2015. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SANITARIO.”**, de la autoría de la Ing. Katherine Suárez Ayoví, ha sido revisada en todos sus componentes, por lo que se autoriza su presentación formal ante el Tribunal respectivo.

Quevedo, Enero del 2016



---

ING. FOR. MSc. JOSÉ ELÍAS CUÁSQUER FUEL  
DIRECTOR

## **AUTORÍA**

La Investigación, Resultados, Discusiones, Conclusiones y Recomendaciones presentadas en la Tesis “SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LA PARROQUIA MORASPUNGO DEL CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI. AÑO 2015. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SANITARIO.” para la obtención de la Titulación en la Maestría Desarrollo y Medio Ambiente, son de exclusiva responsabilidad de la Autora.



---

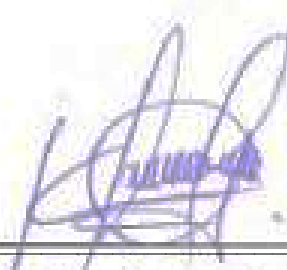
Ing. Katherine Suárez Ayoví

## DEDICATORIA

El producto de esta investigación está dedicado a mis **PADRES VERÓNICA Y JOSÉ**, seres tan maravillosos llenos de sabiduría y honestidad quienes con su apoyo constante e incondicional, supieron brindarme la plenitud de su cariño y comprensión para alcanzar este gran objetivo en mi vida.

A mis hermosos hijos **ARLETTE Y OSKAR**, la inspiración y fortaleza que al trasmitirme su alegría, amor y paciencia, fueron un aliciente día a día para efectuar la investigación.

A mi esposo **OSCAR**, que con su fuerza emocional, tolerancia y perseverancia, impulsó cada una de las metas propuestas en esta exploración.



---

Ing. Katherine Suárez Ayoví

## AGRADECIMIENTOS

De manera especial a **DIOS** gracias ser supremo y todopoderoso, por ofrecerme el ímpetu necesario y hacer posible el cumplimiento de esta importante logro.

A la **UNIDAD DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**, docentes de los diferentes Módulos y personal Administrativo por su dedicación y entereza durante el desarrollo de la maestría de Desarrollo y Medio Ambiente.

Un meritorio agradecimiento al **GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE PANGUA**, por la predisposición y contribución al desarrollo de la investigación.

Un extensivo agradecimiento al **ING. ELÍAS CUÁSQUER FUEL M.SC.** por su desempeño y dedicación en el trabajo tutorial efectuado durante el proceso y desarrollo de la exploración.

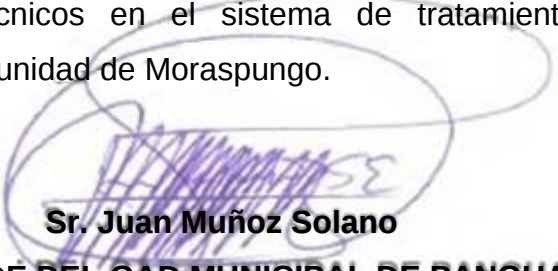
Un agradecimiento a mis compañeros de maestría por compartir sus experiencias profesionales durante el desarrollo de los módulos y sus buenos deseos de superación para la Autora.

A cada una de las personas que de manera directa e indirecta contribuyeron con el desarrollo de la presente investigación.

## PRÓLOGO

La presente investigación titulada **“SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LA PARROQUIA MORASPUNGO DEL CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI. AÑO 2015. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SANITARIO.”**, se constituye en una meritoria contribución a la comunidad debido a que permite en primer lugar conocer la percepción ciudadana, además de la metodología para una optimización del presente sistema sanitario, que posibilita mejorar la calidad de los efluentes para poder ser reincorporado al ecosistema bajo valores permisibles, los cuales determinaron que es necesario optimizar el proceso de tratamiento. Este instrumento científico representa un arduo trabajo de investigación, se aprecia un aporte al conocimiento científico teórico el cual podría ser utilizado para solucionar este problema aplicando un plan de optimización.

Su estudio contribuye porque prevalezcan los derechos de la naturaleza, promoviendo la sostenibilidad de un ambiente sanitariamente saludable y acorde con los principios y a los objetivos del Buen Vivir y la Normativa Ambiental, en lo referente a la responsabilidad en la gestión de los recursos hídricos. El nivel de eficiencia fue determinado mediante los parámetros del TULSMA LIBRO VI, a través del análisis de laboratorio a las muestras recolectadas tanto del afluente como del efluente, que de acuerdo a la comparación por períodos climáticos se obtuvieron resultados a nivel parroquial que guiaran la implementación de fortalecimientos técnicos en el sistema de tratamiento de aguas residuales de la comunidad de Moraspungo.



**Sr. Juan Muñoz Solano**

**ALCALDE DEL GAD MUNICIPAL DE PANGUA**

## RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se determina la calidad de los vertidos (efluentes) y la eficiencia en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales ubicadas en la zona urbana de la Parroquia Moraspungo y en el Recinto Las Juntas. La identificación de los impactos ambientales según su importancia en el área de influencia de cada planta permitió determinar que las afectaciones ambientales son de un nivel de significancia de Moderada a Crítica, lo cual refleja que la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales está mayormente comprometida por las afectaciones socioambientales, situación que fue verificada al valorar los atributos y verificar el estado real contaminante in situ de los efluentes en sistema de tratamiento. Para determinar la calidad de los efluentes en las cuatro plantas fueron analizados catorce diferentes parámetros, sin embargo lo más representativo y preocupante en el proceso de tratamiento de las aguas residuales está en la deficiencia respecto al tratamiento de patógenos; es decir, que el análisis microbiológico de los efluentes (salida), con relación a los *Coliformes totales y fecales* estuvo fuera del límite permisible de 10000 NM/100ml con valores promedio fue de 481500 NM/100ml. La carencia de procedimientos técnicos, la falta de una cultura ambiental para verter los desechos líquidos al sistema de recolección sanitaria y la no disponibilidad de alternativas que permitan mejorar el sistema a causa de la topografía y ubicación de las plantas, son otros causales que afectan al sistema de tratamiento. Esto es corroborado mediante análisis estadístico que permitió validar la hipótesis alternativa referente a la ineficiencia y proponer la reestructuración y la reubicación de las plantas de tratamiento de la parroquia Moraspungo, Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.

## SUMMARY

In this research the quality of discharges (effluents) and efficiency Treatment Plants Wastewater located in the urban area of the Moraspungo Parish and Recinto Las Juntas was determined. The identification of environmental impacts according to their importance in the area of influence of each plant allowed to determine that the environmental effects are of a significance level of moderate to severe, reflecting the efficiency of wastewater treatment plants is mostly water compromised by social and environmental damages, a situation which was verified to assess the attributes and verify the actual state pollutant in situ effluent treatment system. To determine the quality of the effluent in the four plants were analyzed fourteen different parameters, however the most representative and disturbing the treatment process is in wastewater treatment relative deficiency of pathogens; thus the microbiological analysis of effluent (output) relative to total and fecal coliforms was outside the permissible limit NM 10000 / 100ml with average values was NM 481500 / 100ml. The lack of technical procedures, the lack of an environmental culture to pour liquid waste collection system health and non-availability of alternatives to improve the system because of the topography and location of the plants are other causes that affect treatment system. This is corroborated by statistical analysis allowed to validate the alternative hypothesis concerning the inefficiency and propose the restructuring and relocation of plants treating Moraspungo parish, Canton Pangua, Cotopaxi Province.

## INDICE

| Contenido                                                    | Página   |
|--------------------------------------------------------------|----------|
| PORTADA.....                                                 | i        |
| HOJA EN BLANCO.....                                          | ii       |
| COPIA DE PORTADA.....                                        | iii      |
| CERTIFICACIÓN.....                                           | iv       |
| AUTORÍA.....                                                 | v        |
| DEDICATORIA.....                                             | vi       |
| AGRADECIMIENTOS.....                                         | vii      |
| PRÓLOGO.....                                                 | viii     |
| RESUMEN EJECUTIVO.....                                       | ix       |
| SUMMARY.....                                                 | x        |
| INDICE.....                                                  | xi       |
| INTRODUCCIÓN.....                                            | xxiii    |
| <b>CAPITULO I: MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....</b> | <b>1</b> |
| 1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....    | 2        |
| 1.1.1. Población Servida.....                                | 6        |
| 1.1.2. Criterios de Diseño.....                              | 6        |
| 1.1.3. Sistema de Depuración del Agua Residual.....          | 7        |
| 1.1.4. Sistema administrativo del agua potabilizada.....     | 7        |
| 1.1.5. Condiciones climáticas.....                           | 9        |
| 1.1.5.1. Temperatura.....                                    | 10       |
| 1.1.5.2. Precipitación.....                                  | 11       |
| 1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....                 | 12       |
| 1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....                           | 13       |
| 1.3.1. Problema general.....                                 | 14       |
| 1.3.2. Problemas derivados.....                              | 14       |
| 1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....                           | 14       |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN.....                                       | 14       |
| 1.6 OBJETIVOS.....                                           | 16       |
| 1.6.1. Objetivo General.....                                 | 16       |

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.6.2. Objetivos Específicos.....                             | 16        |
| 1.7. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN.....              | 16        |
| <b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>    | <b>18</b> |
| 2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....                           | 19        |
| 2.1.1. Afluente.....                                          | 19        |
| 2.1.2. Agua residual.....                                     | 19        |
| 2.1.3. Calidad ambiental.....                                 | 19        |
| 2.1.4. Carga máxima permisible.....                           | 20        |
| 2.1.5. Coliformes.....                                        | 20        |
| 2.1.6. Contaminación del agua.....                            | 20        |
| 2.1.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).....               | 21        |
| 2.1.8. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....                  | 21        |
| 2.1.9. Efluente.....                                          | 22        |
| 2.1.10. Oxígeno disuelto.....                                 | 22        |
| 2.1.11. Toxicidad.....                                        | 22        |
| 2.1.12. Tratamiento de efluentes.....                         | 23        |
| 2.1.13. Tratamiento convencional de aguas residuales:.....    | 23        |
| 2.1.13.1. Tratamiento primario.....                           | 25        |
| 2.1.13.2. Tratamiento secundario.....                         | 26        |
| 2.1.13.3. Tratamiento avanzado o terciario.....               | 26        |
| 2.1.14. Polución (Contaminación).....                         | 26        |
| 2.1.15. Usuario.....                                          | 28        |
| 2.1.16. Efectos de la Perdida de la calidad de las aguas..... | 28        |
| 2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....                              | 28        |
| 2.2.1. Generalidades.....                                     | 28        |
| 2.2.2. Características de las aguas residuales.....           | 31        |
| 2.2.2.1. Características físicas.....                         | 34        |
| 2.2.2.2. Características químicas.....                        | 35        |
| 2.2.2.3. Características de tipo biológicas.....              | 37        |
| 2.2.3. Características Cualitativas y Cuantitativas.....      | 38        |
| 2.2.3.1. Características Cualitativas.....                    | 38        |

|          |                                                                                                                                                                                  |    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.3.2. | Características Cuantitativas.....                                                                                                                                               | 41 |
| 2.2.4.   | Caudal de Diseño.....                                                                                                                                                            | 42 |
| 2.2.5    | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).....                                                                                                                                        | 44 |
| 2.2.6.   | Criterios importantes para la selección de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales.....                                                                              | 46 |
| 2.2.7.   | Tratamiento de lodos.....                                                                                                                                                        | 48 |
| 2.2.8.   | Microorganismos.....                                                                                                                                                             | 49 |
| 2.2.9.   | Parámetros a cumplir por las aguas del cuerpo receptor según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).....                                       | 50 |
| 2.2.10.  | Investigaciones similares.....                                                                                                                                                   | 51 |
| 2.2.10.1 | Diseño de un Sistema de Tratamiento de las Aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis, Provincia de Pichincha.....                                                   | 51 |
| 2.2.10.2 | Estudio, diseño y selección de la tecnología adecuada para tratamiento de aguas residuales domésticas para poblaciones menores a 2000 habitantes en la ciudad de Gonzanamá”..... | 52 |
| 2.3.     | FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....                                                                                                                                                        | 52 |
| 2.3.1.   | Constitución Política de la República del Ecuador.....                                                                                                                           | 52 |
| 2.3.2.   | El Código Orgánico Integral Penal.....                                                                                                                                           | 53 |
| 2.3.3.   | Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua.....                                                                                                           | 53 |
| 2.3.3.   | Ley de Gestión Ambiental.....                                                                                                                                                    | 55 |
| 2.3.4.   | Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.....                                                                                                   | 56 |
| 2.3.5.   | Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).....                                                                                                    | 56 |
| 2.4.     | HIPÓTESIS DE INVESTIGACION.....                                                                                                                                                  | 61 |
| 2.4.1.   | Hipótesis general.....                                                                                                                                                           | 61 |
| 2.4.2.   | Hipótesis específica.....                                                                                                                                                        | 61 |
| 2.4.3.   | Variables de investigación.....                                                                                                                                                  | 61 |
| 2.4.3.1. | Variable independiente.....                                                                                                                                                      | 61 |
| 2.4.3.2. | Variable dependiente.....                                                                                                                                                        | 61 |

|                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>                                                       | <b>63</b> |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....                                                                                  | 63        |
| 3.1.1. Investigación descriptiva.....                                                                           | 63        |
| 3.1.2. Investigación de campo o laboratorio.....                                                                | 63        |
| 3.1.3. La investigación documental.....                                                                         | 63        |
| 3.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS INVESTIGACIÓN.....                                                                      | 64        |
| 3.2.1. Inductivo.....                                                                                           | 64        |
| 3.2.2. Deductivo.....                                                                                           | 64        |
| 3.3. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....                                                 | 65        |
| 3.4. PROCEDIMIENTO PARA LA INVESTIGACIÓN.....                                                                   | 65        |
| 3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EMPÍRICA.....                                                                   | 67        |
| 3.5.1. Sistema de toma de muestras.....                                                                         | 67        |
| 3.5.2. Determinación de las características cualitativas y cuantitativas.....                                   | 68        |
| 3.5.3. Encuesta a la Población Servida.....                                                                     | 68        |
| 3.5.4. Identificación de Impactos Ambientales.....                                                              | 70        |
| 3.6. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.....                                                                | 73        |
| 3.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....                                                           | 73        |
| 3.8. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN.....                                                             | 74        |
| <b>CAPÍTULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....</b> | <b>75</b> |
| 4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS.....                                                                             | 76        |
| 4.1.1. Hipótesis nula.....                                                                                      | 76        |
| 4.1.2. Hipótesis específica.....                                                                                | 76        |
| 4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A CADA HIPÓTESIS.....                        | 76        |
| 4.2.1. Variable Independiente: Sistema de tratamiento de aguas residuales.....                                  | 76        |
| 4.2.1.1. Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 1.....                                   | 77        |

|          |                                                                                                                                        |     |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.1.2. | Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 2.....                                                                   | 78  |
| 4.2.1.3. | Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 3.....                                                                   | 80  |
| 4.2.1.4. | Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 4.....                                                                   | 81  |
| 4.2.2.   | Variable dependiente: Calidad de las aguas residuales depositadas al cuerpo receptor.....                                              | 83  |
| 4.2.2.1. | Datos de la Media Alta Total y Correlación.....                                                                                        | 87  |
| 4.2.2.2. | Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 2.....                                                                   | 88  |
| 4.2.2.3. | Datos de la Media Alta Total y Correlación.....                                                                                        | 91  |
| 4.2.2.4. | Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 3.....                                                                   | 92  |
| 4.2.2.5. | Datos de la Media Alta Total y Correlación.....                                                                                        | 95  |
| 4.2.2.6. | Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 4.....                                                                   | 96  |
| 4.2.2.7. | Datos de la Media Alta Total y Correlación.....                                                                                        | 99  |
| 4.3.     | IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....                                                                                        | 100 |
| 4.4.     | ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....                                                         | 102 |
| 4.4.1.   | Análisis físico químico y microbiológico de los afluentes en la época seca.....                                                        | 102 |
| 4.4.2.   | Análisis físico químico y microbiológico de los afluentes en la época invernal.....                                                    | 105 |
| 4.4.3.   | Análisis físico químico y microbiológico de los efluentes de las plantas de tratamiento de las aguas residuales en época lluviosa..... | 110 |
| 4.4.4.   | Análisis físico químico y microbiológico de los efluentes en la época seca.....                                                        | 113 |
| 4.5.     | ANÁLISIS DE ANOVA DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES...                                                                                      | 117 |
| 4.5.1.   | Promedios de los Afluentes.....                                                                                                        | 117 |
| 4.5.2.   | Promedios de Efluentes.....                                                                                                            | 118 |
| 4.6.     | COMPROBACIÓN / DESAPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....                                                                                      | 121 |

|                                                       |                                                                                                                                                    |            |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.6.1.                                                | Hipótesis nula.....                                                                                                                                | 121        |
| 4.6.2.                                                | Hipótesis de investigación.....                                                                                                                    | 121        |
| 4.6.3.                                                | Conclusión parcial.....                                                                                                                            | 124        |
| <b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y ECOMENDACIONES.....</b> |                                                                                                                                                    | <b>125</b> |
| 5.1.                                                  | CONCLUSIONES.....                                                                                                                                  | 126        |
| 5.2.                                                  | RECOMENDACIONES.....                                                                                                                               | 128        |
| <b>CAPÍTULO VI: PROPUESTA ALTERNATIVA.....</b>        |                                                                                                                                                    | <b>130</b> |
| 6.1.                                                  | TÍTULO DE LA PROPUESTA.....                                                                                                                        | 131        |
| 6.2.                                                  | JUSTIFICACIÓN.....                                                                                                                                 | 131        |
| 6.3.                                                  | FUNDAMENTACIÓN.....                                                                                                                                | 131        |
| 6.4.                                                  | OBJETIVOS.....                                                                                                                                     | 132        |
| 6.4.1.                                                | OBJETIVO GENERAL.....                                                                                                                              | 132        |
| 6.4.2.                                                | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                                                                                         | 132        |
| 6.5.                                                  | IMPORTANCIA.....                                                                                                                                   | 133        |
| 6.6.                                                  | UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....                                                                                                                  | 134        |
| 6.7.                                                  | FACTIBILIDAD.....                                                                                                                                  | 135        |
| 6.7.1.                                                | Factibilidad social.....                                                                                                                           | 135        |
| 6.7.2.                                                | Factibilidad legal.....                                                                                                                            | 135        |
| 6.7.2.1.                                              | Constitución de la República del Ecuador.....                                                                                                      | 135        |
| 6.7.2.2.                                              | Código Orgánico de organización Territorial, Autónomo y Descentralizado (COOTAD), señala en sus artículos.....                                     | 137        |
| 6.7.2.3.                                              | Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental señala en los artículos.....                                                             | 138        |
| 6.7.2.4.                                              | Ley de Gestión Ambiental indica en sus artículos....                                                                                               | 139        |
| 6.8.                                                  | PLAN DE TRABAJO.....                                                                                                                               | 140        |
| 6.8.1.                                                | Reubicación e instalación de la Planta de tratamiento No. 2 correspondiente al Sector Santa Martha del área urbana de la Parroquia Moraspungo..... | 140        |
| 6.8.2.                                                | Optimización de las Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....                                                                                 | 142        |
| 6.8.2.1.                                              | Inclusión de sistema primario de retención de solidos.....                                                                                         | 142        |

|              |                                                                                                                            |            |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.8.2.2.     | Educación Ambiental.....                                                                                                   | 143        |
| 6.8.2.3.     | Disposición de una normativa municipal acorde a la problemática.....                                                       | 144        |
| 6.8.2.4.     | Manual de Operaciones.....                                                                                                 | 144        |
| 6.9.         | ACTIVIDADES.....                                                                                                           | 145        |
| 6.9.1.       | Planta de tratamiento de aguas residuales No. 1.....                                                                       | 145        |
| 6.9.2.       | Planta de tratamiento de aguas residuales No. 3.....                                                                       | 146        |
| 6.9.3.       | Planta de tratamiento de aguas residuales No. 4.....                                                                       | 146        |
| 6.10         | RECURSOS.....                                                                                                              | 146        |
| 6.10.1.      | Recursos humanos.....                                                                                                      | 146        |
| 6.10.2.      | Recurso Financiero.....                                                                                                    | 147        |
| 6.11         | IMPACTO.....                                                                                                               | 148        |
| 6.11.1.      | Impacto Ambiental.....                                                                                                     | 148        |
| 6.11.2.      | Impacto Social.....                                                                                                        | 148        |
| 6.11.3.      | Impacto Económico.....                                                                                                     | 148        |
| 6.12         | EVALUACION.....                                                                                                            | 149        |
| <b>7</b>     | <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                                                                                                   | <b>150</b> |
|              | <b>ANEXOS.....</b>                                                                                                         | <b>155</b> |
| ANEXO No. 1. | ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA.....                                                                | 156        |
| ANEXO No. 2. | ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS AFLUENTES AL 0,90.....                                                                         | 158        |
| ANEXO No. 3. | ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS EFLUENTES AL 0,90.....                                                                         | 160        |
| ANEXO No. 4. | TABLA DE DISTRIBUCIÓN CHÍ CUADRADO.....                                                                                    | 162        |
| ANEXO No. 5. | CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO URKUND.....                                                                                      | 163        |
| ANEXO No. 6. | RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO EFECTUADOS A LAS MUESTRAS DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES EN LA EPOCA INVERNAL..... | 166        |
| ANEXO No. 7. | RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO EFECTUADOS A LAS MUESTRAS DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES EN LA EPOCA SECA.....     | 175        |
| ANEXO No.8.  | DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA.....                                                                                             | 184        |

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ANEXO No.9. UBICACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO<br>DE MORASPUNGO.....    | 188 |
| ANEXO No.10. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE<br>MORASPUNGO.....      | 189 |
| ANEXO No.11. ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE<br>ALCANTARILLADO DE MORASPUNGO..... | 190 |

## INDICE DE TABLAS

| Tabla                                                                                                                                                       | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.1. Sistema de tratamiento de las aguas residuales del sector San Alberto.....                                                                             | 5      |
| 1.2. Sistema de tratamiento de las aguas residuales del sector San Marta.....                                                                               | 5      |
| 1.3. Sistema de tratamiento de las aguas residuales del sector San José.....                                                                                | 5      |
| 1.4. Sistema de tratamiento de las aguas residuales del Recinto las juntas.....                                                                             | 5      |
| 1.5. Sitio de descarga al cuerpo receptor.....                                                                                                              | 6      |
| 1.6. Pisos climáticos de localidades de Moraspungo.....                                                                                                     | 10     |
| 2.1. Operaciones o procesos unitarios según el nivel de tratamiento de aguas.....                                                                           | 25     |
| 2.2. Efectos indeseables de las aguas residuales.....                                                                                                       | 37     |
| 2.3. Contaminantes en Aguas Residuales.....                                                                                                                 | 39     |
| 2.4. Composición típica del agua residual doméstica.....                                                                                                    | 40     |
| 2.5. Valores registrados en el 2009.....                                                                                                                    | 46     |
| 2.6. Valores per cápita.....                                                                                                                                | 46     |
| 2.7. Operaciones y procesos unitarios y sistemas de tratamiento utilizados para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual..... | 48     |
| 2.8. Límites de Descarga a un cuerpo de agua dulce.....                                                                                                     | 59     |
| 3.1. Número de usuarios conectados y no conectados al alcantarillado sanitario.....                                                                         | 70     |
| 4.1. Ítem sector San Alberto.....                                                                                                                           | 77     |
| 4.2. Ítem sector Santa Martha.....                                                                                                                          | 78     |
| 4.3. Ítem sector San José.....                                                                                                                              | 80     |
| 4.4. Ítem sector Recinto las Juntas.....                                                                                                                    | 81     |
| 4.5. Ítem sector San Alberto.....                                                                                                                           | 83     |

|       |                                                                                                                                                                      |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.6.  | Puntuación según la escala de Likert.....                                                                                                                            | 86  |
| 4.7.  | Selección de ítems PTAR No. 1.....                                                                                                                                   | 87  |
| 4.8.  | Ítem Sector Santa Martha.....                                                                                                                                        | 88  |
| 4.9.  | Puntuación según la escala de Likert.....                                                                                                                            | 90  |
| 4.10. | Selección de ítems PTAR No. 2.....                                                                                                                                   | 91  |
| 4.11. | Ítem Sector San José.....                                                                                                                                            | 92  |
| 4.12. | Puntuación según la escala de Likert.....                                                                                                                            | 94  |
| 4.13. | Selección de ítems PTAR No.3.....                                                                                                                                    | 95  |
| 4.14. | Ítem Sector Recinto las Juntas.....                                                                                                                                  | 96  |
| 4.15. | Puntuación según la escala de Likert.....                                                                                                                            | 98  |
| 4.16. | Selección de ítems PTAR No.4.....                                                                                                                                    | 99  |
| 4.17. | Identificación de Impactos Ambientales.....                                                                                                                          | 101 |
| 4.18. | Resultados analíticos físico químicos y microbiológicos de las plantas de tratamiento de aguas residuales referente a los afluentes de la época lluviosa y seca..... | 109 |
| 4.19. | Resultados analíticos físico químicos y microbiológicos de las plantas de tratamiento de aguas residuales referente a los efluentes de la época lluviosa y seca..... | 116 |
| 4.20. | Promedios de los parámetros de los Afluentes, Tukey al 0,10 de Probabilidad.....                                                                                     | 120 |
| 4.21. | Promedios de los parámetros de los efluentes, Tukey al 0,10 de Probabilidad.....                                                                                     | 120 |
| 4.22. | Cálculo del $\chi^2$ para Afluentes.....                                                                                                                             | 122 |
| 4.23. | Cálculo del $\chi^2$ para Efluentes.....                                                                                                                             | 123 |
| 6.1.  | Georeferenciación de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales.....                                                                                        | 135 |
| 6.2.  | Plan de Trabajo de PTAR No. 2.....                                                                                                                                   | 140 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA                                                                                                  | PÁGINA. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.1. Mapa de ubicación geográfica del Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.....                         | 3       |
| 1.2. Mapa de ubicación geográfica de la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi..... | 3       |
| 1.3. Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.....                                   | 4       |
| 1.4. Planta de tratamiento de aguas residuales.....                                                     | 4       |
| 1.5. Tipos de Clima, Parroquia Moraspungo.....                                                          | 10      |
| 1.6. Planta de tratamiento de aguas residuales en Moraspungo (1).....                                   | 14      |
| 1.7. Planta de tratamiento de aguas residuales en Moraspungo (2).....                                   | 14      |
| 2.1. Composición de las aguas residuales domésticas.....                                                | 40      |
| 2.2. Proceso de la Demanda de Oxígeno.....                                                              | 44      |
| 3.1. Árbol del problema mediático para la construcción del objeto de investigación.....                 | 65      |
| 3.2. Estructura de la planta de tratamiento de aguas residuales.....                                    | 62      |
| 4.1. Item Sistema de tratamiento, PTAR No. 1.....                                                       | 78      |
| 4.2. Item Sistema de tratamiento, PTAR No. 2.....                                                       | 79      |
| 4.3. Item Sistema de tratamiento, PTAR No. 3.....                                                       | 80      |
| 4.4. Item Sistema de tratamiento, PTAR No. 4.....                                                       | 82      |
| 4.5. Item Impactos Ambientales, PTAR No.1.....                                                          | 84      |
| 4.6. Item Afectaciones Socioambientales PTAR No.1.....                                                  | 84      |
| 4.7. Item de Impactos Ambientales de lá PTAR No.2.....                                                  | 89      |
| 4.8. Item Afectaciones Socioambientales PTAR No.3.....                                                  | 89      |

|       |                                                          |     |
|-------|----------------------------------------------------------|-----|
| 4.9.  | Ítem Impactos Ambientales de la PTAR No. 3.....          | 93  |
| 4.10. | Ítem Afectaciones Socioambientales de la PTAR No. 3..... | 93  |
| 4.10. | Ítem Impactos Ambientales de la PTAR No. 4.....          | 97  |
| 4.11. | Ítem Afectaciones Socioambientales de la PTAR No. 4..... | 97  |
| 6.1.  | Ubicación de la PTAR. No. 02.....                        | 140 |

## INTRODUCCIÓN

El agua que ha sido usada por el hombre en el proceso productivo, cambia su constitución y se la conoce con el nombre de: aguas servidas, aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales. En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia desechos humanos, restos de comida, aceites, jabones, grasas y agroquímicos y deben ser tratadas antes de devolverlas al ambiente.

La naturaleza tiene una habilidad asombrosa para "autodepurar" pequeñas cantidades de agua de desecho, con determinados contaminantes, pero son miles de millones de galones de agua y drenaje que el hombre origina diariamente y se requiere necesariamente implementar plantas de tratamiento, a fin de reducir la contaminación en las aguas de desecho a un nivel que la naturaleza pueda manejar y no resulte nociva para el ser humano y la vida acuática.

La reutilización de aguas residuales es una alternativa que permite incrementar la oferta de recursos hídricos al mismo tiempo que reduce los problemas ambientales por contaminación. En este sentido, el análisis de la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales es urgente y necesario, desde el punto de vista técnico, ambiental, social y económico; los resultados obtenidos proporcionan una información muy útil tanto para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pangua, que permitirá optimizar la gestión del tratamiento de aguas residuales de la Parroquia Moraspungo y tomar las medidas necesarias para garantizar una mejor calidad de vida para la población en el aspecto sanitario estudiado.

En el CAPÍTULO I. se encuentra el MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN, con criterio holístico se analiza el objeto de estudio bajo los principios generales de método científico: Ubicación y

contextualización de la problemática, situación actual de la problemática, problema de investigación, problema general y problemas derivados, delimitación del problema, justificación, objetivos, hipótesis y cambios esperados con la investigación.

El CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO. Se explican y sustentan las variables de investigación (causa y efecto del problema), en base a la bibliografía especializada y su relación con los preceptos legales que amparan tener un ambiente sano y libre de contaminación. En la información obtenida se sustenta la hipótesis de la investigación.

El CAPÍTULO III. Contiene la METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, en el mismo se resume el proceso seguido en la realización de éste trabajo: métodos y técnicas utilizadas, construcción metodológica del objeto de investigación, operativización de variables, recopilación de la información, descripción de la información y el abordaje para el análisis de los resultados.

En el CAPÍTULO IV. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS, se parte de la hipótesis y para su aprobación o disprobación se analizan las variables de investigación, las mismas que tienen su sustento en los análisis físicos químicos del agua, en el análisis de las encuestas aplicadas a la población y en la observación directa a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

En el CAPÍTULO V, se realiza un abordaje de las CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, en función de los objetivos específicos planteados en la investigación.

En el CAPÍTULO VI, hace mención a la PROPUESTA ALTERNATIVA, donde se describe la estructura de la propuesta alternativa titulada “Optimización del Sistema Sanitario” como una medida de solución a la problemática establecida en la investigación y que servirá de insumo para que las autoridades competentes tomen los correctivos necesarios.

## CAPITULO I

### MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.

*Lo que hoy somos descansa en lo  
que ayer pensamos, y nuestros  
actuales pensamientos forjan  
nuestra vida futura.*

*Buda*

### **1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

El Cantón Pangua está ubicado en la Provincia de Cotopaxi, constituido en cuatro parroquias: Moraspungo, Pinllopata, Ramón Campaña y El Corazón, parroquia que es la cabecera cantonal, goza de un clima sub- tropical que favorece la actividad productiva. La pobreza por necesidades básicas insatisfechas en el Cantón Pangua, alcanza el 89,34 %<sup>1</sup>. La precipitación oscila entre 1000 a 3500 mm/año. Su nivel altitudinal va desde 100 a 3600 m.s.n.m.

Sus principales fuentes hídricas son los ríos Angamarca y Piñanatug, que nacen en la cordillera de los Andes.

Moraspungo es una de las parroquias más grande, rica, y productiva de la Provincia de Cotopaxi, tiene una extensión de 432.20 Km<sup>2</sup>, está localizada al sur oeste del cantón Pangua sus límites son: al norte el cantón la Maná, al sur limita con la provincia de Bolívar, al este las parroquias el Corazón y Ramón Campaña y al Oeste la Provincia de Los Ríos (Fig.1.1).

La parroquia Moraspungo, tiene un relieve irregular, sus cotas oscilan entre los 355 y 389 msnm. No existen accidentes orográficos de importancia, está conformada sobre un relieve ondulado, con pendientes moderadas hacia los ríos que cruzan en paralelo a la ciudad.

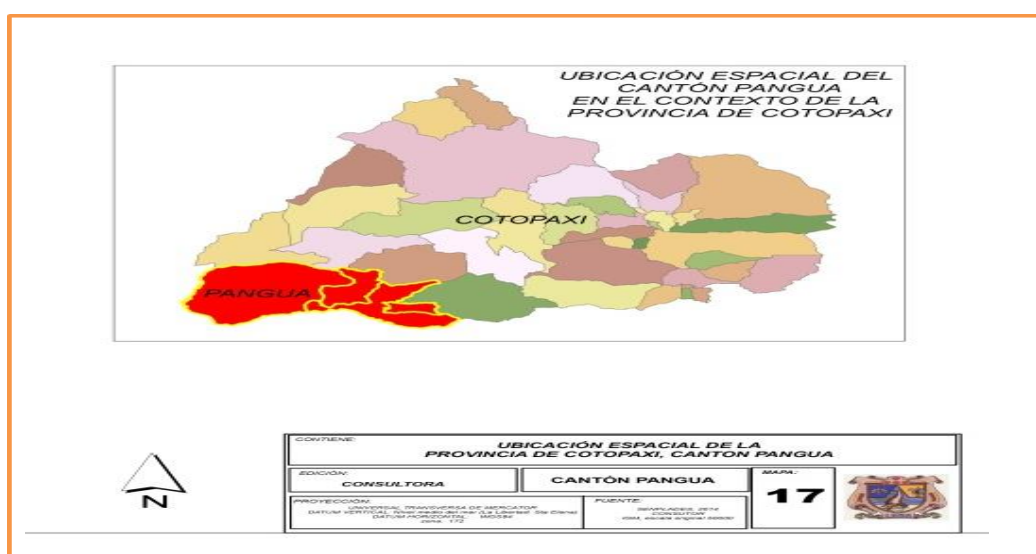
Esta parroquia rural ha cambiado mucho en el último cuarto de siglo por la actividad y pujanza de su gente, por sus tierras fértiles y productividad; la mayoría de las viviendas son de madera y cemento, tienen portales, sus habitantes son cotopaxenses de nacimiento y bolivarenses migrantes.

---

<sup>1</sup> Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE,

Los desechos líquidos producto de las actividades domésticas constituyen una problemática constante en la sociedad actual, ya que muchas veces los sistemas de tratamiento de aguas residuales no presentan resultados fehacientes en cuanto a la eficiencia que se requiere.

**Figura 1.1. Mapa de ubicación geográfica del Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.**



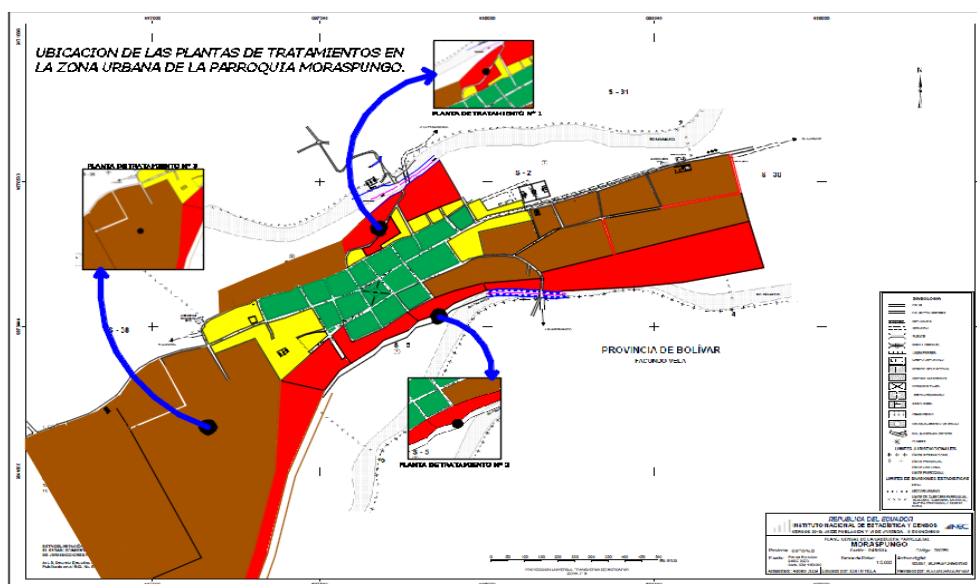
**Fuente:** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, GAD Municipal de Pangua. 2015

**Figura 1.2. Mapa de ubicación geográfica de la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.**



**Fuente:** SENPLADES-2008

**Figura No. 1.3. Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.**



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos– 2000

Las Plantas de Tratamiento de las Aguas Residuales son de carácter estacional, tienen un período de vida útil de 20 años (a partir de la recepción de la obra). Sin embargo su eficiencia se encuentra determinada por los procesos de tratamiento que la constituyen y el mantenimiento de las mismas.

**Fig.1.4. Planta de tratamiento de aguas residuales**



Los ejes referenciales de ubicación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Moraspungo son los que se presentan a continuación:

**Tabla 1.1. Sistema de tratamiento de las aguas residuales de Sector San Alberto**

| <b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES N° 2</b> |              |          |          |
|-------------------------------------------------------|--------------|----------|----------|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                                   | <b>Punto</b> | <b>X</b> | <b>Y</b> |
| <b>Sector San Alberto</b>                             | 1            | 697665   | 9870327  |
|                                                       | 2            | 697179   | 9870327  |
|                                                       | 3            | 697630   | 9870367  |
|                                                       | 4            | 697639   | 9870374  |

**Tabla 1.2. Sistema de tratamiento de las aguas residuales de Sector Santa Marta**

| <b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES N° 1</b> |              |          |          |
|-------------------------------------------------------|--------------|----------|----------|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                                   | <b>Punto</b> | <b>X</b> | <b>Y</b> |
| <b>Sector Santa Martha</b>                            | 1            | 697857   | 9870033  |
|                                                       | 2            | 697865   | 9870019  |
|                                                       | 3            | 697819   | 9869985  |
|                                                       | 4            | 697813   | 9869997  |

**Tabla 1.3. Sistema de tratamiento de las aguas residuales de Sector San José**

| <b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES N° 3</b> |              |          |          |
|-------------------------------------------------------|--------------|----------|----------|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                                   | <b>Punto</b> | <b>X</b> | <b>Y</b> |
| <b>Sector "San José"</b>                              | 1            | 697166   | 9869648  |
|                                                       | 2            | 697179   | 9869638  |
|                                                       | 3            | 697166   | 9869600  |
|                                                       | 4            | 697152   | 9869605  |

**Tabla 1.4. Sistema de tratamiento de las aguas residuales del Recinto Las Juntas**

| <b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES N° 4</b> |              |          |          |
|-------------------------------------------------------|--------------|----------|----------|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                                   | <b>Punto</b> | <b>X</b> | <b>Y</b> |
| <b>Recinto "Las Juntas"</b>                           | 1            | 694680   | 9868678  |
|                                                       | 2            | 694702   | 9868693  |
|                                                       | 3            | 694718   | 9868670  |
|                                                       | 4            | 694697   | 9868658  |

**Fuente:** Georeferenciación con GPS GARMIN map 62 s WGS4

**Elaboración:** Autora

El área de estudio se encuentra localizada en el casco urbano de la parroquia Moraspungo y en el Recinto Las Juntas de la misma parroquia. El acceso al sitio se encuentra habilitado para el tránsito vehicular a través

de vías de segundo y tercer orden, excepto a las plantas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran en las pendientes del sector.

### 1.1.1. Población Servida

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, Moraspungo posee una población de 12.376 habitantes, de los cuales 6.553 (52.94%) son hombres y 5.823 (47.05%) mujeres<sup>2</sup>. En la parroquia Moraspungo el 10% de la población tiene acceso al alcantarillado sanitario, mientras que el 90% no lo tiene y corresponde a los recintos: La Piedacita, El Deseo, Nuevo Porvenir, Punta de Calabí, Los Ángeles, La Juntas, Catazacón, Calope de Muñoz, Jalligua Alto, Isabel María, Guapara, Santa Rosa Alta, Luz de Sillagua, Estero de Damas, Nueva Santa Rosa, Las Peñas, San Antonio de Guapara, Nuevo Guapara, Estero Hondo, Piedra de La Cruz, El Guabo, Bellavista, La Lorenita, Guaparita, El Limón.

### 1.1.2. Criterios de Diseño

El período de diseño para las plantas de tratamiento es de 20 años a partir del año 2009, tiempo en el cual se determinó un buen funcionamiento.

**Tabla 1.5. Sitio de descarga al cuerpo receptor**

| PLANTAS DE TRATAMIENTO | ANGAMARCA | PIÑANATUG |
|------------------------|-----------|-----------|
| Planta 1               | X         |           |
| Planta 2               |           | X         |
| Planta 3               |           | X         |
| Planta 4               | X         |           |

**Fuente:** La Autora

<sup>2</sup> Según datos del Censo 2010, ejecutado por el Instituto Nacional de Censos y Estadísticas INEC,

### **1.1.3. Sistema de Depuración del Agua Residual**

El objetivo de la depuración del agua residual es evitar la contaminación en el cuerpo receptor, de manera que el agua pueda ser utilizada para otras actividades aguas abajo.

Para el tratamiento de las aguas residuales se ha construido un sistema que consta de una caja de recepción, reactor aeróbico, loseta para secado de lodos, y tanque de filtración.

Al inicio del sistema se tiene un colector de recepción de los afluentes, cuyo objetivo principal es no permitir el ingreso del caudal con basura residuos sólidos, sin embargo no existe un dispositivo (rejilla) que impida el ingreso de residuos sólidos al sistema de tratamiento de aguas residuales.

El Reactor aeróbico es la estructura de tratamiento cuya principal función es la separación de los sólidos gruesos y finos sedimentables mediante el proceso de decantación, lo cual facilita la remoción de la DBO. La fosa es de doble cámara.

El Tanque de Filtración consiste en un cilindro que tiene como función filtrar las partículas de sólidos totales ya sean suspendidos, como también en disolución y partículas en dispersión coloidal. Es importante resaltar, que las partículas menores a  $0,1\ \mu\text{m}$  (partículas en dispersión coloidal) son tan pequeñas que las corrientes de convección las mantienen en suspensión y por lo tanto no sedimentarán por sí mismas, así exista mucha calma.

### **1.1.4. Sistema administrativo del agua potabilizada**

El sistema administrativo está constituido por: Asamblea General, Junta de Agua y administrador. Esta estructura administrativa permite la toma de decisiones para cualquier cambio en el sistema de abastecimiento de agua.

En la parroquia Moraspungo, solo su cabecera parroquial el 92% de la población es servida con la red de agua potable. Según información disponible en el municipio, con relación a la cabecera parroquial de Moraspungo existen 716 conexiones domiciliarias que cubren el 100% del área urbana.

En la parroquia el 61% consume agua entubada y el 39% la obtiene de ríos o pozos<sup>3</sup>. El sistema del que disponen, es un sistema a gravedad que aprovecha las aguas del río Piñanatug y las conduce a través de tubería PVC de 160mm hasta la planta de tratamiento, la cual está conformada por la estructura de llegada, un desarenador, dos filtros de arena ascendentes y dos tanques de reserva bajos. El sistema es administrado por la Junta Administradora de Agua Potable de Moraspungo. Para la micro medición cuentan con medidores que se instalaron en la época de construcción del sistema, hace 18 años. El costo de la tarifa básica es de US\$ 2.00 USD hasta los 30 m<sup>3</sup> de consumo.

Según datos proporcionados por el INEC en el censo del 2010 el 63.8% de la población cuenta con agua proveniente de río, vertiente, acequia o canal, el 27,18% tiene servicio de agua proveniente de red pública, el 7% cuenta con agua de pozo, mientras que el 2.03% se provee de agua de lluvia/albarrada, y finalmente ninguna casa se abastece con agua de carro repartidor. La forma como la ciudadanía accede al agua en la cabecera parroquial es como se cita a continuación: 990 por tubería dentro de la vivienda, 1025 por tubería fuera de la vivienda pero dentro del edificio o lote, 371 por tubería fuera del edificio, lote o terreno, no recibe agua por tubería y utiliza otros medios 716. Esto da un total de 3102 tipos de conexiones de agua a las diferentes viviendas de la parroquia (PDyOT, Golden Estudios. 2015).

---

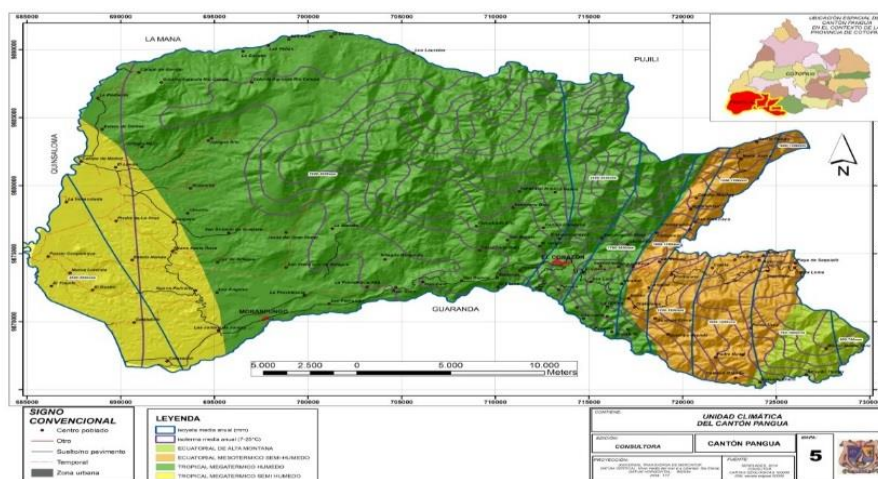
<sup>3</sup> Vásquez. 2010. Informe comunicación personal.

### 1.1.5. Condiciones climáticas

Clima es un fenómeno natural que se da a nivel atmosférico y que se caracteriza por ser una conjunción de numerosos elementos tales como la temperatura, humedad, presión, lluvia, viento y otros. Se trata de un fenómeno geográfico que existe a lo largo de todo el planeta pero que, de acuerdo a las condiciones de cada lugar como la latitud, altitud continental, corrientes marinas, vegetación y vientos varía y presenta notorias diferencias entre lugar y lugar.

La caracterización climática sirve como información básica para interpretar otros aspectos del medio físico (usos de suelo, vegetación natural) y existen alteraciones micro o meso climáticas que pueden producirse con motivo de la destrucción de la vegetación o por la infraestructura a proyectar. Los factores climatológicos más importantes son la precipitación, la evaporación, la temperatura, la humedad del aire, y los vientos; estos tres últimos ejercen influencia sobre la precipitación y la evaporación.

**Figura 1.5. Tipos de Clima, Parroquia Moraspungo**



**Fuente:** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Parroquial de Moraspungo – GAD Municipal de Pangua.

**Tabla 1.6. Pisos climáticos de localidades de Moraspungo**

| <b>CLIMA</b>                                     |                   |               |                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------|-------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PISO CLIMÁTICO</b>                            | <b>ÁREA</b>       | <b>%</b>      | <b>LOCALIDADES</b>                                                                                                       |
| <i>Tropical<br/>Megatérmico<br/>Húmedo</i>       | 329636,356        | 75,37         | <i>Moraspungo, Sillagua<br/>Guaparita, la Unión, Jesús del<br/>Gran Poder, Isabel María, La<br/>Piedadcita, El Deseo</i> |
| <i>Tropical Mega<br/>térmico<br/>Semi-Húmedo</i> | 107680,545        | 24,62         | <i>Calabícito, Nuevo Porvenir,<br/>Guapara.</i>                                                                          |
| <b>TOTAL</b>                                     | <b>437316,901</b> | <b>100,00</b> |                                                                                                                          |

**Fuente:** INEC 2010.

#### **1.1.5.1. Temperatura**

Se llama temperatura atmosférica a uno de los elementos constitutivos el clima que se refiere al grado del calor específico del aire en un lugar y momento determinados así como la evolución temporal y espacial de dicho elemento en las distintas zonas climáticas.

Constituye el elemento meteorológico más importante en la delimitación de la mayor parte de los tipos climáticos.

La amplitud del rango de temperatura media del aire responde a la influencia estacional siendo los meses de época lluviosa los que presentan temperatura más elevadas.

En la parroquia de Moraspungo se presentan cuatro diferentes rangos de temperaturas predominando las que van de 22 a 24 y de 24 a 28 grados centígrados, en menor proporción rangos de temperaturas de 18 a 20 y 20 a 22 grados centígrados.

Las temperaturas más altas (24-28) se encuentran en poblados como la Lorenita, el Guabo, San Ignacio entre otros, los cuales se ubican en una zona cercana al área costera.

Con rangos de temperatura un poco más bajos (22 a 24) se localizan poblados como Paraíso, Bellavista, San Miguel Alto entre otros. De 20 a 22

grados centígrados Agua Santa, Tres Esteros, La Providencia Alta entre otros, localidades que se encuentran cercanas a la serranía. Y por último con las más bajas temperaturas con rangos entre los 18 y 20 grados centígrados, no se tiene ningún poblado habitando estos territorios (PDyOT, Golden Estudios. 2015). Cuatro diferentes rangos de temperaturas en un territorio como Moraspungo es indicador de la variabilidad climática que favorece el desarrollo del sector productivo.

#### **1.1.5.2. Precipitación**

La distribución de la precipitación es variable durante todo el año, se observa que entre enero, febrero, marzo, abril son los meses de mayor precipitación de lluvias y se ubica entre 1.600 a 1.800 mm. (Anual) y en los meses de mayo, junio y agosto el nivel de precipitación es más baja y se ubica en 100 mm/mes promedio.

En la parroquia de Moraspungo se identifican cuatro rangos de precipitación importantes que van desde los 1500mm hasta los 3000mm.

Con precipitación entre los 1500mm y 1750 mm se encuentra solamente el poblado de puerto cooperativa localizado a la parte más oeste de Moraspungo. De 1750 mm a 2000 mm se ubican poblados como Catazacón, Calabicitto, El Guabo, La Lorenita y La Inmaculada (PDyOT, Golden estudios. 2015).

Con presencia de precipitaciones más elevadas ya entre los 2000 mm y los 2500mm se encuentran poblados como Piedadcita, Esperanza de Jalugua, El Limón, Piedra de la Cruz, Luz de Pangua, Nueva Aurora, El Rosal, Jesús del Gran Poder entre otros, y por último con las precipitaciones más altas de la parroquia que van de los 2500 mm a los 3000 mm, poblados como Colinas de Dios, Valle Alto, El Deseo, Los Laureles, Tres Esteros, Narcisa de Jesús, Punta Brava entre otros se ubican en esta zona, (PDyOT, Golden estudios. 2015).

En condiciones normales, sería de esperar que la erosión se incrementara conforme lo hicieran el grado y la longitud de la pendiente, como resultado de los respectivos incrementos en velocidad y volumen de la escorrentía superficial. Además, mientras en una superficie plana el golpeteo de las gotas de lluvia arroja las partículas de suelo al azar en todas las direcciones, en condiciones de pendiente inclinada más suelo es salpicado hacia abajo de ella que hacia arriba incrementándose la proporción conforme lo hace el grado de inclinación (Moreno et al 2000).

## **1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA**

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de la población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado las conducirá hacia un destino apropiado (Mara 1976).

Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales se encuentran ubicadas en las zonas pobladas circundantes del área urbana de la parroquia de Moraspungo y en el Recinto Las Juntas.

En su área de influencia directa están todos los beneficiarios de la recepción y tratamiento de las aguas residuales.

El mantenimiento de la planta no es regular durante el año. (Fig. 1.4). El volumen de procesamiento no se conoce por lo que se requiere su cuantificación, además no existe información de la calidad del agua tratada que es depositada al cuerpo receptor (Rio Piñanatug) lo que hay la presunción de que estos efluentes están contaminando al río y creando un peligro para las familias y cultivos que consumen estas aguas en el curso inferior donde se localizan comunidades como: Recinto Las Juntas, Catazacón.

**Figura No. 1.6. Planta de tratamiento de aguas residuales (1).**



**Figura No. 1.7. Planta de tratamiento de aguas residuales (2).**



De la misma manera, es reiterativa la situación actual de los demás sistemas de tratamiento de desechos líquidos sanitarios.

### **1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La interrogante analizada en la presente investigación es la que se formula a continuación:

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo el sistema de tratamiento de aguas residuales incide en la calidad de los efluentes de la parroquia Moraspungo?.

### **1.3.2. Problemas derivados**

- Cuáles son los impactos ambientales generados por el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)?.
- Cuál es la calidad del agua de los efluentes de las plantas de tratamiento?.
- Cuáles son las afectaciones socioambientales producidas por los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales a los cuerpos hídricos (PTAR)?.
- Cuál es la propuesta de optimización del sistema?.

## **1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El presente trabajo investigativo se enmarca dentro de los siguientes límites:

**CAMPO:** CIENCIAS AMBIENTALES

**ÁREA:** CALIDAD AMBIENTAL

**ASPECTO:** SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

**LUGAR:** PARROQUIA MORASPUNGO

**TIEMPO:** AÑO 2014 - 2015

## **1.5. JUSTIFICACIÓN**

Desde el año 2009 las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo forman parte del sistema de saneamiento ambiental del cantón Pangua. A partir de la implantación del sistema sanitario por parte de la administración del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Prefectura de Cotopaxi, el GAD Municipal de Pangua asume la

responsabilidad de administrar las plantas de tratamiento de aguas residuales al momento de su ejecución.

Se han presentado situaciones emergentes de limpieza de cada una de las estructuras que constituyen el sistema de alcantarillado sanitario, reduciendo problemas de proliferación de vectores de enfermedades, de contaminación ambiental y problemas sociales ante los agravantes colapsos que se producen en el sistema de tratamiento vigente.

Se requiere conocer la eficiencia en el funcionamiento del actual sistema empleado para el tratamiento de las aguas residuales, para que éstas al incorporarse al ecosistema, no causen afectación ambiental por la alta concentración de materia orgánica y bacterias patógenas. No existe información relacionada a la capacidad de diseño.

Tal como lo determinan la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América –EPA– (2002 y 2003) y Butler y Payne (1995), el control de las descargas de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en el sitio de origen se convierte en un reto importante para las diferentes autoridades ambientales, pues su uso masivo y su dispersión a lo largo y ancho del planeta imposibilitan el control y evaluación de cada sistema instalado.

Así mismo las técnicas de caracterización, tal como se encuentran establecidas en la actualidad (muestreo puntual y muestreo compuesto), nos permiten obtener muestras representativas de las aguas residuales y aguas tratadas.

En esta investigación se propone un método de evaluación que permita conocer el estado actual del sistema de alcantarillado sanitario, el desempeño de las plantas de tratamiento de aguas residuales y la calidad del efluente que va a los cuerpos hídricos.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. Objetivo General**

Evaluar el sistema de tratamiento de aguas residuales y su incidencia en la calidad de los efluentes de la parroquia Moraspungo.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- Identificar los impactos ambientales generados por el sistema de alcantarillado sanitario.
- Determinar la calidad del agua de los efluentes de las plantas de tratamiento.
- Identificar las afectaciones socioambientales generadas en el área de influencia directa de cada planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).
- Elaborar una propuesta para la optimización del sistema sanitario de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

## **1.7. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN**

Con la presente investigación se espera conocer si el funcionamiento del sistema de tratamiento vigente para manejo de las aguas residuales, evaluación que permite establecer si cumple o no cumple con las normativas ambientales establecidas en cuanto a límites permisibles de las descargas contaminantes.

La caracterización de las aguas residuales mediante análisis físicos, químicos y bacteriológico permite tener resultados que confirman la

eficiencia del sistema, la calidad de los vertidos reinsertados al ecosistema, las afectaciones socioambientales y el caudal del afluente y efluente que ingresa y sale del sistema de tratamiento.

Con la información obtenida de los impactos ambientales generados al ecosistema, se elabora una propuesta que permita dar servicio a la comunidad en base a las normas y leyes que nos rigen.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

*Ni la sociedad, ni el hombre, ni ninguna otra cosa debe sobrepasar los límites establecidos por la naturaleza”*

*Hipócrates*

## **2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL**

A fin de facilitar la comprensión de algunos términos técnicos se procede a la definición conceptual tomando como base lo establecido en el Texto Unificado de legislación medioambiental secundaria (TULSMA) y otras fuentes de consulta.

### **2.1.1. Afluente**

Es el agua residual u otro líquido que ingresa a un cuerpo de agua receptor, reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento<sup>4</sup>.

### **2.1.2. Agua residual**

Las aguas residuales también llamadas *aguas negras*, son una mezcla compleja que contiene agua (99%) mezclada con contaminantes orgánicos e inorgánicos tanto en suspensión como disueltos, cuya concentración normalmente se expresa en mg/L esto es miligramo de contaminante por litro de mezcla. Esta es una relación peso/volumen que se la emplea para indicar concentraciones de componentes en aguas residuales, desperdicios industriales y otras soluciones diluidas, J Glynn y Gary W. 1999<sup>5</sup>.

### **2.1.3. Calidad ambiental**

Conjunto de características de los ambientes, relativo a disponibilidad y facilidad de acceso de los recursos naturales y a la ausencia o presencia de

---

<sup>4</sup> Ministerio del Ambiente. Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. <https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#>. Revisado el 23 de Octubre del 2014.

<sup>5</sup> J Glynn y Gary W. 1999. *Ingeniería Ambiental*. Segunda edición. Prentice Hall. México.

agentes nocivos. Todo esto es necesario para el mantenimiento, crecimiento y diferenciación de los seres vivos, en especial de los humanos<sup>6</sup>.

#### **2.1.4. Carga máxima permisible**

Es el límite de carga de un parámetro que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado<sup>7</sup>.

#### **2.1.5. Coliformes**

El grupo coliformes incluye todos los *bacilos gram negativos* aerobios o anaerobios facultativos no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tenso activos con similares propiedades de inhibición del crecimiento, no tiene citocromooxidasa y fermenta la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35°C a 37°C en un período de 24 h a 48 h<sup>8</sup>.

#### **2.1.6. Contaminación del agua**

Cualquier sustancia que impida el uso normal del agua debe considerarse como un contaminante de la misma.

Según Orozco (1985) la contaminación del agua, es el resultado de la descarga incontrolada de aguas residuales sanitarias sobre las corrientes o masas de agua. Esta contaminación o degradación tiene mayor o menor intensidad, dependiendo de la abundancia y concentración orgánica del

---

<sup>6</sup> Granda Telmo y Vásquez Rosa. 2014. *Estudio de Impacto Ambiental Expost y Plan de Manejo Ambiental del proyecto Operación de la Planta de Faenamiento Avícola "El Pollo Serrano"*. Loja. Ecuador.

<sup>7</sup> MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2003. *Texto unificado de legislación ambiental secundaria. Libro vi anexo 1.* . Revisado el 23 de octubre del 2014.

<sup>8</sup> normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

[http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_urbana\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf)

agua residual, del caudal y contenido de oxígeno disuelto en la corriente receptora. Cualquier alteración de las características físicas, químicas o biológicas, en concentraciones tales que la hacen no apta para el uso deseado, o que causa un efecto adverso al ecosistema acuático, seres humanos o al ambiente en general.

#### **2.1.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

Medida de las sustancias biodegradables presentes en una muestra de agua. Se obtiene midiendo la cantidad de oxígeno consumido por la oxidación microbiológica aerobia durante un período de tiempo (por lo general 5 días) y a una temperatura (por lo general 20 ° C) dada.

Durante el período de ensayo, las bacterias oxidan principalmente la materia orgánica soluble presente en el agua; prácticamente no hay oxidación de las materias insolubles<sup>9</sup>.

#### **2.1.8. Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica (carbonácea) del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en una prueba que dura dos horas<sup>10</sup>.

Las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se oxidan mediante reflujo en solución fuertemente ácida ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) con un exceso conocido de dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) en presencia de sulfato de plata ( $\text{AgSO}_4$ ) que actúa como agente catalizador, y de sulfato mercurico ( $\text{HgSO}_4$ ) adicionado para remover la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, el remanente de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  sin reducir se titula con sulfato

---

<sup>9</sup> *Manual de Gestión de Calidad Ambiental. Visitado el 23 de Octubre del 2014.*  
[http://www.science.oas.org/oea\\_gtz/libros/Ambiental/cap3\\_amb.htm](http://www.science.oas.org/oea_gtz/libros/Ambiental/cap3_amb.htm).

<sup>10</sup> [https://www.academia.edu/11312626/Laboratorio\\_Acueductos\\_y\\_Alcantarillados](https://www.academia.edu/11312626/Laboratorio_Acueductos_y_Alcantarillados)

ferroso de amonio; se usa como indicador de punto final el complejo ferroso de ortofenantrolina (ferroina). La materia orgánica oxidable se calcula en términos de oxígeno equivalente.

#### **2.1.9. Efluente**

Los efluentes líquidos son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos.

Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las viviendas, instituciones y establecimientos comerciales e industriales, más las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que pudieran agregarse.

Todas estas aguas afectan de algún modo la vida normal de sus correspondientes cuerpos receptores por lo que se requiere someterlas a algún proceso de tratamiento para que puedan reutilizarse con fines domésticos, industriales, agrícolas, recreacionales, etc. El TULSMA define al efluente como un líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.<sup>11</sup>

#### **2.1.10. Oxígeno disuelto**

Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores<sup>12</sup>.

#### **2.1.11. Toxicidad**

Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:

---

<sup>11</sup> MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2003. *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Libro VI Anexo 1.* . Revisado el 23 de Octubre del 2014.

<sup>12</sup> Ídem.

- a) Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.
- b) Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada,
- c) Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica<sup>13</sup>.

#### **2.1.12. Tratamiento de efluentes**

Es aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.

El tratamiento primario contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejas, mallas o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residuales.

El tratamiento secundario contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos, esta precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario<sup>14</sup>.

#### **2.1.13 Tratamiento convencional de aguas residuales:**

Es aquel que está conformado ya sea por un tratamiento preliminar, un tratamiento primario, un tratamiento secundario y un tratamiento avanzado

---

<sup>13</sup> MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2003. *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Libro VI Anexo 1.* . Revisado el 23 de Octubre del 2014.

<sup>14</sup>. MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2003. *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Libro vi Anexo 1.* . Revisado el 23 de Octubre del 2014.

aplicado de manera individual o en conjunto de acuerdo a la eficiencia requerida.

Los contaminantes presentes en aguas residuales pueden eliminarse con procesos químicos, físicos y/o biológicos:

- **Procesos físicos:** Predominan la acción de fuerzas físicas y se llaman operaciones físicas unitarias, entre estas se encuentran el desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación, transferencia de gases y filtración.
- **Procesos químicos:** La eliminación de los contaminantes se obtiene con la adición de productos químicos, se conocen como procesos químicos unitarios tales como, la precipitación, adsorción y la desinfección son procesos convencionales en el tratamiento de aguas residuales.
- **Procesos biológicos:** Su tratamiento de eliminación de contaminantes se lleva a cabo con acción biológica.

Los procesos y operaciones unitarias se coordinan y complementan para dar lugar a cuatro niveles de tratamiento que son: pre tratamiento, tratamientos primarios, tratamientos secundarios y tratamientos terciarios.

En la Tabla 2.1. se encuentran las operaciones unitarias de acuerdo a cada nivel de tratamiento.

**Tabla 2.1. Operaciones o procesos unitarios según el nivel de tratamiento de aguas.**

| <i>TIPO DE TRATAMIENTO</i>    | <i>OPERACIONES O PROCESOS UNITARIOS</i>                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Preliminares</i>           | <i>Dilaceración, desbaste, filtración, flotación, remoción por gravedad, tanque Imhoff, filtración por membrana, remoción de grasas y aceites, tamizado grueso y fino, y microtamizado.</i> |
| <i>Primarios</i>              | <i>Tamizado, sedimentación primaria.</i>                                                                                                                                                    |
| <i>Secundarios</i>            | <i>Lodos activados, reactores de lecho fijo, sistemas de lagunaje, sedimentación secundaria, desinfección.</i>                                                                              |
| <i>Terciarios o avanzados</i> | <i>Coagulación química, floculación, sedimentación seguida de filtración y carbón activado.<br/>Intercambio iónico, osmosis inversa, electrocoagulación.</i>                                |

**Fuente:** CRITES, R. - Otros, Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones., 2001., Pp. 782.

### **2.1.13.1. Tratamiento primario**

Contempla el uso de operaciones físicas para la reducción de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual, como: cribado, desarenado, sedimentación y manejo y disposición final de sólidos generados en este proceso.

Aquí se elimina una fracción de los sólidos suspendidos, coloides y materia orgánica del agua residual, son precedentes de los tratamientos secundarios y estos no remueven microorganismos ni material soluble<sup>15</sup>.

Si las aguas residuales han sido previamente tratadas mediante tratamientos preliminares y primarios (físicos o físico-químicos) y no se ha logrado disminuir una proporción notable de contaminación orgánica, es necesario someter estas aguas a tratamientos donde la acción de los microorganismos transforman la materia orgánica en material estable e inofensivo a las fuentes que las receptan.

<sup>15</sup> Lizarazo Becerra, y Orejuela Martha. 2013. *Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

#### **2.1.13.2. Tratamiento secundario**

Contempla el empleo de procesos biológicos y/o químicos para reducción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables, y sólidos suspendidos; generalmente incluye procesos de desinfección, tratamiento biológico con fangos activados, reactores de lecho fijo, los sistemas de lagunaje y la sedimentación<sup>16</sup>.

#### **2.1.13.3. Tratamiento avanzado o terciario**

Es el tratamiento adicional necesario para remover nutrientes y sustancias principalmente disueltas que permanecen después del tratamiento secundario. Estos tratamientos se ocupan de obtener una calidad excelente en el efluente, es por ello se usan en casos especiales, estas aguas pueden ser utilizadas en gran variedad de fines entre los que se encuentra la reutilización.

Es el nivel de tratamiento necesario para la eliminación de constituyentes de las aguas residuales que merecen particular atención como nutrientes, compuestos tóxicos, excesos de materia orgánica o de sólidos suspendidos, iones y sólidos disueltos.

#### **2.1.14. Polución (Contaminación)**

La palabra polución proviene del Latín Polluo, que significa ensuciar o manchar. Según la real academia española (1992) polución es la contaminación intensa o dañina del agua o del aire, producida de los residuos de procesos industriales o biológicos.

Carvalho (1981) define polución como cualquier interferencia dañina en los

---

<sup>16</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: TÍTULO J. Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural / Vargas Liévano, Armando (Ed.). Bogotá, D.C.

procesos de transmisión de energía en un ecosistema<sup>17</sup>. Puede también ser definida como un conjunto de factores limitadores de interés especial para el hombre, constituidos de sustancias nocivas que, una vez introducidas en el ambiente, pueden ser efectiva o potencialmente perjudiciales para el hombre o para el uso que él hace de su hábitat<sup>18</sup>.

Según el TULSMA, polución es la presencia en el agua de contaminantes en concentraciones y permanencias superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente capaz de deteriorar la calidad del agua. Polución térmica, son las descargas de agua a mayor o menor temperatura que aquella que se registra en el cuerpo receptor al momento del vertido, provenientes de sistemas industriales o actividades humanas<sup>19</sup>.

La polución proveniente de residuos domésticos, a pesar de ser generalmente menos dañina para el medio ambiente que la polución industrial, puede causar grandes daños a los ecosistemas, pues posee en su composición materia orgánica y microorganismos patógenos, MINTER (1978)<sup>20</sup>.

Hay básicamente dos formas como la fuente de contaminante puede afectar un cuerpo de agua: polución puntual y polución difusa, Von Sperling (1995). En la contaminación puntual los contaminantes afectan el cuerpo de agua de forma concentrada en el espacio, pudiéndose citar como ejemplo la descarga de los residuos de una comunidad en un río.

En la polución difusa los contaminantes se distribuyen a lo largo de la

---

<sup>17</sup> Carvalho, J.L.B, Klein, A.H.F., Schettini, C.A.F. and Jabor, P.M. 1996 *Marés Meteorológicas em Santa Catarina: Influência do Vento na Determinação de Parâmetros de Projeto para Obras Costeiras. Proceedings of III Simpósio sobre Oceanografia - IOUSP, Resumos p. 380.*

<sup>18</sup> Minter. 1978. *Medio ambiente, algunas respuestas básicas*, Ministerio do Interior, Brasília, DF. Brasil

<sup>19</sup> TULSMA. *Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua libro VI Anexo 1*

<sup>20</sup> Mendoca Sergio. *Lagunas de Estabilización*, consultado 15 de abril del 2014. <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/libro1.htm>.

extensión del cuerpo de agua; caso típico de la contaminación causada por el drenaje pluvial natural<sup>21</sup>.

#### **2.1.15. Usuario**

Es toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que utilice agua tomada directamente de una fuente natural o red pública<sup>22</sup>.

#### **2.1.16. Efectos de la Pérdida de la calidad de las aguas**

Capó (2002) hace referencia a como la contaminación del agua se manifiesta en una amplia variedad de aspectos, entre los que cabe citar la pérdida de valor de uso, los peligros para la salud, los cambios en los ecosistemas, etc. El problema es de suma gravedad en numerosos países y afecta en mayor o menor grado a todos los sectores de la sociedad, y a contingentes de poblaciones consideradas como usuarios.

### **2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.2.1. Generalidades**

Para Sáenz (1985), las aguas residuales domésticas se originan principalmente en las habitaciones, instalaciones sanitarias, lavado de utensilios domésticos, grifos de baño, lavado de ropa y otros usos domiciliarios. El volumen generado está en función del nivel de educación y de las costumbres de los habitantes de las ciudades<sup>23</sup>.

---

<sup>21</sup> Von Sperling, M.1995, "Introdução á qualidades das Aguas e ao tratamento de esgotos", in: *Princípios do tratamento Biológico de Aguas Residuais*, Vol 1, 2ª Ed., DESA/UFMG, Belo Horizonte-Brasil

<sup>22</sup> Idem

<sup>23</sup> MEDRANO WILLIAMS, 2001, *Evaluación de la Calidad de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de alba rancho (SEMAPA) con fines de riego*, Tesis Maestría Profesional en "Levantamiento de Recursos Hídricos" (Manejo y conservación de Cuencas).

Las aguas residuales domésticas son el producto de viviendas que poseen un sistema de abastecimiento de aguas interconectadas a una red de alcantarillado en la que se vierte todas las aguas servidas de la vivienda como son baño; cocina, etc. Se estima que las aguas residuales domésticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua cerca de 99,9 % y apenas 0,1 % de sólidos suspendidos, coloidales y disueltos, esta pequeña fracción de sólidos es la que presenta los mayores problemas en su tratamiento y su disposición.<sup>24</sup>

Según Mara y Cairncross (1990), cada persona genera 1,8 litros de materia fecal diariamente, correspondiendo a 113.5 gramos de sólidos secos, incluidos 90 gramos de materia orgánica, 20 gramos de nitrógeno, más otros nutrientes, principalmente fósforo y potasio.

La temperatura de las aguas residuales es en general, un poco superior a la temperatura de las aguas de abastecimiento, debido a la contribución de los residuos domésticos de aguas calientes. Sin embargo, puede presentar valores reales elevados, debido a la contribución de residuos líquidos industriales.

Normalmente, la temperatura de las aguas residuales es superior a la del aire, excepto en los días más calientes del verano.

En relación con los procesos de tratamiento, su influencia se presenta en las operaciones de naturaleza biológica, pues la velocidad de descomposición de las aguas residuales se incrementa con el aumento de la temperatura y en las operaciones donde ocurre el fenómeno de la sedimentación, el

---

<sup>24</sup> Díaz-Cuenca, Elizabeth; Alvarado-Granados, Alejandro Rafael; Camacho-Calzada, Karina Elizabeth "El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México Quivera, vol. 14, núm. 1, enero-junio, 2012, pp. 78-97. Universidad Autónoma del Estado de México-México.

aumento de la temperatura hace que disminuya la viscosidad, mejorando las condiciones del fenómeno<sup>25</sup>.

Las aguas residuales domésticas son por lo general perennes, y su composición es esencialmente orgánica y su flujo relativamente constante cuando hay control domiciliario de agua por medio de medidores. Las aguas industriales residuales pueden ser perennes, pero son función del trabajo de la propia industria, lo que generalmente las vuelve intermitentes, al contrario de las aguas residuales domésticas.

Las aguas residuales pluviales son típicamente intermitentes y estacionales, varían de acuerdo con la precipitación atmosférica y con la cultura de la población. Su composición cambia también con la duración de las lluvias.

De acuerdo con el tipo de desechos que conectan, los sistemas de alcantarillado puede clasificarse en:

- Sistema único y combinado: Las aguas pluviales y las aguas residuales domésticas son transportadas conjuntamente por el mismo sistema.
- Sistema parcialmente separado: en éste sistema es admitida en la red apenas la fracción de las aguas pluviales provenientes de las viviendas.
- Sistema completamente separado: las aguas pluviales y las aguas residuales domésticas son conducidas en líneas independientes.

Según Azevedo Netto y Álvarez (1973), las principales ventajas del sistema

---

<sup>25</sup> ZAPATA, RESTREPO NATALIA, et al 2010. *Tratamiento de aguas residuales, maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente, Módulo V. actividad colaborativa. Universidad de Manizales, Colombia*

completamente separado son:

- Permite la construcción por partes independientes (colectores, sanitarios, donde sea conveniente, e independientes, galerías de aguas pluviales, donde sea necesario).
- Facilita la construcción por etapas, de acuerdo con la disponibilidad y convivencia financiera, asegurando mejores condiciones de viabilidad.
- Presta mejores condiciones para el empleo de tuberías industriales de más bajo costo y más fácil instalación.
- Presenta mejores condiciones para mantener tensiones mínimas en las tuberías.
- Puede ser asentado sin ningún problema en las vías públicas no pavimentadas y si lecho definido.
- Asegura mejores condiciones para el control de la contaminación de las aguas que se van a tratar, reduciendo el costo de las plantas de tratamiento.

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

Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2003. *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. libro VI anexo 1. Revisado el 23 de Octubre del 2014.*

Con el fin de eliminar la presencia de microorganismos en aguas residuales de origen doméstico, desde los años cincuenta en los países tropicales, se propuso el tratamiento de estas aguas<sup>27</sup>. Diversos estudios realizados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (CIEPE) y la Organización Panamericana de la Salud<sup>28</sup> recomendaron el sistema de tratamiento mediante lagunas de estabilización.

Caracterizar el agua residual proveniente de las diferentes actividades de la parroquia Moraspungo, no es tarea sencilla ya que provienen de una variedad de procesos tales como: actividades domésticas, lubricadoras, camales, agroquímicos utilizados en la agricultura y ganadería, suelo proveniente de la erosión hídrica, etc.

El agua residual es desagradable en su apariencia y en extremo peligroso, en su contenido, principalmente debido al elevado número de organismos patógenos (virus, bacteria, protozoarios, helmintos) causantes de enfermedades. El residuo fresco tiene tonalidad grisácea, mientras que el residuo séptico el color cambia gradualmente de gris a negro. El color negro caracteriza también el residuo de descomposición parcial.

El agua residual domestica está compuesta de componentes físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua.

La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios y heces, material vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y materiales sintéticos.

---

<sup>27</sup> SAENZ R. 1985. "Lagunas de estabilización y otros sistemas simplificados para el tratamiento de aguas residuales". CEPIS/ PAHO/WHO.

<sup>28</sup> ESPARZA M.L., SÁENZ R. 1989. *Evaluación Microbiológica y toxicológica sobre rehúso de aguas residuales en riego*. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Las proteínas son el principal componente del organismo animal, pero están presentes también en las plantas, el gas sulfuro de hidrógeno presente en las aguas residuales proviene del azufre suministrado por las proteínas.

Los carbohidratos son las primeras sustancias destruidas por las bacterias, con producción de ácidos orgánicos (por esta razón las aguas residuales viejas presentan mayor acidez).

Los lípidos (aceites y grasas) incluyen gran número de sustancias, que tienen, generalmente, como principal característica común la solubilidad en el agua, pero son solubles en ciertos solventes como cloroformo, alcoholes y bencenos. Están siempre presentes en aguas residuales domésticas, debido al uso de mantequilla y aceites vegetales en la cocina.

Pueden estar presentes también bajo la formas de aceites minerales derivados del petróleo, debido a vertidos no permitidos (de estaciones de gasolina por ejemplo), y son altamente indeseables, pues se adhieren a las tuberías provocando su obstrucción, las grasas no son deseables, ya que provocan mal olor, forman espuma, inhiben la vida de los microorganismos (en el caso de tratamiento biológico de los residuos), provocan problemas de mantenimiento, etc. Los surfactantes (agentes tensoactivos) están constituidos por moléculas orgánicas que poseen la propiedad de formar espuma en el cuerpo receptor o en la planta de tratamiento donde se lanza el agua residual. Tienden a agregarse a la interfaz aire-agua y, en las unidades de aireación, se adhieren a la superficie de las burbujas de aire, formando una espuma muy estable y difícil de romper<sup>29</sup>.

El tipo más común, el ABS (alquil-benceno-sulfonado), que es típico de detergentes sintéticos presenta resistencia a la acción biológica y es sustituido por los del tipo LAS (alquil-sulfonado-lineal), que son biodegradables. Los fenoles son compuestos orgánicos originados en

---

<sup>29</sup> PNUMA.2011. *Estudio de caracterización de las aguas residuales afluentes al sistema de tratamiento de puchukollo. La Paz, Bolivia*

residuos industriales principales, y tiene la propiedad de causar sabor característico al agua, aún en baja concentración (en especial el agua clorada).

Las aguas residuales tienen gran valor para la irrigación de productos agrícolas y para la piscicultura, ya que los nutrientes que se encuentran en ella pueden ser utilizados como fertilizantes capaces de promover el crecimiento de plantas y animales.

Sin embargo, el uso del agua residual que ha sido tratada inadecuadamente, trae consigo serios problemas sanitarios, ya que al estar presentes en ella microorganismos patógenos, puede provocar efectos graves en la salud humana<sup>30</sup>, por lo tanto los parámetros de contaminación deben evaluarse en el laboratorio de forma permanente antes de ser descargadas a los cuerpos hídricos

#### **2.2.2.1. Características físicas**

Se refiere a los siguientes parámetros:

- a. Temperatura:** Su efecto en otras propiedades es importante ya que esta contribuye a la aceleración de las reacciones químicas, reduce la solubilidad de los gases e incrementa los olores y sabores.
- b. Olor:** Se debe al arrastre de materia orgánica que por obvias razones presenta esta propiedad.

Los olores característicos de las aguas residuales son causados por los gases formados por el proceso de descomposición anaerobia. Según menciona Jordao y Pessoa (1995), el cual indica los tipos de olores más

---

<sup>30</sup> MOSCOSO J., LÉON G., GIL E. 1.992. "Rehusó en acuicultura de las aguas residuales tratadas en las lagunas de estabilización de San Juan". Sección II: Tratamiento de las aguas residuales y Aspectos Sanitarios CEPIS/ OPS. HDT 59: Uso de aguas residuales, Lima (Perú) pp 1-22.

característicos:

- **Olor a moho:** Razonablemente soportable; típico de agua residual fresca.
- **Olor a huevo podrido:** “Insoportable”; típico de agua residual vieja o séptica, que ocurre debido a la formación del sulfuro de hidrógeno que proviene de la descomposición del lodo contenido en los residuos.
- **Olores variados:** de productos descompuestos, como repollo, legumbres, pescado; de material fecal; de productos rancios; de acuerdo con el predominio de productos sulfurosos, nitrogenados, ácidos orgánicos, etc.
- **Color:** Debe ser incolora.
- **Turbidez:** Es debido a la existencia de sólidos coloides dando al agua una apariencia brumosa ya que contiene muchos residuos industriales o aquellos provenientes del arrastre de suelos.
- **Sólidos:** Los sólidos se pueden encontrar presentes en suspensión o en solución.
- **Conductividad eléctrica:** Dependen de las sales disueltas y para soluciones diluidas es aproximadamente proporcional al contenido de sólidos totales disueltos.

#### **2.2.2.2. Características químicas**

Son de carácter más específico y son más útiles para evaluar las propiedades de una muestra.

- **pH:** Mide el grado de acidez o alcalinidad que contiene una muestra y su escala de medición es de 0 a 14 en donde 7 representa

neutralidad, debajo de este valor representa acidez y arriba de 7 representa alcalinidad.

El pH controla muchas reacciones químicas y su carácter ácido o básico son indeseables debido a que provocan corrosión y presentan dificultades en su tratamiento. En los procesos textiles en la mayoría de los casos presentan un pH de 7-9.

- **Alcalinidad:** Se debe a la presencia de carbonatos  $\text{CO}_3^{2-}$ , bicarbonatos  $\text{HCO}_3^-$ , o hidróxido  $\text{OH}^-$ , para abastecer de agua en varios casos se hace a través de la explotación de aguas subterráneas por medio de pozos, por lo que presenta una alcalinidad natural, en el proceso productivo es necesario que el agua no exceda los valores de bicarbonato de sodio ya que pueden reaccionar con algunos colorantes y causando dificultades en el proceso de tintura, para ello se usa secuestrantes metálicos, la alcalinidad es útil en las aguas residuales ya que proporciona un amortiguamiento para resistir los cambios de pH<sup>31</sup>.
- **Acidez:** Debido a la gran cantidad de desechos industriales es probable encontrarnos con algún tipo de acidez mineral por debajo de 4,5 unidades de pH.
- **Dureza:** Es consecuencia de la presencia de iones metálicos de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  y es la causa de la mayoría de las incrustaciones en los sistemas de calentamiento y enfriamiento.
- **Demanda de oxígeno:** Los compuestos orgánicos se oxidan química o biológicamente para obtener productos mucho más

---

<sup>31</sup> BOLAÑOS AVALOS RENÉ.2010. Propuesta de recuperación del agua residual proveniente de la industria textil . Tesis. Universidad de el Salvador.

estables relativamente inertes como CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), NO<sub>3</sub> (Nitratos), H<sub>2</sub>O (Agua).

**a) DBO:** Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para que puedan descomponer la materia orgánica.

**b) DQO:** Es la cantidad de oxígeno necesaria para producir la oxidación química fuerte de sustancias de origen inorgánico y orgánico presentes en el agua.

### 2.2.2.3. Características de tipo biológicas

Dependen de la carga orgánica y la cantidad de microorganismos presentes en el agua y se necesita una evaluación previa para no utilizar esta carga en el proceso productivo.

**Tabla No. 2.2. Efectos indeseables de las aguas residuales**

| <i>CONTAMINANTE</i>                                                 | <i>EFECTO</i>                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Materia orgánica biodegradable</i>                               | <i>Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables.</i>                                                                                                                                                              |
| <i>Materia suspendida</i>                                           | <i>Deposición en los fondos de los ríos; si es orgánica se descompone y flota mediante el empuje de los gases, cubre el fondo e interfiere con la reproducción de los peces o trastorna la cadena alimenticia.</i>                |
| <i>Sustancias corrosivas, cianuros, metales, fenoles</i>            | <i>Extinción de peces, y vida acuática, destrucción de bacterias, interrupción de la auto purificación.</i>                                                                                                                       |
| <i>Microorganismos patógenos</i>                                    | <i>Enfermedades infecto contagiosas</i>                                                                                                                                                                                           |
| <i>Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color, olor.</i>   | <i>El incremento de temperatura afecta a los peces; el color, olor, y turbiedad hacen estéticamente inaceptable el agua para uso público.</i>                                                                                     |
| <i>Sustancias o factores que trastornan el equilibrio biológico</i> | <i>Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas, las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores, etcétera.</i>                                                                                      |
| <i>Constituyentes minerales</i>                                     | <i>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</i> |

**Fuente:** ROMERO. J, Tratamiento de aguas residuales., 2002., Pp. 24

### **2.2.3. Características Cualitativas y Cuantitativas.**

La primera medida al comenzar el análisis de datos para la elaboración del diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales se relaciona con la determinación de la cualidad y cantidad de residuos que serán encaminados a la planta de tratamiento para que sea posible un dimensionamiento más próximo a la realidad. Las características de las aguas residuales domésticas son determinadas mediante procedimientos que incluyen mediciones locales de caudal, colección de muestras y análisis e interpretación de los resultados obtenidos. El conjunto de esas actividades se denomina caracterización cualitativa y cuantitativa de las aguas residuales (Hanai, 1997).

La composición y la concentración de los componentes de los residuos domésticos dependerán en gran medida de las condiciones socioeconómicas de la población, así como de la presencia del vertimiento de afluentes industriales en la red de alcantarillado<sup>32</sup>.

#### **2.2.3.1. Características cualitativas**

Las aguas residuales domesticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua; cerca de 99.9%, y apenas 0,1% de solidos suspendidos, coloidales y disueltos<sup>33</sup>. Sin embargo esta pequeña fracción de sólidos es la que presenta los mayores problemas en el tratamiento y su disposición. El agua es apenas el medio de transporte de los sólidos.

Datos típicos de los constituyentes encontrados en las aguas residuales domésticas e industrial se presentan en la Tabla 2.2.

---

<sup>32</sup> PNUMA. 2011. *Estudio de la caracterización de las aguas residuales afluentes al sistema de tratamiento Puchucollo, La Paz Bolivia.*

<sup>33</sup> *idem*

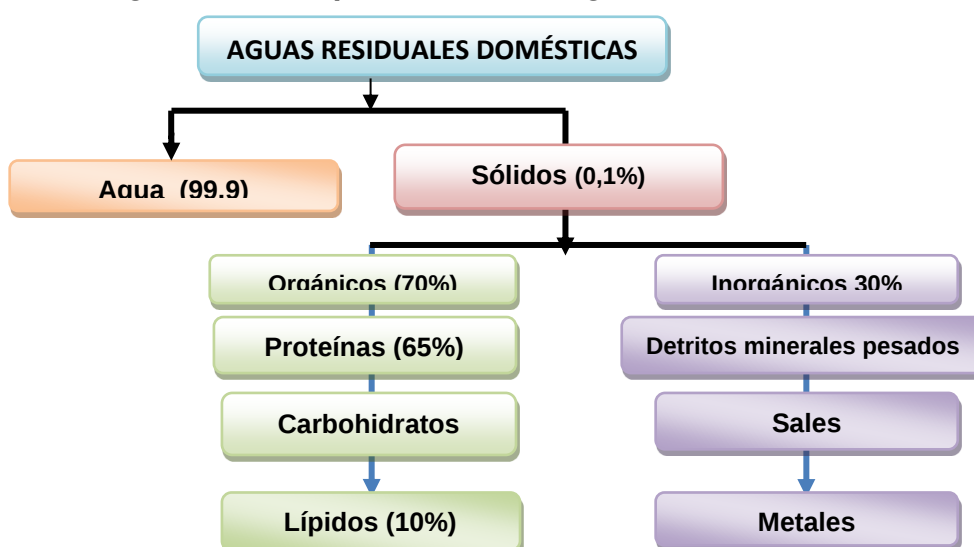
**Tabla 2.2. Contaminantes en Aguas Residuales**

| CONTAMINANTE                          | PARÁMETRO TÍPICO DE MEDIDA                   | IMPACTO AMBIENTAL                                                                                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Materia orgánica biodegradable</i> | <i>DBO, DQO</i>                              | <i>Desoxigenación del agua, generación de olores indeseables.</i>                                                  |
| <i>Materia suspendida</i>             | <i>SST, SSV</i>                              | <i>Causa turbiedad en el agua, deposita lodos.</i>                                                                 |
| <i>Patógenos</i>                      | <i>CF</i>                                    | <i>Hace el agua insegura para consumo y recreación.</i>                                                            |
| <i>Amoniaco<br/>Fósforo</i>           | <i>NH<sub>4</sub> + - N<br/>Ortofosfatos</i> | <i>Desoxigena el agua, es tóxico para organismos acuáticos y puede estimular el crecimiento de algas.</i>          |
| <i>Materiales tóxicos</i>             | <i>Como cada material tóxico específico</i>  | <i>Puede estimular el crecimiento de algas. Peligroso para la vida vegetal y animal.</i>                           |
| <i>Sales inorgánicas</i>              | <i>SDT</i>                                   | <i>Limita los usos agrícolas e industriales del agua.</i>                                                          |
| <i>Energía térmica</i>                | <i>Temperatura</i>                           | <i>Reduce la concentración de saturación de oxígeno en el agua acelera el crecimiento de organismos acuáticos.</i> |
| <i>Iones hidrogeno</i>                | <i>pH</i>                                    | <i>Riesgo potencial para organismos acuáticos.</i>                                                                 |

**Fuente:** ROMERO, J., Tratamiento de aguas residuales., 2002., Pp. 25

La figura 2.1 presenta la composición general de las aguas residuales domésticas.

**Figura 2.1. Composición de las aguas residuales domésticas**



Fuente: Mendoza, 2000

Dependiendo de la concentración de estos componentes, el residuo puede clasificarse como fuerte, medio o diluido. Tanto los componentes como las concentraciones pueden variar durante el día, en los diferentes días de la semana y con los periodos estacionarios.

**Tabla 2.3. Composición típica del agua residual doméstica**

| <i>Componentes</i>                        | <i>Unidad</i>  | <i>Concentración</i> |                 |                 |
|-------------------------------------------|----------------|----------------------|-----------------|-----------------|
|                                           |                | <i>Fuerte</i>        | <i>Media</i>    | <i>Diluida</i>  |
| <i>Sólidos totales</i>                    | <i>mg/l</i>    | 1.200                | 720             | 350             |
| <i>Sólidos disueltos totales</i>          | <i>mg/l</i>    | 850                  | 500             | 250             |
| <i>Sólidos disueltos fijos</i>            | <i>mg/l</i>    | 525                  | 300             | 145             |
| <i>Sólidos disueltos volátiles</i>        | <i>mg/l</i>    | 325                  | 200             | 105             |
| <i>Sólidos suspendidos</i>                | <i>mg/l</i>    | 350                  | 220             | 100             |
| <i>Sólidos suspendidos fijos</i>          | <i>mg/l</i>    | 75                   | 55              | 20              |
| <i>Sólidos suspendidos volátiles</i>      | <i>mg/l</i>    | 275                  | 165             | 80              |
| <i>Sólidos sedimentables</i>              | <i>mg/l</i>    | 20                   | 10              | 5               |
| <i>Demanda bioquímica de oxígeno, DBQ</i> | <i>mg/l</i>    | 400                  | 220             | 110             |
| <i>Carbono orgánico total</i>             | <i>mg/l</i>    | 290                  | 160             | 80              |
| <i>Demanda química de Oxígeno DQO</i>     | <i>mg/l</i>    | 1.000                | 500             | 250             |
| <i>Nitrógeno Total</i>                    | <i>mg/l</i>    | 85                   | 40              | 20              |
| <i>Nitrógeno Orgánico</i>                 | <i>mg/l</i>    | 35                   | 15              | 8               |
| <i>Nitrógeno Amoniacal</i>                | <i>mg/l</i>    | 50                   | 25              | 12              |
| <i>Nitritos</i>                           | <i>mg/l</i>    | 0                    | 0               | 0               |
| <i>Nitratos</i>                           | <i>mg/l</i>    | 0                    | 0               | 0               |
| <i>Fosforo Total</i>                      | <i>mg/l</i>    | 15                   | 8               | 4               |
| <i>Fosforo Orgánico</i>                   | <i>mg/l</i>    | 5                    | 3               | 1               |
| <i>Fósforo Inorgánico</i>                 | <i>mg/l</i>    | 10                   | 5               | 3               |
| <i>Cloruros *</i>                         | <i>mg/l</i>    | 100                  | 50              | 30              |
| <i>Sulfatos *</i>                         | <i>mg/l</i>    | 50                   | 30              | 20              |
| <i>Alcalinidad en CaCO<sub>3</sub></i>    | <i>mg/l</i>    | 200                  | 100             | 50              |
| <i>Aceites y Grasas</i>                   | <i>mg/l</i>    | 150                  | 100             | 50              |
| <i>Coliformes Totales</i>                 | <i>NMP/100</i> | $10^7$ a $10^9$      | $10^7$ a $10^8$ | $10^6$ a $10^7$ |
| <i>Compuestos Orgánicos Volátiles</i>     | <i>µg/l</i>    | >400                 | 00 a 400        | < 100           |

**Fuente:** Mendoza, 2000

**Elaboración:** La Autora

### 2.2.3.2. Características cuantitativas

En la determinación de las características cuantitativas, se debe considerar la relación per cápita versus el agua residual. La contribución de las aguas residuales depende fundamentalmente del suministro de agua potable, y esto radica en la utilización del recurso en los domicilios, direccionadas posteriormente a las instalaciones prediales, encaminadas luego de su empleo hacia las redes de alcantarillas, para que sean transferidas finalmente al sistema de tratamiento de las aguas residuales predeterminado.

Con el presente antecedente, el consumo per cápita es un parámetro extremadamente variable entre diferentes sitios, dependiendo de diversos factores Tsutiya y Alem Sobronho citan los principales<sup>34</sup>:

- Hábitos higiénicos y culturales de la población.
- Cantidad de micro medición del sistema de suministro del agua.
- Instalaciones y equipos hidráulico-sanitarios de los inmuebles.
- Control ejercido sobre el consumo.
- Valor de la tarifa y existencia o no de subsidios sociales o políticos.
- Abundancia o escases de manantiales.
- Intermitencia o regularidad del abastecimiento del agua.
- Temperatura media de la región.
- Renta familiar
- Disponibilidad de equipos domésticos que utilizan agua en cantidad apreciable.
- Indices de distribución.

---

<sup>34</sup> Tsutiya y Alem Sobronho. 2010. *Uso Del Criterio de La Fuerza Tractiva en El Diseño de Alcantarillado Sanitario en Nicaragua* r2\_2012.01.05.

- Intensidad y tipo de actividad comercial.

Mendoza (1977) expresa que el consumo de agua mínimo adoptado para el abastecimiento de agua de pequeñas poblaciones es de 80 L/hab.día, pudiendo alcanzar 150 L/hab.día.

Para ciudades con población superior a 100.000 habitantes, el valor mínimo usualmente adoptado es de 150 L/hab.día<sup>35</sup>.

En el caso de las aguas residuales domésticas, esa agua es derivada para lavar los vehículos, las aceras y las calles, para la irrigación de jardines y parques públicos, para llenar los radiadores, para la utilización en piscinas, y parte de ella se infiltra en el subsuelo. etc. De modo general, el coeficiente de retorno está en el rango 0,5 y 0,9, dependiendo de las condiciones locales<sup>36</sup>.

#### **2.2.4. Caudal de Diseño.**

Generalmente, en los caudales de las aguas residuales ocurren variaciones horarias (con las horas del día) y cíclicas (con las épocas del año), de acuerdo con los usos y costumbres de la población además de la temperatura y de la precipitación atmosférica de la región.

Al diseñarse un sistema de alcantarillado, es necesario el conocimiento previo de la existencia o no de producciones contribuyentes y, en caso positivo, de su número, tamaño y características (cualitativas y cuantitativas) de sus efluentes. En cada caso, deberá verificarse la posibilidad de que los residuos puedan lanzarse *in natura* en la red de alcantarillado (muy raramente) o si hay necesidad de pre tratamiento.

---

<sup>35</sup> Proyecto PNUMA. 2011. *Estudio de la caracterización de las aguas residuales afluentes al sistema de tratamiento Puchucollo, La Paz Bolivia.*

<sup>36</sup> JUNTA DE ANDALUCIA 2010. *Manual general para el uso, mantenimiento, y conservación de edificios destinados a viviendas. Consejería de vivienda y ordenación del territorio*

Hay aún otra fracción de contribución de las aguas residuales que pueden adicionarse a los caudales mínimos, medios y máximos; las aguas pluviales por lo general encaminadas indebidamente a los colectores prediales, además de las que penetran en la red de alcantarillado a través de los tampones de los pozos de registro clandestinos, aumentando considerablemente los caudales estimados en los diseños<sup>37</sup>.

En Colombia, Pérez (1988) estima de este aumento como 20% del caudal máximo horario. En Brasil es común adoptar para este aumento 5 a 25% de la contribución *per cápita* de las aguas residuales<sup>38</sup>.

Hammer (1979) explica que las contribuciones excesivas de las aguas pluviales pueden crear diversos problemas, incluida la sobrecarga en la red de alcantarillado, con reflujo de las aguas residuales domésticas en el subsuelo, extravasamiento hacia la calle, sobrecarga de las plantas de tratamiento y extravasamiento en las estaciones de bombeo y plantas de tratamiento.

Un estudio de eficiencia de la PTAR realizado por el PNUMA en Bolivia en el 2011 se determinó que los caudales en el 2009, 2010 y 2011 fluctuaron cerca de 268 L/s en periodo seco y 332 L/s en periodo de lluvias, registrándose para esta última gestión, entre enero y mayo, un caudal promedio de 322 L/s, con un máximo de 669 L/s y un mínimo de 115 L/s.

Asimismo, se ha observado que generalmente el caudal del afluente a la PTAR Puchukollo se incrementa los días lunes y declina los días

---

<sup>37</sup> RIGOLA, M. LAPEÑA, B. 1998. *Tratamiento de Aguas Industriales*. México, Editorial Limusa, pp. 21

<sup>38</sup> AZEVEDO NETTO, J.M. (1988), *Simplified Sewerage Systems - Technical Aspects*, Seminario Latino Americano sobre Saneamiento para População de Baixa Renda em Comunidades Rurais e Periurbanas, Doc. No. 37, Recife, Brasil.

domingos<sup>39</sup>.

### 2.2.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

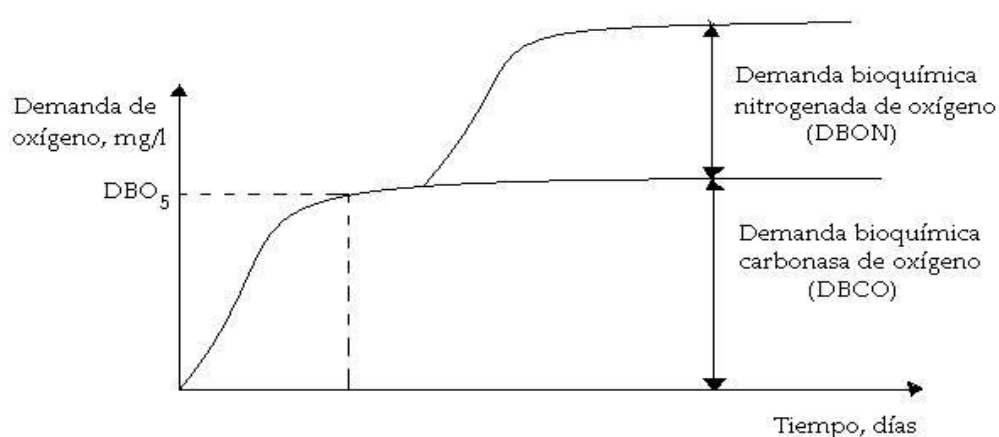
La D.B.O. de un líquido, es la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaerobias facultativas: *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Bacillus*), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra y se expresa en mg/L.

Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes.

Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla).

Como el proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se realiza en forma estándar durante cinco días a 20 °C; esto se indica como D.B.O<sub>5</sub>. en la Fig. 2.2.

**Fig. 2.2. Proceso de la Demanda de Oxígeno**



**Fuente:** Hammer, 1979

<sup>39</sup> PNUMA. 2011. *Estudio de la caracterización de las aguas residuales afluentes al sistema de tratamiento Puchucollo, La Paz Bolivia.*

Según el PNUMA, la DBO<sub>5</sub> en periodo seco alcanzó valores promedio de 470 mg/L y en periodo de lluvias 450 mg/L, mostrándose claramente que en época seca la DBO es mayor, mientras que en época de lluvias es menor debido muy probablemente a la dilución que existe precisamente por las lluvias.

Respecto a la eficiencia de la PTAR Puchukollo, en términos de la DBO<sub>5</sub>, antes de la ampliación alcanzó un valor de 77 % para un caudal de 300 L/s. Con la ampliación incrementó su eficiencia hasta 80 % para un caudal de 430 L/s.<sup>40</sup>.

En cuanto a la reducción en los valores de DQO, la planta muestra una eficiencia del 76%. Se ha registrado en el afluente valores promedio alrededor de 1.000 mg/L y en el efluente entre 260 y 300 mg/L, muy cerca al límite permisible (250 mg/L).

Con la ampliación, al igual que la DBO<sub>5</sub>, la eficiencia se incrementó levemente alcanzándose valores por debajo del límite (239 mg/L).

Asimismo, la eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos alcanza el 85%, con valores promedio al ingreso entre 600 y 700 mg/L y a la salida entre 90 y 100 mg/L.

Respecto a la eficiencia en la remoción de nutrientes, medidos como la remoción en nitrógeno y fósforo, es muy baja alcanzando apenas entre el 15% y 25%. Sin embargo, respecto a la remoción de sulfuros se alcanza el 80%.

Durante la gestión 2009 se registraron los siguientes valores promedio:

---

<sup>40</sup> PNUMA. 2011. *Estudio de la caracterización de las aguas residuales afluentes al sistema de tratamiento Puchucollo, La Paz Bolivia.*

**Tabla 2.5. Valores registrados en el 2009.**

| <i>Parâmetro</i> | <i>Afluente (mg/L)</i> | <i>Efluente (mg/L)</i> |
|------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Fósforo</i>   | 8,5                    | 6,4                    |
| <i>Nitrógeno</i> | 65 – 55                | 50                     |
| <i>Azufre</i>    | 7,7                    | 1,6                    |

La remoción en coliformes no supera el 40%, sin embargo se alcanzan valores cercanos al límite permitido (5 E+04 NMP/100 mL). En la gestión 2009 se ha registrado valores promedio de 7 E+07 en el afluente y 9 E+04 en el afluente<sup>41</sup>. Por último, los per cápitas determinados son:

**Tabla 2.6. Valores per cápitas.**

| <i>PARÁMETRO</i>    | <i>g/hab-día</i> |
|---------------------|------------------|
| <i>DBO5</i>         | 30.4             |
| <i>DQO</i>          | 106.5            |
| <i>Amonio</i>       | 2.9              |
| <i>Ortofosfatos</i> | 2.               |

#### **2.2.6. Criterios importantes para la selección de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales.<sup>42</sup>**

- El sistema debe ser simple en su operación, mantenimiento y control, ya que una buena operación no debe depender de la presencia de operadores e ingenieros experimentados. La flexibilidad del proceso debe ser alta con respecto a la escala a la cual es aplicada, debe prepararse para las posibilidades de ampliación y mejoramiento de la eficiencia.

---

<sup>41</sup> PNUMA. 2011. Estudio de la caracterización de las aguas residuales afluentes al sistema de tratamiento Puchucollo, La Paz Bolivia.

<sup>42</sup> MERCADO, I., *La electrocoagulación, una nueva alternativa para el tratamiento de aguas residuales.*, 2005.Pp.26.

- El sistema no debe provocar malos olores y problemas de salud.
- El requerimiento de área debe ser bajo, en especial cuando no está disponible y/o el precio es alto.
- El número de etapas requeridas para el proceso deben ser las mínimas posibles.
- El sistema debe ofrecer buenas posibilidades para recuperar subproductos útiles en irrigación y fertilización.
- El sistema debe ser estable a interrupciones en la alimentación.
- Es recomendable disponer de la capacitación suficiente en el manejo del sistema.
- El tiempo de vida del sistema debe ser largo.
- El sistema no debe tener ningún problema con la disposición de lodos.
- En los monitoreos para determinar la calidad de los efluentes, los parámetros para determinar la calidad de las aguas residuales tratadas deben estar en los límites máximos permisibles.
- El sistema de tratamiento debe estar ubicado en sitios estratégicos que no generen afectación a los recursos naturales como a los habitantes.

En la tabla No. 2.7. se establecen las operaciones, procesos unitarios y sanitario para tratamiento de acuerdo a cada parámetro.

**Tabla 2.7. Operaciones, procesos unitarios y sistemas de tratamiento utilizados para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual.**

| <b>CONTAMINANTE</b>                   | <b>SISTEMA DE TRATAMIENTO, OPERACIÓN Ó PROCESO UNITARIO</b>                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Sólidos en suspensión</i>          | <i>Desbaste y dilaceración, desarenado, sedimentación, filtración, flotación, adición de polímeros, sistemas naturales (tratamiento de evacuación al terreno), coagulación/sedimentación.</i>                                                                    |
| <i>Materia orgánica Biodegradable</i> | <i>Variantes de fangos activados, película fija: filtros percoladores y biodiscos, variantes de lagunaje, filtración intermitente en arena, sistemas físico –químicos, sistemas naturaleza.</i>                                                                  |
| <i>Compuestos orgánicos volátiles</i> | <i>Arrastre por aire, tratamiento de gases, absorción en carbón.</i>                                                                                                                                                                                             |
| <i>Patógenos</i>                      | <i>Cloración, hipó cloración, cloruro de bromo, ozonación, radiación UV, sistemas naturales.</i>                                                                                                                                                                 |
| <b>NUTRIENTES:</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <i>Nitrógeno</i>                      | <i>Variantes de sistemas de cultivo en suspensión con nitrificación y desnitrificación, variantes de sistemas de película fija con nitrificación y desnitrificación, arrastre de amoníaco, intercambio iónico, coloración al breakpoint, sistemas naturales.</i> |
| <i>Fósforo</i>                        | <i>Adición de sales metálicas, coagulación y sedimentación con cal, eliminación biológica del fósforo, eliminación biológica – química del fósforo, sistemas naturales.</i>                                                                                      |
| <i>Nitrógeno y fósforo</i>            | <i>Eliminación biológica de nutrientes</i>                                                                                                                                                                                                                       |
| <i>Materia orgánica refractaria</i>   | <i>Adsorción en carbón, ozonación terciaria, sistemas naturales.</i>                                                                                                                                                                                             |
| <i>Metales pesados</i>                | <i>Precipitación química, intercambio iónico, sistemas de tratamiento por evacuación al terreno</i>                                                                                                                                                              |
| <i>Sólidos disueltos orgánicos</i>    | <i>Intercambio iónico, osmosis inversa, electrodialisis</i>                                                                                                                                                                                                      |

**Fuente:** METCALF& EDDY., Ingeniería de Aguas Residuales., 1995., Pp. 144-145.

### **2.2.7. Tratamiento de lodos**

El lodo que se extrae de los procesos de tratamiento de aguas residuales son líquidos o líquidos – semisólidos con contenido de sólido que

aproximadamente representan el 0,25% y el 12% en peso, siendo el mayor volumen eliminado durante los tratamientos, está formado por sustancias que son desagradables de las aguas que no son tratadas.

“Uno de los principales problemas en el tratamiento de aguas residuales es el relacionado con el tratamiento y disposición de lodos. En los tanques de sedimentación se producen grandes volúmenes de lodos con grandes contenidos de agua; su deshidratación y disposición final pueden representar un alto porcentaje del costo del tratamiento de agua”<sup>43</sup>.

Una reducción mayoritaria de lodos es necesaria antes que estos se espesen, la parte líquida de los lodos tiene que secarse consiguiendo un lodo seco y poroso. La deshidratación puede producirse de manera natural, durante un largo periodo de tiempo.

Para que se dé una deshidratación efectiva, el tamaño y firmeza de las acumulaciones del lodo son importantes, para que el lodo permanezca poroso durante la compresión, se utilizan floculantes para alcanzar mayor cantidad de materia seca en las máquinas de deshidratación.

Para elegir el proceso más adecuado de deshidratación es importante considerar las condiciones limitantes tales como: cantidad, estructura del lodo, disposición, regulaciones, disponibilidad, personal, etc.

#### **2.2.8. Microorganismos**

Glynn H. y Gary W. (1999) sostiene que los microorganismos prosperan donde hay alimento y temperatura adecuada y suficiente humedad, es por ello que las aguas grises son el ambiente idóneo para una inmensa colección de microorganismos, en especial bacterias, más algunos virus y protozoarios.

---

<sup>43</sup> ROMERO J.2002, *Tratamiento de aguas residuales*, Pp. 757

Cabe indicar que, la mayor parte de los microbios de las aguas residuales son inofensivos, los mismos que se pueden emplear en procesos biológicos para transformar la materia orgánica en productos finales estables. Sin embargo, las aguas residuales también pueden contener patógenos (organismos causantes de enfermedades), que provienen de los excrementos de personas con enfermedades infecciosas susceptibles a transmitirse en el agua contaminada<sup>44</sup>.

Las principales enfermedades bacterianas transmitidas por el agua son: el cólera, la tifoidea, y la tuberculosis, o a su vez enfermedades virales como hepatitis infecciosa, y la disentería causada por protozoarios.

#### **2.2.9. Parámetros a cumplir por las aguas del cuerpo receptor según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).**

El efluente final de las 4 plantas de tratamiento de aguas residuales es descargado e insertado al río Piñanatug y Angamarca afectando la calidad del agua del cuerpo receptor. Según el uso que recibe el agua en la parte baja de los ríos se requiere controlar ciertos parámetros de uso, según lo especificado en el libro VI anexo I del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) con el objetivo de cuidar la salud pública y el paisaje.

El agua del río Piñanatug y Angamarca se utiliza principalmente con tres fines:

- Estético
- Agrícola

---

<sup>44</sup> PETERSEN OSORIO.2013. *Estudio y análisis técnico-económico de plantas de tratamientos de aguas residuales.* Universidad del Bio-Bio Facultad de Ingeniería. Concepción. Chile.

➤ Consumo humano

El uso estético del agua se refiere al mejoramiento y recreación de la belleza escénica. Las aguas que sean usadas para uso estético, tendrán que cumplir con los siguientes criterios de calidad:

- a) Ausencia de material flotante y de espumas provenientes de la actividad humana.
- b) Ausencia de grasas y aceites que formen una película visible.
- c) Ausencia de sustancias productoras de color, olor, sabor y turbiedad no mayor a 20 UTN.
- d) El oxígeno disuelto será no menor al 60% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/L.

Las características físicas de color, olor, sabor y turbiedad no han sido medidas en el agua del cuerpo receptor por lo cual no es posible la comparación con la Norma mediante estos parámetros para obtener un criterio de calidad. Los valores medios de Oxígeno Disuelto obtenidos son de 6,65 mg/L aguas arriba de la descarga y de 6,71 mg/L aguas abajo. Estas concentraciones cumplen con el TULSMA ya que son mayores a 6 mg/L. Mediante la observación del agua del cuerpo receptor se sabe que ésta carece de material flotante, grasas y aceites y espumas; además el valor de Oxígeno Disuelto se encuentra sobre el estipulado en la norma, se puede decir que la calidad el agua de la corriente analizada puede ser utilizada con fines estéticos, recreativos.

## **2.2.10. Investigaciones similares**

### **2.2.10.1. Diseño de un Sistema de Tratamiento de las Aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis, Provincia de Pichincha.**

En la Investigación “Diseño de un Sistema de Tratamiento de las Aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis - provincia de Pichincha”, donde los parámetros que no cumplen con la normativa ambiental son

Coliformes Fecales  $8 \times 10^7$  UFC/100 ml, Aceites y Grasas 51,93 mg/L y DBO<sub>5</sub> 169,33 mg/L.

**2.2.10.2. Estudio, diseño y selección de la tecnología adecuada para tratamiento de aguas residuales domésticas para poblaciones menores a 2000 habitantes en la ciudad de Gonzanamá”.**

La caracterización física, química y bacteriológica de aguas residuales de la ciudad de Gonzanamá, así como la relación DBO<sub>5</sub>/DQO ha permitido determinar que su composición corresponde a la de un agua biodegradable y de origen doméstico, siendo tratable por método naturales.

**2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

El marco legal que sostiene la presente investigación se encuentra enmarcado en la Constitución Política de la República del Ecuador, Ley orgánica de los Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, Ley de Gestión Ambiental, Ley Forestal, Ley de Prevención y Contaminación Ambiental y el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente.

**2.3.1. Constitución Política de la República del Ecuador**

La Constitución Política del estado ecuatoriano, aprobada en el año 2008, establece el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger el medio ambiente (Art. 6), y proteger la calidad de vida, a fin de asegurar la salud, alimentación y nutrición, agua potable,

saneamiento ambiental; educación, trabajo, empleo, recreación, vivienda, vestido y otros servicios sociales necesarios (Art.20).

El Art. 396 se refiere a las políticas y medidas que el Estado adoptará a fin de evitar los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre del daño, además en el mismo artículo dice que: Cada uno de los actores en los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente, además de lo señalado en la sección Tercera de Patrimonio natural y ecosistemas, Sección cuarta de Recursos Naturales, Sección Quinta de Suelo, Sección Sexta de Agua, Sección Séptima de Biosfera, ecología urbana y energías alternativas.

### **2.3.2. El Código Orgánico Integral Penal**

En el Artículo 251 al referirse a los delitos contra el agua, establece que la persona que contamine, desee o altere los cuerpos de agua, vertientes, fuentes, caudales ecológicos, aguas naturales afloradas o subterráneas de las cuencas hidrográficas y en general los recursos hidrobiológicos, será sancionada con una pena privativa de libertad de tres a cinco años<sup>45</sup>.

### **2.3.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua**

Al referirse a la protección y recuperación de fuentes Art. 12, establece corresponsabilidades para el Estado, los sistemas juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, en la protección recuperación y conservación de las fuentes de agua así como la participación en el uso y

---

<sup>45</sup> Ministerio de Justicia, Derechos Humanos y Cultos, Subsecretaría de Desarrollo Normativo.2014. Capítulo Cuarto, Delitos contra el ambiente y la naturaleza o Pacha Mama

administración de las fuentes de agua que se hallen en sus tierras y establece responsabilidades para la Autoridad Única del Agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, las comunas, pueblos nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua en su manejo sustentable e integrado, así como de la Protección y conservación de dichas fuentes, de conformidad con conformidad con las normas de la presente Ley y las normas técnicas que dicte la autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional y las practicas ancestrales.

El Art. 38, establece que la Autoridad única del Agua no expedirá autorización de uso y aprovechamiento de aguas residuales en los casos que obstruyan, limiten o afecten la ejecución de proyectos de saneamiento público o cuando incumplan con los parámetros en la normativa para cada uso.

La restauración de agua será independiente de la obligación de Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados (Art. 66). La indemnización económica deberá ser invertida en la recuperación de la naturaleza y del daño económico causado sin perjuicio de la sanción y la acción de repetición que corresponde. Si el daño es causado por el Estado la indemnización se concretará en obras.

Queda prohibido el vertido directo o indirecto de aguas o productos residuales, aguas servidas, sin tratamiento y lixiviados susceptibles de contaminar, las aguas del dominio hídrico público (Art.80). La Autoridad Ambiental Nacional ejercerá el control de vertidos en coordinación con la Autoridad Única del Agua y los Gobiernos Autónomos Descentralizados acreditados en el sistema único de manejo ambiental. Es responsabilidad de los gobiernos autónomos municipales el tratamiento de aguas servidas y desechos sólidos.

La Autoridad Ambiental Nacional o acreditada en coordinación con la Autoridad única del Agua, emitirán la autorización para realizar descargas estará incluida en los permisos ambientales que se emitan para el efecto.

Los parámetros de la calidad de agua a ser vertida y el procedimiento para el otorgamiento suspensión y revisión de la autorización, serán regulados de acuerdo a lo que establece el Art. 160 y las infracciones se sancionarán con:

- a) Multa
- b) Suspensión de la autorización de uso y aprovechamiento productivo del agua y,
- c) Cancelación de la autorización de uso y aprovechamiento productivo del agua.

### **2.3.3. Ley de Gestión Ambiental**

La Ley de Gestión Ambiental, publicado en el Registro Oficial No. 245 del 30 de Julio de 1999, en el Art. 12 determina que son obligaciones de las instituciones del Estado Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia aplicar los principios establecidos en dicha Ley y ejecutar las acciones específicas del medio ambiente y de los recursos naturales así como el de regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social.

En cuanto a los impactos ambientales el Art. 19 establece que las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio y el Art. 21 al referirse a los sistemas de manejo ambiental establece que deben incluirse estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental, evaluación de

riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Finalmente en el **Art. 33**, se determinan como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

#### **2.3.4. Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.**

El Art. 16 prohíbe descargar las aguas residuales que contengan contaminantes nocivos a la salud humana, a la fauna y a las propiedades, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, así como infiltrar en terrenos sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones. El Art. 20, prohíbe descargar, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes. Para los efectos de esta Ley, el Art 21 considera como fuentes potenciales de contaminación, las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos, o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica.

#### **2.3.5. Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).**

El Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, TULSMA, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3399, y publicado en el Registro Oficial No. 725 del 16 de diciembre del 2002. En el Libro VI y Anexos, se

establece la política de Calidad Ambiental del Ecuador. Este mismo cuerpo legal al referirse al Reglamento de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Art. 1 se habla de la protección de los recursos aire, agua y suelo; y la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente; actividades que se declaran de interés público, igualmente en el Art. 16, prohíbe descargar, a las redes de alcantarillado, o en quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas que contengan contaminantes que sean nocivos para la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades, sin sujetarse a las correspondientes normas y técnicas y regulaciones.

El Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente instituye sobre la conceptualización de la contaminación del agua, como la alteración de su *calidad natural* por la acción del hombre determinando las consecuencias por las afectaciones,

El Art. 94 plantea que los parámetros principales indicadores de la calidad del agua son:

➤ **Sólidos en suspensión**

- Suelos
- Minerales
- Subproductos agroindustriales
- Materias primas no utilizadas y desechadas

➤ **Elementos que modifican el color**

- Agua caliente
- Colorantes y otros

➤ **Compuestos inorgánicos**

- Sal común
- Ácidos

- Sales metálicas

➤ **Nutrientes**

- Compuestos de nitrógeno
- Fósforo
- Potasio

➤ **Residuos que demandan nitrógeno**

➤ **Materias orgánicas putrescibles reducidas por bacterias aerobias que requieren de oxígeno disuelto.**

➤ **Compuestos orgánicos tóxicos**

- Detergentes
- Plaguicidas
- Subproductos industriales

➤ **Contaminantes biológicos, bacterias, virus, y otros productores de enfermedades**

- Bacterias
- Virus
- Otros organismos productores de enfermedades

En el Acuerdo Ministerial No. 28 del 13 de Febrero del 2015, se sustituye el Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), en donde se encuentra la Tabla de los límites máximos permisibles determinados para las descargas a un cuerpo de agua dulce.

Esta normativa ambiental indica los diferentes parámetros, los mismos que se muestran en la Tabla 2.8.

**Tabla. 2.8. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce**

| <i>Parámetros</i>                             | <i>Expresado como</i>                 | <i>Unidad</i>            | <i>Límite máximo permisible</i>         |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
| <i>Aceites y Grasas.</i>                      | <i>Sustancias solubles en hexano</i>  | <i>mg/l</i>              | <b>30,0</b>                             |
| <i>Alkil mercurio</i>                         |                                       | <i>mg/l</i>              | <i>NO DETECTABLE</i>                    |
| <i>Aluminio</i>                               | <i>Al</i>                             | <i>mg/l</i>              | <b>5,0</b>                              |
| <i>Arsénico total</i>                         | <i>As</i>                             | <i>mg/l</i>              | <b>0,1</b>                              |
| <i>Bario</i>                                  | <i>Ba</i>                             | <i>mg/l</i>              | <b>2,0</b>                              |
| <i>Boro total</i>                             | <i>B</i>                              | <i>mg/l</i>              | <b>2,0</b>                              |
| <i>Cadmio</i>                                 | <i>Cd</i>                             | <i>mg/l</i>              | <b>0,02</b>                             |
| <i>Cianuro total</i>                          | <i>CN<sup>-</sup></i>                 | <i>mg/l</i>              | <b>0,1</b>                              |
| <i>Cinc</i>                                   | <i>Zn</i>                             | <i>mg/l</i>              | <b>5,0</b>                              |
| <i>Cloro Activo</i>                           | <i>Cl</i>                             | <i>mg/l</i>              | <b>0,5</b>                              |
| <i>Cloroformo</i>                             | <i>Extracto carbón cloroformo ECC</i> | <i>mg/l</i>              | <b>0,1</b>                              |
| <i>Cloruros</i>                               | <i>Cl<sup>-</sup></i>                 | <i>mg/l</i>              | <b>1 000</b>                            |
| <i>Cobre</i>                                  | <i>Cu</i>                             | <i>mg/l</i>              | <b>1,0</b>                              |
| <i>Cobalto</i>                                | <i>Co</i>                             | <i>mg/l</i>              | <b>0,5</b>                              |
| <i>Coliformes Fecales</i>                     | <i>NMP</i>                            | <i>Nmp/100 ml</i>        | <b>10000</b>                            |
| <i>Color real</i>                             | <i>Color real</i>                     | <i>unidades de color</i> | <b>* Inapreciable en dilución: 1/20</b> |
| <i>Compuestos fenólicos</i>                   | <i>Fenol</i>                          | <i>mg/l</i>              | <b>0,2</b>                              |
| <i>Cromo hexavalente</i>                      | <i>Cr<sup>+6</sup></i>                | <i>mg/l</i>              | <b>0,5</b>                              |
| <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)</i> | <i>D.B.O<sub>5</sub>.</i>             | <i>mg/l</i>              | <b>100</b>                              |
| <i>Demanda Química de Oxígeno</i>             | <i>D.Q.O.</i>                         | <i>mg/l</i>              | <b>200</b>                              |
| <i>Estaño</i>                                 | <i>Sn</i>                             | <i>mg/l</i>              | <b>5,0</b>                              |
| <i>Fluoruros</i>                              | <i>F</i>                              | <i>mg/l</i>              | <b>5,0</b>                              |
| <i>Fósforo Total</i>                          | <i>P</i>                              | <i>mg/l</i>              | <b>10</b>                               |

|                                   |                                            |      |                       |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|------|-----------------------|
| 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                  | Visibles                                   | ---- | Ausencia              |
| Mercurio total                    | Hg                                         | mg/l | 0,005                 |
| Níquel                            | Ni                                         | mg/l | 2,0                   |
| Nitrogeno Amoniacal               | N                                          | mg/l | 30,0                  |
| Nitrógeno Total Kjedahl           | N                                          | mg/l | 50,0                  |
| Compuestos Organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales    | mg/l | 0,05                  |
| Compuestos Organofosforados       | Concentración de organofosforados totales. | mg/l | 0,1                   |
| Plata                             | Ag                                         | mg/l | 0,1                   |
| Plomo                             | Pb                                         | mg/l | 0,2                   |
| Potencial de hidrógeno            | pH                                         |      | 6-9                   |
| Selenio                           | Se                                         | mg/l | 0,1                   |
| Sólidos Suspendidos Totales       | SST                                        | mg/l | 130                   |
| Sólidos totales                   | ST                                         | mg/l | 1600                  |
| Sulfatos                          | SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>               | mg/l | 1000                  |
| Sulfuros                          | S                                          | mg/l | 0,5                   |
| Temperatura                       | °C                                         |      | Condición natural ± 3 |
| Tensoactivos                      | Sustancias activas al azul de metileno     | mg/l | 0,5                   |
| Tetracloruro de carbon            | Tetracloruro de carbono                    | mg/l | 1,0                   |

**Fuente:** Acuerdo Ministerial No. 028, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Tabla 10.

**Elaboración:** Autora

## **2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACION**

### **2.4.1. Hipótesis general**

**H<sub>0</sub>.** El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo es eficiente, y los efluentes cumplen con los límites permisibles de acuerdo a las normas ambientales vigentes

**H<sub>1</sub>.** El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo es deficiente, y los efluentes no cumplen con límites permisibles de acuerdo a las normas vigentes.

### **2.4.2. Hipótesis específica**

- Los impactos ambientales generados por el sistema de alcantarillado sanitario son negativos.
- La calidad del agua de los efluentes exceden los límites permisibles.
- Las afectaciones socioambientales que producen las plantas de tratamiento de aguas residuales inciden en la calidad de vida de la población.

### **2.4.3. Variables de investigación**

#### **2.4.3.1. Variable independiente**

Sistema de tratamiento de aguas residuales.

#### **2.4.3.2. Variable dependiente**

Calidad de las aguas residuales depositadas al cuerpo receptor.

## CAPÍTULO III

# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

*El mundo es un lugar  
peligroso. No por causa  
de los que hacen el mal,  
sino por aquellos que no  
hacen nada por evitarlo.*

*Albert Einstein*

### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1. Investigación descriptiva**

Se trata de caracterizar los sitios de implantación de la PTAR, como es su estructura o diseño, donde están ubicadas, cual es la población atendida, cual su capacidad de diseño, cual es el volumen de aguas residuales que recibe y la cantidad que se incorpora a los cursos de agua.

Se aplicaron encuestas a la población, según el tamaño de la muestra establecida, a fin de identificar las afectaciones socioambientales generadas en el área de influencia directa de cada planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

#### **3.1.2. Investigación de campo o laboratorio.**

Se busca dar respuesta a la hipótesis planteada a través del análisis en el laboratorio de muestras tanto de los afluentes como de los efluentes en la época seca e invernal.

Se analizó: pH, temperatura, aceites y grasas, DBO, DQO, ST, nitrógeno total (NT), fósforo total (PT), T, Nitrógeno Amoniacal, Coliformes Totales y Coliformes fecales, Con los análisis físicos y químicos del agua que ingresa a las plantas como la que se evacua a los cursos de agua (río Piñanatug y Angamarca), se establece si las PTAR están cumpliendo o no con los parámetros exigidos por las normas nacionales.

#### **3.1.3. La investigación documental.**

Se realizó a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, planes de desarrollo parroquial y cantonal, etc.).

## **3.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1. Inductivo**

Método científico a través del cual se obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares<sup>46</sup>, tales como: la observación de los hechos para su registro (estado de las plantas de tratamiento de aguas residuales); la clasificación de acuerdo a su funcionamiento y el estudio de estos hechos en base a encuestas y entrevistas a los usuarios y técnicos del gobierno autónomo descentralizado del cantón Pangua.

Esto supone que, tras una primera etapa de observación, análisis y clasificación de los hechos, se logra postular una hipótesis que brinda una solución al problema planteado.

### **3.2.2. Deductivo**

Este método científico considera que la conclusión se halla implícita dentro las premisas.

Esto quiere decir que las conclusiones son una consecuencia necesaria de las premisas: cuando las premisas resultan verdaderas y el razonamiento deductivo tiene validez, no hay forma de que la conclusión no sea verdadera<sup>47</sup>.

En forma general se dispone de propuestas de sistemas de tratamiento de aguas residuales, pero es de conocimiento que su diseño está en función del tipo y volumen de procesamiento de afluentes, por lo que de los datos obtenidos se elaborará la propuesta para optimización del sistema o cierre de las plantas.

---

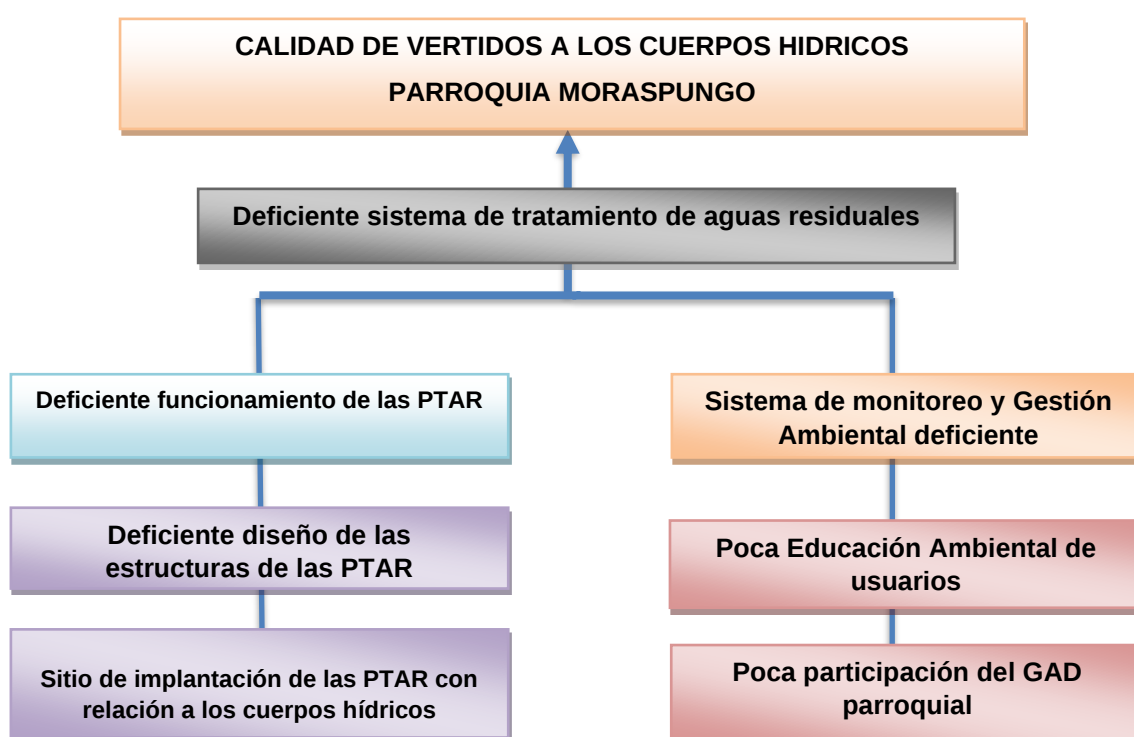
<sup>46</sup> <http://definicion.de/metodo-inductivo/#ixzz3uF6RWCq>

<sup>47</sup> <http://definicion.de/metodo-deductivo/#ixzz3uFDzh4au>

### 3.3. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.

Para la construcción metodológica del objeto de investigación, se elaboró el árbol del problema<sup>48</sup>. En la Figura 3.2, se explica la interrelación entre causa y efecto.

**Figura 3.1. Árbol del problema mediático para la construcción del objeto de investigación**



**Elaborada por:** La Autora

### 3.4. PROCEDIMIENTO PARA LA INVESTIGACIÓN

Para iniciar con la investigación se procedió a revisar la información secundaria existente en el GAD Municipal de Pangua y GAD Parroquial de Moraspungo. Posteriormente se hizo un recorrido por las instalaciones de las diferentes plantas de tratamiento con el acompañamiento de técnicos del

<sup>48</sup> LEIVA, A. (2007). *Marco Lógico. Texto del Módulo Marco Lógico. Maestría en Proyectos Educativos y Sociales. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador.*

municipio, a fin de conocer el registro histórico relacionado con el mantenimiento de las plantas de tratamiento y el monitoreo de la calidad de los efluentes, si cumplen o no con los límites permisibles establecidos en el TULSMA.

Los muestreos de aguas residuales se realizaron en base a la normativa ambiental vigente del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes determinado como Límites de Descarga a un cuerpo de agua dulce. El muestreo se desarrolló directamente en la PTAR. Esta planta cuenta con un canal interconectado, caja de recepción, un tanque sedimentador, un lecho de secado y un filtro aerobio horizontal como se muestra en la figura 3.2.

**Fig. 3.2. Estructura de la planta de tratamiento de aguas residuales**



La norma indica que si el proceso generador de las descargas opera de 18 a 24 horas, se deben tomar dos muestras una en el afluente y otra en el efluente. Se monitoreó durante 1 jornada diaria el afluente y el efluente de cada Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, mediante la medición de 14 parámetros a saber: caudal; pH; Temperatura (T); Demanda Química de oxígeno (DQO); Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5); Coliformes Totales (CT), Coliformes Fecales (CF); Sólidos totales (ST), Sólidos

Suspendidos Totales (SST). Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total, Fosforo total, Tensoactivos, Aceites y Grasas.

Se tomaron 8 muestras en un día, dos muestras por cada sistema de tratamiento, utilizando frascos transparentes libres de impurezas (esterilizados); se almacenaron en hieleras proporcionadas por el Laboratorio Acreditado, con su respectiva cadena de custodia y se transportaron al mismo en el plazo de tolerancia estipulado para muestras sin preservación química.

Las metodologías de análisis para la determinación de los parámetros citados cumplen con lo establecido por APHA et al<sup>49</sup> en las modalidades: analítica, colorimétrica y espectrofotométrica.

### **3.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EMPÍRICA**

#### **3.5.1. Sistema de toma de muestras**

Etiquetado: Se realizó el etiquetado a cada una de las muestras, registrando: número de muestra, nombre del responsable, la fecha, hora y lugar del proceso donde se tomó la muestra. Así como el pH y la temperatura del agua.

Tipos de envase para análisis físico – químico: Se usó envases de plástico (polietileno, propileno) con capacidad para  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  1 y 2 litros, los envases estuvieron perfectamente limpios (esterilizados) y homogenizados con la muestra que se toma, no se reutilizaron productos químicos ya que estos pueden permanecer como restos que falseen los resultados de los análisis. El transporte de muestras se efectuó en un cooler portátil con hielo, para su conservación y se llevó al laboratorio para su respectivo análisis de los parámetros destinados para aguas residuales.

---

<sup>49</sup> *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA, AWWA & WPCF, 18th ed. New York: Public Health Association Inc., 1998.

### 3.5.2. Determinación de las características cualitativas y cuantitativas.

Las características de las aguas residuales domésticas son determinadas a partir mediciones locales de caudal, colección de muestras y análisis e interpretación de los resultados de los **análisis físicos, químicos y bacteriológicos**. La composición y la concentración de los componentes de los residuos domésticos dependieron en gran medida de las condiciones socioeconómicas de la población, así como de la presencia del vertimiento de afluentes industriales en la red de alcantarillado. La fracción de residuos industriales presentes en el agua residual doméstica puede ser significativa, y se requiere conocer con certeza su composición a fin de proponer mejoras en el tratamiento de los afluentes.

### 3.5.3. Encuesta a la Población Servida.

La encuesta aplicada a la población es de tipo Likert. La parroquia Moraspungo tiene 3300 habitantes considerados como usuarios del sistema de alcantarillado vigente. Los cuales corresponden a la cabecera parroquial y al Recinto Las Juntas de la misma Parroquia. En cuanto a la muestra de la población se calculó empleando la ecuación del CIENES<sup>50</sup>:

$$n = \frac{PQ \times N}{(N-1) \frac{\alpha^2}{K^2} + PQ}$$

**Dónde:**

$n$  = Tamaño de la muestra

$PQ$  = Cuantil de la población = 0,25

$N$  = Tamaño de la población = 3300

$\alpha$  = Nivel de significación = 0,075 (92,5% de confianza)

---

<sup>50</sup> CENTRO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. (1990). *Cálculo de muestras a partir de poblaciones finitas*. Ed. CIENES. Santiago de Chile.

$K = \text{Constante de corrección del error} = 2$

$$n = \frac{0,25 \times 3300}{(3300-1) \frac{0,075^2}{2^2} + 0,25}$$
$$n = 169 \text{ personas}$$

Esta muestra se seleccionó al azar entre el total de la población, con la ayuda del último padrón electoral y una tabla de números aleatorios.

Para elaborar las encuestas se ha tomado en consideración a la población que se encuentra en el área de influencia de la red de alcantarillado.

Los principales objetivos de la encuesta son:

- Estimar la población que está conectada al sistema de alcantarillado para relacionar con el caudal que llega a la planta de tratamiento
- Apreciar las condiciones de vida de la población, la misma que está relacionada directamente con la calidad del agua residual
- Detectar los puntos de la zona en donde se descarga agua de lluvia al alcantarillado, alterando el funcionamiento real para el que fue diseñado.

El formato de encuesta utilizado para alcanzar estos objetivos se puede observar en el Anexo 2.

La encuesta con los datos indicados dentro del área de influencia del Sistema de alcantarillado, se aplicó a 169 usuarios del sistema.

En la siguiente tabla se detalla la cantidad de usuarios encuestados, y que tienen o no conexión al alcantarillado.

**Tabla 3.1. Número de usuarios del estudio, conectados y no conectados al alcantarillado sanitario**

| <b>CONECTADOS<br/>AL SISTEMA</b> | <b>NO<br/>CONECTADOS<br/>AL SISTEMA</b> | <b>TOTAL</b> |
|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------|
| <b>979</b>                       | <b>381</b>                              | <b>1360</b>  |

**Fuente:** La Autora

### **3.5.4. Identificación de Impactos Ambientales**

La identificación de impactos ambientales se realizó a través de una Matriz de Interacción de doble entrada, basada en la Matriz de Leopold (1970) modificada, en donde se colocaron por un lado los componentes ambientales susceptibles de ser afectados y por otro lado, la actividad identificada como potencial generadora de un impacto significativo al medio ambiente.

Al momento de la inspección en toda el área de influencia directa a las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales se pudo analizar las afectaciones ambientales causadas por los sistemas sanitarios.

La Importancia del Impacto (IM), se obtuvo a partir de la siguiente valoración cuantitativa:

$$IM = [3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$

*Dónde:*

***I*** = Intensidad

***EX*** = Extensión

***SI*** = Sinergia

***PE*** = Persistencia

***EF*** = Efecto

**MO** = *Momento de Impacto*

**AC** = *Acumulación*

**MC** = *Recuperabilidad*

**RV** = *Reversibilidad*

**PR** = *Periodicidad*

Efectuada la evaluación, se dilucidó conforme a lo siguiente:

- Si IM es menor que 25 el impacto es compatible.
- Si IM es mayor a 25 y menor a 50 diremos que es moderado.
- Si IM es mayor a 50 y menor a 75 diremos que es severo.

El Criterio de calificación está fundamentado de la siguiente manera:

- a. Naturaleza (SIGNO):** Hace alusión al carácter beneficioso o perjudicial de la acción que va a actuar sobre el factores considerado: + Positivo; -Negativo.
- b. Intensidad (I):** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, expresa el grado de destrucción del factor en el área en el que se produce el efecto.
- c. Extensión (EX):** Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).
- d. Momento (MO):** Es el plazo de manifestación del impacto, es decir, el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que comprende de una a cinco años Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años Largo Plazo (1).

- e. Persistencia (PE):** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual, el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, la acción produce un efecto Fugaz (1), si dura entre uno y diez años Temporal (2), si el efecto tiene una duración superior a los diez años, el efecto se considera Permanente (4). La persistencia es independiente de la reversibilidad.
- f. Reversibilidad (RV):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.
- g. Recuperabilidad (MC):** Es la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). En ciertas ocasiones es posible, mediante la aplicación de medidas correctoras, disminuir el tiempo de retorno a las condiciones iniciales previas a la implantación de la actividad, por medios naturales, o sea, acelerar la reversibilidad y, consecuentemente, disminuir la persistencia.
- h. Sinergia (SI):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea.

- i. **Acumulación (AC):** Da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o se reitera la acción que lo genera.
- j. **Efecto (EF):** Se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
- k. **Periodicidad (PR):** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

### **3.6. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA**

La información en la fase de campo corresponde a procesos de observación, medición y estimación de variables cualitativas e identificación de las variables cuantitativas en cada planta de tratamiento y en la encuesta aplicada a la población de Moraspungo.

### **3.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Los datos cuantitativos y cualitativos fueron ingresados y procesados con el uso de la hoja de cálculo Microsoft Excel 2010, con el fin de obtener los parámetros del análisis de cada una de los ítems y preguntas formuladas a la población.

Con el uso del software STATISTICA 8 los parámetros físico químicos y bacteriológicos se promediaron mediante la Prueba de Tukey al 0,10 de probabilidad entre las diferentes plantas de tratamiento a fin de determinar la calidad del agua, en base a la los límites permisibles.

Para el análisis de la información de cada parámetro en cada operación y/o proceso que conforman la PTAR y los diferentes muestreos de cada planta de tratamiento se utilizó un diseño completamente al azar y los resultados

fueron validados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de medias de Tukey (Diferencia Mínima Significativas,  $p < 0.10$  se utilizó el paquete estadístico STATISTICA 8 (2007). Estos resultados conjuntamente con el análisis de Likert, además se realizó una prueba de  $\chi^2$  lo cual permitió confirmar la aprobación o desaprobación de la hipótesis permitió confirmar la hipótesis.

### **3.8. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN**

El informe de investigación se fundamenta en la estructura establecida por la unidad de posgrado de la UTEQ para el programa de maestría formado por seis capítulos. En el Marco Contextual, que expone la problemática del caso a investigar, delimitación y objetivos. El Marco Teórico contiene la fundamentación conceptual, teórica, legal, además de las hipótesis de la investigación. La Metodología de la investigación tiene relación con el tipo de investigación, contribuye al desarrollo, análisis e interpretación de los resultados, discusión de la información y verificación de la hipótesis, posteriormente se procedió a elaborar las Conclusiones y Recomendaciones en función de los objetivos específicos de la investigación y finalmente diseñar la Propuesta Alternativa en base a los resultados obtenidos.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

*El mundo es un lugar  
peligroso. No por causa  
de los que hacen el mal,  
sino por aquellos que no  
hacen nada por evitarlo".*

*Albert Einstein*

#### **4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS**

Para la presente investigación se plantearon las siguientes hipótesis:

##### **4.1.1. Hipótesis nula**

**H<sub>0</sub>.** El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo es eficiente, y los efluentes cumplen con los límites permisibles de acuerdo a las normas vigentes.

**H<sub>1</sub>.** El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo es deficiente, y los efluentes no cumplen con límites permisibles de acuerdo a las normas vigentes.

##### **4.1.2. Hipótesis específica**

- Los impactos ambientales generados por el sistema de alcantarillado sanitario son negativos.
- La calidad del agua de los efluentes exceden los límites permisibles.
- Las afectaciones socio ambientales que producen las plantas de tratamiento de aguas residuales inciden en la calidad de vida de la población.

#### **4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A CADA HIPÓTESIS**

**Variable Independiente: Sistema de tratamiento de aguas residuales.**

La variable independiente está determinada en base al sistema de tratamiento sanitario, por cuanto es menester conocer el criterio de los usuarios del mismo.

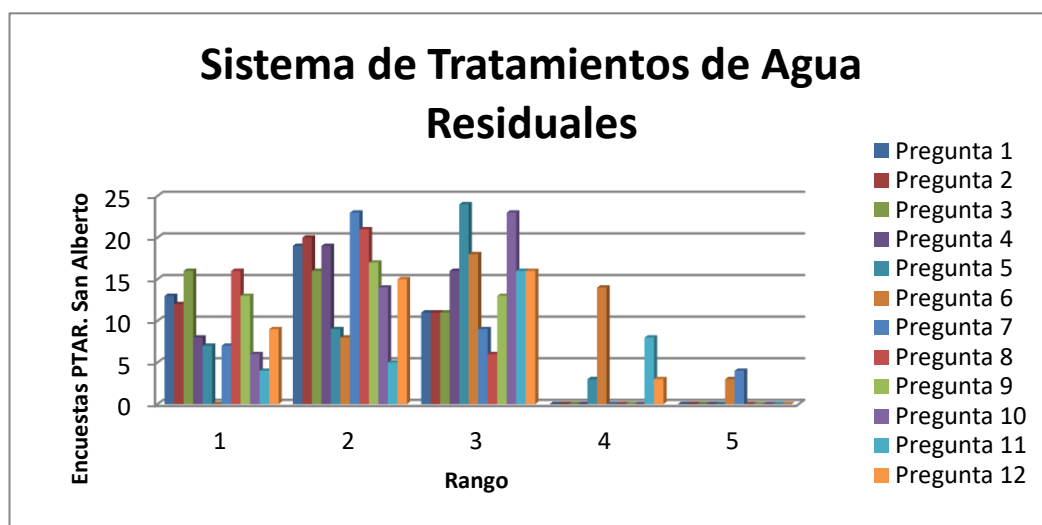
#### 4.2.1.1. Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 1

**Tabla No. 4.1 Ítem Sector San Alberto**

| <b>SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> |                                                                                                                                       |          |          |          |          |          |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>No.</b>                                        | <b>PREGUNTAS</b>                                                                                                                      | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| P_3_1                                             | Cuál es el estado en que se encuentran las plantas de tratamiento de aguas residuales                                                 | 13       | 19       | 11       | 0        | 0        |
| P_3_2                                             | El funcionamiento de las plantas de tratamiento de las aguas residuales es                                                            | 12       | 20       | 11       | 0        | 0        |
| P_3_3                                             | Cómo califica a la ubicación de las plantas de tratamiento                                                                            | 16       | 16       | 11       | 0        | 0        |
| P_3_4                                             | En qué medida el acceso a las plantas de tratamiento facilita su mantenimiento                                                        | 8        | 19       | 16       | 0        | 0        |
| P_3_5                                             | El funcionamiento de la red de alcantarillado se encuentra                                                                            | 7        | 9        | 24       | 3        | 0        |
| P_3_6                                             | Conque frecuencia se limpian las alcantarillas                                                                                        | 0        | 8        | 18       | 14       | 3        |
| P_3_7                                             | Con que frecuencia se limpian las cajas de registro.                                                                                  | 7        | 23       | 9        | 0        | 4        |
| P_3_8                                             | En qué medida las plantas de tratamiento cumplen con los objetivos para lo que fueron creadas                                         | 16       | 21       | 6        | 0        | 0        |
| P_3_9                                             | Con que frecuencia las plantas de tratamiento de aguas residuales reciben mantenimiento                                               | 13       | 17       | 13       | 0        | 0        |
| P_3_10                                            | La entidad competente asigna y dispone los recursos necesarios para el mantenimiento.                                                 | 6        | 14       | 23       | 0        | 0        |
| P_3_11                                            | Existe el personal técnico y administrativo para el mantenimiento adecuado de las plantas.                                            | 4        | 5        | 16       | 8        | 0        |
| P_3_12                                            | Las plantas de tratamiento cumplen con la normativa ambiental, en función de la calidad de los efluentes vertidos al cuerpo receptor. | 9        | 15       | 16       | 3        | 0        |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura No 4.1. Item Sistema de Tratamiento, PTAR No. 1**



En lo referente a esta planta de tratamiento se observa que la mayor valoración se ubica en la pregunta 5 donde el 53% de los entrevistados coinciden en dar su valoración con referencia a lo que ellos tienen en conocimiento de los sistemas de tratamiento.

#### 4.2.1.2. Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 2

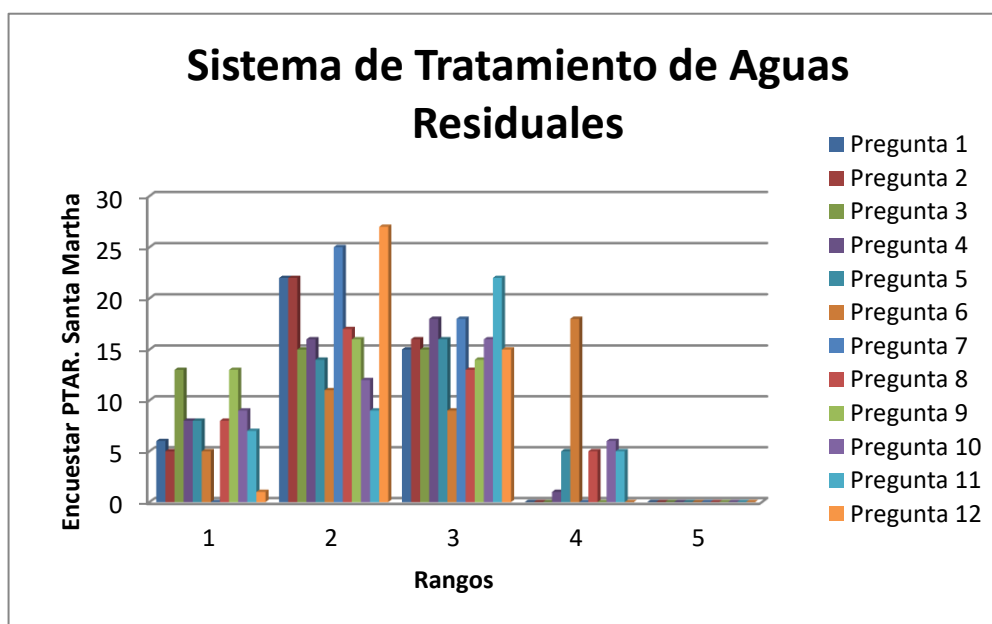
**Tabla No. 4.2. Items en el sector Santa Martha**

| <b>SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> |                                                                                              |          |          |          |          |          |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>No.</b>                                        | <b>PREGUNTAS</b>                                                                             | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <i>P_3_1</i>                                      | <i>Cuál es el estado en que se encuentran las plantas de tratamiento de aguas residuales</i> | 6        | 22       | 15       | 0        | 0        |
| <i>P_3_2</i>                                      | <i>El funcionamiento de las plantas de tratamiento de las aguas residuales es</i>            | 5        | 22       | 16       | 0        | 0        |
| <i>P_3_3</i>                                      | <i>Cómo califica a la ubicación de las plantas de tratamiento</i>                            | 13       | 15       | 15       | 0        | 0        |
| <i>P_3_4</i>                                      | <i>En qué medida el acceso a las plantas de tratamiento facilita su mantenimiento</i>        | 8        | 16       | 18       | 1        | 0        |
| <i>P_3_5</i>                                      | <i>El funcionamiento de la red de alcantarillado se encuentra</i>                            | 8        | 14       | 16       | 5        | 0        |
| <i>P_3_6</i>                                      | <i>Con qué frecuencia se limpian las alcantarillas</i>                                       | 5        | 11       | 9        | 18       | 0        |
| <i>P_3_7</i>                                      | <i>Con qué frecuencia se limpian las</i>                                                     | 0        | 25       | 18       | 0        | 0        |

|        |                                                                                                                                       |    |    |    |   |   |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---|---|
|        | cajas de registro.                                                                                                                    |    |    |    |   |   |
| P_3_8  | En qué medida las plantas de tratamiento cumplen con los objetivos para lo que fueron creadas                                         | 8  | 17 | 13 | 5 | 0 |
| P_3_9  | Con que frecuencia las plantas de tratamiento de aguas residuales reciben mantenimiento                                               | 13 | 16 | 14 | 0 | 0 |
| P_3_10 | La entidad competente asigna y dispone los recursos necesarios para el mantenimiento.                                                 | 9  | 12 | 16 | 6 | 0 |
| P_3_11 | Existe el personal técnico y administrativo para el mantenimiento adecuado de las plantas.                                            | 7  | 9  | 22 | 5 | 0 |
| P_3_12 | Las plantas de tratamiento cumplen con la normativa ambiental, en función de la calidad de los efluentes vertidos al cuerpo receptor. | 1  | 27 | 15 | 0 | 0 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura No. 4.2. Item Sistema de tratamiento de la PTAR No.2**



En la Figura 4.2. se aprecia que el nivel más alto lo presenta la pregunta 12 alcanzando un porcentaje de 63% lo que denota que las plantas no cumplen con los parámetros establecidos con la norma en cuanto se refiere a los vertidos en los efluentes.

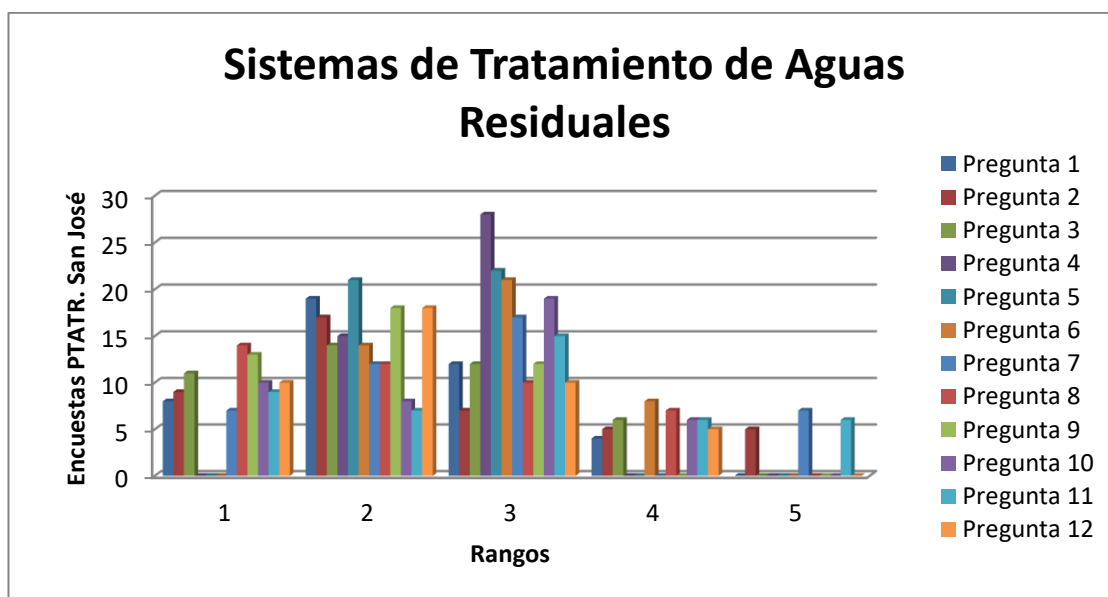
#### 4.2.1.3. Items efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 3

**Tabla No. 4.3. Items en sector San José**

| <b>SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> |                                                                                                                                              |          |          |          |          |          |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>No.</b>                                        | <b>ITEM</b>                                                                                                                                  | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| P_3_1                                             | <i>Cuál es el estado en que se encuentran las plantas de tratamiento de aguas residuales</i>                                                 | 8        | 19       | 12       | 4        | 0        |
| P_3_2                                             | <i>El funcionamiento de las plantas de tratamiento de las aguas residuales es</i>                                                            | 9        | 17       | 7        | 5        | 5        |
| P_3_3                                             | <i>Cómo califica a la ubicación de las plantas de tratamiento</i>                                                                            | 11       | 14       | 12       | 6        | 0        |
| P_3_4                                             | <i>En qué medida el acceso a las plantas de tratamiento facilita su mantenimiento</i>                                                        | 0        | 15       | 28       | 0        | 0        |
| P_3_5                                             | <i>El funcionamiento de la red de alcantarillado se encuentra</i>                                                                            | 0        | 21       | 22       | 0        | 0        |
| P_3_6                                             | <i>Conque frecuencia se limpian las alcantarillas</i>                                                                                        | 0        | 14       | 21       | 8        | 0        |
| P_3_7                                             | <i>Con que frecuencia se limpian las cajas de registro.</i>                                                                                  | 7        | 12       | 17       | 0        | 7        |
| P_3_8                                             | <i>En qué medida las plantas de tratamiento cumplen con los objetivos para lo que fueron creadas</i>                                         | 14       | 12       | 10       | 7        | 0        |
| P_3_9                                             | <i>Con que frecuencia las plantas de tratamiento de aguas residuales reciben mantenimiento</i>                                               | 13       | 18       | 12       | 0        | 0        |
| P_3_10                                            | <i>La entidad competente asigna y dispone los recursos necesarios para el mantenimiento.</i>                                                 | 10       | 8        | 19       | 6        | 0        |
| P_3_11                                            | <i>Existe el personal técnico y administrativo para el mantenimiento adecuado de las plantas.</i>                                            | 9        | 7        | 15       | 6        | 6        |
| P_3_12                                            | <i>Las plantas de tratamiento cumplen con la normativa ambiental, en función de la calidad de los efluentes vertidos al cuerpo receptor.</i> | 10       | 18       | 10       | 5        | 0        |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura No. 4.3. Item Sistema de tratamiento de la PTAR No. 3**



En este gráfico se puede apreciar con claridad que los datos que alcanzaron mayor valoración fue la pregunta 4 alcanzando el mayor porcentaje con un 65% lo que denota en sí que el acceso hacia las planta se realiza con dificultad debido a su ubicación.

#### 4.2.1.4. Items efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 4

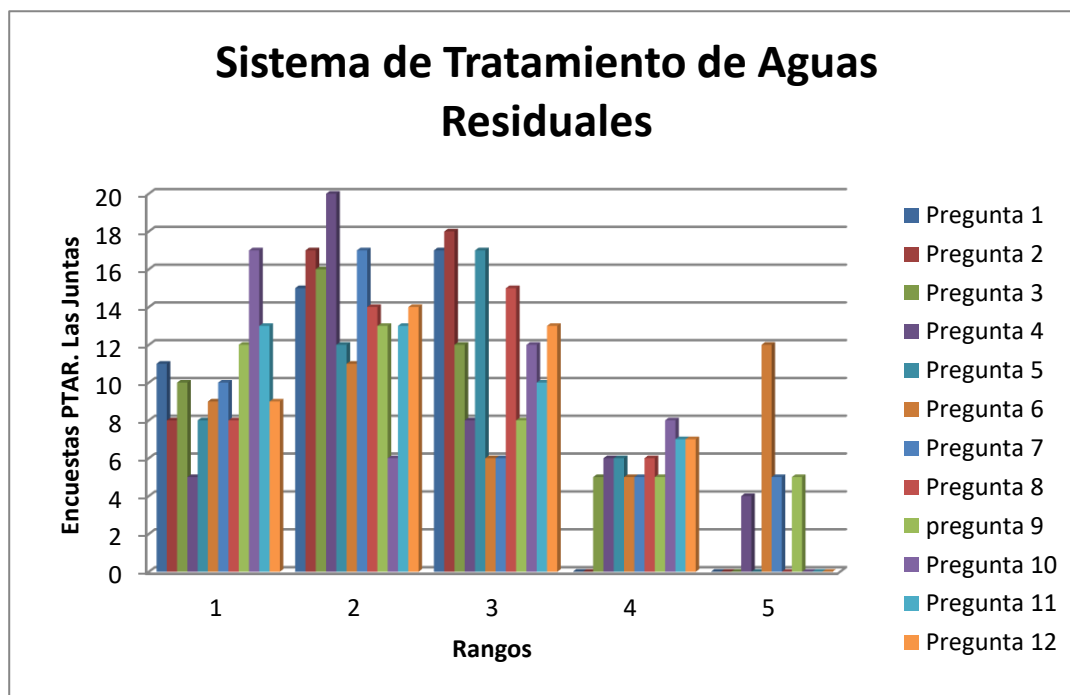
**Tabla No. 4.4. Items Sector Recinto las Juntas**

| <b>SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> |                                                                                              |          |          |          |          |          |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>No.</b>                                        | <b>PREGUNTAS</b>                                                                             | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <i>P_3_1</i>                                      | <i>Cuál es el estado en que se encuentran las plantas de tratamiento de aguas residuales</i> | 11       | 15       | 17       | 0        | 0        |
| <i>P_3_2</i>                                      | <i>El funcionamiento de las plantas de tratamiento de las aguas residuales es</i>            | 8        | 17       | 18       | 0        | 0        |
| <i>P_3_3</i>                                      | <i>Cómo califica a la ubicación de las plantas de tratamiento</i>                            | 10       | 16       | 12       | 5        | 0        |
| <i>P_3_4</i>                                      | <i>En qué medida el acceso a las plantas de tratamiento facilita su mantenimiento</i>        | 5        | 20       | 8        | 6        | 4        |
| <i>P_3_5</i>                                      | <i>El funcionamiento de la red de alcantarillado se encuentra</i>                            | 8        | 12       | 17       | 6        | 0        |
| <i>P_3_6</i>                                      | <i>Conque frecuencia se limpian las alcantarillas</i>                                        | 9        | 11       | 6        | 5        | 12       |
| <i>P_3_7</i>                                      | <i>Con que frecuencia se limpian las</i>                                                     | 10       | 17       | 6        | 5        | 5        |

|        |                                                                                                                                       |    |    |    |   |   |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---|---|
|        | cajas de registro.                                                                                                                    |    |    |    |   |   |
| P_3_8  | En qué medida las plantas de tratamiento cumplen con los objetivos para lo que fueron creadas                                         | 8  | 14 | 15 | 6 | 0 |
| P_3_9  | Con que frecuencia las plantas de tratamiento de aguas residuales reciben mantenimiento                                               | 12 | 13 | 8  | 5 | 5 |
| P_3_10 | La entidad competente asigna y dispone los recursos necesarios para el mantenimiento.                                                 | 17 | 6  | 12 | 8 | 0 |
| P_3_11 | Existe el personal técnico y administrativo para el mantenimiento adecuado de las plantas.                                            | 13 | 13 | 10 | 7 | 0 |
| P_3_12 | Las plantas de tratamiento cumplen con la normativa ambiental, en función de la calidad de los efluentes vertidos al cuerpo receptor. | 9  | 14 | 13 | 7 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

Figura No. 4.4. Sistemas de tratamiento de la PTAR No. 4



En la figura 4.4, es claramente apreciable que el mayor valor fue alcanzando por la pregunta 4 con un porcentaje de 46% de total de los encuestados los cuales coinciden que el acceso hasta dicha planta se realiza con dificultad.

De acuerdo a los resultados de la aplicación del instrumento para entrevistar a la muestra poblacional en cuestión (percepción ciudadana).

#### 4.2.2. Variable dependiente: Calidad de las aguas residuales depositadas al cuerpo receptor.

En el área de influencia directa de la PTAR No. 1 se tienen los siguientes resultados.

**Tabla No. 4.5. Ítems Sector San Alberto.**

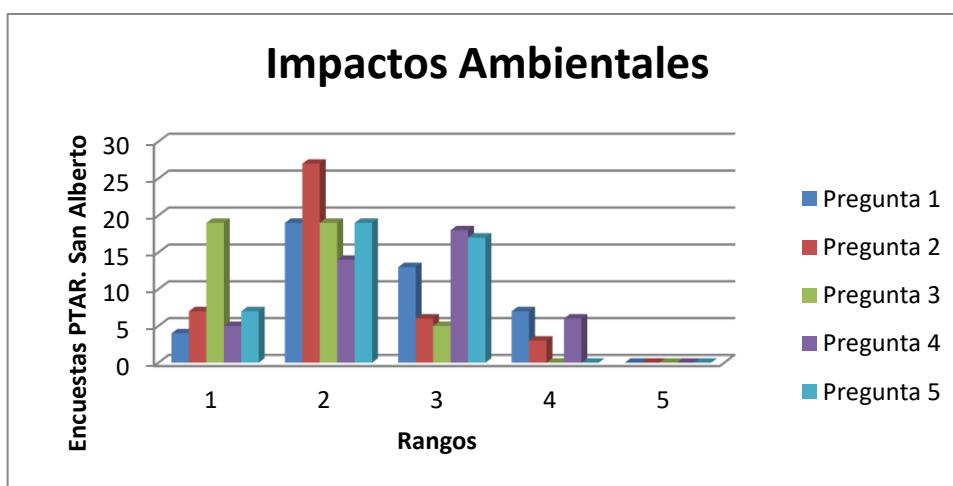
| <b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>          |                                                                                                                                                                       |          |          |          |          |          |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>No.</b>                           | <b>ITEMS</b>                                                                                                                                                          | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <i>P_1_1</i>                         | <i>Usted evita verter desechos líquidos inadecuados en las alcantarillas de su sector o en las redes domiciliarias que se conectan con las plantas de tratamiento</i> | 4        | 19       | 13       | 7        | 0        |
| <i>P_1_2</i>                         | <i>Usted evita depositar desechos sólidos en las redes domiciliarias que se conectan con las alcantarillas</i>                                                        | 7        | 27       | 6        | 3        | 0        |
| <i>P_1_3</i>                         | <i>La presencia de malos olores afecta a la calidad de vida del área de influencia directa.</i>                                                                       | 19       | 19       | 5        | 0        | 0        |
| <i>P_1_4</i>                         | <i>Ha aumentado la proliferación de insectos vectores de enfermedades por la presencia de las plantas de tratamiento.</i>                                             | 5        | 14       | 18       | 6        | 0        |
| <i>P_1_5</i>                         | <i>Existen riesgos de contaminación para los usuarios del agua del río donde descargan las aguas residuales.</i>                                                      | 7        | 19       | 17       | 0        | 0        |
| <b>AFECTACIONES SOCIOAMBIENTALES</b> |                                                                                                                                                                       |          |          |          |          |          |
| <i>P_2_1</i>                         | <i>La red de alcantarillado presta un servicio eficiente</i>                                                                                                          | 16       | 8        | 15       | 4        | 0        |
| <i>P_2_2</i>                         | <i>Cuál es su grado de satisfacción con relación a las plantas de tratamiento de aguas residuales</i>                                                                 | 16       | 12       | 11       | 4        | 0        |
| <i>P_2_3</i>                         | <i>En qué valoración considera si las plantas de tratamiento de aguas residuales han causado o causan conflictos socioambientales</i>                                 | 15       | 15       | 10       | 3        | 0        |

**Fuente:** Elaboración propia

En las Figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se puede determinar los Items y el valor porcentual de las preguntas más relevantes para la ciudadanía beneficiaria del servicio y residente en el área de influencia directa de la planta No. 1.

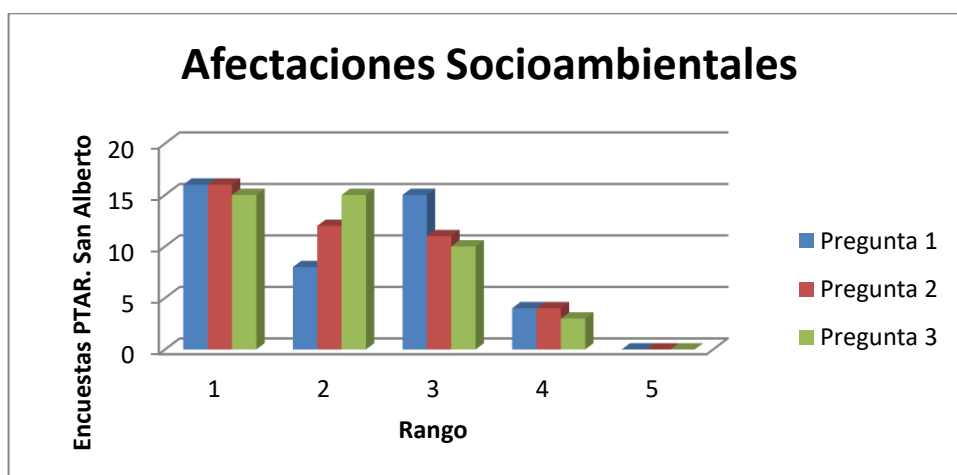
En la Figura No. 4.1.se encuentra graficada los items más discriminantes.

**Figura No. 4.5. Item Impacto Ambientales, PTAR No. 1**



En el gráfico se aprecia que el valor más elevado se ubica en la pregunta 2 alcanzando un porcentaje de 63% donde los encuestados afirman que con poca frecuencia evitan verter materiales sólidos en las redes de alcantarillado lo cual a futuro encaminara problemas de funcionamiento en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

**Figura No. 4.6. Item Afectaciones Socioambientales, PTAR No. 1**



En la Figura 4.2. indica que, en cuanto a afectaciones el mayor rango lo alcanzó la pregunta 1 y 2 alcanzando un porcentaje de 37%, demostrando su insatisfacción con esta planta y demostrando que existen problemas socio ambiental.

Tabla 4.6. Puntuaciones según la escala de Likert

Planta de tratamiento No. 1 Sector San Alberto

|       | No.  | INDIVIDUOS |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x̄ MAX | INDIVIDUOS |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x̄ MIN |
|-------|------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
|       |      | 10         | 36 | 39 | 9  | 30 | 22 | 27 | 34 | 3  | 16 |        | 32         | 35 | 21 | 15 | 29 | 13 | 8  | 19 | 1  | 20 |        |
| ITEMS | 1.1  | 2          | 3  | 2  | 3  | 4  | 2  | 3  | 4  | 3  | 3  | 2,90   | 2          | 2  | 4  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 2,00   |
|       | 1.2  | 2          | 3  | 2  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2,20   | 3          | 1  | 2  | 3  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1,80   |
|       | 1.3  | 2          | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1,80   | 1          | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 3  | 1,50   |
|       | 1.4  | 2          | 3  | 3  | 4  | 2  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2,80   | 4          | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1,90   |
|       | 1.5  | 3          | 2  | 1  | 2  | 2  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2,40   | 1          | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 3  | 1,90   |
|       | 2.1  | 4          | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 3  | 3  | 2,30   | 2          | 3  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  | 1,90   |
|       | 2.2  | 4          | 1  | 3  | 3  | 1  | 3  | 2  | 1  | 2  | 1  | 2,10   | 2          | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1,80   |
|       | 2.3  | 4          | 3  | 4  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2  | 1  | 3  | 2,70   | 1          | 1  | 1  | 4  | 3  | 2  | 2  | 3  | 2  | 2  | 2,10   |
|       | 3.1  | 3          | 1  | 1  | 2  | 1  | 2  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1,80   | 2          | 2  | 1  | 2  | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 2  | 2,20   |
|       | 3.2  | 1          | 1  | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2,10   | 2          | 3  | 3  | 1  | 1  | 3  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2,00   |
|       | 3.3  | 1          | 2  | 2  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 1  | 2  | 2,20   | 1          | 1  | 2  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1,20   |
|       | 3.4  | 3          | 2  | 2  | 2  | 3  | 2  | 1  | 2  | 1  | 2  | 2,00   | 3          | 1  | 3  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  | 3  | 2  | 2,00   |
|       | 3.5  | 4          | 4  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3,00   | 2          | 3  | 3  | 2  | 3  | 1  | 3  | 2  | 1  | 2  | 2,20   |
|       | 3.6  | 4          | 4  | 3  | 3  | 3  | 4  | 4  | 2  | 3  | 3  | 3,30   | 4          | 3  | 3  | 4  | 5  | 2  | 2  | 3  | 2  | 2  | 3,00   |
|       | 3.7  | 5          | 5  | 5  | 2  | 5  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 3,60   | 2          | 2  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1,80   |
|       | 3.8  | 2          | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2,00   | 1          | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 1  | 2  | 1,60   |
|       | 3.9  | 3          | 2  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 2,10   | 1          | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1,40   |
|       | 3.10 | 3          | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 2,70   | 2          | 3  | 1  | 2  | 2  | 1  | 3  | 2  | 3  | 1  | 2,00   |
|       | 3.11 | 3          | 2  | 2  | 3  | 4  | 3  | 3  | 2  | 4  | 4  | 3,00   | 3          | 2  | 2  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2,20   |
|       | 3.12 | 3          | 3  | 2  | 1  | 2  | 3  | 2  | 4  | 3  | 2  | 2,50   | 3          | 2  | 2  | 1  | 1  | 3  | 3  | 3  | 4  | 1  | 2,30   |
|       | SUMA | 58         | 51 | 50 | 49 | 49 | 48 | 48 | 48 | 47 | 47 |        | 42         | 42 | 41 | 40 | 40 | 39 | 38 | 36 | 35 | 35 |        |

#### 4.2.2.1. Datos de la Media Alta Total y Correlación

En este análisis estadístico, la media máxima y mínima de cada uno de los ítems con puntuaciones bajas, también refleja los resultados del coeficiente de correlación (r) con un nivel aceptable no mayor a 1.

**Tabla 4.7. Selección de ítems PTAR No. 1**

| <i>Items</i> | <i>R</i> | <i>(<math>\dot{x}MAX - \dot{x}MIN</math>)</i> |
|--------------|----------|-----------------------------------------------|
| 1.1          | 0,474    | 0,90                                          |
| 1.2          | 0,392    | 0,40                                          |
| 1.3          | 0,136    | 0,30                                          |
| 1.4          | 0,554    | 0,90                                          |
| 1.5          | 0,313    | 0,50                                          |
| 2.1          | 0,346    | 0,40                                          |
| 2.2          | 0,351    | 0,30                                          |
| 2.3          | 0,356    | 0,60                                          |
| 3.1          | -0,245   | -0,40                                         |
| 3.2          | -0,024   | 0,10                                          |
| 3.3          | 0,486    | 1,00                                          |
| 3.4          | 0,152    | 0,00                                          |
| 3.5          | 0,663    | 0,80                                          |
| 3.6          | 0,383    | 0,30                                          |
| 3.7          | 0,794    | 1,80                                          |
| 3.8          | 0,325    | 0,40                                          |
| 3.9          | 0,493    | 0,70                                          |
| 3.10         | 0,477    | 0,70                                          |
| 3.11         | 0,477    | 0,80                                          |
| 3.12         | 0,070    | 0,20                                          |
| $\Sigma$     | 0,349    | 0,54                                          |

#### 4.2.2.2. Items efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 2

**Tabla 4.8. Items en el sector Santa Martha**

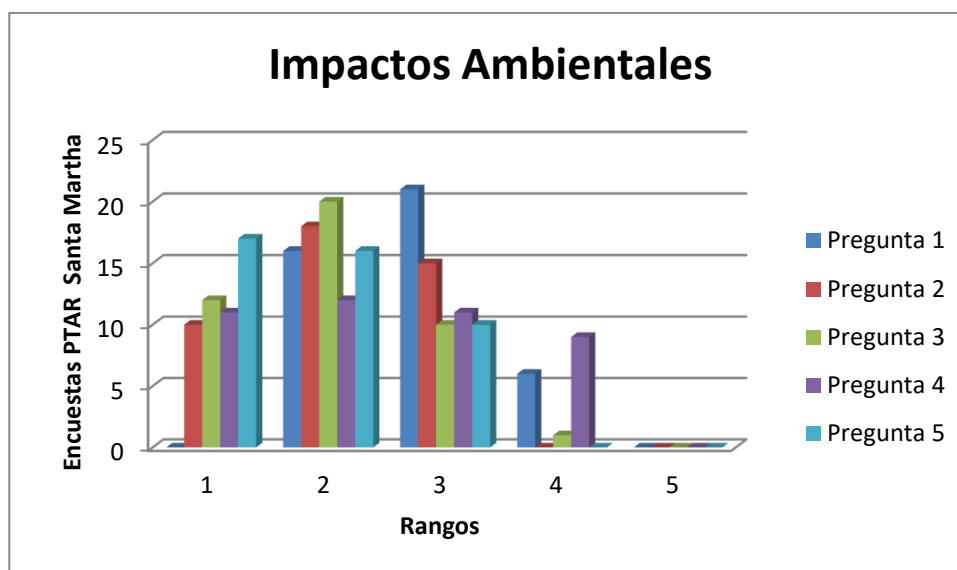
| No.                                  | ITEMS                                                                                                                                                          | 1  | 2  | 3  | 4 | 5 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---|---|
| <b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>          |                                                                                                                                                                |    |    |    |   |   |
| P_1_1                                | Usted evita verter desechos líquidos inadecuados en las alcantarillas de su sector o en las redes domiciliarias que se conectan con las plantas de tratamiento | 0  | 16 | 21 | 6 | 0 |
| P_1_2                                | Usted evita depositar desechos sólidos en las redes domiciliarias que se conectan con las alcantarillas                                                        | 10 | 18 | 15 | 0 | 0 |
| P_1_3                                | La presencia de malos olores afecta a la calidad de vida del área de influencia directa.                                                                       | 12 | 20 | 10 | 1 | 0 |
| P_1_4                                | Ha aumentado la proliferación de insectos vectores de enfermedades por la presencia de las plantas de tratamiento.                                             | 11 | 12 | 11 | 9 | 0 |
| P_1_5                                | Existen riesgos de contaminación para los usuarios del agua del río donde descargan las aguas residuales.                                                      | 17 | 16 | 10 | 0 | 0 |
| <b>AFECTACIONES SOCIOAMBIENTALES</b> |                                                                                                                                                                |    |    |    |   |   |
| P_2_1                                | La red de alcantarillado presta un servicio eficiente                                                                                                          | 13 | 14 | 12 | 4 | 0 |
| P_2_2                                | Cuál es su grado de satisfacción con relación a las plantas de tratamiento de aguas residuales                                                                 | 10 | 18 | 15 | 0 | 0 |
| P_2_3                                | En qué valoración considera si las plantas de tratamiento de aguas residuales han causado o causan conflictos socioambientales                                 | 14 | 15 | 9  | 5 | 0 |

**Fuente:** Elaboración propia

En las Figuras 4.4, 4.5 y 4.6 se puede determinar los Items y el valor porcentual de las preguntas más relevantes para la ciudadanía beneficiaria del servicio y residente en el área de influencia directa de la planta No. 2.

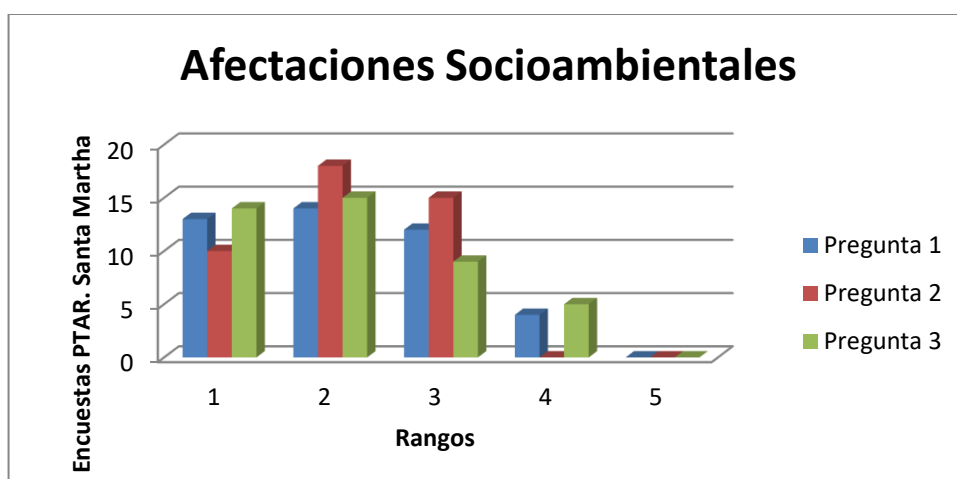
A continuación la graficación de las preguntas:

**Figura No. 4.7. Ítem de Impactos Ambientales de la PTAR No. 2**



En esta figura 4.7, se observa que la mayor valoración es para la pregunta 1 alcanzando un porcentaje de 49% del total de las personas encuetadas que son los que frecuentemente arrojan desechos líquidos inadecuados en las alcantarillas.

**Figura No. 4.8. Item Afectaciones Socioambientales PTAR No. 2**



En la Figura 4.8. se puede observar el nivel de insatisfacción de las personas encuestadas se refiere al funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas servidas alcanzando un porcentaje de 41%.

Tabla 4.9. Puntuaciones según la escala de Likert

Planta de Tratamiento No. 2 Sector Santa Martha

|       | No.  | INDIVIDUOS |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x̄ MAX | INDIVIDUOS |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x̄ MIN |
|-------|------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
|       |      | 39         | 40 | 38 | 34 | 36 | 35 | 31 | 37 | 32 | 30 |        | 7          | 9  | 2  | 8  | 12 | 3  | 4  | 6  | 5  | 1  |        |
| ITEMS | 1.1  | 3          | 4  | 2  | 4  | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3,00   | 2          | 3  | 3  | 2  | 4  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2  | 2,60   |
|       | 1.2  | 3          | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  | 2  | 1  | 3  | 3  | 2,50   | 2          | 2  | 1  | 1  | 1  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | 2,00   |
|       | 1.3  | 2          | 1  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  | 1,70   | 3          | 2  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1,90   |
|       | 1.4  | 3          | 4  | 1  | 4  | 3  | 3  | 3  | 4  | 1  | 4  | 3,00   | 4          | 3  | 4  | 2  | 1  | 4  | 2  | 1  | 2  | 1  | 2,40   |
|       | 1.5  | 3          | 2  | 3  | 3  | 3  | 2  | 1  | 1  | 2  | 3  | 2,30   | 2          | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  | 1  | 2  | 3  | 1  | 1,60   |
|       | 2.1  | 2          | 1  | 4  | 1  | 3  | 1  | 3  | 2  | 2  | 3  | 2,20   | 4          | 1  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 1  | 4  | 2,80   |
|       | 2.2  | 2          | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 2  | 1  | 1  | 3  | 2,20   | 3          | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 3  | 2  | 3  | 1  | 2,00   |
|       | 2.3  | 2          | 2  | 1  | 3  | 2  | 2  | 3  | 1  | 2  | 2  | 2,00   | 2          | 1  | 1  | 4  | 1  | 3  | 3  | 2  | 1  | 4  | 2,20   |
|       | 3.1  | 3          | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2,50   | 1          | 1  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  | 2,00   |
|       | 3.2  | 2          | 3  | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 2  | 2  | 3  | 2,50   | 1          | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 2  | 3  | 1  | 2,10   |
|       | 3.3  | 3          | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2,10   | 1          | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2,30   |
|       | 3.4  | 2          | 1  | 3  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  | 3  | 2,50   | 3          | 1  | 3  | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  | 1  | 2,30   |
|       | 3.5  | 3          | 2  | 3  | 2  | 2  | 4  | 3  | 4  | 3  | 4  | 3,00   | 2          | 3  | 4  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  | 2  | 1  | 2,20   |
|       | 3.6  | 2          | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 3  | 4  | 2  | 3,40   | 2          | 2  | 4  | 4  | 4  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1  | 2,50   |
|       | 3.7  | 2          | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 2,60   | 2          | 2  | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2  | 3  | 2  | 2,30   |
|       | 3.8  | 3          | 2  | 3  | 3  | 4  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2,50   | 3          | 4  | 4  | 2  | 1  | 2  | 3  | 4  | 1  | 3  | 2,70   |
|       | 3.9  | 1          | 1  | 3  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 3  | 2  | 1,90   | 3          | 3  | 3  | 2  | 1  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 2,20   |
|       | 3.10 | 4          | 2  | 3  | 2  | 2  | 2  | 4  | 3  | 3  | 2  | 2,70   | 3          | 4  | 3  | 3  | 2  | 4  | 3  | 2  | 1  | 1  | 2,60   |
|       | 3.11 | 3          | 4  | 1  | 2  | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 1  | 2,40   | 3          | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 1  | 3  | 4  | 4  | 2,90   |
|       | 3.12 | 2          | 3  | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2,30   | 3          | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  | 3  | 2  | 2  | 2  | 2,20   |
|       | SUMA | 89         | 88 | 87 | 86 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 79 |        | 56         | 55 | 54 | 54 | 54 | 52 | 52 | 51 | 48 | 39 |        |

#### 4.2.2.3. Datos de la Media Alta Total y Correlación

En este análisis estadístico, la media máxima y mínima de cada uno de los ítems con puntuaciones bajas, también refleja los resultados del coeficiente de correlación (r) con un nivel aceptable no mayor a 1.

**Tabla 4.10. Selección de ítems PTAR No. 2**

| Ítems    | R      | ( $\bar{x}_{MAX}$ - $\bar{x}_{MIN}$ ) |
|----------|--------|---------------------------------------|
| 1.1      | 0,348  | 0,40                                  |
| 1.2      | 0,224  | 0,50                                  |
| 1.3      | -0,061 | -0,20                                 |
| 1.4      | 0,315  | 0,60                                  |
| 1.5      | 0,416  | 0,70                                  |
| 2.1      | -0,299 | -0,60                                 |
| 2.2      | 0,180  | 0,20                                  |
| 2.3      | -0,178 | -0,20                                 |
| 3.1      | 0,376  | 0,50                                  |
| 3.2      | 0,336  | 0,40                                  |
| 3.3      | -0,193 | -0,20                                 |
| 3.4      | 0,176  | 0,20                                  |
| 3.5      | 0,447  | 0,80                                  |
| 3.6      | 0,503  | 0,90                                  |
| 3.7      | 0,267  | 0,30                                  |
| 3.8      | -0,036 | -0,20                                 |
| 3.9      | -0,132 | -0,30                                 |
| 3.10     | 0,172  | 0,10                                  |
| 3.11     | -0,304 | -0,50                                 |
| 3.12     | 0,154  | 0,10                                  |
| $\Sigma$ | 0,135  | 0,18                                  |

#### 4.2.2.4. Items efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 3

**Tabla 4.11. Items en sector San José**

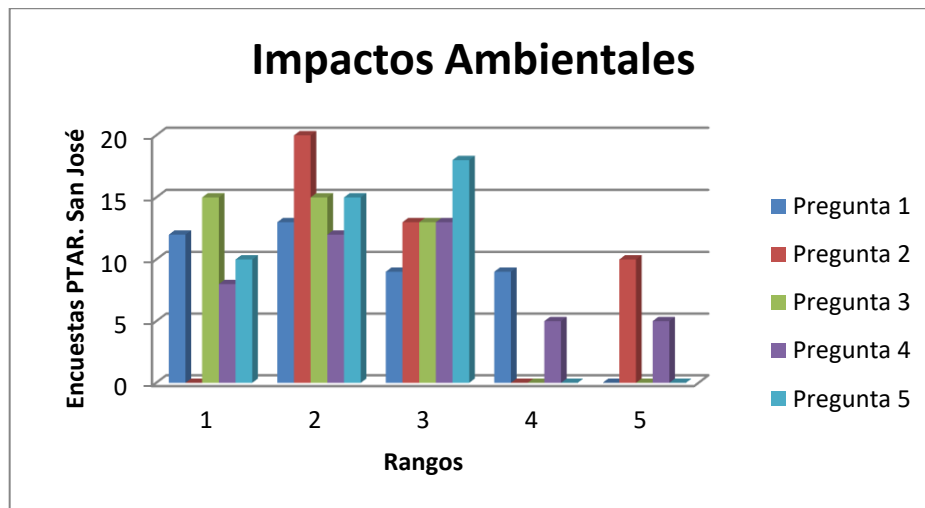
| No.                                  | ITEMS                                                                                                                                                          | 1  | 2  | 3  | 4 | 5  |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---|----|
| <b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>          |                                                                                                                                                                |    |    |    |   |    |
| P_1_1                                | Usted evita verter desechos líquidos inadecuados en las alcantarillas de su sector o en las redes domiciliarias que se conectan con las plantas de tratamiento | 12 | 13 | 9  | 9 | 0  |
| P_1_2                                | Usted evita depositar desechos sólidos en las redes domiciliarias que se conectan con las alcantarillas                                                        | 0  | 20 | 13 | 0 | 10 |
| P_1_3                                | La presencia de malos olores afecta a la calidad de vida del área de influencia directa.                                                                       | 15 | 15 | 13 | 0 | 0  |
| P_1_4                                | Ha aumentado la proliferación de insectos vectores de enfermedades por la presencia de las plantas de tratamiento.                                             | 8  | 12 | 13 | 5 | 5  |
| P_1_5                                | Existen riesgos de contaminación para los usuarios del agua del río donde descargan las aguas residuales.                                                      | 10 | 15 | 18 | 0 | 0  |
| <b>AFECTACIONES SOCIOAMBIENTALES</b> |                                                                                                                                                                |    |    |    |   |    |
| P_2_1                                | La red de alcantarillado presta un servicio eficiente                                                                                                          | 13 | 11 | 14 | 5 | 0  |
| P_2_2                                | Cuál es su grado de satisfacción con relación a las plantas de tratamiento de aguas residuales?                                                                | 13 | 17 | 9  | 4 | 0  |
| P_2_3                                | En qué valoración considera si las plantas de tratamiento de aguas residuales han causado o causan conflictos Socioambientales                                 | 10 | 8  | 19 | 6 | 0  |

**Fuente:** Elaboración propia

En las Figuras 4.7 y 4.8 se puede determinar los Items y el valor porcentual de las preguntas más relevantes para la ciudadanía beneficiaria del servicio y residente en el área de influencia directa de la planta No. 3.

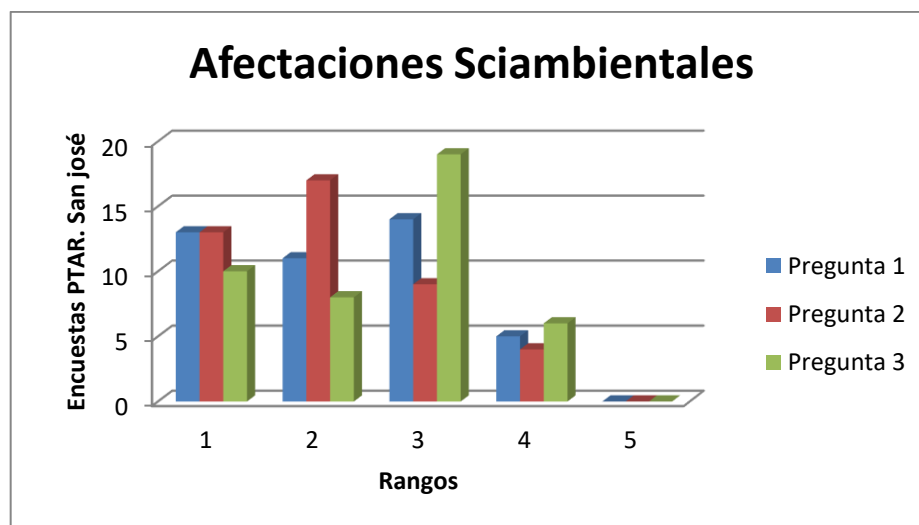
A continuación la graficación de las preguntas:

**Figura No. 4.9. Item Impactos Ambientales de la PTAR No. 3**



En esta planta se puede observar que los valores más altos los alcanzo la pregunta 2 con un porcentaje de 47%, lo que repercutirá en el buen funcionamiento de la planta estudiada.

**Figura 4.10. Item Afectaciones socioambientales de la PTAR No. 3**



En el gráfico presente se puede apreciar que los valores más altos lo alcanzó la pregunta 3 con un porcentaje del 44% lo que denota que las plantas provocan afectaciones socioambientales frecuentemente.

Tabla 4.12. Puntuaciones según la escala de Likert, Planta de tratamiento No. 3 Sector San José

|       | No.  | INDIVIDUOS |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x̄ MAX | INDIVIDUOS |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x̄ MIN |
|-------|------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
|       |      | 40         | 36 | 37 | 32 | 39 | 35 | 34 | 38 | 28 | 31 |        | 11         | 7  | 16 | 2  | 8  | 4  | 3  | 6  | 5  | 1  |        |
| ITEMS | 1.1  | 1          | 2  | 4  | 2  | 1  | 4  | 1  | 1  | 3  | 3  | 2,20   | 1          | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 2  | 4  | 1  | 2,00   |
|       | 1.2  | 4          | 4  | 2  | 4  | 2  | 2  | 3  | 4  | 3  | 2  | 3,00   | 4          | 2  | 2  | 3  | 4  | 4  | 2  | 3  | 2  | 3  | 2,90   |
|       | 1.3  | 2          | 1  | 2  | 3  | 3  | 3  | 2  | 1  | 1  | 2  | 2,00   | 1          | 3  | 1  | 2  | 1  | 3  | 1  | 2  | 1  | 2  | 1,70   |
|       | 1.4  | 2          | 2  | 4  | 2  | 4  | 3  | 4  | 3  | 4  | 3  | 3,10   | 1          | 1  | 2  | 3  | 2  | 1  | 3  | 3  | 2  | 1  | 1,90   |
|       | 1.5  | 2          | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  | 1  | 1  | 3  | 2  | 2,20   | 2          | 3  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 1  | 2  | 1  | 2,30   |
|       | 2.1  | 4          | 2  | 4  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2,80   | 2          | 2  | 1  | 3  | 1  | 1  | 2  | 1  | 4  | 1  | 1,80   |
|       | 2.2  | 4          | 3  | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 3  | 2  | 1  | 2,20   | 2          | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  | 3  | 1  | 2,00   |
|       | 2.3  | 1          | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | 4  | 2  | 2  | 2  | 2,40   | 1          | 3  | 1  | 3  | 2  | 4  | 3  | 3  | 1  | 1  | 2,20   |
|       | 3.1  | 2          | 2  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2,80   | 2          | 3  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1,80   |
|       | 3.2  | 2          | 5  | 2  | 2  | 2  | 2  | 4  | 5  | 2  | 2  | 2,80   | 1          | 1  | 4  | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 3  | 5  | 2,20   |
|       | 3.3  | 3          | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 3  | 2  | 3  | 4  | 2,50   | 3          | 2  | 2  | 3  | 1  | 4  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2,20   |
|       | 3.4  | 3          | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2  | 2,50   | 3          | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2,70   |
|       | 3.5  | 2          | 2  | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2,30   | 2          | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2,50   |
|       | 3.6  | 3          | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 3  | 2  | 4  | 4  | 3,00   | 3          | 4  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 2,80   |
|       | 3.7  | 3          | 2  | 3  | 3  | 2  | 3  | 1  | 3  | 2  | 3  | 2,50   | 5          | 3  | 1  | 3  | 1  | 5  | 3  | 3  | 2  | 1  | 2,70   |
|       | 3.8  | 4          | 3  | 3  | 4  | 2  | 2  | 3  | 1  | 3  | 2  | 2,70   | 1          | 4  | 1  | 3  | 2  | 1  | 2  | 3  | 1  | 1  | 1,90   |
|       | 3.9  | 3          | 2  | 1  | 1  | 3  | 1  | 3  | 1  | 2  | 2  | 1,90   | 3          | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 2,00   |
|       | 3.10 | 3          | 4  | 3  | 4  | 2  | 3  | 2  | 1  | 3  | 3  | 2,80   | 3          | 1  | 1  | 3  | 3  | 2  | 3  | 1  | 4  | 1  | 2,20   |
|       | 3.11 | 4          | 5  | 4  | 5  | 1  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | 3,20   | 3          | 2  | 2  | 3  | 5  | 4  | 1  | 3  | 3  | 1  | 2,70   |
|       | 3.12 | 5          | 5  | 1  | 1  | 2  | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 2,70   | 3          | 2  | 3  | 2  | 5  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1  | 2,40   |
|       | SUMA | 97         | 91 | 91 | 86 | 86 | 85 | 84 | 84 | 82 | 80 |        | 57         | 55 | 55 | 54 | 54 | 53 | 51 | 50 | 49 | 34 |        |

#### 4.2.2.5. Datos de la Media Alta Total y Correlación

En este análisis estadístico, la media máxima y mínima de cada uno de los ítems con puntuaciones bajas, también refleja los resultados del coeficiente de correlación ( $r$ ) con un nivel aceptable no mayor a 1.

**Tabla 4.13. Selección de ítems PTAR No. 3**

| <i>Items</i> | <i>r</i> | <i>(<math>\bar{x}_{MAX}</math> - <math>\bar{x}_{MIN}</math>)</i> |
|--------------|----------|------------------------------------------------------------------|
| 1.1          | 0,073    | 0,20                                                             |
| 1.2          | 0,121    | 0,10                                                             |
| 1.3          | 0,166    | 0,30                                                             |
| 1.4          | 0,532    | 1,20                                                             |
| 1.5          | 0,058    | -0,10                                                            |
| 2.1          | 0,557    | 1,00                                                             |
| 2.2          | 0,240    | 0,20                                                             |
| 2.3          | 0,096    | 0,20                                                             |
| 3.1          | 0,682    | 1,00                                                             |
| 3.2          | 0,100    | 0,60                                                             |
| 3.3          | 0,180    | 0,30                                                             |
| 3.4          | -0,208   | -0,20                                                            |
| 3.5          | -0,172   | -0,20                                                            |
| 3.6          | 0,120    | 0,20                                                             |
| 3.7          | 0,022    | -0,20                                                            |
| 3.8          | 0,467    | 0,80                                                             |
| 3.9          | 0,033    | -0,10                                                            |
| 3.10         | 0,358    | 0,60                                                             |
| 3.11         | 0,319    | 0,50                                                             |
| 3.12         | 0,254    | 0,30                                                             |
| $\Sigma$     | 0,200    | 0,34                                                             |

#### 4.2.2.6. Ítems efectuados al área de influencia directa de la PTAR No. 4

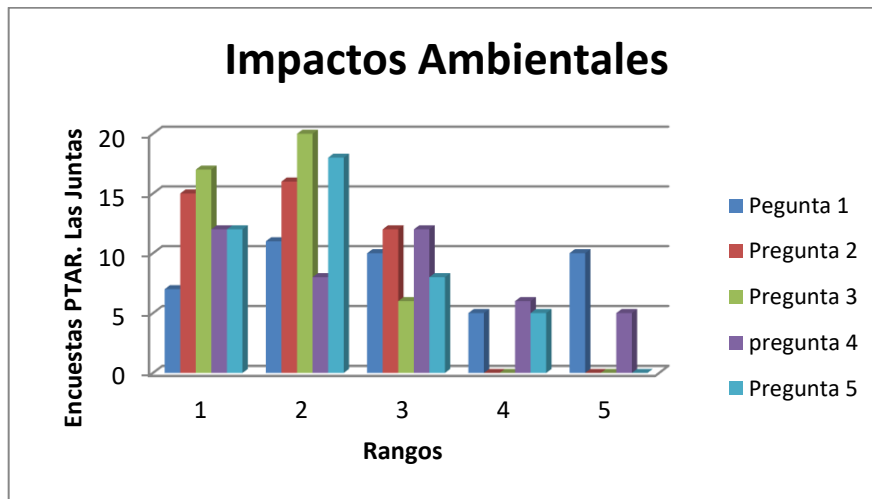
**Tabla No. 4.14. Ítems Sector Recinto las Juntas**

| No.                                  | ITEMS                                                                                                                                                          | 1  | 2  | 3  | 4 | 5  |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---|----|
| <b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>          |                                                                                                                                                                |    |    |    |   |    |
| P_1_1                                | Usted evita verter desechos líquidos inadecuados en las alcantarillas de su sector o en las redes domiciliarias que se conectan con las plantas de tratamiento | 7  | 11 | 10 | 5 | 10 |
| P_1_2                                | ¿Usted evita depositar desechos sólidos en las redes domiciliarias que se conectan con las alcantarillas?                                                      | 15 | 16 | 12 | 0 | 0  |
| P_1_3                                | La presencia de malos olores afecta a la calidad de vida del área de influencia directa.                                                                       | 17 | 20 | 6  | 0 | 0  |
| P_1_4                                | Ha aumentado la proliferación de insectos vectores de enfermedades por la presencia de las plantas de tratamiento.                                             | 12 | 8  | 12 | 6 | 5  |
| P_1_5                                | Existen riesgos de contaminación para los usuarios del agua del río donde descargan las aguas residuales.                                                      | 12 | 18 | 8  | 5 | 0  |
| <b>AFECTACIONES SOCIOAMBIENTALES</b> |                                                                                                                                                                |    |    |    |   |    |
| P_2_1                                | La red de alcantarillado presta un servicio eficiente                                                                                                          | 11 | 15 | 17 | 0 | 0  |
| P_2_2                                | Cuál es su grado de satisfacción con relación a las plantas de tratamiento de aguas residuales                                                                 | 8  | 13 | 16 | 6 | 0  |
| P_2_3                                | En qué valoración considera si las plantas de tratamiento de aguas residuales han causado o causan conflictos socioambientales                                 | 18 | 15 | 10 | 0 | 0  |

**Fuente:** Elaboración propia

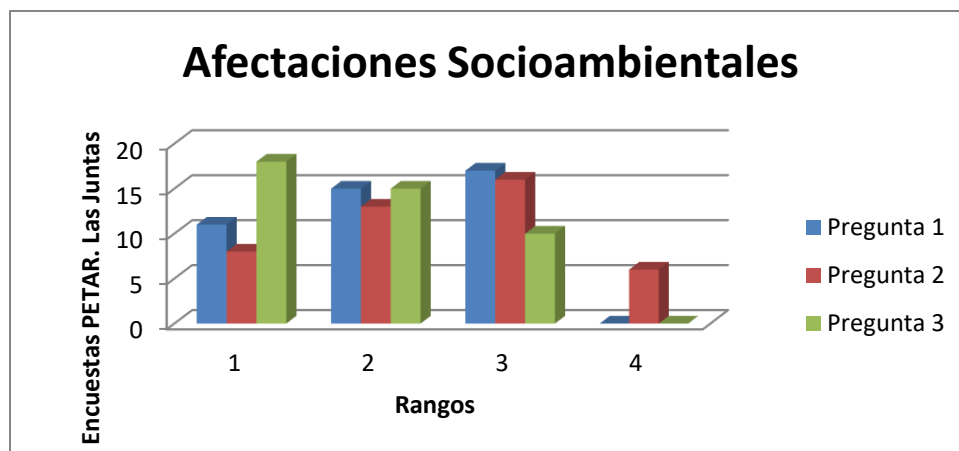
En las Figuras 4.11 y 4.12 se puede determinar los Items y el valor porcentual de las preguntas más relevantes para la ciudadanía beneficiaria del servicio y residente en el área de influencia directa de la planta No. 4.

**Figura No. 4.11. Item Impactos Ambientales de la PTAR No. 4**



En la Figura 4.11, en lo que se refiere a este gráfico se aprecia que el mayor valor fue alcanzado en la pregunta 3, alcanzando un porcentaje de 47% lo que denota que existe la afectación de impacto ambiental aunque sea con poca frecuencia.

**Figura 4.12. ítem Afectaciones socioambientales de la PTAR No. 4**



En la Figura 4.12, respecto a esta planta, se puede observar que la pregunta que alcanzo el mayor porcentaje es la pregunta 3 con 40% lo cual demuestra que ese total de encuestados considera que esta planta si provoca afectaciones socioambientales.

**Tabla 4.15. Puntuaciones según la escala de Likert, Planta de Tratamiento No. 4 Recinto Las Juntas**

|       | No.  | INDIVIDUOS |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x̄ MAX | INDIVIDUOS |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x̄ MIN |
|-------|------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
|       |      | 37         | 35 | 29 | 36 | 38 | 31 | 34 | 40 | 28 | 32 |        | 8          | 9  | 11 | 18 | 10 | 6  | 7  | 1  | 2  | 4  |        |
| ITEMS | 1.1  | 5          | 5  | 5  | 2  | 3  | 3  | 5  | 2  | 5  | 4  | 3,90   | 3          | 5  | 1  | 2  | 4  | 1  | 3  | 3  | 1  | 2  | 2,50   |
|       | 1.2  | 3          | 1  | 1  | 2  | 3  | 3  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1,90   | 2          | 1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1,70   |
|       | 1.3  | 1          | 1  | 2  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1,70   | 2          | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1,80   |
|       | 1.4  | 4          | 2  | 3  | 1  | 3  | 3  | 1  | 5  | 4  | 5  | 3,10   | 1          | 2  | 4  | 1  | 4  | 2  | 2  | 4  | 3  | 1  | 2,40   |
|       | 1.5  | 4          | 1  | 1  | 2  | 1  | 2  | 2  | 4  | 2  | 3  | 2,20   | 1          | 3  | 2  | 1  | 2  | 4  | 2  | 4  | 2  | 2  | 2,30   |
|       | 2.1  | 2          | 3  | 3  | 5  | 4  | 5  | 1  | 1  | 1  | 4  | 2,90   | 4          | 3  | 1  | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  | 3  | 2  | 2,20   |
|       | 2.2  | 2          | 4  | 4  | 3  | 1  | 1  | 4  | 2  | 3  | 2  | 2,60   | 3          | 3  | 2  | 1  | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  | 2,20   |
|       | 2.3  | 2          | 1  | 3  | 1  | 3  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1,90   | 3          | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  | 1,70   |
|       | 3.1  | 3          | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 1  | 2  | 1  | 2  | 2,20   | 1          | 3  | 1  | 2  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1  | 2  | 1,80   |
|       | 3.2  | 2          | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  | 2,20   | 2          | 3  | 2  | 1  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 2,50   |
|       | 3.3  | 2          | 4  | 1  | 3  | 2  | 3  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2,20   | 4          | 3  | 4  | 1  | 2  | 1  | 2  | 1  | 2  | 4  | 2,40   |
|       | 3.4  | 5          | 4  | 2  | 3  | 2  | 3  | 5  | 2  | 2  | 2  | 3,00   | 2          | 1  | 3  | 2  | 3  | 3  | 1  | 2  | 4  | 2  | 2,30   |
|       | 3.5  | 2          | 3  | 3  | 2  | 4  | 3  | 3  | 2  | 4  | 1  | 2,70   | 3          | 3  | 4  | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 3  | 2  | 2,30   |
|       | 3.6  | 2          | 3  | 3  | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 4  | 5  | 2,50   | 3          | 1  | 5  | 4  | 1  | 5  | 5  | 5  | 3  | 2  | 3,40   |
|       | 3.7  | 3          | 2  | 4  | 3  | 4  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2,60   | 5          | 3  | 1  | 3  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2,10   |
|       | 3.8  | 3          | 1  | 4  | 3  | 2  | 3  | 4  | 3  | 1  | 4  | 2,80   | 2          | 3  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | 2  | 2,40   |
|       | 3.9  | 4          | 4  | 4  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  | 2,50   | 1          | 1  | 2  | 5  | 1  | 5  | 3  | 3  | 1  | 2  | 2,40   |
|       | 3.10 | 3          | 1  | 3  | 3  | 1  | 2  | 4  | 2  | 1  | 1  | 2,10   | 1          | 3  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1  | 4  | 1  | 3  | 2,00   |
|       | 3.11 | 1          | 4  | 2  | 3  | 2  | 3  | 2  | 3  | 1  | 1  | 2,20   | 2          | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  | 4  | 2  | 1  | 2  | 1,80   |
|       | 3.12 | 2          | 4  | 3  | 2  | 1  | 3  | 4  | 3  | 4  | 1  | 2,70   | 4          | 2  | 3  | 3  | 2  | 2  | 1  | 1  | 3  | 2  | 2,30   |
|       | SUMA | 92         | 88 | 86 | 84 | 84 | 83 | 83 | 83 | 78 | 78 |        | 57         | 56 | 56 | 56 | 53 | 52 | 51 | 48 | 46 | 46 |        |

#### 4.2.2.7. Datos de Media Alta Total y Correlación

En este análisis estadístico, la media máxima y mínima de cada uno de los ítems con puntuaciones bajas, también refleja los resultados del coeficiente de correlación ( $r$ ) con un nivel aceptable no mayor a 1.

**Tabla 4.16. Selección de ítems PTAR No. 4**

| <b>Items</b>               | <b><math>r</math></b> | <b><math>(\dot{x}_{MAX} - \dot{x}_{MIN})</math></b> |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| 1.1                        | 0,520                 | 1,40                                                |
| 1.2                        | 0,033                 | 0,20                                                |
| 1.3                        | -0,095                | -0,10                                               |
| 1.4                        | 0,127                 | 0,70                                                |
| 1.5                        | -0,297                | -0,10                                               |
| 2.1                        | 0,363                 | 0,70                                                |
| 2.2                        | 0,359                 | 0,40                                                |
| 2.3                        | 0,175                 | 0,20                                                |
| 3.1                        | 0,177                 | 0,40                                                |
| 3.2                        | -0,176                | -0,30                                               |
| 3.3                        | 0,030                 | -0,20                                               |
| 3.4                        | 0,240                 | 0,70                                                |
| 3.5                        | 0,345                 | 0,40                                                |
| 3.6                        | -0,321                | -0,90                                               |
| 3.7                        | 0,478                 | 0,50                                                |
| 3.8                        | 0,125                 | 0,40                                                |
| 3.9                        | 0,003                 | 0,10                                                |
| 3.10                       | -0,038                | 0,10                                                |
| 3.11                       | 0,347                 | 0,40                                                |
| 3.12                       | 0,396                 | 0,40                                                |
| <b><math>\Sigma</math></b> | <b>0,140</b>          | <b>0,27</b>                                         |

### 4.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para la identificación de los impactos negativos o positivos en el presente estudio, se empleó la utilización de la matriz para valoración de impactos en función de los atributos determinados.

Por las características parecidas de las cuatro PTAR, esta matriz se construyó con la ayuda de un panel de expertos a fin de llegar a una apreciación general de los impactos ambientales.

La Importancia del Impacto (IM), se obtuvo a partir de la siguiente valoración cuantitativa:

$$IM= [3(I)+2(EX)+SI+PE+EF+MO+AC+MC+RV+PR],$$

*Dónde:*

*I = Intensidad*

*EX = Extensión*

*SI = Sinergia*

*PE = Persistencia*

*EF = Efecto*

*MO = Momento de Impacto*

*AC =Acumulación*

*MC = Recuperabilidad*

*RV= Reversibilidad*

*PR= Periodicidad*

A continuación se muestra en la tabla 4.17. la identificación de los impactos ambientales según la importancia del impacto de las cuatro plantas de las cuatro plantas de tratamiento:

**Tabla 4.17. Identificación de Impactos Ambientales**

| CRITERIOS DE IMPORTANCIA             | ATRIBUTOS PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS |         |          |             |                |          |             |                 |                |                |                        |                        |
|--------------------------------------|------------------------------------------|---------|----------|-------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|----------------|------------------------|------------------------|
| IMPACTOS IDENTIFICADOS               | INTENSIDAD                               | AREA DE | PLAZO DE | PERMANENCIA | REVERSABILIDAD | SINERGIA | ACUMULACION | RELACION CAUSA- | REGULARIDAD DE | RECUPERABILIDA | INDICE DE IMPORTANCIA* | NIVEL DE IMPORTANCIA * |
| <b>AGUA, SUELO Y AIRE</b>            |                                          |         |          |             |                |          |             |                 |                |                |                        |                        |
| Contaminación del Aire               | 12                                       | 2       | 4        | 4           | 4              | 4        | 4           | 4               | 4              | 8              | 76                     | CRÍTICA                |
| Contaminación del Agua               | 12                                       | 2       | 4        | 4           | 4              | 4        | 4           | 4               | 4              | 8              | 76                     | CRÍTICA                |
| Contaminación del Suelo              | 12                                       | 2       | 4        | 4           | 4              | 4        | 4           | 4               | 4              | 8              | 76                     | CRÍTICA                |
| Contaminación del agua subterránea   | 8                                        | 4       | 4        | 4           | 4              | 2        | 4           | 4               | 4              | 4              | 62                     | SEVERA                 |
| Emanación de gases                   | 8                                        | 2       | 4        | 4           | 4              | 4        | 4           | 4               | 4              | 1              | 57                     | SEVERA                 |
| <b>FLORA Y FAUNA</b>                 |                                          |         |          |             |                |          |             |                 |                |                |                        |                        |
| Flora acuática y terrestre           | 4                                        | 2       | 2        | 2           | 2              | 2        | 1           | 4               | 4              | 2              | 35                     | MODERADA               |
| Fauna acuática y terrestre           | 4                                        | 2       | 2        | 2           | 2              | 2        | 4           | 4               | 4              | 2              | 38                     | MODERADA               |
| <b>PERCEPCION PAISAJISTICA</b>       |                                          |         |          |             |                |          |             |                 |                |                |                        |                        |
| Cambios en el paisaje                | 8                                        | 4       | 4        | 2           | 4              | 4        | 4           | 4               | 4              | 4              | 62                     | SEVERA                 |
| <b>ASPECTOS SOCIALES</b>             |                                          |         |          |             |                |          |             |                 |                |                |                        |                        |
| Riesgos de accidentes                | 8                                        | 2       | 2        | 2           | 2              | 2        | 2           | 1               | 4              | 1              | 44                     | MODERADA               |
| Peligros a la salud                  | 12                                       | 2       | 4        | 4           | 4              | 4        | 4           | 4               | 4              | 2              | 70                     | SEVERA                 |
| Proliferación de insectos y vectores | 8                                        | 2       | 2        | 4           | 4              | 2        | 4           | 4               | 4              | 2              | 54                     | SEVERA                 |
| Cambios en el calidad de vida        | 4                                        | 2       | 2        | 2           | 2              | 2        | 4           | 1               | 2              | 2              | 33                     | MODERADA               |

\*Atributos determinados mediante el análisis para valoración de Impactos Ambientales en Niveles de Importancia, derivadas del levantamiento de información en el área donde se encuentra asentada cada una de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales existente (1, 2, 3 y 4 PTAR, área urbana y Recinto Las Juntas de la Parroquia Moraspungo).

**Fuente:** Investigación en la fase de campo, Matriz de Leopold modificada, Conesa Fernández - Vitora (1997).

**Elaboración:** La Autora

De acuerdo a la investigación efectuada en los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales, en el área de influencia de cada planta se

puede estimar que las afectaciones ambientales son de un nivel de significancia de **Moderada a Crítica**. Vicente Conesa Fernández.

Los Índices de Importancia reflejan que la calidad de los recursos está mayormente comprometida y que al efectuar la valoración de los atributos se puede verificar el estado real contaminante in situ del sistema de tratamiento ante el aspecto ambiental y social del área en análisis.

Existen propiedades y sus cultivos paralelos a las plantas tratamiento en estudio, y dicho proceso sanitario muestra mediante los criterios de importancia que hay afectaciones hacia el recurso agua, aire y suelo, la biota acuática y en el desarrollo de la población del área de influencia directa.

#### **4.4. ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

En la Tabla 4.2. se encuentran los parámetros analizados en el Laboratorio ANAVANLAB CIA. LTDA., los mismos que efectuaron la toma de las muestras para cada una de las áreas de estudio sanitario.

Como la norma lo indica, se procedió de acuerdo a lo establecido para las cadenas de custodia: refrigeración, transporte y movilización hacia las instalaciones del centro de análisis en Quito.

##### **4.4.1. Análisis físico químico y microbiológico de los afluentes en la época seca.**

Mediante la realización de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales en la época invernal, y luego del posterior análisis estadístico se obtuvieron los siguientes resultados y conclusiones:

- **pH.-** En la época seca, los valores del pH, en los puntos de muestreo correspondieron a rangos medios entre 7.4 unid/pH como la menor en la PTAR No.4 y 7.8 es la mayor con unid/pH en la PTAR No. 3 y el rango de aceptabilidad o límite permisible de la calidad ambiental es desde 6 a 9.
- **Color.-** Este parámetro en la época seca, al igual que en la época lluviosa no presentó variación alguna, considerando que el promedio del rango de coloración de las muestras es >58 UnitPtCo entre las cuatro plantas de tratamiento. La unidad de color máxima permisible es inapreciable, indicando que la coloración en las aguas residuales por su composición presenta un nivel de turbidez moderado mostrando una escasa variabilidad en la coloración.
- **Sólidos Totales Disueltos.-** Los valores de STD en época seca en los puntos de muestreo con una valoración de 160,00 a 324 mg/L que corresponden a la PTAR No. 1 y PTAR No. 4 respectivamente. Sin embargo dichas apreciaciones técnicas se encuentran muy por debajo del límite permitido de 1600 mg/L.
- **Sólidos Suspendidos.-** Los valores determinados de este parámetro en las PTAR investigadas demostraron que se encuentran dentro de los valores permisibles ya que según la normativa ambiental es de 130 mg/L. Las plantas que presentaron una disminución considerable fueron de la PTAR No. 3, PTAR No. 4 dando un valor menor a 73 mg/L y 151 mg/L.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno.-** El valor permisible según lo determina la norma es de 100 mg, PTAR No. 2, con un valor de 98 mg/L mientras que la de mayor valoración en el análisis la obtuvo la PTAR No. 3 con un estimado de 208 mg/L.

- ***Demanda Química de Oxígeno.-*** Este parámetro indica la variación en los rangos permisibles correspondiente a la PTAR No. 2 con un valor de menor de 163 mg/L, y respecto a la PTAR No. 4 con 335 mg/L respectivamente. Los valores permisibles en la normativa ambiental es de 200 mg/L.
- ***Fosforo Total.-*** El presente parámetro se obtuvo un rango menor de 4,2 mg/L respecto a la PTAR No. 3, y de la PTAR No. 1 se presentó una valoración de 6,0 mg/L. Según el rango permisible es de 10 mg/L.
- ***Nitrógeno Total.-*** El reporte del laboratorio indica que el menor valor le corresponde a la PTAR No. 4 con 5,0 mg/L y 9,0 mg/L para las PTAR N. 3 y 4 siendo estas estadísticamente iguales. El valor permisible para este parámetro es de 50 mg/L.
- ***Nitrógeno Amoniacal.-*** En la determinación de éste parámetro se obtuvo que 1,30 mg/L corresponde a la PTAR No. 4 con el menor valor, mientras que el mayor valor le corresponde a la PTAR No. 1 con 20,00 mg/L y el valor de la norma es de 30 mg/L.
- ***Tensoactivos.-*** Este parámetro determino que 1,150 mg/L de la PTAR No. 2 es el menor rango. En las PTAR No. 3 y 4 es el más alto con >2,92 mg/L. El valor normado que es de 0,500 mg/L.
- ***Temperatura.-*** Este indicador arrojó un valor menor de 24,6°C en la PTAR No. 1. Y en PTAR No. 4 se elevó a 26,1°C. Según la norma, el valor permisible es de 40,0°C, cumpliendo con la norma.
- ***Aceites y Grasas.-*** Este parámetro en la PTAR No. 2 dió un valor de 3,0 mg/L. La más alta valoración se obtuvo en la PTAR No. 4 con un resultado de 11,3 mg/L. El límite permisible es de 30,0 mg/L.

- **Coliformes Fecales.-** Se refiere a la concentración de bacterias patógenas existentes en los caudales que corresponden a los sistemas de tratamiento. El valor permisible según la norma es de 10000,0 Nmp/100 mL, El rango de menor valoración es de 240000,0 Nmp/100 mL correspondiente la PTAR No. 1. El resultado de la PTAR No.4 tiene la mayor valoración la cual es 920000 Nmp/100 mL.
- **Coliformes Totales.-** Con respecto a este parámetro, el análisis del sistema de las aguas residuales demostró un nivel menor de 35000,0 Nmp/100 mL en la PTAR No. 1, y el de mayor valor pertenece al efluente de la PTAR No. 3 con 1600000, 0 Nmp/100 mL. En este caso los valores de la norma no aplican.

#### 4.4.2. Análisis físico químico y microbiológico de los afluentes en la época invernal.

Mediante la realización de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales en la época invernal en la cabecera parroquial, y luego del posterior análisis estadístico se obtuvieron los siguientes resultados y conclusiones:

- **pH.-** El Potencial de Hidrógeno muestra que, en los puntos de muestreo correspondieron a rangos medios entre 6,9 unid/pH y 7.5 unid/pH correspondiendo a las PTAR. 4 y 3 respectivamente y el rango de aceptabilidad o límite permisible de la calidad ambiental fluctúa de 6 a 9.
- **Color.-** Este parámetro en la época invernal, al igual que en la época lluviosa no presentó variación alguna, considerando que el promedio del rango de coloración de las muestras es >58 UnitPtCo entre las cuatro plantas de tratamiento. La unidad de color máxima permisible es inapreciable, indicando que la coloración en las aguas residuales

por su composición presenta un nivel de turbidez moderado, mostrando una escasa variabilidad en la coloración.

- **Sólidos Totales Disueltos.-** Los valores de STD en los muestreos con la menor valoración de 200,00 y 320 mg/L que corresponde al mayor valor esta les pertenecen a las PTAR No. 4 y PTAR No. 1 respectivamente. Sin embargo dichas apreciaciones técnicas se encuentra muy por debajo del límite permitido el cual es 1600 mg/L.
- **Sólidos Suspendidos.-** Los valores determinados de este parámetro en los efluentes de las PTAR investigadas demostraron que las PTAR No.3 y 4 fueron estadísticamente iguales con valore menores o iguales a 50 mg/L, según los análisis afluentes están fuera de la norma alcanzando una valoración mayor a 97 mg/L. en La PTAR No. 1 con un valor de norma de 130mg/L.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno.-** El valor permisible es de 100 mg. El menor valor corresponde a la PTAR No. 3 con 72mg/L, y 142 mg/L con el mayor valor pertenece a la PTAR No. 1.
- **Demanda Química de Oxígeno.-** Este indicador muestra la variación en los rangos permisibles correspondiente a las PTAR No. 3 y 1 con un valor de menor a 116 mg/l, y mayor 228 mg/l respectivamente. Los valores permisibles en la normativa ambiental es de 250 mg/L.
- **Fosforo Total.-** El presente parámetro en la PTAR No. 3 con 4,4 mg/ el efluente es de menor valor cumpliendo con la norma, y la PTAR No. 2 siendo de una valoración 6,2 estando dentro del rango de 10 mg/L, determinándose el cumplimiento del rango permisible.
- **Nitrógeno Amoniacal.-** En la determinación de éste parámetro se obtuvo que 10,25 mg/L en la PTAR No. 4 es el rango de menor y

valores mayores o iguales a 50 mg/L de la PTAR No. 1 que es el del valor más elevado. El rango o valor de la norma es no admisible.

- **Nitrógeno Total.-** Los valores promedio de este indicador establecen que es de 21 mg/L en la PTAR No. 4 es el menor valor; y 125mg/L en la PTAR No. 2. El rango permisible es de 15 mg/L.
- **Tensoactivos.-** Los límites permisibles según la norma para este parámetro es de que es de 0,500 mg/L. En la PTAR No. 2. Con una valoración de 0,169 mg/L, y 0,242 mg/L que se obtuvo en el efluente de la PTAR No. 1.
- **Temperatura.-** Este indicador muestra que 35 °C en la PTAR No. 2 y con el valor menor se estableció con 26,2 °C. y la mayor temperatura fue de 27,9°C que pertenece a la PTAR 4.
- **Aceites y Grasas.-** Este parámetro en la PTAR No. 4 indica un valor menor de 4,9 mg/L y a su vez de 11,5 en la PTAR No. 1 incumpliendo esta última con la normativa que establece un parámetro permisible de 30,0 mg/L.
- **Coliformes Fecales.-** Referente a este parámetro analizar la concentración de bacterias patógenas existentes en los caudales que corresponden a los sistemas de tratamiento. El valor de la norma es de 3000 Nmp/100 mL, de lo cual el efluente de la PTAR No. 4 muestra un valor de 1500,0 Nmp/100 mL, al igual que en la PTAR No. 3 presenta una significativa elevación respecto a la norma de un valor de 240000,0 Nmp/100 mL, no cumpliendo con el valor permisible.
- **Coliformes Totales.-** Con respeto al este parámetro, el sistema de captación y de tratamiento de las aguas residuales el análisis demostró que en la PTAR No. 4 existe una menor valoración la cual

es de 15000,0 Nmp/100 mL. El rango máximo obtenido pertenece a la PTAR No.3 1600000,0 Nmp/100 mL.

**Tabla 4.18. Resultados analíticos físico químicos y microbiológicos de las plantas de tratamiento de aguas residuales referente a los afluentes de la época lluviosa y seca**

| No. | AGUAS                         | UNIDAD     | PTAR 1      |          | PTAR 2      |          | PTAR 3      |           | PTAR 4      |          | Promedio E. Lluviosa | Promedio E. Seca |
|-----|-------------------------------|------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|-----------|-------------|----------|----------------------|------------------|
|     |                               |            | E. Lluviosa | E. seca  | E. Lluviosa | E. Seca  | E. Lluviosa | E. Seca   | E. Lluviosa | E. Seca  |                      |                  |
| 1   | ACEITES Y GRASAS              | mg/L       | 11,5        | 4,2      | 6,1         | 3        | 7,8         | 7,1       | 4,9         | 11,3     | 7,575                | 6,4              |
| 2   | COLOR                         | UnidPtCo   | >58         | >58      | >58         | >58      | >58         | >58       | >58         | >58      | >58                  | >58              |
| 3   | DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO | mg/L       | 142         | 148      | 122         | 98       | 72          | 208       | 97          | 188      | 108,25               | 178,5            |
| 4   | DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO    | mg/L       | 228         | 291      | 201         | 163      | 116         | 327       | 156         | 335      | 175,25               | 280              |
| 5   | TENSOACTIVOS MBAS             | mg/L       | 0,242       | 2,33     | 0,202       | 1,15     | 0,191       | >2,92     | 0,169       | >2,92    | 0,201                | 1,740            |
| 6   | FOSFORO TOTAL                 | mg/L       | 5,8         | 6,0      | 6,2         | 5,0      | 4,4         | 9         | 4,6         | 5,0      | 5,25                 | 5,05             |
| 7   | NITROGENO AMONIACAL           | mg/L       | >50         | 20,00    | 22,00       | 2,50     | 21,50       | 4,10      | 10,25       | 1,30     | 17,92                | 6,975            |
| 8   | NITROGENO TOTAL               | mg/L       | 125         | 30       | 43          | 9        | 33          | 4,2       | 21          | 5        | 55,5                 | 5,05             |
| 9   | SOLIDOS SUSPENDIDOS           | mg/L       | 97          | 114      | 67          | 94       | <50         | 73        | <50         | 151      | 82                   | 108              |
| 10  | SOLIDOS TOTALES               | mg/L       | 320         | 160      | 296         | 260      | 228         | 280       | 200         | 324      | 261                  | 256              |
| 11  | CAUDAL DE DESCARGA            | L/s        | NA          | 1,08     | 1,45        | N/A      | NA          | 0,53      | 1,5         | 0,4      | 1,475                | 0,77             |
| 12  | PH IN SITU                    | unid Ph    | 7,2         | 7,5      | 7,4         | 7,5      | 7,5         | 7,8       | 6,9         | 7,4      | 7,25                 | 7,55             |
| 13  | TEMPERATURA (IN SITU)         | °C         | 24,6        | 24,6     | 24,5        | 25,4     | 27,1        | 25,1      | 27,9        | 26,1     | 26,025               | 25,3             |
|     | <b>MICROBIOLOGIA</b>          |            |             |          |             |          |             |           |             |          |                      |                  |
| 14  | COLIFORMES TOTALES NMP        | NMP/100 mL | 120000,0    | 350000,0 | 15000,0     | 540000,0 | 1600000,0   | 540000,0  | 49000,0     | 920000,0 | 446000,0             | 560000,0         |
| 15  | COLIFORMES FECALES NMP        | NMP/100 mL | 9200,0      | 240000,0 | 15000,0     | 540000,0 | 240000,0    | 1600000,0 | 1500,0      | 920000,0 | 66425,0              | 773750,0         |

**Fuente:** Monitoreo analítico de parámetros de aguas residuales

**Elaboración:** La Autora

#### 4.4.3. Análisis físico químico y microbiológico de los efluentes de las plantas de tratamiento de las aguas residuales en época lluviosa.

Mediante la realización de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales y luego del posterior análisis estadístico se obtuvieron las siguientes deducciones sistemáticas.

- **pH.-** En la etapa invernal, los valores del pH, en los puntos de muestreo correspondieron a valores analizados de entre 6,4 unid/pH en la PTAR No. 4 y 7,7 unid/pH en la PTAR No. 3, siendo el rango de aceptabilidad o límite permisible de la calidad ambiental es de (6,0 a 9,0).
- **Color.-** Se estimó que la media de este parámetro en la época invernal no se encuentra dentro del rango establecido, considerando que el promedio del rango de coloración de las muestras es >58 UnitPtCo entre las cuatro plantas de tratamiento. La unidad de color máxima permisible es inapreciable, indicando que la coloración en las aguas residuales por su composición presenta un nivel de turbidez y una alta variabilidad en la coloración.
- **Sólidos Totales Disueltos.-** Los valores en época lluviosa en los puntos de muestreo con una valoración de menores o iguales de 150,00 a mayores o iguales de 2000,00 mg/L que corresponden a la PTAR No. 3 y PTAR No. 4 respectivamente. Sin embargo dichas determinaciones analíticas se encuentra muy por debajo del límite permitido el cual es 1600 mg/L.
- **Sólidos Suspendidos.-** Los valores determinados de este parámetro en los efluentes de las PTAR investigadas

demonstraron que se encuentran dentro de los valores permisibles ya que según la normativa ambiental es de 130 mg/L, y las plantas que presentaron una disminución considerable fueron el afluente de la PTAR No. 2 y 3 dando un valor de menor a 50 mg/L y mientras que el de mayor rango es la del PTAR No 4 con valores iguales o mayores de 2000 mg/L manteniéndose por debajo del valor permisible.

- ***Demanda Bioquímica de Oxígeno.-*** El valor permisible según lo determina la norma es de 100 mg/L. Las PTAR No. 2 y 3, presentaron valores menores de 6mg/L mientras que la de mayor valoración en el análisis la obtuvo la PTAR No. 4 con un valor de 517 mg/L.
- ***Demanda Química de Oxígeno.-*** Este indicador muestra la variación en los rangos permisibles correspondiente a la PTAR. 2 con un valor de menor a 10mg/L, y respecto a la PTAR No.4 con 228 mg/L respectivamente. Los valores permisibles en la normativa ambiental es de 200 mg/L.
- ***Fosforo Total.-*** El presente parámetro se obtuvo un rango menor de 4,4 mg/L respecto a la PTAR No. 3, y de la PTAR No. 2 se presentó una valoración de 6,2 mg/L. Según el rango permisible es de 10 mg/L.
- ***Nitrógeno Total.-*** De Los valores de este indicador, se obtuvo un menor rango de 17mg/L en la PTAR No. 4. Sin embargo, el de mayor valor fue de 85 mg/L referente a la PTAR N. 3. El límite permisible para este parámetro es de 50 mg/L.
- ***Nitrógeno Amoniacal.-*** En la determinación de éste parámetro se obtuvo 7mg/L corresponde a la PTAR No. 2 siendo el menor

valor, y el mayor valor le corresponde a la PTAR No. 1 y es de >50 mg/L. La norma establece que el rango para este parámetro es de 30 mg/L.

- **Tensoactivos.-** Este parámetro determinó que el menor rango es de 0,013mg/L de la PTAR No. 3 es el de menor valor. En la PTAR No. 4 está el más alto con 0,925 mg/L. El valor normado que es de 0,500 mg/L.
- **Temperatura.-** Este indicador arrojó un valor menor de 22,5°C en la PTAR No. 2 y, en PTAR No. 3 se elevó a 27,3°C. Según la norma, el valor normado es de 40,0°C, cumpliendo con los límites.
- **Aceites y Grasas.-** Este parámetro en las PTAR No. 2 y 3, dieron un valor menor o igual a 1mg/L. La más alta valoración se dió en la PTAR No. 4 con un resultado de 17,6 mg/L El límite permisible es de 30,0 mg/L.
- **Coliformes Fecales.-** Es un indicador de la concentración de bacterias patógenas existentes en los caudales que corresponden a los sistemas de tratamiento. El valor de la norma es de 10000,0 Nmp/100 mL, El rango de menor valoración es de 920,0 Nmp/100 mL y correspondiente la PTAR No. 4. El resultado de la PTAR No.3 tiene la mayor valoración la cual es 15000 Nmp/100 mL.
- **Coliformes Totales.-** Con respecto este parámetro, el sistema de captación y de tratamiento de las aguas residuales el análisis demostró un nivel menor de 4500,0 Nmp/100 mL en la PTAR No. 3, y el de mayor valor pertenece al afluente de la PTAR No.

1 con 120000,0 Nmp/100 mL. En este parámetro no existe valor permisible.

#### **4.4.4. Análisis físico químico y microbiológico de los efluentes en la época seca.**

Mediante la realización de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales en la época invernal, y luego del posterior análisis estadístico se obtuvieron los siguientes resultados y conclusiones:

- **pH.-** En la etapa invernal, los valores del pH, en los puntos de muestreo correspondieron a rangos medios entre 7,0 unid/pH en la PTAR No. 1 y 7.6 unid/pH en la PTAR No. 2 con un rango mayor. La aceptabilidad o límite permisible de la calidad ambiental es de (6 a 9).
- **Color.-** La unidad de color máxima permisible es inapreciable, se estimó que la media de este parámetro en la época invernal no se encuentra dentro del rango establecido, considerando que el promedio del rango de coloración de las muestras es 45,0 UnidPtCo presentando menor cantidad coloración fue el efluente de la PTAR No. 2, y >58 UnidPtCo que corresponde a las PTAR No. 1, 3 y 4.
- **Sólidos Totales Disueltos.-** El menor resultado obtenido en el efluente a este parámetro es 256mg/L y pertenece a la PTAR No. 2. El de mayor rango le pertenece a la PTAR No. 4 siendo 492mg/L que se encuentra dentro del rango en relación al límite permitido que es de 1600 mg/L.
- **Sólidos Suspendidos.-** Los valores determinados de este parámetro en los de las PTAR investigadas demostraron que se

encuentran dentro de los valores permisibles ya que según la normativa ambiental es de 130 mg/L, y la planta que presentaron una disminución considerable fueron la PTAR No. 3 dando un valor menor a 51mg/L. Según los análisis de efluentes de la PTAR No. 4 una valoración mayor a 395 mg/L.

- ***Demanda Bioquímica de Oxígeno.-*** El valor permisible es de 100 mg/L. El valor mínimo que se obtuvo es 113mg/L que corresponde a la PTAR No. 2 y 278 mg/L como el valor de mayor rango pertenece a la PTAR No. 4.
- ***Demanda Química de Oxígeno.-*** Este indicador muestra la variación en los rangos permisibles correspondiente a la PTAR No. 2 con un valor de 198mg/l. Los valores permisibles en la normativa ambiental es de 200 mg/L. De manera contradictoria se evidencia en el de la PTAR No. 4 emitió una valoración de 484mg/L sobrepasando la norma.
- ***Fosforo Total.-*** El presente parámetro en la PTAR No. 2, está dentro del valor normado, siendo una valoración de 5,4mg/L y el valor más elevado fue de 7,0 mg/L correspondiente a la PTAR No. 4. Manteniéndose dentro del límite permisible que es 10,00 mg/L.
- ***Nitrógeno Total.-*** Los valores promedio de este indicador establecen que el sistema de tratamiento cumple con la normativa que es 50 mg/L, ya que los valores se encuentran por encima de la misma. La PTAR No. 4 es la de menor determinación con 7 mg/L. El valor mayor es de 38mg/L pertenece a la PTAR No. 2.
- ***Nitrógeno Amoniacal.-*** En este indicador el valor de menor es de 3,20 mg/L correspondiente a la PTAR No 4 y el de mayor valor es para las PTAR No. 2 y 3 con 25,00 mg/L. en ambas, La norma establece que el valor de la norma es 30 mg/L.

- **Tensoactivos.-** Según el análisis cumplen con la norma (0,500 mg/L) en la PTAR 2. Con 1,24 mg/L en la planta No. 1 el efluente se encuentra pasando del valor normado con 2,98 mg/L. En la PTAR No. 1.
- **Temperatura.-** Los valores obtenidos de temperatura son para la PTAR No 2 de 23,9°C y para la PTAR No. 3 de 26,2°C. Según la norma, el valor permisible es de 40,0°C.
- **Aceites y Grasas.-** En la PTAR No. 2, se obtuvo valor de 1,6 mg/L, los mismos que cumplen con la normativa que establece un parámetro de 30.0 mg/L. siendo la PTAR No. 3, la mayor con un valor de 5,3 mg/L.
- **Coliformes Fecales.-** El valor de la norma es de 10000 Nmp/100 mL, siendo la PTAR No. 1 con 3500 Nmp/100 mL es el de menor rango, mientras que en la PTAR No.2 se obtuvo un significativo incremento con un valor de 920000,0 Nmp/100 mL, no cumpliendo con el valor permisible.
- **Coliformes Totales.-** Con respecto a este parámetro, el sistema de las aguas residuales el análisis demostró un nivel menor de valoración de 4300,0 Nmp/100 mL en la PTAR No. 1, y el mayor en las PTAR No. 2 y 4, con un valor de 920000,0 Nmp/100 mL. En este caso el valor de la norma no aplica.

**Tabla 4.19. Resultados analíticos físico químicos y microbiológicos de las plantas de tratamiento de aguas residuales respecto a los efluentes en la época lluviosa y seca.**

| No. | AGUAS                         | UNIDAD     | PTAR 1      |          | PTAR 2      |          | PTAR 3      |          | PTAR 4      |          | Promedio E. Lluviosa | Promedio E. Seca |
|-----|-------------------------------|------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|----------------------|------------------|
|     |                               |            | E. Lluviosa | E. seca  | E. Lluviosa | E. Seca  | E. Lluviosa | E. Seca  | E. Lluviosa | E. Seca  |                      |                  |
| 1   | ACEITES Y GRASAS              | mg/L       | 3,8         | 5,2      | >0.1        | 1,6      | >0,1        | 5,3      | 17,6        | 14       | 10,7                 | 6,275            |
| 2   | COLOR                         | UnidPtCo   | >58         | >58      | 45          | >58      | >58         | >58      | >58         | >58      | 45                   | 58               |
| 3   | DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO | mg/L       | 77          | 168      | <6          | 113      | <6          | 118      | 117         | 278      | 297                  | 164,25           |
| 4   | DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO    | mg/L       | 127         | 286      | <10         | 198      | 10          | 202      | 799         | 484      | 312                  | 293,75           |
| 5   | TENSOACTIVOS MBAS             | mg/L       | 0,205       | 2,92     | 0,039       | 1,24     | 0,13        | 2,000    | 0,925       | 2,58     | 0,296                | 2,038            |
| 6   | FOSFORO TOTAL                 | mg/L       | 4,8         | 5,8      | 24,6        | 5,4      | 5,2         | 5,8      | 1,2         | 7,0      | 8,95                 | 6,05             |
| 7   | NITROGENO AMONIACAL           | mg/L       | 18,0        | 5,40     | 7,00        | 25,00    | >50         | 25,00    | 8,5         | 3,20     | 11,17                | 18,3             |
| 8   | NITROGENO TOTAL               | mg/L       | 44          | 8        | 19          | 38       | 85          | 37       | 17          | 7        | 41,25                | 28               |
| 9   | SOLIDOS SUSPENDIDOS           | mg/L       | 61          | 126      | <50         | 80       | <50         | 51       | >750        | 395      | 61                   | 160              |
| 10  | SOLIDOS TOTALES               | mg/L       | 236         | 292      | <150        | 256      | 340         | 288      | >2000       | 492      | 288                  | 299              |
| 11  | CAUDAL DE DESCARGA            | L/s        | 1,62        | 1,39     | 0,22        | 4,78     | NA          | 0,33     | NA          | NA       | 0,92                 | 2,06             |
| 12  | PH IN SITU                    | unid pH    | 7,2         | 7,0      | 6,5         | 7,6      | 7,7         | 7,3      | 6,4         | 7,1      | 6,95                 | 7,375            |
| 13  | TEMPERATURA (IN SITU)         | °C         | 24,9        | 25,2     | 22,5        | 23,9     | 27,3        | 25,8     | 26,7        | 26,2     | 25,35                | 25,125           |
|     | <b>MICROBIOLOGIA</b>          |            |             |          |             |          |             |          |             |          |                      |                  |
| 14  | COLIFORMES TOTALES NMP        | NMP/100 mL | 120000,0    | 43000,0  | 21000,0     | 920000,0 | 4500,0      | 540000,0 | 54000,0     | 920000,0 | 49875,0              | 730000,0         |
| 15  | COLIFORMES FECALES NMP        | NMP/100 mL | 3500,0      | 350000,0 | 15000,0     | 430000,0 | 920,0       | 280000,0 | 4300,0      | 920000,0 | 5930,0               | 467500,0         |

**Fuente:** Monitoreo analítico de parámetros de aguas residuales, Laboratorio Anavanlab Cía. Ltda.

**Elaboración:** La Autora

#### 4.5. ANÁLISIS DE ANOVA DE LOS AFLUENTES Y EFLUENTES

Los análisis para los diferentes parámetros de afluentes se obtuvieron promedios en los cuales se aprecia si existe o no diferencias entre los diferentes parámetros analizados. En las Tablas No. 4.4 y 4.5. se muestran los promedios en mención. A continuación se expresa la existencia o no de significancia estadística para cada uno de los parámetros analizados:

##### 4.5.1. Promedios de los Afluentes

Referente al parámetro **Aceites y Grasas** no existe diferencia significativa entre las plantas de tratamiento sanitario, siendo la PTAR 4 con 8.10 mg/L la que obtuvo el mayor promedio a diferencia de PTAR. 2 con 4.55 mg/L. El parámetro **Demanda Bioquímica de Oxígeno** no presentó diferencias significativas entre las cuatro plantas donde PTAR 3 con 176.00 mg/L obtuvo el mayor promedio a diferencia de PTAR 4 con 142.5 mg/L. El parámetro **Demanda Química de Oxígeno** no presentó diferencia significativa siendo el promedio mayor de 261.5 mg/L de la PTAR 1, y la de menor promedio es la de la PTAR 2 con 182.0 mg/L. En los **Tensoactivos** no se observó diferencia estadística, y fluctúan entre los rangos 1.56 mg/L y el de menor promedio es el de 0.68 mg/L en la PTAR 3 y 2 respectivamente. En **Fosforo Total** se existe significancia estadística, siendo con el mayor promedio la PTAR 1 con 5.9 mg/L y la PTAR 4 que es la de menor promedio con 4.80 mg/L. El **Nitrógeno Amoniacal** no presenta significancia estadística entre las cuatro plantas pero la de mayor promedio es la PTAR 1 con 35.00 mg/L y la de menor promedio es la PTAR 1 con 5.78. El **Nitrógeno Total** no presenta significancia estadística y siendo el mayor promedio de 65.50 mg/L y el menor de 13.00 mg/L correspondiente a las PTAR 1 y 4. Los **Sólidos Suspendidos** no existe diferencia significativa, siendo el de mayor valor es 105.50 mg/L de la PTAR 1 y el de menor promedio la PTAR 3 con 61,50

mg/L. En refiere a los **Sólidos Totales** no hubo diferencia significativa siendo la PTAR 2 la de mayor promedio con 278.00 mg/L y la de menor promedio la PTAR 1 con 240 mg/L. El en **Potencial de Hidrogeno** no existe diferencia significativa, siendo la PTAR 3 la que arrojó el mayor promedio con 7,65 unid/pH y la de menor unidad de pH con 7,15 es la PTAR 4. En la **Temperatura** no existe diferencia significativa y se registró la temperatura más alta en la PTAR 4 con 27.00 °C y la menor es de 24.6 °C en la PTAR 2. En cuanto a los **Coliformes Totales** tampoco existe diferencia significativa siendo la de mayor promedio la PTAR 3 con 1070000 NM/100 mL y la de menor promedio con 180000 NM/100 mL la PTAR 1. Y en los **Coliformes Fecales** no existe diferencia significativa siendo el de mayor rango con 920000 NM/100 mL en la PTAR 4 y la de menor promedio la PTAR 1 con 22100 NM/100 mL.

#### 4.5.2. Promedios de Efluentes

Referente a **Aceites y Grasas** se aprecia que si existe diferencia significativa entre las plantas, siendo la de mayor promedio la PTAR 4 con 15.80 mg/L con respecto a las PTAR. 1, 2 y 3 donde no existieron diferencias significativas. En el parámetro **Demanda Bioquímica de Oxígeno** existe diferencia estadística entre las plantas, siendo la más significativa la PTAR 4 con 397.50 mg/L y en las PTAR 2 y 3 no existen diferencias significativas con promedios 59.50 y 62.00 mg/L respectivamente. En el parámetro **Demanda Química de Oxígeno** no existe diferencia significativa entre las plantas siendo el promedio mayor 641.50 mg/L de la PTAR 4, y las de menor promedio las PTAR 2 y 3 con 104.00 y 106,00 mg/L respectivamente. En los **Tensoactivos** no existe diferencia significativa, fluctuando en los promedios con 1.753 mg/L el mayor en la PTAR 4 y el de menor es el de 0.640 mg/L. En **Fosforo Total** no existen diferencias significativas, siendo el mayor promedio de la PTAR 2 con 15.00 mg/L y la PTAR 4 es la de menor promedio con 4.10 mg/L. En el **Nitrógeno**

**Amoniacal** existe diferencias significativas entre las cuatro plantas, pero la de mayor promedio es la PTAR 3 con 37.50 mg/L y la de menor promedio es la PTAR 4 con 5.85. El **Nitrógeno Total** en la cual no existe diferencia significativa, siendo el mayor promedio de 61.00 mg/L y el menor de 12.00 mg/L correspondiente a las PTAR 3 y 4. En los **Sólidos Suspendidos** si existe diferencia significativas, siendo el de mayor promedio 572.50 mg/L en la PTAR 4 y el de menor promedio en las PTAR 1, 2 y 3 con promedios entre 50,50 y 87,50 mg/L, los cuales son estadísticamente iguales. En los **Sólidos Totales** no existe variación estadística, siendo la PTAR 4 la de mayor promedio con 1246.00 mg/L y la de menor promedio la PTAR 1 con 198.00 mg/L. En el **Potencial de Hidrogeno** no existió diferencia significativa, siendo la PTAR 3 la que mayor pH promedio con 7,50 y la de menor pH con 6,75 unid/pH es la PTAR 4. En la **Temperatura** no se observó diferencia estadística y se registró la temperatura más alta en la PTAR 4 con 26.45 °C y la menor promedio es de 23.20 °C en la PTAR 2. En los **Coliformes Totales** tampoco existe diferencia significativa, siendo la de mayor promedio la PTAR 4 con 730000 NM/100 mL y la de menor promedio con 235000 NM/100mL la PTAR 1. En los **Coliformes Fecales** no existe diferencia significativa, siendo el de mayor promedio de 481500 NM/100 mL en la PTAR 4, y la de menor promedio la PTAR 1 con 121750 NM/100 mL.

Los análisis cuantificados mediante la Prueba de **Tukey** muestran que entre las plantas de tratamiento de aguas residuales tanto en la época lluviosa como en la época invernal se presenta diferencias significativas entre cada uno de las plantas así como en relación al factor climáticos.

**Tabla 4. 20. Promedios de los parámetros de los Afluentes, Tukey al 0,10 de Probabilidad**

| PTAR   | A y G  | DBO      | DQO     | TENSOACTIVOS | FOSFORO TOTAL  | NITROGENO AMONIA CAL | NITROGENO TOTAL | SOLIDOS SUSPENDIDOS | SOLIDOS TOTALES | pH     | °C      | C. TOTALES | C FECALES |
|--------|--------|----------|---------|--------------|----------------|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------|---------|------------|-----------|
| 1      | 7,85 a | 145,00 a | 261,5 a | 1,29 a       | <b>5,90 a</b>  | 35,00 a              | 65,50 a         | 105,50 a            | 240,00 a        | 735 a  | 24,60 a | 180000 a   | 22100 a   |
| 2      | 4,55 a | 110,00 a | 182,0 a | 0,68 a       | <b>5,60 ab</b> | 12,25 a              | 24,00 a         | 80,50 a             | 278,00 a        | 7,45 a | 24,95 a | 277500 a   | 277500 a  |
| 3      | 7,45 a | 176,00 a | 221,5 a | 1,56 a       | <b>4,30 ab</b> | 12,80 a              | 18,60 a         | 61,50 a             | 254,00 a        | 7,65 a | 26,10 a | 1070000 a  | 920000 a  |
| 4      | 8,10 a | 142,50 a | 245,5 a | 1,55 a       | <b>4,80 b</b>  | 5,78 a               | 13,00 a         | 100,50 a            | 262,00 a        | 7,15 a | 27,00 a | 484500 a   | 460750 a  |
| CV (%) | 24,35  | 27,58    | 22,96   | 48,71        | <b>4,81</b>    | 48,73                | 79,30           | 21,79               | 15,00           | 1,49   | 1,89    | 64,12      | 98,31     |

Fuente: Procesamiento en STATISTICA

**Tabla 4. 21. Promedios de los parámetros de los efluentes, Tukey al 0,10 de Probabilidad**

| PTAR   | A y G          | DBO              | DQO             | TENSOACTIVOS | FOSFORO TOTAL | NITROGENO AMONIA CAL | NITROGENO TOTAL | SOLIDOS SUSPENDIDOS | SOLIDOS TOTALES | pH     | °C              | C. TOTALES  | C FECALES  |
|--------|----------------|------------------|-----------------|--------------|---------------|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|--------|-----------------|-------------|------------|
| 1      | <b>4.00 b</b>  | <b>112.50 ab</b> | <b>209.0 ab</b> | 1.27 a       | 5.40 a        | 19.00 a              | 37.00 a         | <b>87.5 b</b>       | 198.00 a        | 7.35 a | <b>24.75 ab</b> | 235000,00 a | 121750,0 a |
| 2      | <b>0.85 b</b>  | <b>59.50 b</b>   | <b>104.0 b</b>  | 0.640 a      | 15.00 a       | 16.00 a              | 28.50 a         | <b>65.0 b</b>       | 203.00 a        | 7.05 a | <b>23.20 a</b>  | 470500,00 a | 222500,0 a |
| 3      | <b>2.70 b</b>  | <b>62.0 ab</b>   | <b>106.0 b</b>  | 1.007 a      | 5.50 a        | 37.50 a              | 61.00 a         | <b>50.5 b</b>       | 314.00 a        | 7.50 a | <b>26.55 b</b>  | 272250,00 a | 140460,0 a |
| 4      | <b>15,80 a</b> | <b>397.5 a</b>   | <b>641.5 a</b>  | 1.753 a      | 4.10 a        | 5.85 a               | 12.00 a         | <b>572.50 a</b>     | 1246.00 a       | 6.75 a | <b>26.45 b</b>  | 730000,00 a | 481500,0 a |
| CV (%) | <b>29.15</b>   | <b>43.98</b>     | <b>43.97</b>    | 41.88        | 39.51         | 48.73                | 25.36           | 23.67               | 41.08           | 3.25   | <b>1.47</b>     | 91.31       | 119.66     |

Fuente: Procesamiento en STATISTICA.

Elaboración: La Autora

#### **4.6. COMPROBACIÓN / DISPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

La hipótesis de investigación planteada fue: El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo es deficiente, y los efluentes no cumplen con límites permisibles de acuerdo a las normas vigentes”, en la que la variable independiente o causa es el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, y la dependiente o efecto (función) es calidad de las aguas residuales depositadas al cuerpo receptor.

Para la verificación o rechazo de la hipótesis planteada se procedió con base en la distribución del estadígrafo Ji Cuadrado ( $\chi^2_c$ ), utilizando una tabla de doble entrada los parámetros establecidos por la norma Acuerdo Ministerial No. 28 y los parámetros de muestreo extraídas de los datos obtenidos del conjunto de instrumentos para ambas variables (promedio de los parámetros obtenidos en las plantas de tratamiento), que se calcularon según la metodología establecida para su cálculo.

##### **4.6.1. Hipótesis nula**

**Ho.** El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo es eficiente, y los efluentes cumplen con los límites permisibles de acuerdo a las normas ambientales vigentes.

##### **4.6.2. Hipótesis de investigación**

**H<sub>1</sub>.** El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo es deficiente, y los efluentes no cumplen con límites permisibles de acuerdo a las normas vigentes.

En la siguiente tabla se muestra el análisis para comprobación o desaprobación de las hipótesis arriba señaladas:

**Tabla 4.22. Cálculo del  $\chi^2$  para Afluentes**

| <i>PARÁMETROS</i>          | <i>f<sub>0</sub></i> | <i>f<sub>e</sub></i> | <i>f<sub>0</sub> - f<sub>e</sub></i> | $\frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$ |
|----------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| <i>A y G</i>               | 30,0                 | 6,99                 | 23                                   | 75,8                        |
| <i>DBO</i>                 | 100                  | 143,38               | -43                                  | 13,1                        |
| <i>DQO</i>                 | 200                  | 227,63               | -28                                  | 3,4                         |
| <i>TENSOACTIVOS</i>        | 0,5                  | 1,27                 | -1                                   | 0,5                         |
| <i>FOSFORO TOTAL</i>       | 10                   | 5,15                 | 5                                    | 4,6                         |
| <i>NITROGENO AMONICAL</i>  | 30,00                | 16,46                | 14                                   | 11,1                        |
| <i>NITROGENO TOTAL</i>     | 5                    | 30,2                 | 2                                    | 12,9                        |
| <i>SOLIDOS SUSPENDIDOS</i> | 130                  | 87,00                | 43                                   | 21,3                        |
| <i>SOLIDOS TOTALES</i>     | 1600                 | 258,50               | 1342                                 | 6961,8                      |
| <i>Ph</i>                  | 9,00                 | 7,40                 | 2                                    | 0,3                         |
| <i>°C</i>                  | 40                   | 25,66                | 14                                   | 8,0                         |
| <i>C FECALES</i>           | 10000                | 420087,50            | - 410088                             | 400325,5                    |
| <b><i>TOTAL</i></b>        |                      |                      |                                      | <b>407438,2</b>             |

**Elaboración:** La Autora

Dónde:

$$v = \text{Grados de Libertad} = (C - 1) (F - 1)$$

$$C = \text{número de columnas} = 2$$

$$F = \text{número de filas} = 12$$

$$v = (2 - 1) (12 - 1)$$

$$v = 11$$

$$\alpha = 0,005$$

$$\chi^2_{0,005;9} = 407438,2$$

$\chi^2 > \chi^2_{0,005; 9}$  (407438,2 >> 26,76) por lo tanto se rechaza  $H_0$  habiendo, al menos con un 99,5% de confianza, diferencias significativas entre los conjuntos de frecuencias observadas y las esperadas, de manera que se verifica la hipótesis de investigación alternativa, rechazándose la nula por lo tanto el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo es deficiente, y los efluentes no cumplen con la  $\chi^2$  límites permisibles de acuerdo a las normas vigentes.

**Tabla 4.23. Cálculo del  $\chi^2$  para Efluentes**

| <b>PARÁMETROS</b>          | <b><math>f_0</math></b> | <b><math>f_e</math></b> | <b><math>f_0 - f_e</math></b> | <b><math>\frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}</math></b> |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| <i>A y G</i>               | 30,0                    | 2,52                    | 27                            | 300,1                                         |
| <i>DBO</i>                 | 100                     | 157,88                  | -58                           | 21,2                                          |
| <i>DQO</i>                 | 200                     | 641,50                  | -442                          | 303,9                                         |
| <i>TENSOACTIVOS</i>        | 0,5                     | 1,17                    | -1                            | 0,4                                           |
| <i>FOSFORO TOTAL</i>       | 10                      | 7,50                    | 3                             | 0,8                                           |
| <i>NITROGENO AMONIACAL</i> | 30,00                   | 19,59                   | 10                            | 5,5                                           |
| <i>NITROGENO TOTAL</i>     | 50                      | 34,63                   | 15                            | 6,8                                           |
| <i>SOLIDOS SUSPENDIDOS</i> | 130                     | 193,88                  | -64                           | 21,0                                          |
| <i>SOLIDOS TOTALES</i>     | 1600                    | 490,25                  | 1110                          | 2512,1                                        |
| <i>pH</i>                  | 9,00                    | 7,16                    | 2                             | 0,5                                           |
| <i>°C</i>                  | 40                      | 25,24                   | 15                            | 8,6                                           |
| <i>C FECALES</i>           | 10000                   | 241552,50               | -231553                       | 221966,5                                      |
| <b>TOTAL</b>               |                         |                         |                               | 225147,5                                      |

**Elaboración:** La Autora

Dónde:

$v = \text{Grados de Libertad} = (C - 1) (F - 1)$

$C = \text{número de columnas} = 2$

$F = \text{número de filas} = 12$

$$v = (2 - 1) (12 - 1)$$

$$v = 11$$

$$\alpha = 0,005$$

$$\chi^2_{0,005;9} = 225147,5$$

$\chi^2 > \chi^2_{0,005;9}$  (225147,5 >> 26,76) por lo tanto se rechaza  $H_0$  habiendo, al menos con un 99,5% de confianza y diferencias significativas entre los conjuntos de frecuencias observadas y las esperadas, de manera que se verifica la hipótesis de investigación alternativa, rechazándose la nula que dice: “El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Moraspungo es eficiente, y los efluentes cumplen con los límites permisibles de acuerdo a las normas ambientales vigentes”.

#### **4.6.3. Conclusión parcial**

Las plantas de tratamiento de las aguas residuales de la Parroquia Moraspungo, se encuentran fuera de los límites permisibles de la normativa ambiental vigente. Los principales causales que contribuyen a la ineficiencia de los sistemas de tratamiento se atribuyen a la infraestructura primaria y la no operatividad de los componentes en el proceso de tratamiento, la falta de mantenimiento y asesoría técnica. Cualquier propuesta o lineamiento alternativo que se considere para solucionar la problemática estudiada, pasará por el mejoramiento de estos aspectos que van desde la habilitación de la estructura hasta la reubicación..

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### 5.1. CONCLUSIONES.

- Las afectaciones a la calidad de vida de los efluentes de la Parroquia Moraspungo son de un nivel de significancia de **Moderada a Crítica**, lo cual refleja que la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales está mayormente comprometida y que al efectuar la valoración de los atributos se puede verificar el estado real contaminante in situ del sistema de tratamiento ante el aspecto ambiental y social del área en análisis.
- Las cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales no son eficientes respecto al tratamiento de patógenos; es decir, que en los análisis de las muestras de las aguas residuales tanto de los afluentes (entradas) como de los efluentes (salida), los **Coliformes Totales** *dieron como menor promedio 23500 NM/100ml* en la PTAR No. 1 y de mayor promedio 730000 NM/100ml en la PTAR No. 4 , y **Coliformes Fecales** resultaron con promedios fuera de la norma, siendo que para **Coliformes Fecales** en efluentes el menor promedio 121750 NM/100ml y el de mayor promedio es de 481500 NM/100ml, indicando claramente que se encuentra fuera de norma siendo el límite máximo permisible de 10000 NM/100ml para **Coliformes Fecales**.
- Los parámetros con diferencias significativas fueron: **Aceites y Grasas**, donde se aprecia que si existe diferencia significativa entre las plantas, siendo la de mayor promedio la PTAR 4 con 15.80 mg/L con respecto a las PTAR. 1, 2 y 3 donde no existieron diferencias significativas. En el parámetro **Demanda Bioquímica de Oxígeno** existe diferencia estadística entre las plantas, siendo la más significativa la PTAR 4 con 397.50 mg/L y en las PTAR 2 y 3 no existen diferencias significativas con promedios 59.50 y 62.00 mg/L respectivamente. En el **Nitrógeno Amoniacal** existe diferencias significativas entre las cuatro plantas, pero la de mayor promedio es la PTAR 3 con 37.50 mg/L y la de menor promedio es la PTAR 4 con 5.85. En los **Sólidos Suspendidos** si existe

diferencia significativas, siendo el de mayor promedio 572.50 mg/L en la PTAR 4 y el de menor promedio en las PTAR 1, 2 y 3 con promedios entre 50,50 y 87,50 mg/L, los cuales son estadísticamente iguales.

- Las encuestas realizadas a los usuarios dan cuenta que existe inconformidad de la población respecto al servicio recibido, a las molestias causadas por malos olores, proliferación de mosquitos y presencia de enfermedades relacionadas con el agua, por lo que sugieren se deben habilitar las plantas de tratamiento o reubicarlas a sitios más alejados del casco urbano.
- Se rechaza la hipótesis nula, por lo que es aceptada la hipótesis alternativa, concluyéndose que los sistemas de tratamiento sanitario de la parroquia de Moraspungo son ineficientes y requieren de la intervención del gobierno autónomo descentralizado.
- El proceso de tratamiento es un procedimiento que consiste en el tamizado y sedimentación de lodos.
- Deberá efectuarse una restructuración de obra civil para recopilar los desechos sólidos en el ingreso al sistema de recepción de las aguas residuales.
- Se deberá ampliar la cobertura de las redes para el sistema de alcantarillado sanitario.

## 5.2. RECOMENDACIONES.

- Revisar el estado de las válvulas de las PTAR No. 1, 3 y 4 a fin de determinar el adecuado funcionamiento de las losetas para secado de lodos, y del sistema aeróbico; además es necesario la construcción de rejillas para evitar que ingresen desechos sólidos, material pétreo o tierra arrastrada por la lluvia, mejorar la infraestructura relacionada con la seguridad y cerramiento de las plantas a fin de restringir el acceso al público. Los sistemas en mención requieren de un personal técnico capacitado (OPERADOR) que efectúe revisiones, mantenimiento, control y seguimiento de los procesos internos, externos.
- La PTAR No. 2 exige mantenimiento y limpieza integral para poder efectuar una revisión técnica que permita determinar el grado de funcionabilidad de la estructura que interviene en el proceso de tratamiento de las aguas residuales. Su ubicación con relación a la cota del río no permite que los efluentes fluyan hacia el río Piñanatug. Se evidencia el deterioro de las bases estructurales de la loseta para secado de lodos y fisuras en la cimentación del sedimentador lo cual hace que aflore agua con alta concentración de hierro (agua ferrosa) y malos olores.
- Elaborar una propuesta de optimización de las plantas de tratamiento de acuerdo a la ineficiencia de las plantas de tratamiento se recomienda considerar la Declaratoria de Emergencia Sanitaria. Si es cierto que no se evidencia colapso en todas las plantas, se está vertiendo las descargas sin un eficiente tratamiento por la inoperatividad de las válvulas como también por el ingreso de material pétreo deteniendo el flujo normal del proceso de tratamiento.

- Según los impactos ambientales determinados, deben implementarse campañas de educación ambiental a la población a fin de mantener el sistema de canalización que alimenta al sistema en buenas condiciones.
- En lo posterior, se deberá realizar análisis físicos químicos y biológicos antes (aguas arriba) a la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales y después (aguas abajo) de la infraestructura primaria, permitiéndose conocer el estado y calidad de recurso hídrico donde son vertidas los efluentes.
- Se recomienda ampliar la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA ALTERNATIVA

*El agua es la fuerza motriz  
de toda la naturaleza.*

*Leonardo da Vinci*

### **6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA**

Optimización del Sistema Sanitario de las plantas de Tratamiento de Aguas residuales de la Parroquia Moraspungo del Cantón Pangua.

### **6.2. JUSTIFICACIÓN**

En la zona urbana de la Moraspungo y el Recinto “Las Juntas” cuenta con un sistema de alcantarillado que tiene una cobertura de aproximadamente del 60% de la población y abarca el casco urbano.

La construcción del sistema ha sido ejecutada por tramos y en diferentes periodos de tiempo, lo que ha hecho que el sistema no sea planificado como un todo, sino que cada tramo construido tenga su descarga, esto ha ocasionado la creación de diferentes focos contaminantes, ya que los efluentes drenan a los ríos Angamarca o Piñanatug sin tratamiento alguno.

La presente propuesta tiene como propósito mejorar la calidad de vida de los usuarios del sistema de tratamiento sanitario correspondiente a la parroquia Moraspungo, los cuales se sienten afectados por el mal funcionamiento de la plantas de tratamiento, convirtiéndose en fuentes de proliferación de vectores de enfermedades como mosquitos, moscas y roedores, lo cual amerita una inmediata intervención.

La percepción paisajística, así como los recursos naturales (agua, aire y suelo) son contaminados por las descargas y efluentes no tratados eficientemente. Es por ello que, se requiere de la intervención para la optimización del sistema de depuración antes señalado.

### **6.3. FUNDAMENTACIÓN**

Se fundamenta en la necesidad de tener sistemas de tratamiento sanitario con un tratamiento eficiente de las aguas residuales domésticas. Según el Art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador, menciona que “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”.

Las Plantas de Tratamiento de las Aguas Residuales son de carácter estacional, tienen un período de vida útil de 20 años (a partir de la recepción de la obra).

Sin embargo su eficiencia se encuentra determinada por procesos físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano cuyo fin es eliminar los contaminantes, producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reuso.

Conocer la calidad de los efluentes que son constantemente reincorporados al cuerpo de agua dulce.

La percepción ciudadana respecto a las plantas tratamiento, la presente propuesta propone la restructuración de los actuales sistemas primarios de sistemas de tratamiento.

## **6.4. OBJETIVOS**

### **6.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Mejorar el sistema de tratamiento de las aguas residuales a fin de cumplir con los límites permisibles establecidos en la Normativa Ambiental vigente.

### **6.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Optimizar el Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales de la parroquia Moraspungo.

- Disponer de un documento técnico que permita orientar el uso eficiente de los sistemas de tratamiento.
- Contribuir efectivamente a reducir la contaminación ambiental de las fuentes de abastecimiento de agua y la diseminación de enfermedades de origen hidrofecal.
- Propender a la extensión de la vida útil de los sistemas de depuración de Aguas Residuales.

## **6.5. IMPORTANCIA**

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo principalmente.

A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc.

El efluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Los procesos de optimización y operatividad de cada planta de tratamiento de aguas residuales, permitirá que de manera social, económica y ambientalmente

sea viable para la población y el entorno, generando paulatinamente un desarrollo libre de afectaciones y de contaminación causados por un sistema de tratamiento inapropiado.

El sistema sanitario No. 2 (Sector Santa Martha) al ser reubicado, contribuirá a la disminución de proliferación de vectores de enfermedades, como también la afectación a los agentes naturales en el perímetro de la planta de tratamiento, obteniéndose el beneficio de acceder a la ribera del río Piñanatug con propósitos turísticos.

## **6.6. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA**

El cantón Pangua está ubicado al sur occidente de la provincia de Cotopaxi.

Se extiende desde los 0°59' de latitud sur, 1°13' en la parte septentrional y desde los 78°57' de longitud occidental hasta los 79°29' LW en la zona oriental. Está conformado por las parroquias El Corazón, Moras puño, Pinllopata y Ramón Campaña, siendo la parroquia Moraspungo la más extensa y productiva del cantón.

La parroquia Moraspungo está ubicada en el sector Oeste del cantón Pangua, distante de la ciudad El Corazón (capital cantonal) 35 Km. Limita al Norte con los cantones La Maná y Pujilí, al Sur con la provincia de Bolívar y al Este con la provincia de Los Ríos. Geográficamente está localizada en las siguientes coordenadas:

- Latitud: 697700 E
- Longitud: 9870100 N

El relieve de la parroquia está constituido por superficies planas, otras ligeramente onduladas asociadas con pequeñas gargantas. Las pendientes varían de 0 a 45%.

El área de estudio se encuentra localizada en el casco urbano de la parroquia Moraspungo y en el Recinto Las Juntas de la misma parroquia.

**Tabla 6.1. Georeferenciación de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales**

| No. | SECTOR                          | X      | Y       |
|-----|---------------------------------|--------|---------|
| 1   | San Alberto - PTAR No. 1        | 697677 | 9870337 |
| 2   | Santa Martha - PTAR No. 2       | 697857 | 9870033 |
| 3   | San José - PTAR No. 3           | 697166 | 9869648 |
| 4   | Recinto Las Juntas - PTAR No. 4 | 694680 | 9868678 |

**Fuente:** Georeferenciación con GPS GARMIN map 62 s, WGS4

**Elaboración:** Autora

## **6.7. FACTIBILIDAD**

### **6.7.1. Factibilidad social**

El entorno socioambiental mediante los análisis de calidad de vida indica que de las cuatro plantas de tratamiento son dos las de mayor inconformidad por parte de la ciudadanía, por cuanto la reubicación y la optimización de los sistemas es una necesidad que se ha vuelto una prioridad que exista un tratamiento definitivo.

La postura hacia un mejoramiento en el sistema es notable más aún cuando llega la temporada invernal debido a la saturación de los sistemas de alcantarillado (colapsos), declarándose como una emergencia sanitaria, lo cual requiere de una intervención inmediata para una limpieza integral sanitaria, situación que de manera efectiva aplica el GAD Municipal de Pangua.

### **6.7.2. Factibilidad legal**

#### **6.7.2.1. Constitución de la República del Ecuador**

##### **➤ Art. 12.- "El derecho humano al agua que es patrimonio estratégico".-**

“El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

- **Art. 14.-** “Derecho al buen vivir, en ambiente sano”.- “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 preservación 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. 264.-** “Competencias exclusivas de gobiernos municipales”.- “Los gobiernos autónomos tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la Ley:

**1.-** planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial de manera articulada con la planificación nacional, provincial, y parroquial con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.

**4.-** Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

- **Art.- 411.-** “Garantías para recursos hídricos, sustentabilidad y prioridad para el uso humano” “El Estado garantizara la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico Se regulara toda actividad que pueda afectar la calidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La susceptibilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua”.

#### 6.7.2.2. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), señala en sus artículos.

- **Art. 4.-:** Fines de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, Dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales son fines de los gobiernos autónomos descentralizados:...letras d).- La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de un ambiente sostenible y sustentable; h).- La generación de condiciones que aseguren los derechos y principios reconocidos en la Constitución a través de la creación y funcionamiento de sistemas de protección integral de sus habitantes”.
- **Art. 7.- Facultad normativa.-** Para el pleno ejercicio de sus competencias y de las facultades que de manera concurrente podrán asumir, se reconoce a los concejos regionales y provinciales, concejos metropolitanos y municipales, la capacidad para dictar normas de carácter general, a través de ordenanzas, acuerdos y resoluciones, aplicables dentro de su circunscripción territorial.

El ejercicio de esta facultad se circunscribe al ámbito territorial y a las competencias de cada nivel de gobierno, y observará lo previsto en la Constitución y la Ley”...

- **Art. 54.- Funciones.-** Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes: letra k).- regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales”.
- **Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal,** “Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: ... letra d).- Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley”.

- **Art. 57.-** Atribuciones del concejo municipal.- "Al concejo municipal le corresponde:

Letra a) El ejercicio de la facultad normativa en las materias de competencia del gobierno autónomo descentralizado municipal, mediante la expedición de ordenanzas cantonales, acuerdos y resoluciones".

- **Artículo 219.-** Inversión Social.- Los recursos destinados a educación, salud, seguridad, protección ambiental y otros de carácter social serán considerados como gastos de inversión.

#### **6.7.2.3. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental señala en los artículos:**

- **Art. 1.-** "De la prevención y Control de la contaminación del aire".- Queda prohibido expeler hacia la atmosfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y, los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.
- **Art. 6.-** "De la prevención y Control de la contaminación del agua".- 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.
- **Art. 10.-** "De la prevención y Control de la contaminación del suelo".- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan

alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

- **Art. 11.-** Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación, las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica.

#### **6.7.2.4. Ley de Gestión Ambiental indica en sus artículos**

- **Art. 12.-** En su literal e) Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social; mantener el patrimonio natural de la Nación, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas;
- **Art. 19.-** Las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados, que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Únicos de Manejo Ambiental, cuyo principio será precautelatorio.
- **Art. 20.-** Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del Ramo.

La normativa ambiental permite efectuar la regularización ambiental de las diferentes actividades, obras y proyectos. Los sistemas de alcantarillados sanitarios domésticos son obras que requieren de esta regularización, por lo que la normativa permite que el desarrollo de este proceso sanitario se de bajo parámetros de calidad y de operatividad que se encuentre enmarcado en la legislación ambiental.

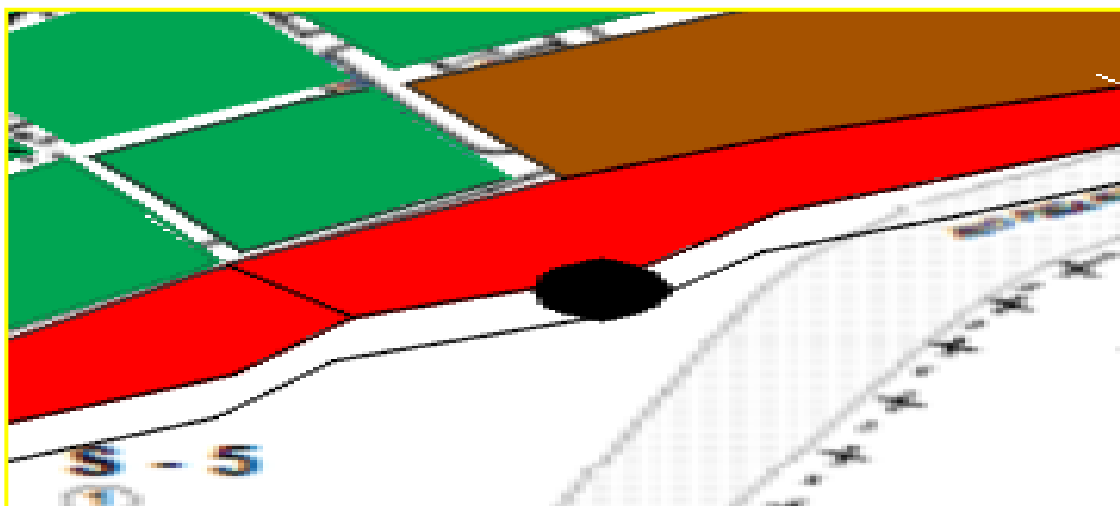
## 6.8. PLAN DE TRABAJO

### 6.8.1. Reubicación e instalación de la Planta de tratamiento No. 2 correspondiente al Sector Santa Martha del área urbana de la Parroquia Moraspungo.

La **PTAR No. 02**, no puede ser reestructurada debido al deterioro los cimientos y de los componentes que la constituyen como sistema de tratamiento, por lo que realizar el Cierre o Abandono de la obra en cuestión debe ser emergente.

La PTAR No. 02 está en la siguiente ubicación dentro de la zona urbana de la parroquia Moraspungo:

**Figura 6.1. Ubicación de la PTAR. No. 02**



**Elaboración:** La Autora

**Tabla 6.2. Plan de Trabajo de PTAR No. 2**

| ACTIVIDADES                                                                   | OBJETIVOS                                                                     | TIEMPO DE EJECUCIÓN |              | RESPONSABLES           | COSTOS (USD) |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|------------------------|--------------|
|                                                                               |                                                                               | Iniciación          | Finalización |                        |              |
| Inspección y evaluación de las estructuras de la PTAR para cierre definitivo. | Cuantificar los costos totales, y estimación de los detrimentos ambientales y | Marzo 2016          | Marzo 2016   | Ing. Civil y Sanitario | 200,00       |

|                                                                                     |                                                                                    |            |            |                                        |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------------------------------------|----------|
|                                                                                     | sociales                                                                           |            |            |                                        |          |
| <b>Identificación y determinación de los sitios potenciales</b>                     | Reubicar la PTAR en una área factible y viable                                     | Marzo 2016 | Marzo 2016 | Equipo técnico del GAD Municipal       | 50,00    |
| <b>Elaborar un del diseño del sistema</b>                                           | Diseñar un sistema sanitario óptimo y ampliar la capacidad                         | Marzo 2016 | Marzo 2016 | Arquitecto e Ingeniero Civil Sanitario | 1.200,00 |
| <b>Aprobación del Diseño de la PTAR y sitio definitivo</b>                          | Definir el diseño realizado como diseño de la nueva infraestructura                | Marzo 2016 | Marzo 2016 | GAD Municipal                          | 0,00     |
| <b>Obtención del Permiso Ambiental</b>                                              | Efectuar la Regularización Ambiental del Proyecto sanitario.                       | Marzo 2016 | Mayo 2016  | GAD Municipal                          | 180,00   |
| <b>Socialización de la Reubicación de la Planta de Tratamiento.</b>                 | Presentar el proyecto a la comunidad de la reubicación y a los del área definitiva | Mayo 2016  | Mayo 2016  | GAD Municipal                          | 100,00   |
| <b>Construcción del Sistema de tratamiento sanitario</b>                            | Ejecutar la construcción del Nuevo sistema de tratamiento sanitario.               | Marzo 2016 | Marzo 2016 | GAD Municipal                          | 82.000,0 |
| <b>Implementación de redes de recolección de aguas servidas</b>                     | Adquisición de Tuberías para reubicación                                           | Marzo 2016 | Abril 2016 | Designación del Personal especializado | 1.800,00 |
| <b>Personal de Planta para operación y mantenimiento del sistema de tratamiento</b> | Contratar al personal que garantizará la optimización y mantenimiento del sistema  | Abril 2016 | Abril 2017 | GAD Municipal                          | 600,00   |

|                                                                              |                                                                                                                                        |                |            |                                                                                           |                  |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Capacitación especializada al personal para operación y mantenimiento</b> | Implementar el manual de operaciones. Utilización de EPP. Limpieza de Válvulas y mantenimiento integral.                               | Mayo 2016      | Mayo 2016  | Auxiliar Civil, Químico, Mecánico.<br><br>Personal de usos varios previamente capacitado. | 200,00           |
| <b>Seguridad Industrial y Salud Ocupacional</b>                              |                                                                                                                                        |                |            |                                                                                           |                  |
| <b>Apertura del sistema de tratamiento sanitario</b>                         | Iniciación de la nueva infraestructura sanitaria.                                                                                      | Junio 2016     | Junio 2016 | GAD Municipal                                                                             | 900,00           |
| <b>Evaluación de la eficiencia del tratamiento.</b>                          | Monitoreos para evaluar la eficiencia del tratamiento mediante análisis de la calidad agua sobre los efluentes al cuerpo de agua dulce | Diciembre 2016 | Enero 2017 | Ing. Civil<br><br>Jefatura de Agua Potable y Sanitario.                                   | 1.200,00         |
| <b>TOTAL</b>                                                                 |                                                                                                                                        |                |            |                                                                                           | <b>88.330,00</b> |

El sistema que se diseñe deberá tener en su estructura y componentes, las cribas para retención de los sólidos. El diseño sugerido y que puede ser adoptado con mejor eficiencia Sistema de tratamiento es un sistema anaeróbico, que requerirá de bacterias para degradar los contaminantes patógenos. La aplicación de esta propuesta se sugiere que se efectúe de manera emergente debido a que es menester disposición de otro sistema sanitario que se constituya en la inclusión de los usuarios del sector.

## **6.8.2. Optimización de las Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

### **6.8.2.1. Inclusión de sistema primario de retención de sólidos**

Para que los sistemas funcionen adecuadamente, deberán tener un sistema de rejillas (cribas) las mismas que deberán estar localizadas en la caja de recepción de cada una de las plantas. La primera operación unitaria obligada

en el tratamiento de aguas residuales es el cribado, esta operación se realiza usando rejas y circulando el agua a través de ellas. Sus principales objetivos son: reducir los sólidos en suspensión de distintos tamaños que trae consigo el influente de aguas residuales crudas, evitar la obstrucción de los conductos y proteger los equipos (Allende, 1994).

Las rejillas más utilizadas son las de limpieza manual, separación entre barrotes entre 1,5 y 5,0 cm, inclinación 30° a 60° con respecto al plano horizontal. Para rejillas finas se usan barrotes de entre 6mm a 13mm de diámetro. Según Lozano-Rivas (2012), los criterios de diseño de las rejillas se fundamentan en las velocidades de paso del flujo de aguas residuales, a través de ellas. Esta velocidad no debe ser tan baja que promueva la sedimentación de sólidos en el canal ni tan alta que genere arrastre de sólidos ya retenidos por los barrotes de la reja.

#### **6.8.2.2. Educación Ambiental**

La Municipalidad ha efectuado campañas de concientización para manejo de las aguas residuales de tipología doméstica. Sin embargo, se deberá realizar planificaciones donde se efectúen procesos de Difusión Pública de los procesos constructivos y mejoramiento para optimización del sistema, mediante de capacitaciones del proceso sanitario y a su vez cómo evitar o prevenir que se afecte el sistema de tratamiento.

Las capacitaciones deberán ser periódicas en los diferentes sectores donde se encuentran las plantas de tratamiento, para medir la concientización de acuerdo al mantenimiento regular de las plantas. La valoración por parte de la ciudadanía de la infraestructura que se deberán adquirir o construir (PTAR No. 2) y las que serán optimizadas, ayudarán a que se cumpla con lo sugerido en esta investigación. Concientizar permanentemente a los usuarios sobre el tipo de aguas que deben descargar a este alcantarillado (aguas residuales domésticas) de acuerdo a la extensión del sistema y al número de usuarios con servicio.

Al socializar se deberá informar que en la construcción de nuevas conexiones domiciliarias los costos de personal y materiales corren por cuenta del usuario, también se indicará a los usuarios que hay que pagar la tarifa por el servicio.

#### **6.8.2.3. Disposición de una normativa municipal acorde a la problemática**

Se deberá crear un instrumento legal que prevenga, controle, regule, prohíba y sancione acciones que incurran en verter líquidos a la red de alcantarillado como grasa, productos químicos no normalizados, aguas residuales industriales, materiales áridos y pétreos (piedras, arena), desechos sólidos, así como los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos, combustibles, tierra.

De crearse de la Ordenanza para manejo control, regulación de las aguas residuales (grises y negras) en el Cantón Pangua. La Ordenanza también se regirá sobre el manejo del alcantarillado pluvial, esto permitirá que se prevenga la agregación de materiales áridos y pétreos que actualmente son los principales causantes de la saturación de los sistemas, principalmente en la etapa invernal.

#### **6.8.2.4. Manual de Operaciones**

Luego de los cambios y mejoramiento en la infraestructura de las plantas de tratamiento 1,3 y 4, y para poder lograr un mejor rendimiento de los mismos es menester disponer de un MANUAL DE OPERACIONES, ya que cada obra civil debe estar constituido sus actividades bajo la normalización de directrices y procedimiento para un correcto funcionamiento.

El formato sugerido del Manual en mención es el siguiente:

##### **➤ Infraestructura Sanitaria**

La evaluación de las PTAR No. 1,3 y 4 y el mejoramiento para su optimización.

➤ **Personal Operario**

El operador conjuntamente con un miembro del personal obrero se encargará de velar por el funcionamiento y mantenimiento de los sistemas.

➤ **Red de alcantarilla y pozos de revisión**

Revisión de los tramos y conexiones domiciliarias para detectar posibles inicios de taponamientos, especialmente en zonas planas e inicios de tramo. Para prevenir taponamientos se deberá colocar una malla gruesa de plástico o de varillas en el pozo aguas abajo de la caja de revisión, para retener los sólidos que salgan al destaparse la tubería. Luego de hacer la revisión si esta la rejilla o malla con residuos, retirar la malla y los sólidos del pozo de revisión, enterrarlos o disponerlos como basura; tapar el pozo.

## **6.9. ACTIVIDADES**

Según la investigación, cada sistema tiene una capacidad de carga máxima diferente de acuerdo a la estructura, la funcionalidad y ubicación. Para esto se debe emplear técnicas, mecanismos, materiales y herramientas que permitan el buen desempeño de cada PTAR según el siguiente detalle de actividades prioritarias, ya que entre otros requerimientos, las válvulas necesitan ser engrasadas para que los componentes de cada infraestructura pueda cumplir con el objetivo propuesto.

### **6.9.1. Planta de tratamiento de aguas residuales No. 1.**

En este sistema se debe remover el material pétreo en la caja de recepción que se acumula, ya que esto imposibilita el traslado y circulación frecuente del afluente hacia las demás estructuras que constituyen al sistema.

La infraestructura carece de instalaciones eléctricas, de un operador para garantizar la continuidad de las etapas que constituyen el sistema, como a su vez de proporcionar el mantenimiento de las válvulas que lo constituyen.

### **6.9.2. Planta de tratamiento de aguas residuales No. 3.**

En esta planta, se necesita efectuar mantenimiento concerniente a la vegetación alrededor de las estructuras, como también en la loseta para secado de lodos.

Se necesita alumbrado público, señalización, barrera natural, área de servidumbre y de un personal capacitado a disposición del funcionamiento y mantenimiento de las plantas.

Esta planta de tratamiento no dispone de loseta para secado de lodo.

### **6.9.3. Planta de tratamiento de aguas residuales No. 4.**

La planta presenta una acumulación del suelo que fue removido para la construcción de las estructuras, esta remoción se encuentra dentro de sus instalaciones ya que no se ha realizado ningún tipo de intervención sobre mantenimiento para retirar el excedente resultante de dicho proceso constructivo.

En la parte posterior de la planta se haya una tubería para los efluentes la cual se evidencia con fisura ya que el desecho líquido presumiblemente tratado se está vertiendo contaminando al recurso suelo en las riveras a pocos metros del cuerpo hídrico.

## **6.10. RECURSOS.**

### **6.10.1. Recursos humanos**

El personal técnico del GAD Municipal dispone de los profesionales a fines al proceso sanitario. El equipo técnico existente en la Municipalidad es el siguiente:

- Ingeniero Civil
- Ingeniera Ambiental
- Arquitecto

- Personal Obrero
- Ingeniero en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
- Topógrafo
- Fiscalización
- Técnico de Apoyo Comunitario
- Jefatura de Alcantarillado y Agua Potable

De no disponer en la entidad municipal del personal especializado ya sea el Ingeniero Civil Sanitario, se deberá destina una partida presupuestaria para el efecto.

La capacitación correctiva del personal a fin existente en la Municipalidad que opere las plantas de tratamiento permitirá el ahorro de los rubros, aprovechándose para materiales que serán empleados para el mantenimiento.

#### **6.10.2. Recurso Financiero**

El Subproceso de Agua Potable y Alcantarillado presentará en el Plan Operativo Anual el requerimiento a la Máxima Autoridad Consejo Municipal para su aprobación. La Dirección de Obras Públicas Municipales en conjunto con la Dirección de Planificación y dispondrán de la Partida Presupuestaria para el proceso constructivo de la infraestructura para reubicación de la canalización de la PTAR No. 2, además la partida presupuestaria para la contratación del personal requerido o a su vez capacitar al personal de planta Municipal para su aplicación.

Todos los rubros planteados en el plan de trabajo deberán estar presupuestados en el POA 2016.

Para el proceso de reubicación y la optimización, se deberán adquirir los insumos y el sistema a implantar el cual constará de un tratamiento específico para reducir a los niveles permisibles óptimos a los microorganismos patógenos existentes en los efluentes.

Sin embargo, se puede resaltar y planificar la Ejecución del cronograma valorado conjuntamente con el personal técnico que dispone la institución municipal.

## **6.11. IMPACTO**

### **6.11.1. Impacto Ambiental**

La optimización contribuirá a que no exista emanación de gases (contaminación atmosférica, que no se afecte la ecología de las fuentes hídricas de la parroquia, que no se viertan desechos líquidos a los cuerpos de agua dulce, además de que no se afecte el suelo para no contaminar las aguas subterráneas.

La remoción e instalación de las nuevas plantas de tratamiento en los sitios estratégicos generaran leves impactos debido a la intervención.

### **6.11.2. Impacto Social**

La reducción de los impactos socioambientales está determinados en función al mejoramiento de la calidad de vida de los beneficiarios del servicio en el área de influencia directa e indirecta.

Por ello, cuando se efectuó la reubicación de las PTAR No. 2, la comunidad cercana a estos sistemas podrán desarrollarse en su cotidianidad sin los focos de contaminación atmosférica e hídrica que denotan los análisis estadísticos y de laboratorio.

### **6.11.3. Impacto Económico**

A nivel económico, la optimización y la reubicación permitirán que se reduzcan los procesos de mantenimiento ya que al disponerse de un sistema operativo, mantenido y eficiente se logrará minimizar los costos de mantenimiento a nivel de emergencias sanitarias, ya que esto puede ser prevenido por el operador responsable en cada uno de los sistemas operativos.

Para que se pueda ejecutar el incremento de rejillas y la fase dos que incluye el tratamiento secundario donde exista un tratamiento desinfectante que permita que los agentes patógenos no puedan causar afectación al entorno.

La inversión que representa optimizar los sistemas de tratamiento sanitarios, reducirá los costos de mantenimiento debido a la generación de declaratorias de emergencias sanitarias, las mismas que se desarrollan en la etapa invernal.

Al disponer de cribas para retención de sólidos sin que se altere el tránsito del caudal, permitirá que se efectúe un mantenimiento de limpieza integral del manera elemental, minimizándose los costos de mantenimiento que anualmente se realizan debido a colapsos emergentes a causa de la saturación de material pétreo que es canalizado a las plantas desde los domicilios.

Los desechos (sólidos) obtenidos deberán ser neutralizados con cal viva, los mismos que serán llevados al Relleno Sanitario para la disposición final correspondiente.

#### **6.12. EVALUACION.**

El Seguimiento y la evaluación de medirá mediante informe técnico del mantenimiento y de las diferentes actividades. La instalación de las rejillas en la PTAR 1,3 y 4, medirán la cantidad y tipología de residuos sólidos que son vertidos y arrojados desde los drenajes domésticos hacia las plantas de tratamiento. Las rejillas deberán ser limpiadas periódicamente. En lo seta para secado de lodos deberán estar operativas las válvulas para evacuación de estos desechos con alta carga de materia orgánica, que permitirán que no se genere acumulación de materia orgánica en el sedimentado.

## 7. BIBLIOGRAFIA

ASAMBLEA NACIONAL, 2014. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, Quito-Ecuador.

ASAMBLEA NACIONAL. 2008. Constitución de la República del Ecuador. Quito-Ecuador.

AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE ESTADOS UNIDOS. Actualización 28 de Febrero del 2014.  
[http://www.epa.gov/espanol/glosario/terminos\\_a.html](http://www.epa.gov/espanol/glosario/terminos_a.html)

APHA, AWWA, WPCF. 2005. *Métodos estándares para el examen de aguas y aguas residuales*. 20<sup>th</sup> Edition. Ed. McGraw – Hill, New York, USA.

AZEVEDO NETTO, J.M. 1988, *Simplified Sewerage Systems - Technical Aspects*, Seminario Latino Americano sobre Saneamiento para População de Baixa Renda em Comunidades Rurais e Periurbanas, Doc. No. 37, Recife, Brasil.

BERMEO LORENA Y SANTÍN JORGE. 2010. Estudio, diseño y selección de la tecnología adecuada para tratamiento de aguas residuales domésticas para poblaciones menores a 2000 habitantes en la ciudad de Gonzanamá. Loja.

BUTLER Y PAYNE, 1995. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América –EPA– (2002 y 2003)

CAPÓ MARTÍNEZ MIGUEL ANDRÉS. 2002. *Principio de Ecotoxicología, Diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente*. 78-92. Printed Spain.

DÍAZ-CUENCA, et al. 2012 “El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya”, México Quivera, vol. 14, núm. 1, enero-junio, 2012, pp. 78-97. Universidad Autónoma del Estado de México-México.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. 2003. Voluntary national guidelines for management of onsite and clustered (decentralized) wastewater treatment systems. EPA, United States.

ESPARZA M.L., SÁENZ R. 1.989. Evaluación Microbiológica y toxicológica sobre rehúso de aguas residuales en riego. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

GLYNN HENRY Y GARY W. HEINKE. 1999. Ingeniería Ambiental. Prentice Hall. México Pág. 422-427.

PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL. PROVINCIA DE COTOPAXI. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pangua, 2010.

PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL ACTUALIZADO. PROVINCIA DE COTOPAXI. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pangua, 2015.

PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, 2011-2021. Gobierno Autónomo Parroquial Rural de Moraspungo. 2010.

HANMER, M.J. 1979. Sistemas de Abastecimiento de agua e Esgotos, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro. Brasil.

- HAMMER D:A. 1989. Constructed Wetlands for Wastewater treatment Municipal, Industrial and Agricultural. Chelsea. Mich: Jewis Publishers.
- LÓPEZ-OCAÑA, G. Y VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, M. B. 2011. Evaluación técnica de un tanque Imhoff para el tratamiento de aguas residuales en centro, Tabasco. U. Tecnociencia 5 (1) 32 - 47.
- LOZANO-RIVAS, W. (2012). Material de clase para las asignaturas de tratamiento de aguas residuales. Bogotá: Disponibles en <http://wlozano.blogspot.com>.
- MARA D.D. 1976. Sewage Treament in Hot Climates, Jhon Wiley & Sons, Lóndres.
- MARIN ARMANDO Y PÉREZ MANUEL. 2013. Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de aguas Residuales con el proceso de lodos activados. Manual de procedimientos. Comisión estatal del agua de Jalisco. México.
- MERCADO, I. 2005. La electrocoagulación, una nueva alternativa para el tratamiento de aguas residuales, 2005, Pp.72.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. 1999. Ley de gestión ambiental del Ecuador,
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. Reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2003. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA. Libro VI Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Revisado el 23 de Octubre del 2014.[www.mae](http://www.mae).

MINTER. 1978. Medio ambiente, algunas respuestas básicas, Ministerio do Interior, Brasilia, DF. Brasil.

MOSCOSO J., LÉON G., GIL E. 1.992. "Reúso en acuicultura de las aguas residuales tratadas en las lagunas de estabilización de San Juan". Sección II: Tratamiento de las aguas residuales y Aspectos Sanitarios CEPIS/ OPS. HDT 59: Uso de aguas residuales, Lima (Perú) pp 1-22.

OROZCO, A. 1995. Revista Científica. Industria textil de Colombia: Consideraciones básicas., Bogotá – Colombia. Pp.62.

PÉREZ C.R.1988, Desagües, Editorial Escala, Bogotá. Colombia

PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN PANGUA. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pangua. 2015.

PROYECTO PNUMA. 2011. Estudio de la caracterización de las aguas residuales afluentes al sistema de tratamiento Puchucollo, La Paz Bolivia.

R. HAMDAN AND D. MARA, 2011. "Aerated blast-furnace-slag filters for the simultaneous removal of nitrogen and phosphorus from primary facultative pond effluents" presented at the 9th IWA Specialist Group on Waste Stabilisation Ponds. Adelaide, SA, Australia, Paper 50.

SAÉNZ, R. 1985. Modernización y Avances en el Uso de Aguas Negras para el Irrigación Intercambio de Aguas Uso Urbano y Riego. Asesor de la División de Salud y Ambiente OPS/ OMS. Riego y Salud

SAENZ R. 1985.“Lagunas de estabilización y otros sistemas simplificados para el tratamiento de aguas residuales”. CEPIS/ PAHO/WHO.

SAWYER, C.; McCARTY, P. 1996. Chemistry for Environmental Engineering. McGraw Hill, New York.  
[http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/AnalisisDe\\_Aguas/Determinacion\\_de\\_DQO.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/AnalisisDe_Aguas/Determinacion_de_DQO.htm). Abril 2014.

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA. Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.  
[http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_urbana\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf)

SÉRGIO ROLIM MENDOCA, 2000. Sistema de lagunas de estabilización. Cómo utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadío. Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Bogotá-Colombia

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, APHA, AWWA & WPCF, 18th ed. New York: Public Health Association Inc., 1998.

VON SPERLING, M.1995, “Introdução á qualidades das Aguas e ao tratamento de esgotos”, in: Principios do tratamento Biológico de Aguas Residuais, Vol 1, 2ª Ed., DESA/UFGM, Belo Horizonte-Brasil.

ZAPATA, RESTREPO NATALIA, et al 2010. Tratamiento de aguas residuales, maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente, Módulo V. actividad colaborativa. Universidad de Manizales, Colombia

## **ANEXOS**

# ANEXO 1. ENCUESTA A LA POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA MORASPUNDO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI.

|                 |  |                           |  |
|-----------------|--|---------------------------|--|
| ENCUESTA No.    |  | Planta de tratamiento No. |  |
| Barrio o sector |  |                           |  |

| INSTALACIONES HIDROSANITARIAS  | Sanitarios                                          | Lavamanos                         | Ducha                                    | Cocina | Lavado de ropa |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|--------|----------------|
| LA COBERTURA DE ALCANTARILLADO | Presencia de sistemas individuales (Pozos sépticos) | Descargas a red de alcantarillado | Descargas directas a los cuerpos de agua |        |                |
|                                |                                                     |                                   |                                          |        |                |

REFIERASE A LOS SIGUIENTES VALORES PARA EVALUAR SU RESPUESTA

Rango: 1. Malo. 2. Regular, 3. Bueno, 4. Muy bueno, 5. Excelente

| No. | CUESTIONAMIENTOS                                                                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1   | Cuál es el estado en que se encuentran las plantas de tratamiento de aguas residuales |   |   |   |   |   |
| 2   | El funcionamiento de las plantas de tratamiento de las aguas residuales es            |   |   |   |   |   |
| 3   | Cómo califica a la ubicación de las plantas de tratamiento                            |   |   |   |   |   |
| 4   | El acceso a las plantas de tratamiento facilita su mantenimiento                      |   |   |   |   |   |
| 5   | El funcionamiento de la red de alcantarillado es....                                  |   |   |   |   |   |
| 6   | La red de alcantarillado presta un servicio eficiente                                 |   |   |   |   |   |
| 7   | Las alcantarillas se limpian regularmente                                             |   |   |   |   |   |
| 8   | Con que frecuencia se limpian las cajas de registro.                                  |   |   |   |   |   |
| 9   | Tiene una caja de registro antes de conectarse al sistema de alcantarillado.          |   |   |   |   |   |
| 10  | Usted evita verter desechos líquidos                                                  |   |   |   |   |   |

|           |                                                                                                                                                  |  |  |  |  |  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
|           | inadecuados en las alcantarillas de su sector o en las redes domiciliarias que se conectan con las plantas de tratamiento                        |  |  |  |  |  |
| <b>11</b> | Usted evita echar desechos sólidos en las alcantarillas de su sector o en las redes domiciliarias que se conectan con las plantas de tratamiento |  |  |  |  |  |
| <b>12</b> | Las plantas de tratamiento cumplen con los objetivos para lo que fueron creadas                                                                  |  |  |  |  |  |
| <b>13</b> | Cuál es su grado de satisfacción con relación a las plantas de tratamiento de aguas residuales                                                   |  |  |  |  |  |
| <b>14</b> | Las plantas de tratamiento de aguas residuales reciben mantenimiento adecuado                                                                    |  |  |  |  |  |
| <b>15</b> | La presencia de malos olores afecta a la calidad de vida del área de influencia directa.                                                         |  |  |  |  |  |
| <b>16</b> | En qué valoración considera si las plantas de tratamiento de aguas residuales han causado o causan conflictos socioambientales                   |  |  |  |  |  |
| <b>17</b> | Ha aumentado la proliferación de insectos vectores de enfermedades por la presencia de las plantas de tratamiento.                               |  |  |  |  |  |
| <b>18</b> | La entidad competente asigna y dispone los recursos necesarios para el mantenimiento.                                                            |  |  |  |  |  |
| <b>19</b> | Existe el personal técnico y administrativo para el mantenimiento adecuado de las plantas.                                                       |  |  |  |  |  |
| <b>20</b> | Existen riesgos de contaminación para los usuarios del agua del río donde descargan las aguas residuales.                                        |  |  |  |  |  |
| <b>21</b> | Las plantas de tratamiento cumplen con la normativa ambiental, en función de la calidad de los efluentes vertidos al cuerpo receptor.            |  |  |  |  |  |

**REFIERASE A LOS SIGUIENTES VALORES PARA EVALUAR SU RESPUESTA**

**1. Nunca, 2. Con poca frecuencia, 3. Frecuentemente, 4. Muy frecuentemente, 5, siempre**

## ANEXO No. 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS AFLUENTES AL 0,90

### Parámetro Aceites y Grasas

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Aceites y Grasas |
|--------|------|-----------------------------------|
| Planta | 3    | 5.4246 ns                         |
| Error  | 4    | 13.0437                           |
| Total  | 7    |                                   |

ns= No significativo

### Parámetro Demanda Química de Oxígeno

| FV     | G.L. | Cuadrados medios DQO |
|--------|------|----------------------|
| Planta | 3    | 2390.8 ns            |
| Error  | 4    | 10311.90             |
| Total  | 7    |                      |

ns= No significativo

### Parámetro Tensoactivos

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Tensoactivos |
|--------|------|-------------------------------|
| Planta | 3    | 0.33991 ns                    |
| Error  | 4    | 2.53424                       |
| Total  | 7    |                               |

ns= no significativo

### Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno

| FV     | G.L. | Cuadrados medios DBO |
|--------|------|----------------------|
| Planta | 3    | 1454.50 ns           |
| Error  | 4    | 6519.60              |
| Total  | 7    |                      |

### Parámetro Fosforo Total

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Fosforo Total |
|--------|------|--------------------------------|
| Planta | 3    | 1.0733 *                       |
| Error  | 4    | 0.2100                         |
| Total  | 7    |                                |

\*= significativo

### Parámetro Nitrógeno Amoniacal

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Nitrógeno Amoniacal |
|--------|------|--------------------------------------|
| Planta | 3    | 326.014 ns                           |
| Error  | 4    | 207.89                               |
| Total  | 7    |                                      |

ns= No significativo

### Parámetro Nitrógeno Total

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Nitrógeno Total |
|--------|------|----------------------------------|
| Planta | 3    | 1143.272 ns                      |
| Error  | 4    | 2086.305                         |
| Total  | 7    |                                  |

ns= No significativo

### Parámetro Sólidos Suspendedos al 0.90 p

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Solidos Suspendedos |
|--------|------|--------------------------------------|
| Planta | 3    | 811.33 ns                            |
| Error  | 4    | 1468.50                              |
| Total  | 7    |                                      |

ns= no significativo

### Parámetro Sólidos Totales

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad | Cuadrados medios Sólidos Totales |
|----------------------|--------------------|----------------------------------|
| Planta               | 3                  | 503.3 ns                         |
| Error                | 4                  | 562.2                            |
| Total                | 7                  |                                  |

ns= no significativo

### Parámetro Potencial de Hidrógeno

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad | Cuadrados medios Potencial de Hidrógeno |
|----------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Planta               | 3                  | 0.0867 ns                               |
| Error                | 4                  | 0.0550                                  |
| Total                | 7                  |                                         |

ns= no significativo

### Parámetro Temperatura

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Temperatura |
|--------|------|------------------------------|
| Planta | 3    | 2.411 ns                     |
| Error  | 4    | 1.006                        |
| Total  | 7    |                              |

ns= no significativo

### Parámetro Coliformes Totales

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Coliformes Totales |
|--------|------|-------------------------------------|
| Planta | 3    | 3.180070 ns                         |
| Error  | 4    | 2.715333                            |
| Total  | 7    |                                     |

ns= no significativo

### Parámetro Coliformes Fecales

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Coliformes Fecales |
|--------|------|-------------------------------------|
| Planta | 3    | 2.868608 ns                         |
| Error  | 4    | 3.711916                            |
| Total  | 7    |                                     |

ns= no significativo

## ANEXO No. 3. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS EFLUENTES AL 0,90

### Parámetro aceite y grasas

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Aceites y Grasas |
|--------|------|-----------------------------------|
| Planta | 3    | 91,5646*                          |
| Error  | 4    | 5,3013                            |
| Total  | 7    |                                   |

\*= significativo

### Demanda Bioquímica de Oxígeno

| FV     | G.L. | Cuadrados medios DBO |
|--------|------|----------------------|
| Planta | 3    | 52232,5 *            |
| Error  | 4    | 10769,4              |
| Total  | 7    |                      |

\*= significativo

### Parámetro Demanda Química de Oxígeno

| FV     | G.L. | Cuadrados medios DQO |
|--------|------|----------------------|
| Planta | 3    | 130726,8 *           |
| Error  | 4    | 24791,1              |
| Total  | 7    |                      |

\*= significativo

### Tensoactivos

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Tensoactivos |
|--------|------|-------------------------------|
| Planta | 3    | 0,43795 ns                    |
| Error  | 4    | 1,58065                       |
| Total  | 7    |                               |

ns= no significativa

### Fosforo Total

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Fosforo Total |
|--------|------|--------------------------------|
| Planta | 3    | 50,8133 ns                     |
| Error  | 4    | 50,5100                        |
| Total  | 7    |                                |

ns= no significativo

### Parámetro Nitrógeno Amoniacal

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Nitrógeno Amoniacal |
|--------|------|--------------------------------------|
| Planta | 3    | 348,528 ns                           |
| Error  | 4    | 122,636                              |
| Total  | 7    |                                      |

ns= no significativo

### Parámetro Nitrógeno Total

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Nitrógeno Total |
|--------|------|----------------------------------|
| Planta | 3    | 833,792 ns                       |
| Error  | 4    | 370,125                          |
| Total  | 7    |                                  |

ns= no significativo

### Parámetro Sólidos Totales

| Fuentes de Variación | G.L | Cuadrados medios Sólidos Totales |
|----------------------|-----|----------------------------------|
| Planta               | 3   | 513430 ns                        |
| Error                | 4   | 286723                           |
| Total                | 7   |                                  |

\*= significativo

### Parámetro Temperatura

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Temperatura |
|--------|------|------------------------------|
| Planta | 3    | 5,055 *                      |
| Error  | 4    | 0,569                        |
| Total  | 7    |                              |

\*= significativo

### Parámetro Sólidos Suspendidos

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Sólidos Suspendidos |
|--------|------|--------------------------------------|
| Planta | 3    | 127891,8 *                           |
| Error  | 4    | 16216,9                              |
| Total  | 7    |                                      |

ns= no significativo

### Parámetro Potencial de Hidrógeno

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad | Cuadrados medios Potencial de Hidrógeno |
|----------------------|--------------------|-----------------------------------------|
| Planta               | 3                  | 0,2213 ns                               |
| Error                | 4                  | 0,2437                                  |
| Total                | 7                  |                                         |

ns= no significativo

### Parámetro Coliformes Totales

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Coliformes Totales |
|--------|------|-------------------------------------|
| Planta | 3    | 1,030085 ns                         |
| Error  | 4    | 1,615327                            |
| Total  | 7    |                                     |

ns= no significativo

### Parámetro Coliformes Fecales

| FV     | G.L. | Cuadrados medios Coliformes Totales |
|--------|------|-------------------------------------|
| Planta | 3    | 5,500676 ns                         |
| Error  | 4    | 1,343965                            |
| Total  | 7    |                                     |

ns= no significativo

## ANEXO 4. TABLA DE DISTRIBUCIÓN CHÍ CUADRADO

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado  $\chi^2$

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

| v/p | 0,001   | 0,0025  | 0,005   | 0,01    | 0,025   | 0,05    | 0,1     | 0,15    | 0,2     | 0,25    | 0,3     | 0,35    | 0,4     | 0,45    | 0,5     |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 10,8274 | 9,1404  | 7,8794  | 6,6349  | 5,0239  | 3,8415  | 2,7055  | 2,0722  | 1,6424  | 1,3233  | 1,0742  | 0,8735  | 0,7083  | 0,5707  | 0,4549  |
| 2   | 13,8150 | 11,9827 | 10,5965 | 9,2104  | 7,3778  | 5,9915  | 4,6052  | 3,7942  | 3,2189  | 2,7726  | 2,4079  | 2,0996  | 1,8326  | 1,5970  | 1,3863  |
| 3   | 16,2660 | 14,3202 | 12,8381 | 11,3449 | 9,3484  | 7,8147  | 6,2514  | 5,3170  | 4,6416  | 4,1083  | 3,6649  | 3,2831  | 2,9462  | 2,6430  | 2,3660  |
| 4   | 18,4662 | 16,4238 | 14,8602 | 13,2767 | 11,1433 | 9,4877  | 7,7794  | 6,7449  | 5,9886  | 5,3853  | 4,8784  | 4,4377  | 4,0446  | 3,6871  | 3,3567  |
| 5   | 20,5147 | 18,3854 | 16,7496 | 15,0863 | 12,8325 | 11,0705 | 9,2363  | 8,1152  | 7,2893  | 6,6257  | 6,0644  | 5,5731  | 5,1319  | 4,7278  | 4,3515  |
| 6   | 22,4575 | 20,2491 | 18,5475 | 16,8119 | 14,4494 | 12,5916 | 10,6446 | 9,4461  | 8,5581  | 7,8408  | 7,2311  | 6,6948  | 6,2108  | 5,7652  | 5,3481  |
| 7   | 24,3213 | 22,0402 | 20,2777 | 18,4753 | 16,0128 | 14,0671 | 12,0170 | 10,7479 | 9,8032  | 9,0371  | 8,3834  | 7,8061  | 7,2832  | 6,8000  | 6,3458  |
| 8   | 26,1239 | 23,7742 | 21,9549 | 20,0902 | 17,5345 | 15,5073 | 13,3616 | 12,0271 | 11,0301 | 10,2189 | 9,5245  | 8,9094  | 8,3505  | 7,8325  | 7,3441  |
| 9   | 27,8767 | 25,4625 | 23,5893 | 21,6660 | 19,0228 | 16,9190 | 14,6837 | 13,2880 | 12,2421 | 11,3887 | 10,6564 | 10,0060 | 9,4136  | 8,8632  | 8,3428  |
| 10  | 29,5879 | 27,1119 | 25,1881 | 23,2093 | 20,4832 | 18,3070 | 15,9872 | 14,5339 | 13,4420 | 12,5489 | 11,7907 | 11,0971 | 10,4732 | 9,8922  | 9,3418  |
| 11  | 31,2635 | 28,7291 | 26,7569 | 24,7250 | 21,9200 | 19,6752 | 17,2750 | 15,7671 | 14,6314 | 13,7007 | 12,8987 | 12,1836 | 11,5298 | 10,9199 | 10,3410 |
| 12  | 32,9092 | 30,3182 | 28,2997 | 26,2170 | 23,3367 | 21,0261 | 18,5493 | 16,9893 | 15,8120 | 14,8454 | 14,0111 | 13,2661 | 12,5838 | 11,9463 | 11,3403 |
| 13  | 34,5274 | 31,8830 | 29,8193 | 27,6882 | 24,7356 | 22,3620 | 19,8119 | 18,2020 | 16,9848 | 15,9839 | 15,1187 | 14,3451 | 13,6356 | 12,9717 | 12,3398 |
| 14  | 36,1239 | 33,4262 | 31,3194 | 29,1412 | 26,1189 | 23,6848 | 21,0641 | 19,4062 | 18,1508 | 17,1169 | 16,2221 | 15,4209 | 14,6853 | 13,9961 | 13,3393 |
| 15  | 37,6978 | 34,9494 | 32,8015 | 30,5780 | 27,4884 | 24,9958 | 22,3071 | 20,6030 | 19,3107 | 18,2451 | 17,3217 | 16,4940 | 15,7332 | 15,0197 | 14,3389 |
| 16  | 39,2518 | 36,4555 | 34,2671 | 31,9999 | 28,8453 | 26,2962 | 23,5418 | 21,7931 | 20,4651 | 19,3689 | 18,4179 | 17,5646 | 16,7795 | 16,0425 | 15,3385 |
| 17  | 40,7911 | 37,9462 | 35,7184 | 33,4087 | 30,1910 | 27,5871 | 24,7690 | 22,9770 | 21,6146 | 20,4887 | 19,5110 | 18,6330 | 17,8244 | 17,0646 | 16,3382 |
| 18  | 42,3119 | 39,4220 | 37,1564 | 34,8052 | 31,5264 | 28,8693 | 25,9894 | 24,1555 | 22,7595 | 21,6049 | 20,6014 | 19,6993 | 18,8679 | 18,0860 | 17,3379 |
| 19  | 43,8194 | 40,8847 | 38,5821 | 36,1908 | 32,8523 | 30,1435 | 27,2036 | 25,3289 | 23,9004 | 22,7178 | 21,6891 | 20,7638 | 19,9102 | 19,1069 | 18,3376 |
| 20  | 45,3142 | 42,3358 | 39,9969 | 37,5663 | 34,1696 | 31,4104 | 28,4120 | 26,4976 | 25,0375 | 23,8277 | 22,7745 | 21,8265 | 20,9514 | 20,1272 | 19,3374 |
| 21  | 46,7963 | 43,7749 | 41,4009 | 38,9322 | 35,4789 | 32,6706 | 29,6151 | 27,6620 | 26,1711 | 24,9348 | 23,8578 | 22,8876 | 21,9915 | 21,1470 | 20,3372 |
| 22  | 48,2676 | 45,2041 | 42,7957 | 40,2894 | 36,7807 | 33,9245 | 30,8133 | 28,8224 | 27,3015 | 26,0393 | 24,9390 | 23,9473 | 23,0307 | 22,1663 | 21,3370 |
| 23  | 49,7276 | 46,6231 | 44,1814 | 41,6383 | 38,0756 | 35,1725 | 32,0069 | 29,9792 | 28,4288 | 27,1413 | 26,0184 | 25,0055 | 24,0689 | 23,1852 | 22,3369 |
| 24  | 51,1790 | 48,0336 | 45,5584 | 42,9798 | 39,3641 | 36,4150 | 33,1962 | 31,1325 | 29,5533 | 28,2412 | 27,0960 | 26,0625 | 25,1064 | 24,2037 | 23,3367 |
| 25  | 52,6187 | 49,4351 | 46,9280 | 44,3140 | 40,6465 | 37,6525 | 34,3816 | 32,2825 | 30,6752 | 29,3388 | 28,1719 | 27,1183 | 26,1430 | 25,2218 | 24,3366 |
| 26  | 54,0511 | 50,8291 | 48,2898 | 45,6416 | 41,9231 | 38,8851 | 35,5632 | 33,4295 | 31,7946 | 30,4346 | 29,2463 | 28,1730 | 27,1789 | 26,2395 | 25,3365 |
| 27  | 55,4751 | 52,2152 | 49,6450 | 46,9628 | 43,1945 | 40,1133 | 36,7412 | 34,5736 | 32,9117 | 31,5284 | 30,3193 | 29,2266 | 28,2141 | 27,2569 | 26,3363 |
| 28  | 56,8918 | 53,5939 | 50,9936 | 48,2782 | 44,4608 | 41,3372 | 37,9159 | 35,7150 | 34,0266 | 32,6205 | 31,3909 | 30,2791 | 29,2486 | 28,2740 | 27,3362 |
| 29  | 58,3006 | 54,9662 | 52,3355 | 49,5878 | 45,7223 | 42,5569 | 39,0875 | 36,8538 | 35,1394 | 33,7109 | 32,4612 | 31,3308 | 30,2825 | 29,2908 | 28,3361 |

**ANEXO No.5**

**CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO URKUND**

Quevedo, 26 de enero del 2016

Señor  
Ing. Roque Vivas Moreira  
**DIRECTOR DE LA UNIDAD DE POSTGRADO**  
Presente.-

De mi mayor consideración:

La presente es con el objeto de poner a vuestra consideración el informe emitido por el sistema, de la herramienta anti plagio URKUND con un 7%, de la tesis de Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente titulada: **SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI. AÑO 2015. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SANITARIO**, de la Maestrante Ingeniera Katherine Suárez Ayoví.

Como director de tesis certifico que este trabajo de investigación ha cumplido con los parámetros establecidos en el reglamento de postgrado (7%), para cuyo efecto estoy adjuntando las capturas de pantalla emitidas por el URKUND.

Por la atención que se sirva dar a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,



Ing. Elías Cuásquer Fúel MSc  
**DIRECTOR DE TESIS**

Archivo Editor Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

URL: https://secure.orkund.com/view/16746652-937936-937161#FVSLagQjDAX-OurHtD625LXmELUhtCLzGe

Más visitados Comentar a usar Firefox http://sicau.uteq.edu...

**URKUND**

**Dokument** TESIS KATHERINE FINAL 10.12.15.doc (D16697998)

**Indickat** 2015-12-11 17:30 (-05:00)

**Indickad av** cuasquer@uteq.edu.ec

**Mottagare** cuasquer.uteq@analisis.orkund.com

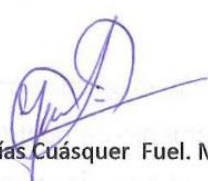
**Meddelande** KATHERINE SUAREZ AVILA PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. [Visa hela meddelandet](#)

7% av det här ca 80 sidor stora dokumentet består av text som också förekommer i 6 st källor.

**Källförteckning**

| Ranking                   | Sökning/finn                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | <a href="#">AGUAS RESIDUALES KATHERINE SUAREZ.docx</a>                                                                                                                                        |
|                           | <a href="#">TESIS.docx</a>                                                                                                                                                                    |
|                           | <a href="http://www.sistemade.net/abrir/accesamiento/78/permisible-descargas-de-agua">http://www.sistemade.net/abrir/accesamiento/78/permisible-descargas-de-agua</a>                         |
|                           | <a href="#">TESIS JOSE PINARGOTE QUINONEZ URKUND.pdf</a>                                                                                                                                      |
|                           | <a href="http://www.boracitos.net/col/Español_Personales/usuario/Boracitos/30/completase/BOT">http://www.boracitos.net/col/Español_Personales/usuario/Boracitos/30/completase/BOT</a>         |
|                           | <a href="http://www.pangua.gov.ec/index.php/jm/2015-04-29-14-22-02/index/category/6-document">http://www.pangua.gov.ec/index.php/jm/2015-04-29-14-22-02/index/category/6-document</a>         |
|                           | <a href="http://www.rightswater.info/progress-so-far-national-legislation-on-the-right-to-water/">http://www.rightswater.info/progress-so-far-national-legislation-on-the-right-to-water/</a> |
| <b>Alternativa källor</b> |                                                                                                                                                                                               |

Varningar Återställ Exportera Slida 0

  
Ing. Elías Cuásquer Fuel. MSc

**ANEXO No. 6**

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO**

**EFFECTUADOS A LAS MUESTRAS DE LOS**

**AFLUENTES Y EFLUENTES EN LA EPOCA**

**INVERNAL**

|                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
| <br><b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b><br>N° 046 LE 11-000                                | <b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Muestra</b><br><b>ANALAB No</b><br><br><b>2135-1</b><br><br><b>Pág 1 de 1</b> |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
|                                                                                                                                                                       | La Primavera I, Leonardo De Vinil 36-236 y Alberto Quintero, Cumbayá<br>Contacto: 3550623 / 5143928 / servicioalcliente@anavallab.com.ec |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| <b>INFORME DE RESULTADOS No. 2135-1</b>                                                                                                                               |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| <b>1.- DATOS GENERALES</b>                                                                                                                                            |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| CLIENTE:                                                                                                                                                              | GAD MUNICIPAL DE PANGUA                                                                                                                  | TÉLEFONO:                                                                                                                                                                                                                                       | 092684157                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| DIRECCIÓN:                                                                                                                                                            | Calle Sucre y Ramón Campaña                                                                                                              | ATENCIÓN A:                                                                                                                                                                                                                                     | Ing. Sergio Antonio Enríque Gamacho                                              |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| <b>2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                   |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| TIPO DE MUESTRA:                                                                                                                                                      | AGUA RESIDUAL                                                                                                                            | LUGAR DE MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                              | VIORAFUNDO                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Dada por el cliente)                                                                                                                | ENTRADA PTAR BARRIO SAN JOSE                                                                                                             | FECHA DE MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                              | 29/11/2014                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:                                                                                                                                           | 02/12/2014                                                                                                                               | RESPONSABLE DEL MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                       | ANAVANLAB                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
|                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                          | PERÍODO DE VIGILANCIA DE MUESTRA:                                                                                                                                                                                                               | 29/11/2014 al 12/12/2014                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| <b>3. RESULTADOS:</b>                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| Norma de Comparación: TULAS, LIBRO VI, ANEXO, TABLA 2. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE                                                                  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| AA                                                                                                                                                                    | PARAMETRO                                                                                                                                | METODO ANALITICO                                                                                                                                                                                                                                | UNIDADES                                                                         | RESULTADO                                                                                                                                                                                                                                | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
| <b>AGUAS Y SUELOS</b>                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| 1                                                                                                                                                                     | Aciates y Grasas                                                                                                                         | AAA-PE-A001                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                             | 7,8                                                                                                                                                                                                                                      | 0,3              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                     | Color                                                                                                                                    | AAA-PE-A007                                                                                                                                                                                                                                     | Unid PCU                                                                         | 158                                                                                                                                                                                                                                      | Imapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                     | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5                                                                                                          | AAA-PE-A010                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                             | 72                                                                                                                                                                                                                                       | 100              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                     | Demanda Química de Oxígeno                                                                                                               | AAA-PE-A011                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                             | 116                                                                                                                                                                                                                                      | 250              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                     | Tensioactivos MBAS                                                                                                                       | AAA-PE-A012                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                             | 0,191                                                                                                                                                                                                                                    | 0,500            | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                     | Fósforo Total                                                                                                                            | AAA-PE-A013                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                             | 4,4                                                                                                                                                                                                                                      | 30,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                     | Nitrógeno Amoniacal                                                                                                                      | AAA-PE-A026                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                             | 31,50                                                                                                                                                                                                                                    | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                     | Nitrógeno Total                                                                                                                          | AAA-PE-A027                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                             | 83                                                                                                                                                                                                                                       | 15               | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                     | Sólidos Suspendedos                                                                                                                      | AAA-PE-A034                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                             | < 50                                                                                                                                                                                                                                     | 100              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                     | Sólidos Totales                                                                                                                          | AAA-PE-A035                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                             | 228                                                                                                                                                                                                                                      | 1600             | CUMPLE       |
| (*)                                                                                                                                                                   | Caudal de Descarga                                                                                                                       | N/A                                                                                                                                                                                                                                             | L/s                                                                              | NA                                                                                                                                                                                                                                       | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                     | pH in situ                                                                                                                               | AAA-PI-A002                                                                                                                                                                                                                                     | unid pH                                                                          | 7,5                                                                                                                                                                                                                                      | 5,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                     | Temperatura (in situ)                                                                                                                    | AAA-PI-A003                                                                                                                                                                                                                                     | °C                                                                               | 27,1                                                                                                                                                                                                                                     | 35,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| 2                                                                                                                                                                     | Coliformes Totales NMP                                                                                                                   | SM 9221B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                                                       | 160000,0                                                                                                                                                                                                                                 | NA               |              |
| 2                                                                                                                                                                     | Coliformes Fecales NMP                                                                                                                   | SM 9221B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                                                       | 140000,0                                                                                                                                                                                                                                 | 3000,0           | NO CUMPLE    |
| <b>NOTAS:</b>                                                                                                                                                         |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| <b>AA (Acreditaciones):</b>                                                                                                                                           |                                                                                                                                          | Los valores de incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reportó la incertidumbre cuando esta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE.                                                                                                  |                                                                                                                                          | NO. No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                                    |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE.                                                                                |                                                                                                                                          | NO. No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                           |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| (*) Pruebas adicionales. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB acepta la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada.                                                                                                               |                                                                                                                                          | Procedimiento de Toma de Muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A001 / AAA-PI-A002                                                                                                                                                             |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| Se prohíbe la reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.                                                                                    |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |              |
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° OAE LE 11-06-060.        |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Mtr. Alexander Hidalgo<br>Gerente General<br>ANAVANLAB CIA LTDA.<br>Quito, 25 de diciembre de 2014 |                  |              |

MCST04-01

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
| <br>LABORATORIO DE ENSAYOS                                                                                                                                             | <b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 | Muestra<br>AAA-2135-2<br>Pág 1 de 1 |                                                                                                                                                       |                  |              |
|                                                                                                                                                                        | La Primavera I, Leonardo De Vind 56-238 y Alberto Durero, Cumbajá.<br>Contacto: 3550522 / 5143903 / servicioalcliente@anavallab.com.ec |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| <b>INFORME DE RESULTADOS No. 2135-2</b>                                                                                                                                |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| <b>1.- DATOS GENERALES</b>                                                                                                                                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| CLIENTE:                                                                                                                                                               | SAD MUNICIPAL DE PANGUA                                                                                                                | TELÉFONO:                                                                                                                                                                                                                                       | 032884057                           |                                                                                                                                                       |                  |              |
| DIRECCIÓN:                                                                                                                                                             | Calle Sucre y Ramón Campaña                                                                                                            | ATENCIÓN A:                                                                                                                                                                                                                                     | Ing. Sergio Antonio Enríque Camacho |                                                                                                                                                       |                  |              |
| <b>2. INFORMACION DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| TIPO DE MUESTRA:                                                                                                                                                       | AGUA RESIDUAL                                                                                                                          | FECHA DE MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                              | 29/11/2024                          |                                                                                                                                                       |                  |              |
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:                                                                                                                                          | SALIDA PTAR BARRIO SAN JOSE                                                                                                            | RESPONSABLE DEL MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                       | ANAVANLAB                           |                                                                                                                                                       |                  |              |
| FECHA DE RECIBO/ENTREGA:                                                                                                                                               | 01/12/2024                                                                                                                             | PERIODO DE REALIZACION DE ANALISIS:                                                                                                                                                                                                             | 29/11/2024 al 12/12/2024            |                                                                                                                                                       |                  |              |
| <b>3. RESULTADOS:</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| Norma de Comparación: TULAS, LIBRO VI, ANEXO1, TABLA2.LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| AA                                                                                                                                                                     | PARAMETRO                                                                                                                              | METODO ANALITICO                                                                                                                                                                                                                                | UNIDADES                            | RESULTADO                                                                                                                                             | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
| <b>AGUAS Y SUELOS</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Acidez y Graso                                                                                                                         | AAA-PE-A001                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                | < 0,1                                                                                                                                                 | 0,3              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Color                                                                                                                                  | AAA-PE-A007                                                                                                                                                                                                                                     | Unid PtCo                           | >58                                                                                                                                                   | Imapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5                                                                                                        | AAA-PE-A010                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                | < 5                                                                                                                                                   | 100              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Química de Oxígeno                                                                                                             | AAA-PE-A011                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                | 10                                                                                                                                                    | 250              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Temsoactivos MBAS                                                                                                                      | AAA-PE-A012                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                | 0,003                                                                                                                                                 | 0,500            | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Fósforo Total                                                                                                                          | AAA-PE-A019                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                | 5,2                                                                                                                                                   | 30,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Amomacal                                                                                                                     | AAA-PE-A026                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                | >50                                                                                                                                                   | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Total                                                                                                                        | AAA-PE-A027                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                | 83                                                                                                                                                    | 15               | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Suspendidos                                                                                                                    | AAA-PE-A034                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                | < 50                                                                                                                                                  | 100              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Totales                                                                                                                        | AAA-PE-A035                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                | 340                                                                                                                                                   | 1800             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Caudal de Descarga                                                                                                                     | N/A                                                                                                                                                                                                                                             | L/s                                 | NA                                                                                                                                                    | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                      | pH in situ                                                                                                                             | AAA-PI-A002                                                                                                                                                                                                                                     | unad pH                             | 7,7                                                                                                                                                   | 5,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Temperatura (in situ)                                                                                                                  | AAA-PI-A003                                                                                                                                                                                                                                     | °C                                  | 27,3                                                                                                                                                  | 25,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Coliformes Totales NMP                                                                                                                 | SM 92218                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                          | 4500,0                                                                                                                                                | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Coliformes Fecales NMP                                                                                                                 | SM 92218                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                          | 600,0                                                                                                                                                 | 3000,0           | CUMPLE       |
| <b>NOTAS:</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| AA (Acreditaciones):                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        | Los valores de incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| 1. Grupos que se encuentran dentro del alcance de acreditación ODE:                                                                                                    |                                                                                                                                        | NC: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma                                                                                                                                     |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| (*) Los ensayos realizados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación ODE.                                                                               |                                                                                                                                        | NI: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma                                                                                                                            |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| 2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| El presente informe está afecto a la muestra analizada.                                                                                                                |                                                                                                                                        | Procedimiento de Toma de muestra validada por ANAVANLAB AAA-PI-A002 / AAA-PI-0001                                                                                                                                                               |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| Se prohíbe la reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                       |                  |              |
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° OAE LE 1.C.06-002         |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Mtro. Alexander Hidalgo<br>Gerente General<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 15 de diciembre de 2024 |                  |              |



# ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA.

La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-336 y Alberto Durero, Cumbayá.  
Contactos: 3550622 / 5143309 / servicioalcliente@anavallab.com.ec

Muestra  
ANALAB No  
2135-3  
Pág 1 de 1

## INFORME DE RESULTADOS No. 2135-3

### 1. DATOS GENERALES

|            |                             |             |                                   |
|------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------------|
| CLIENTE:   | SAO MUNICIPAL DE PANQUIA    | TELÉFONO:   | 032684557                         |
| DIRECCIÓN: | Calle Sucre y Ramón Campaña | ATENCIÓN A: | Ing. Sergio Antonio Enao Carvajal |

|                                                        |                                  |        |                                   |                          |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|-----------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA                           | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:        | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO:                | MORASPLUNGO              |
| TIPO DE MUESTRA:                                       | AGUA RESIDUAL                    |        | FECHA DE MUESTREO:                | 28/11/2014               |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Dada por el cliente) | ENTRADA PLT LAVABORA SAN ALBERTO |        | RESPONSABLE DEL MUESTREO:         | ANAVANLAB                |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:                            | 01/12/2014                       |        | FECHA DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 29/11/2014 al 12/12/2014 |

### 3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, LIBRO VI, ANEXO1, TABLA12. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA                    | PARAMETRO                        | METODO ANALITICO | UNIDADES   | RESULTADO | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
|-----------------------|----------------------------------|------------------|------------|-----------|------------------|--------------|
| <b>AGUAS Y SUELOS</b> |                                  |                  |            |           |                  |              |
| 1                     | Acidez y Grasis                  | AAA-PE-A001      | mg/L       | 33,5      | 0,3              | NO CUMPLE    |
| 1                     | Color                            | AAA-PE-A007      | Unid PtCo  | >58       | Imapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                     | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5' | AAA-PE-A010      | mg/L       | 140       | 100              | NO CUMPLE    |
| 1                     | Demanda Química de Oxígeno       | AAA-PE-A011      | mg/L       | 238       | 250              | CUMPLE       |
| 1                     | Tensioactivos MBAS               | AAA-PE-A012      | mg/L       | 0,240     | 0,500            | CUMPLE       |
| 1                     | Fósforo Total                    | AAA-PE-A013      | mg/L       | 5,8       | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                     | Nitrógeno Amomiacal              | AAA-PE-A028      | mg/L       | >50       | NA               |              |
| 1                     | Nitrógeno Total                  | AAA-PE-A027      | mg/L       | 125       | 15               | NO CUMPLE    |
| 1                     | Sólidos Suspendedos              | AAA-PE-A034      | mg/L       | 97        | 100              | CUMPLE       |
| 1                     | Sólidos Totales                  | AAA-PE-A035      | mg/L       | 820       | 1000             | CUMPLE       |
| (*)                   | Caudal de Descarga               | N/A              | L/s        | NA        | NA               |              |
| 1                     | pH in situ                       | AAA-PI-A002      | unid pH    | 7,2       | 5,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                     | Temperatura (in situ)            | AAA-PI-A002      | °C         | 24,6      | 35,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>  |                                  |                  |            |           |                  |              |
| 2                     | Coliformes Totales NMP           | SM 9221B         | NMP/100 mL | 120000,0  | NA               |              |
| 2                     | Coliformes Fecales NMP           | SM 9221B         | NMP/100 mL | 9000,0    | 3000,0           | NO CUMPLE    |

### NOTAS:

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AA (Acreditaciones):                                                                                                                                                   | Los valores de incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se requiere la incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación a la cual se somete la muestra. |
| 1. Si excepto que lo encuentren dentro del alcance de acreditación (AE)                                                                                                | NO: No se puede evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es inferior a la norma.                                                                                                                             |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación (AE)                                                                                 | NO: No se puede evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                             |
| 2. Ensayos no acreditados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| El presente informe solo aplica a la muestra analizada.                                                                                                                | Procedimiento de Toma de Muestra Utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A002 / AAA-PI-500                                                                                                                                                              |

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.

|                                                                                                                                     |                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. OBSERVACIONES                                                                                                                    | INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:                                                                |
| Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° OAE LE 1-C 06-002 | <br>Mónica Rodríguez<br>Gerente General<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Cuito, 15 de diciembre de 2014 |

ANAVANLAB

| <br><b>LABORATORIO DE ENLAYOS</b><br>N° 006 LE 0 11-000                               | <b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b><br>La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.<br>Contacto: 3350122 / 5548303 / servicioalcliente@anavallab.com.ec |                                                                                                                                                                                                                                                 | Muestra<br>AALab No:<br>2135-4<br>Pág 1 de 1 |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                        | <b>INFORME DE RESULTADOS No. 2135-4</b>                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| <b>1.- DATOS GENERALES</b>                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| CLIENTE:                                                                                                                                                               | GAD MUNICIPAL DE PAMPUJA                                                                                                                                                                                                      | TELÉFONO:                                                                                                                                                                                                                                       | 06268157                                     |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| DIRECCIÓN:                                                                                                                                                             | Calle Sucre y Ramón Campaña                                                                                                                                                                                                   | ATENCIÓN A:                                                                                                                                                                                                                                     | Ing. Sergio Antonio Erazo Camacho            |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| <b>2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:                                                                                                                                              | CUMPLE                                                                                                                                                                                                                        | LUGAR DE MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                              | MORASPUNSO                                   |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| TIPO DE MUESTRA:                                                                                                                                                       | AGUA RESIDUAL                                                                                                                                                                                                                 | FECHA DE MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                              | 29/11/2014                                   |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Cuenta por el cliente)                                                                                                               | SALIDA PTL. LAVADORA SAN ALBERTO                                                                                                                                                                                              | RESPONSABLE DEL MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                       | ANAVANLAB                                    |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| FECHA DE EFECTUACIÓN MUESTRA:                                                                                                                                          | 03/12/2014                                                                                                                                                                                                                    | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:                                                                                                                                                                                                             | 29/11/2014 a 12/12/2014                      |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| <b>3. RESULTADOS:</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| Norma de Comparación: TULAS, LIBRO VI, ANEXOS, TABLA 32 LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE                                                                  |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| AA                                                                                                                                                                     | PARAMETRO                                                                                                                                                                                                                     | METODO ANALITICO                                                                                                                                                                                                                                | UNIDADES                                     | RESULTADO                                                                                                                                                                                                                                 | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
| <b>AGUAS Y SUELOS</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Aceites y Grasas                                                                                                                                                                                                              | AAA-PE-A001                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                         | 8,8                                                                                                                                                                                                                                       | 0,3              | NO CUMPLE    |
| 3                                                                                                                                                                      | Color                                                                                                                                                                                                                         | AAA-PE-A007                                                                                                                                                                                                                                     | Unidad PtCo                                  | >58                                                                                                                                                                                                                                       | Indeterminable   | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5                                                                                                                                                                                               | AAA-PE-A010                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                         | 77                                                                                                                                                                                                                                        | 100              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Química de Oxígeno                                                                                                                                                                                                    | AAA-PE-A011                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                         | 127                                                                                                                                                                                                                                       | 250              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Tensoactivos MBAS                                                                                                                                                                                                             | AAA-PE-A012                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                         | 0,205                                                                                                                                                                                                                                     | 0,500            | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Fósforo Total                                                                                                                                                                                                                 | AAA-PE-A013                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                         | 4,8                                                                                                                                                                                                                                       | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Amomiacal                                                                                                                                                                                                           | AAA-PE-A016                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                         | 18,00                                                                                                                                                                                                                                     | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Total                                                                                                                                                                                                               | AAA-PE-A017                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                         | 46                                                                                                                                                                                                                                        | 15               | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Suspendedos                                                                                                                                                                                                           | AAA-PE-A034                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                         | 61                                                                                                                                                                                                                                        | 100              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Totales                                                                                                                                                                                                               | AAA-PE-A035                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                         | 286                                                                                                                                                                                                                                       | 1600             | CUMPLE       |
| (*)                                                                                                                                                                    | Caudal de Descarga                                                                                                                                                                                                            | N/A                                                                                                                                                                                                                                             | L/s                                          | 1,62                                                                                                                                                                                                                                      | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                      | pH in situ                                                                                                                                                                                                                    | AAA-PI-A002                                                                                                                                                                                                                                     | unidades pH                                  | 7,2                                                                                                                                                                                                                                       | 5,0 - 8,0        | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Temperatura (in situ)                                                                                                                                                                                                         | AAA-PI-A002                                                                                                                                                                                                                                     | °C                                           | 24,9                                                                                                                                                                                                                                      | 25,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| 2                                                                                                                                                                      | Coliformes Totales NMP                                                                                                                                                                                                        | SM 9221B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                   | 120000,0                                                                                                                                                                                                                                  | NA               |              |
| 2                                                                                                                                                                      | Coliformes Fecales NMP                                                                                                                                                                                                        | SM 9221B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                   | 2500,0                                                                                                                                                                                                                                    | 3000,0           | NO CUMPLE    |
| <b>NOTAS:</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| AA (Acreditación)                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                               | Los valores de incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la incertidumbre cuando está afecto al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| (*) Ensayos que se encuentran dentro del alcance de la certificación SAE                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                               | (N) No se puede evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método de ensayo es inferior a la norma                                                                                                                             |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| (**) Los ensayos marcados con (**) no están incluidos en el alcance de certificación SAE                                                                               |                                                                                                                                                                                                                               | (N) No se puede evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método de ensayo es superior a la norma                                                                                                                    |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| 3. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                               | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A001 / AAA-PI-A002                                                                                                                                                             |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| Se prohíbe la reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                                                                                                           |                  |              |
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio (ASA) y se encuentran acreditados por el SAE con N° CAE LE 30 06-000         |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Mtr. Alexandra Hidalgo<br>Gerente General<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 15 de diciembre de 2014 |                  |              |

|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
| <br><b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b><br>N° DAE LE 11-000                        | <b>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                      | Muestra<br><b>AAALab No.</b><br><br><b>2135-5</b><br>Pág 1 de 1 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
|                                                                                                                                                               | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbesá.<br>Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@anavlab.com.ec |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| <b>INFORME DE RESULTADOS No. 2135-5</b>                                                                                                                       |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| <b>1.- DATOS GENERALES</b>                                                                                                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| CLIENTE:                                                                                                                                                      | GAD MUNICIPAL DE PANGUA                                                                                                                | TELÉFONO:                                                                                                                                                                                                                                            | 032684237                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| DIRECCIÓN:                                                                                                                                                    | Calle Sucre y Ramón Campaña                                                                                                            | ATENCIÓN A:                                                                                                                                                                                                                                          | Ing. Sergio Antonio Enao Camacho                                |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| <b>2. INFORMACION DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:                                                                                                                                     | CUMPLE                                                                                                                                 | LUGAR DE MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                                   | LAS JUNTAS                                                      |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| TIPO DE MUESTRA:                                                                                                                                              | AGUA RESIDUAL                                                                                                                          | FECHA DE MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                                   | 29/11/2024                                                      |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA<br>(Dada por el cliente)                                                                                                         | ENTRADA PTAN LAS JUNTAS                                                                                                                | RESPONSABLE DEL MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                            | ANAVANLAB                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| FECHA DE ENTREGA DE LA MUESTRA                                                                                                                                | 01/12/2024                                                                                                                             | PERÍODO DE EFECTIVACIÓN DE ANÁLISIS                                                                                                                                                                                                                  | 29/11/2024 al 12/12/2024                                        |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| <b>3. RESULTADOS:</b>                                                                                                                                         |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| Nombre de Comparación: TULAS, LIBRO VI, ANEXO1, TABLA12. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE                                                        |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| AA                                                                                                                                                            | PARAMETRO                                                                                                                              | METODO ANALITICO                                                                                                                                                                                                                                     | UNIDADES                                                        | RESULTADO                                                                                                                                                                                                                                  | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
| <b>AGUAS Y SUELOS</b>                                                                                                                                         |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| 1                                                                                                                                                             | Aceites y Grasas                                                                                                                       | AAA-PE-A001                                                                                                                                                                                                                                          | mg/L                                                            | 4,9                                                                                                                                                                                                                                        | 0,3              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                             | Color                                                                                                                                  | AAA-PE-A007                                                                                                                                                                                                                                          | Unid PtCo                                                       | >58                                                                                                                                                                                                                                        | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                             | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5                                                                                                        | AAA-PE-A030                                                                                                                                                                                                                                          | mg/L                                                            | 97                                                                                                                                                                                                                                         | 300              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                             | Demanda Química de Oxígeno                                                                                                             | AAA-PE-A031                                                                                                                                                                                                                                          | mg/L                                                            | 156                                                                                                                                                                                                                                        | 250              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                             | Tensoactivos MBAS                                                                                                                      | AAA-PE-A032                                                                                                                                                                                                                                          | mg/L                                                            | 0,160                                                                                                                                                                                                                                      | 0,500            | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                             | Fósforo Total                                                                                                                          | AAA-PE-A033                                                                                                                                                                                                                                          | mg/L                                                            | 4,8                                                                                                                                                                                                                                        | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                             | Nitrógeno Amomiacal                                                                                                                    | AAA-PE-A038                                                                                                                                                                                                                                          | mg/L                                                            | 33,25                                                                                                                                                                                                                                      | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                             | Nitrógeno Total                                                                                                                        | AAA-PE-A037                                                                                                                                                                                                                                          | mg/L                                                            | 21                                                                                                                                                                                                                                         | 15               | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                             | Sólidos Suspensidos                                                                                                                    | AAA-PE-A034                                                                                                                                                                                                                                          | mg/L                                                            | < 50                                                                                                                                                                                                                                       | 300              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                             | Sólidos Totales                                                                                                                        | AAA-PE-A035                                                                                                                                                                                                                                          | mg/L                                                            | 300                                                                                                                                                                                                                                        | 1400             | CUMPLE       |
| (*)                                                                                                                                                           | Caudal de Descarga                                                                                                                     | N/A                                                                                                                                                                                                                                                  | L/s                                                             | 3,50                                                                                                                                                                                                                                       | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                             | pH in situ                                                                                                                             | AAA-PI-A002                                                                                                                                                                                                                                          | unid pH                                                         | 6,9                                                                                                                                                                                                                                        | 5,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                             | Temperatura (in situ)                                                                                                                  | AAA-PI-A003                                                                                                                                                                                                                                          | °C                                                              | 27,9                                                                                                                                                                                                                                       | 35,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>                                                                                                                                          |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| 1                                                                                                                                                             | Coliformes Totales NMP                                                                                                                 | SM 922B                                                                                                                                                                                                                                              | NMP/100 mL                                                      | 49000,0                                                                                                                                                                                                                                    | NA               |              |
| 2                                                                                                                                                             | Coliformes Fecales NMP                                                                                                                 | SM 922B                                                                                                                                                                                                                                              | NMP/100 mL                                                      | 1500,0                                                                                                                                                                                                                                     | 3000,0           | CUMPLE       |
| <b>NOTAS:</b>                                                                                                                                                 |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| AA (Acreditaciones):                                                                                                                                          |                                                                                                                                        | Los valores de los parámetros de los parámetros analizados, se encuentran dentro de los límites de aceptación. Se reporta la conformidad cuando este afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| (*): Los ensayos manuales con PT no están incluidos en el listado de acreditación (AE).                                                                       |                                                                                                                                        | No se puede evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del resultado es inferior a la norma.                                                                                                                                            |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| (*): Los ensayos manuales con PT no están incluidos en el listado de acreditación (AE).                                                                       |                                                                                                                                        | No se puede evaluar el cumplimiento debido a que el límite de certificación del resultado es superior a la norma.                                                                                                                                    |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| El presente informe está sujeto a la muestra analizada.                                                                                                       |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| Procedimiento de Toma de muestra controlado por ANAVANLAB-AAA-PI-A002 / AAA-PI-A003                                                                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| Se prohíbe la reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.                                                                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° DAE LE 11-00-000 |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Mtro. Alexandra Helalga<br>Gerente General<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 15 de diciembre de 2024 |                  |              |

## INFORME DE RESULTADOS No. 2135-6

### 1.- DATOS GENERALES

|            |                             |             |                                    |
|------------|-----------------------------|-------------|------------------------------------|
| CLIENTE:   | GOB MUNICIPAL DE MANUA      | TÉLEFONO:   | 032684257                          |
| DIRECCIÓN: | Calle Sucre y Ramón Campaño | ATENCIÓN A: | Ing. Sergio Antonio Eraso Carrasco |

|                                                        |                           |        |                                     |                         |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|--------|-------------------------------------|-------------------------|
| 2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA                           | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO:                  | LAS JUNTAS              |
| TIPO DE MUESTRA:                                       | AGUA RESIDUAL             |        | FECHA DE MUESTREO:                  | 28/11/2024              |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Dada por el cliente) | SAIDRA PTAX LAS JUNTAS    |        | RESPONSABLE DEL MUESTREO:           | ANAVANLAB               |
| FECHA DE RECEPCIÓN EN EL LAB:                          | 01/12/2024                |        | PERIODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 28/11/2024 # 13/12/2024 |

### 3. RESULTADOS:

Norma de Comparación: TULAS, LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 12 LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA  | PARAMETRO                       | METODO ANALITICO | UNIDADES   | RESULTADO | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
|-----|---------------------------------|------------------|------------|-----------|------------------|--------------|
|     | <b>AGUAS Y SUELOS</b>           |                  |            |           |                  |              |
| 1   | Acaros y Ovos                   | AAA-PE-A001      | mg/L       | 17,6      | 0,5              | NO CUMPLE    |
| 1   | Color                           | AAA-PE-A007      | Unid PCU   | >58       | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1   | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 | AAA-PE-A010      | mg/L       | 517       | 100              | NO CUMPLE    |
| 1   | Demanda Química de Oxígeno      | AAA-PE-A011      | mg/L       | 799       | 250              | NO CUMPLE    |
| 1   | Tensioactivos MBAS              | AAA-PE-A012      | mg/L       | 0,925     | 0,500            | NO CUMPLE    |
| 1   | Fósforo Total                   | AAA-PE-A019      | mg/L       | 1,2       | 50,0             | CUMPLE       |
| 1   | Nitrógeno Amomiacal             | AAA-PE-A020      | mg/L       | 8,50      | NA               |              |
| 1   | Nitrógeno Total                 | AAA-PE-A027      | mg/L       | 17        | 35               | NO CUMPLE    |
| 1   | Sólidos Suspensivos             | AAA-PE-A054      | mg/L       | >750      | 100              | NO CUMPLE    |
| 1   | Sólidos Totales                 | AAA-PE-A055      | mg/L       | >2000     | 1600             | NO CUMPLE    |
| (*) | Caudal de Descarga              | N/A              | L/s        | NA        | NA               |              |
| 1   | pH in situ                      | AAA-PI-A002      | unid pH    | 6,4       | 5,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1   | Temperatura (in situ)           | AAA-PI-A002      | °C         | 26,7      | 35,0             | CUMPLE       |
|     | <b>MICROBIOLOGIA</b>            |                  |            |           |                  |              |
| 2   | Coliformes Totales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 54000,0   | NA               |              |
| 2   | Coliformes Fecales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 4300,0    | 3000,0           | NO CUMPLE    |

### NOTAS:

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AA (Acreditaciones):                                                                                                                                                   | Los señores del plantel de los parámetros analizados, se encuentran registrados en el laboratorio. Se respeta la legislación cuando se refiere al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando se refiere a la calidad. |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE                                                                                                    | NO. No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                             |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE                                                                                  | NO. No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                    |
| 2. Ensayos subcontratados: En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                                                                                                                          |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada.                                                                                                                | El cumplimiento de forma de muestra utilizada por: ANAVANLAB, AAA-PI-A002 / AAA-PI-0005.                                                                                                                                                 |

Se prohíbe la reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.

### 4. OBSERVACIONES

Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° ONE LE 1 C 06-002

### INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:

MPI. Rosalva Hidalgo  
Gerente General  
ANAVANLAB CIA. LTDA.  
Quito, 01 de diciembre de 2024

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
|  <p>LABORATORIOS DE ENSAYOS<br/>W/OAE LE C.11.000</p>                                 | <b>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Maestra</b><br><b>AAALab No</b><br><b>2135-7</b><br><b>Pág 1 de 1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
|                                                                                                                                                                        | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 54-238 y Alberto Durero, Combeimá.<br>Contacto: 9550122 / 5143938 / servicioalcliente@aanlab.com.ec |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| <b>INFORME DE RESULTADOS No. 2135-7</b>                                                                                                                                |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| <b>1.- DATOS GENERALES</b>                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| CLIENTE:                                                                                                                                                               | GAD MUNICIPAL DE PANGUA                                                                                                               | TÉLEFONO:                                                                                                                                                                                                                                       | 052684257                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| DIRECCIÓN:                                                                                                                                                             | Calle Sucre y Ramón Campaña                                                                                                           | ATENCIÓN A:                                                                                                                                                                                                                                     | Ing. Sergio Antonio Eraso Camacho                                        |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| <b>2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| TIPO DE MUESTRA:                                                                                                                                                       | AGUA RESIDUAL                                                                                                                         | FECHA DE MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                              | 29/12/2014                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Darle por el cliente)                                                                                                                | ENTRADA CANAL ICT                                                                                                                     | RESPONSABLE DEL MUESTREO:                                                                                                                                                                                                                       | ANAVANLAB                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:                                                                                                                                            | 01/12/2014                                                                                                                            | PERIODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:                                                                                                                                                                                                             | 29/12/2014 al 12/12/2014                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| <b>3. RESULTADOS:</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| Norma de Comparación: TULAS, LIBRO VI, ANEXO1, TABLA2. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| AA                                                                                                                                                                     | PARÁMETRO                                                                                                                             | MÉTODO ANALÍTICO                                                                                                                                                                                                                                | UNIDADES                                                                 | RESULTADO                                                                                                                                                                                                                                      | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
| <b>AGUAS Y SUELOS</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Azúcares y Grasas                                                                                                                     | AAA-PE-A001                                                                                                                                                                                                                                     | mg/l                                                                     | 6,1                                                                                                                                                                                                                                            | 5,3              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Color                                                                                                                                 | AAA-PE-A007                                                                                                                                                                                                                                     | Unid PtCo                                                                | >58                                                                                                                                                                                                                                            | Imaprecable      | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Biorquímica de Oxígeno 5                                                                                                      | AAA-PE-A010                                                                                                                                                                                                                                     | mg/l                                                                     | 122                                                                                                                                                                                                                                            | 100              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Química de Oxígeno                                                                                                            | AAA-PE-A011                                                                                                                                                                                                                                     | mg/l                                                                     | 201                                                                                                                                                                                                                                            | 350              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Ferrosulfatos MBAS                                                                                                                    | AAA-PE-A012                                                                                                                                                                                                                                     | mg/l                                                                     | 0,202                                                                                                                                                                                                                                          | 0,500            | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Fósforo Total                                                                                                                         | AAA-PE-A018                                                                                                                                                                                                                                     | mg/l                                                                     | 6,3                                                                                                                                                                                                                                            | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Amomacal                                                                                                                    | AAA-PE-A028                                                                                                                                                                                                                                     | mg/l                                                                     | 22,00                                                                                                                                                                                                                                          | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Total                                                                                                                       | AAA-PE-A027                                                                                                                                                                                                                                     | mg/l                                                                     | 43                                                                                                                                                                                                                                             | 15               | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Suspendidos                                                                                                                   | AAA-PE-A034                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                     | 67                                                                                                                                                                                                                                             | 100              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Totales                                                                                                                       | AAA-PE-A035                                                                                                                                                                                                                                     | mg/l                                                                     | 296                                                                                                                                                                                                                                            | 1000             | CUMPLE       |
| (*)                                                                                                                                                                    | Caudal de Descarga                                                                                                                    | N/A                                                                                                                                                                                                                                             | L/s                                                                      | 1,45                                                                                                                                                                                                                                           | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                      | pH in situ                                                                                                                            | AAA-PI-A003                                                                                                                                                                                                                                     | unif pH                                                                  | 7,4                                                                                                                                                                                                                                            | 5,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Temperatura (in situ)                                                                                                                 | AAA-PI-A003                                                                                                                                                                                                                                     | °C                                                                       | 24,5                                                                                                                                                                                                                                           | 55,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>                                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| 2                                                                                                                                                                      | Coliformes Totales NMP                                                                                                                | SM 9223B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                                               | 15000,0                                                                                                                                                                                                                                        | NA               |              |
| 2                                                                                                                                                                      | Coliformes Fecales NMP                                                                                                                | SM 9223B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                                               | 15000,0                                                                                                                                                                                                                                        | 3000,0           | NO CUMPLE    |
| <b>NOTAS:</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| <b>AA (Acreditaciones):</b>                                                                                                                                            |                                                                                                                                       | Los valores de incertidumbre de los resultados analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE                                                                                                    |                                                                                                                                       | SI: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del resultado es inferior a la norma.                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE.                                                                                 |                                                                                                                                       | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de superación del resultado es superior a la norma.                                                                                                                            |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| 2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| El presente informe está emitido a la muestra analizada.                                                                                                               |                                                                                                                                       | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A000 / AAA-PI-001                                                                                                                                                              |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.                                                                                    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |              |
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° OAE LE 10 06-002      |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                          | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br><br>Mtro. Alexander Hidalgo<br>Gerente General<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 25 de diciembre de 2014 |                  |              |

**ANEXO No. 7**

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO**

**EFFECTUADOS A LAS MUESTRAS DE LOS**

**AFLUENTES Y EFLUENTES EN LA EPOCA SECA**

|                                                                                   |                                                                                                                                          |  |                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                       |  | <b>Muestra</b><br><b>AAALab No:</b><br><b>2444-1</b><br><b>Pág 1 de 1</b> |
|                                                                                   | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.<br>Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@anavallab.com.ec |  |                                                                           |

## INFORME DE RESULTADOS No. 2444-1

|                            |                             |                    |                   |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| <b>1.- DATOS GENERALES</b> |                             |                    |                   |
| <b>CLIENTE:</b>            | GAD MUNICIPAL DE PANGUA     | <b>TELÉFONO:</b>   | 032684157         |
| <b>DIRECCIÓN:</b>          | Calle Sucre y Ramón Campaña | <b>ATENCIÓN A:</b> | Ing. Sergio Enazo |

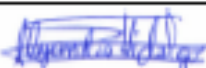
|                                                               |                                  |               |                                            |                          |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|--------------------------------------------|--------------------------|
| <b>2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>                           | <b>INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:</b> | <b>CUMPLE</b> | <b>LUGAR DE MUESTREO:</b>                  | GAD MUNICIPAL DE PANGUA  |
| <b>TIPO DE MUESTRA:</b>                                       | AGUA RESIDUAL                    |               | <b>FECHA DE MUESTREO:</b>                  | 11/07/2015               |
| <b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:</b><br>(Dada por el cliente) | SALIDA LUBRICADORA PLANTA 1      |               | <b>RESPONSABLE DEL MUESTREO:</b>           | ANAVANLAB                |
| <b>FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:</b>                            | 13/07/2015                       |               | <b>PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:</b> | 11/07/2015 al 23/07/2015 |

| 3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM028, ANEXO 1, TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE |                                 |                  |            |           |                  |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|------------|-----------|------------------|--------------|
| AA                                                                                                                  | PARAMETRO                       | METODO ANALITICO | UNIDADES   | RESULTADO | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
| <b>AGUAS Y SUELOS</b>                                                                                               |                                 |                  |            |           |                  |              |
| 1                                                                                                                   | Aceites y Grasas                | AAA-PE-A001      | mg/L       | 5,2       | 30,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                   | Color                           | AAA-PE-A007      | Unid PtCo  | >58       | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                   | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 | AAA-PE-A010      | mg/L       | 168       | 100              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                   | Demanda Química de Oxígeno      | AAA-PE-A011      | mg/L       | 286       | 200              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                   | Tensioactivos MBAS              | AAA-PE-A012      | mg/L       | >2,92     | 0,5              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                   | Fósforo Total                   | AAA-PE-A019      | mg/L       | 5,8       | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                   | Nitrógeno Amomiacal             | AAA-PE-A026      | mg/L       | 5,40      | 30,00            | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                   | Nitrógeno Total                 | AAA-PE-A027      | mg/L       | 8         | 50               | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                   | Sólidos Suspendidos             | AAA-PE-A034      | mg/L       | 126       | 130              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                   | Sólidos Totales                 | AAA-PE-A035      | mg/L       | 292       | 1600             | CUMPLE       |
| (*)                                                                                                                 | Caudal de Descarga              | N/A              | L/s        | 1,39      | NA               |              |
| 1                                                                                                                   | pH in situ                      | AAA-PI-A002      | unid pH    | 7,0       | 6,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                   | Temperatura (in situ)           | AAA-PI-A002      | °C         | 25,2      | 40,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>                                                                                                |                                 |                  |            |           |                  |              |
| 2                                                                                                                   | Coliformes Totales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 430000,0  | NA               |              |
| 2                                                                                                                   | Coliformes Fecales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 350000,0  | 10000,0          | NO CUMPLE    |

### NOTAS:

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AA (Acreditaciones):</b>                                                                                                                                            | Los valores de Incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la Incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE.                                                                                                   | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                                    |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE.                                                                                 | NI: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                           |
| 2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada.                                                                                                                | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A002 / AAA-PI-S002                                                                                                                                                             |

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

|                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° OAE LE 1C 06-002 | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br><br>Lcda. Alejandra Hidalgo<br>Gerente Técnica<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 23 de julio del 2015 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

MC003-08

|                                                                                   |                                                                                                                                       |  |                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                    |  | <b>Muestra</b><br><b>AAALab No:</b><br><br><b>2444-2</b><br><br><b>Pág 1 de 1</b> |
|                                                                                   | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.<br>Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@eealeb.com.ec |  |                                                                                   |

## INFORME DE RESULTADOS No. 2444-2

### 1.- DATOS GENERALES

|            |                             |             |                   |
|------------|-----------------------------|-------------|-------------------|
| CLIENTE:   | GAD MUNICIPAL DE PANGUA     | TÉLEFONO:   | 032684157         |
| DIRECCIÓN: | Calle Sucre y Ramón Campaña | ATENCIÓN A: | Ing. Sergio Enazo |

|                                                        |                              |        |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------|------------------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA                           | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:    | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO:                  | GAD MUNICIPAL DE PANGUA  |
| TIPO DE MUESTRA:                                       | AGUA RESIDUAL                |        | FECHA DE MUESTREO:                  | 11/07/2015               |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Dada por el cliente) | ENTRADA LUBRICADORA PLANTA I |        | RESPONSABLE DEL MUESTREO:           | ANAVANLAB                |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:                            | 13/07/2015                   |        | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 11/07/2015 al 22/07/2015 |

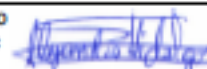
### 3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM028, ANEXO 1, TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA  | PARAMETRO                       | METODO ANALITICO | UNIDADES   | RESULTADO | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
|-----|---------------------------------|------------------|------------|-----------|------------------|--------------|
|     | <b>AGUAS Y SUELOS</b>           |                  |            |           |                  |              |
| 1   | Aceites y Grasas                | AAA-PE-A001      | mg/L       | 4,2       | 30,0             | CUMPLE       |
| 1   | Color                           | AAA-PE-A007      | Unid PtCo  | >58       | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1   | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 | AAA-PE-A010      | mg/L       | 148       | 100              | NO CUMPLE    |
| 1   | Demanda Química de Oxígeno      | AAA-PE-A011      | mg/L       | 291       | 200              | NO CUMPLE    |
| 1   | Tensioactivos MBAS              | AAA-PE-A012      | mg/L       | 2,330     | 0,500            | NO CUMPLE    |
| 1   | Fósforo Total                   | AAA-PE-A019      | mg/L       | 6,0       | 10,0             | CUMPLE       |
| 1   | Nitrógeno Ammoniacal            | AAA-PE-A026      | mg/L       | 20,00     | 30,00            | CUMPLE       |
| 1   | Nitrógeno Total                 | AAA-PE-A027      | mg/L       | 30        | 50               | CUMPLE       |
| 1   | Sólidos Suspendedos             | AAA-PE-A034      | mg/L       | 114       | 130              | CUMPLE       |
| 1   | Sólidos Totales                 | AAA-PE-A035      | mg/L       | 160       | 1600             | CUMPLE       |
| (*) | Caudal de Descarga              | N/A              | L/s        | 1,08      | NA               |              |
| 1   | pH in situ                      | AAA-PI-A002      | unid pH    | 7,5       | 6,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1   | Temperatura (in situ)           | AAA-PI-A002      | °C         | 24,6      | 40,0             | CUMPLE       |
|     | <b>MICROBIOLOGIA</b>            |                  |            |           |                  |              |
| 2   | Coliformes Totales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 350000,0  | NA               |              |
| 2   | Coliformes Fecales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 240000,0  | 10000,0          | NO CUMPLE    |

### NOTAS:

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AA (Acreditaciones):                                                                                                                                                   | Los valores de incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE.                                                                                                   | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                                    |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE.                                                                                 | NI: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                           |
| 2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| El presente informe sólo afecta a la muestra analizada.                                                                                                                | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A001 / AAA-PI-S001.                                                                                                                                                            |

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.

|                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° CAE LE 1C 06-002. | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Lcda. Alejandra Hidalgo<br>Gerente Técnica<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 23 de julio del 2015 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                   |                                                                                                                                       |  |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------|
|  | <b>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                    |  | <b>Muestra</b><br><b>AAALab No:</b><br><br><b>2444-3</b> |
|                                                                                   | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.<br>Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@eealeb.com.ec |  | <b>Pág 1 de 1</b>                                        |

## INFORME DE RESULTADOS No. 2444-3

### 1.- DATOS GENERALES

|            |                             |             |                   |
|------------|-----------------------------|-------------|-------------------|
| CLIENTE:   | GAD MUNICIPAL DE PANGUA     | TELÉFONO:   | 032684157         |
| DIRECCIÓN: | Calle Sucre y Ramón Campaña | ATENCIÓN A: | Ing. Sergio Enazo |

|                                                        |                           |        |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACION DE LA MUESTRA                           | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO:                  | GAD MUNICIPAL DE PANGUA  |
| TIPO DE MUESTRA:                                       | AGUA RESIDUAL             |        | FECHA DE MUESTREO:                  | 11/07/2015               |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Dada por el cliente) | ENTRADA CAMAL PLANTA 2    |        | RESPONSABLE DEL MUESTREO:           | ANAVANLAB                |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:                            | 13/07/2015                |        | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 11/07/2015 al 23/07/2015 |

### 3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM028, ANEXO 1, TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA                    | PARAMETRO                       | METODO ANALITICO | UNIDADES   | RESULTADO | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
|-----------------------|---------------------------------|------------------|------------|-----------|------------------|--------------|
| <b>AGUAS Y SUELOS</b> |                                 |                  |            |           |                  |              |
| 1                     | Aceites y Grasas                | AAA-PE-A001      | mg/L       | 3,0       | 30,0             | CUMPLE       |
| 1                     | Color                           | AAA-PE-A007      | Unid PtCo  | >58       | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                     | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 | AAA-PE-A010      | mg/L       | 98        | 100              | CUMPLE       |
| 1                     | Demanda Química de Oxígeno      | AAA-PE-A011      | mg/L       | 163       | 200              | CUMPLE       |
| 1                     | Tensoactivos MBAS               | AAA-PE-A012      | mg/L       | 1,150     | 0,500            | NO CUMPLE    |
| 1                     | Fósforo Total                   | AAA-PE-A019      | mg/L       | 5,0       | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                     | Nitrógeno Amomiacal             | AAA-PE-A026      | mg/L       | 2,50      | 30,00            | CUMPLE       |
| 1                     | Nitrógeno Total                 | AAA-PE-A027      | mg/L       | 9         | 50               | CUMPLE       |
| 1                     | Sólidos Suspensos               | AAA-PE-A034      | mg/L       | 94        | 130              | CUMPLE       |
| 1                     | Sólidos Totales                 | AAA-PE-A035      | mg/L       | 260       | 1600             | CUMPLE       |
| (*)                   | Caudal de Descarga              | N/A              | L/s        | N/A       | NA               |              |
| 1                     | pH In situ                      | AAA-PI-A002      | unid pH    | 7,5       | 6,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                     | Temperatura (In situ)           | AAA-PI-A002      | °C         | 25,4      | 40,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>  |                                 |                  |            |           |                  |              |
| 2                     | Coliformes Totales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 540000,0  | NA               |              |
| 2                     | Coliformes Fecales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 540000,0  | 10000,0          | NO CUMPLE    |

### NOTAS:

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AA (Acreditaciones):                                                                                                                                                   | Los valores de incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE.                                                                                                   | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                                    |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE.                                                                                 | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                           |
| 2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada.                                                                                                                | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-A005                                                                                                                                                             |

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

|                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° OAE LE 1C 06-002 | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Lda. Alejandra Hidalgo<br>Gerente Técnica<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 23 de julio del 2015 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

ME0709-08

|                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                      |  |                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Servicio de Acreditación Ecuadoriano<br/>Acreditación N° QAE LE 10-0000<br/>LABORATORIO DE ANALISIS</p> | <b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                   |  | <b>Muestra</b><br><b>AAALab No:</b><br><b>2444-4</b><br><b>Pág 1 de 1</b> |
|                                                                                                                                                                                              | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.<br>Contacto: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aanlab.com.ec |  |                                                                           |

## INFORME DE RESULTADOS No. 2444-4

### 1.- DATOS GENERALES

|            |                             |             |                   |
|------------|-----------------------------|-------------|-------------------|
| CLIENTE:   | GAD MUNICIPAL DE PANGUA     | TELÉFONO:   | 032684157         |
| DIRECCIÓN: | Calle Sucre y Ramón Campaña | ATENCIÓN A: | Ing. Sergio Enzós |

|                                                        |                           |        |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA                           | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO:                  | GAD MUNICIPAL DE PANGUA  |
| TIPO DE MUESTRA:                                       | AGUA RESIDUAL             |        | FECHA DE MUESTREO:                  | 11/07/2015               |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Dada por el cliente) | SALIDA CAMAL PLANTA 2     |        | RESPONSABLE DEL MUESTREO:           | ANAVANLAB                |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:                            | 13/07/2015                |        | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 11/07/2015 al 22/07/2015 |

### 3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM028, ANEXO 1, TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA                    | PARAMETRO                       | METODO ANALITICO | UNIDADES    | RESULTADO | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
|-----------------------|---------------------------------|------------------|-------------|-----------|------------------|--------------|
| <b>AGUAS Y SUELOS</b> |                                 |                  |             |           |                  |              |
| 1                     | Aceites y Grasas                | AAA-PE-A001      | mg/L        | 1,6       | 30,0             | CUMPLE       |
| 1                     | Color                           | AAA-PE-A007      | Unid PtCo   | >58       | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                     | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 | AAA-PE-A010      | mg/L        | 113       | 100              | NO CUMPLE    |
| 1                     | Demanda Química de Oxígeno      | AAA-PE-A011      | mg/L        | 198       | 200              | CUMPLE       |
| 1                     | Tensoactivos MBAS               | AAA-PE-A012      | mg/L        | 1,240     | 0,500            | NO CUMPLE    |
| 1                     | Fósforo Total                   | AAA-PE-A019      | mg/L        | 5,4       | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                     | Nitrógeno Amomíal               | AAA-PE-A026      | mg/L        | 25,00     | 30,00            | CUMPLE       |
| 1                     | Nitrógeno Total                 | AAA-PE-A027      | mg/L        | 38        | 50               | CUMPLE       |
| 1                     | Sólidos Suspendidos             | AAA-PE-A034      | mg/L        | 80        | 130              | CUMPLE       |
| 1                     | Sólidos Totales                 | AAA-PE-A035      | mg/L        | 256       | 1600             | CUMPLE       |
| (*)                   | Caudal de Descarga              | N/A              | L/s         | 4,78      | NA               |              |
| 1                     | pH in situ                      | AAA-PI-A002      | unidades pH | 7,6       | 6,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                     | Temperatura (in situ)           | AAA-PI-A002      | °C          | 23,9      | 40,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>  |                                 |                  |             |           |                  |              |
| 2                     | Coliformes Totales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL  | 920000,0  | NA               |              |
| 2                     | Coliformes Fecales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL  | 430000,0  | 10000,0          | NO CUMPLE    |

### NOTAS:

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AA (Acreditaciones):                                                                                                                                                   | Los valores de incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE.                                                                                                   | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                                    |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE.                                                                                 | NI: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                           |
| 2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada.                                                                                                                | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A001 / AAA-PI-A002.                                                                                                                                                            |

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

|                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° QAE LE 10-06-002. | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Lcda. Alejandra Hidalgo<br>Gerente Técnica<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 23 de julio del 2015 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

MC2010-08

|                                                                                   |                                                                                                                                          |  |                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                       |  | <b>Muestra</b><br><b>AAALab No:</b><br><b>2444-5</b><br><b>Pág 1 de 1</b> |
|                                                                                   | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.<br>Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@anavallab.com.ec |  |                                                                           |

## INFORME DE RESULTADOS No. 2444-5

### 1.- DATOS GENERALES

|            |                             |             |                   |
|------------|-----------------------------|-------------|-------------------|
| CLIENTE:   | GAD MUNICIPAL DE PANGUA     | TELÉFONO:   | 032684157         |
| DIRECCIÓN: | Calle Sucre y Ramón Campaña | ATENCIÓN A: | Ing. Sergio Erazo |

|                                                        |                                  |        |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA                           | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:        | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO:                  | GAD MUNICIPAL DE PANGUA  |
| TIPO DE MUESTRA:                                       | AGUA RESIDUAL                    |        | FECHA DE MUESTREO:                  | 11/07/2015               |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Dada por el cliente) | ENTRADA BARRIO SAN JOSÉ PLANTA 3 |        | RESPONSABLE DEL MUESTREO:           | ANAVANLAB                |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:                            | 13/07/2015                       |        | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 11/07/2015 al 23/07/2015 |

### 3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM02B, ANEXO 1, TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA                    | PARAMETRO                       | METODO ANALITICO | UNIDADES   | RESULTADO | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
|-----------------------|---------------------------------|------------------|------------|-----------|------------------|--------------|
| <b>AGUAS Y SUELOS</b> |                                 |                  |            |           |                  |              |
| 1                     | Aceites y Grasas                | AAA-PE-A001      | mg/L       | 7,1       | 30,0             | CUMPLE       |
| 1                     | Color                           | AAA-PE-A007      | Unid PtCo  | >58       | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                     | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 | AAA-PE-A010      | mg/L       | 208       | 100              | NO CUMPLE    |
| 1                     | Demanda Química de Oxígeno      | AAA-PE-A011      | mg/L       | 327       | 200              | NO CUMPLE    |
| 1                     | Tensoactivos MBAS               | AAA-PE-A012      | mg/L       | >2,92     | 0,5              | NO CUMPLE    |
| 1                     | Fósforo Total                   | AAA-PE-A019      | mg/L       | 4,2       | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                     | Nitrógeno Ammoniacal            | AAA-PE-A026      | mg/L       | 4,10      | 30,00            | CUMPLE       |
| 1                     | Nitrógeno Total                 | AAA-PE-A027      | mg/L       | 9         | 50               | CUMPLE       |
| 1                     | Sólidos Suspendidos             | AAA-PE-A034      | mg/L       | 73        | 130              | CUMPLE       |
| 1                     | Sólidos Totales                 | AAA-PE-A035      | mg/L       | 280       | 1600             | CUMPLE       |
| (*)                   | Caudal de Descarga              | N/A              | L/s        | 0,53      | NA               |              |
| 1                     | pH in situ                      | AAA-PI-A002      | unid pH    | 7,8       | 6,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                     | Temperatura (in situ)           | AAA-PI-A002      | °C         | 25,1      | 40,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>  |                                 |                  |            |           |                  |              |
| 2                     | Coliformes Totales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 1600000,0 | NA               |              |
| 2                     | Coliformes Fecales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 540000,0  | 10000,0          | NO CUMPLE    |

### NOTAS:

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AA (Acreditaciones):                                                                                                                                                   | Los valores de Incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la Incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |
| 1: Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE.                                                                                                   | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                                    |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE.                                                                                 | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                           |
| 2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada.                                                                                                                | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A001 / AAA-PI-S001.                                                                                                                                                            |

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.

|                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° QAE LE 1C 06-002 | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Lda. Alejandra Hidalgo<br>Gerente Técnica<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 23 de julio del 2015 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|--------------|
|                                                                                       | <b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Muestra</b><br><b>AAALab No:</b><br><br><b>2444-6</b><br><br><b>Pág 1 de 1</b>                                                                                                         |                   |                  |              |
|                                                                                                                                                                        | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.<br>Contactos: 3550122 / 5343303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| <b>INFORME DE RESULTADOS No. 2444-6</b>                                                                                                                                |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| <b>1.- DATOS GENERALES</b>                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| <b>CLIENTE:</b>                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       | GAD MUNICIPAL DE PANGUA                                                                                                                                                                                                                         | <b>TELÉFONO:</b>                                                                                                                                                                          | 052684157         |                  |              |
| <b>DIRECCIÓN:</b>                                                                                                                                                      |                                                                                                                                       | Calle Sucre y Ramón Campaña                                                                                                                                                                                                                     | <b>ATENCIÓN A:</b>                                                                                                                                                                        | Ing. Sergio Enazo |                  |              |
| <b>2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| <b>INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:</b>                                                                                                                                       |                                                                                                                                       | CUMPLE                                                                                                                                                                                                                                          | <b>LUGAR DE MUESTREO:</b>                                                                                                                                                                 |                   |                  |              |
| <b>TIPO DE MUESTRA:</b>                                                                                                                                                |                                                                                                                                       | AGUA RESIDUAL                                                                                                                                                                                                                                   | <b>FECHA DE MUESTREO:</b>                                                                                                                                                                 |                   |                  |              |
| <b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:</b><br>(Dada por el cliente)                                                                                                          |                                                                                                                                       | SALIDA BARRIO SAN JOSÉ PLANTA 3                                                                                                                                                                                                                 | <b>RESPONSABLE DEL MUESTREO:</b>                                                                                                                                                          |                   |                  |              |
| <b>FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:</b>                                                                                                                                     |                                                                                                                                       | 13/07/2015                                                                                                                                                                                                                                      | <b>PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:</b>                                                                                                                                                |                   |                  |              |
|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 | 11/07/2015 al 22/07/2015                                                                                                                                                                  |                   |                  |              |
| <b>3. RESULTADOS:</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| Norma de Comparación: TULAS, AM028, ANEXO 1, TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| AA                                                                                                                                                                     | PARAMETRO                                                                                                                             | METODO ANALITICO                                                                                                                                                                                                                                | UNIDADES                                                                                                                                                                                  | RESULTADO         | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
| <b>AGUAS Y SUELOS</b>                                                                                                                                                  |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Aceites y Grasas                                                                                                                      | AAA-PE-A001                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                                                                                                                                      | 5,3               | 30,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Color                                                                                                                                 | AAA-PE-A007                                                                                                                                                                                                                                     | Unid PtCo                                                                                                                                                                                 | >58               | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5                                                                                                       | AAA-PE-A010                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                                                                                                                                      | 118               | 100              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Química de Oxígeno                                                                                                            | AAA-PE-A011                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                                                                                                                                      | 202               | 200              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Tensoactivos MBAS                                                                                                                     | AAA-PE-A012                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                                                                                                                                      | 2,000             | 0,500            | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Fósforo Total                                                                                                                         | AAA-PE-A019                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                                                                                                                                      | 5,8               | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Ammoniacal                                                                                                                  | AAA-PE-A026                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                                                                                                                                      | 25,00             | 30,00            | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Total                                                                                                                       | AAA-PE-A027                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                                                                                                                                      | 37                | 50               | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Suspensivos                                                                                                                   | AAA-PE-A034                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                                                                                                                                      | 51                | 130              | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Totales                                                                                                                       | AAA-PE-A035                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                                                                                                                                      | 288               | 1600             | CUMPLE       |
| (*)                                                                                                                                                                    | Caudal de Descarga                                                                                                                    | N/A                                                                                                                                                                                                                                             | L/s                                                                                                                                                                                       | 0,33              | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                      | pH in situ                                                                                                                            | AAA-PI-A002                                                                                                                                                                                                                                     | unid pH                                                                                                                                                                                   | 7,3               | 6,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Temperatura (in situ)                                                                                                                 | AAA-PI-A002                                                                                                                                                                                                                                     | °C                                                                                                                                                                                        | 25,8              | 40,0             | CUMPLE       |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>                                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| 2                                                                                                                                                                      | Coliformes Totales NMP                                                                                                                | SM 9221B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                                                                                                                                                                | 540000,0          | NA               |              |
| 2                                                                                                                                                                      | Coliformes Fecales NMP                                                                                                                | SM 9221B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                                                                                                                                                                | 280000,0          | 10000,0          | NO CUMPLE    |
| <b>NOTAS:</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| <b>AA (Acreditaciones):</b>                                                                                                                                            |                                                                                                                                       | Los valores de incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación IAF.                                                                                                   |                                                                                                                                       | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| (*): Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación IAF.                                                                                |                                                                                                                                       | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| 2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada.                                                                                                                |                                                                                                                                       | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-S001.                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA. LTDA.                                                                                    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                   |                  |              |
| <b>4. OBSERVACIONES</b>                                                                                                                                                |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b>                                                                                                                                                 |                   |                  |              |
| Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° OAE LE 1C 06-002.                                    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 | <br>Lda. Alejandra Hidalgo<br>Gerente Técnica<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 23 de julio del 2015 |                   |                  |              |

|                                                                                   |                                                                                                                                     |  |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------|
|  | <b>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                  |  | <b>Muestra</b><br><b>AAALab No:</b><br><br><b>2444-7</b> |
|                                                                                   | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.<br>Contactos: 3550122 / 5143303 / serviciocliente@aanlab.com.ec |  | <b>Pág 1 de 1</b>                                        |

## INFORME DE RESULTADOS No. 2444-7

### 1.- DATOS GENERALES

|            |                             |             |                   |
|------------|-----------------------------|-------------|-------------------|
| CLIENTE:   | GAD MUNICIPAL DE PANGUA     | TELÉFONO:   | 052684157         |
| DIRECCIÓN: | Calle Sucre y Ramón Campaña | ATENCIÓN A: | Ing. Sergio Enano |

|                                                        |                           |        |                                     |                          |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:                          | INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: | CUMPLE | LUGAR DE MUESTREO:                  | GAD MUNICIPAL DE PANGUA  |
| TIPO DE MUESTRA:                                       | AGUA RESIDUAL             |        | FECHA DE MUESTREO:                  | 11/07/2015               |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:<br>(Dada por el cliente) | ENTRADA LAS JUNTAS        |        | RESPONSABLE DEL MUESTREO:           | ANAVANLAB                |
| FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:                            | 13/07/2015                |        | PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS: | 11/07/2015 al 23/07/2015 |

### 3. RESULTADOS: Norma de Comparación: TULAS, AM028, ANEXO 1, TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

| AA  | PARÁMETRO                       | METODO ANALITICO | UNIDADES   | RESULTADO | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
|-----|---------------------------------|------------------|------------|-----------|------------------|--------------|
|     | <b>AGUAS Y SUELOS</b>           |                  |            |           |                  |              |
| 1   | Aceites y Grasas                | AAA-PE-A001      | mg/L       | 11,3      | 30,0             | CUMPLE       |
| 1   | Color                           | AAA-PE-A007      | Unid PCo   | >58       | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1   | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 | AAA-PE-A010      | mg/L       | 188       | 100              | NO CUMPLE    |
| 1   | Demanda Química de Oxígeno      | AAA-PE-A011      | mg/L       | 335       | 200              | NO CUMPLE    |
| 1   | Tensioactivos MBAS              | AAA-PE-A012      | mg/L       | >2,92     | 0,5              | NO CUMPLE    |
| 1   | Fósforo Total                   | AAA-PE-A019      | mg/L       | 5,0       | 10,0             | CUMPLE       |
| 1   | Nitrógeno Amoniacal             | AAA-PE-A026      | mg/L       | 1,30      | 30,00            | CUMPLE       |
| 1   | Nitrógeno Total                 | AAA-PE-A027      | mg/L       | < 5       | 50               | CUMPLE       |
| 1   | Sólidos Suspensidos             | AAA-PE-A034      | mg/L       | 151       | 130              | NO CUMPLE    |
| 1   | Sólidos Totales                 | AAA-PE-A035      | mg/L       | 524       | 1600             | CUMPLE       |
| (*) | Caudal de Descarga              | N/A              | L/s        | 0,40      | NA               |              |
| 1   | pH in situ                      | AAA-PI-A002      | unid pH    | 7,4       | 6,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1   | Temperatura (in situ)           | AAA-PI-A002      | °C         | 26,1      | 40,0             | CUMPLE       |
|     | <b>MICROBIOLOGIA</b>            |                  |            |           |                  |              |
| 2   | Coliformes Totales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 920000,0  | NA               |              |
| 2   | Coliformes Fecales NMP          | SM 9221B         | NMP/100 mL | 920000,0  | 10000,0          | NO CUMPLE    |

### NOTAS:

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AA (Acreditaciones):                                                                                                                                                   | Los valores de Incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la Incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación IAB.                                                                                                   | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                                    |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación IAB.                                                                                 | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                           |
| 2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| El presente informe solo afecta a la muestra analizada.                                                                                                                | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB AAA-PI-A003 / AAA-PI-5005.                                                                                                                                                             |

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

|                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio IASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° OAE LE 1C 06-002. | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Lcda. Alejandra Hidalgo<br>Gerente Técnica<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 23 de julio del 2015. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

MC0709-08

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
|                                                                                       | <b>ANÁLITICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b><br><b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Muestra</b><br><b>AAALab No:</b><br><b>2444-8</b><br><b>Pág 1 de 1</b> |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
|                                                                                                                                                                        | La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá.<br>Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aanlab.com.ec |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>INFORME DE RESULTADOS No. 2444-8</b>                                                                                                                                |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>1.- DATOS GENERALES</b>                                                                                                                                             |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>CLIENTE:</b> GAD MUNICIPAL DE PANGUA                                                                                                                                |                                                                                                                                       | <b>TÉLEFONO:</b> 032684157                                                                                                                                                                                                                      |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>DIRECCIÓN:</b> Calle Sucre y Ramón Campaña                                                                                                                          |                                                                                                                                       | <b>ATENCIÓN A:</b> Ing. Sergio Erazo                                                                                                                                                                                                            |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                    |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:</b> CUMPLE                                                                                                                                |                                                                                                                                       | <b>LUGAR DE MUESTREO:</b> GAD MUNICIPAL DE PANGUA                                                                                                                                                                                               |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>TIPO DE MUESTRA:</b> AGUA RESIDUAL                                                                                                                                  |                                                                                                                                       | <b>FECHA DE MUESTREO:</b> 11/07/2015                                                                                                                                                                                                            |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:</b> SALIDA LAS JUNTAS<br><small>(Dada por el cliente)</small>                                                                         |                                                                                                                                       | <b>RESPONSABLE DEL MUESTREO:</b> ANAVANLAB                                                                                                                                                                                                      |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>FECHA DE RECEPCIÓN MUESTRA:</b> 13/07/2015                                                                                                                          |                                                                                                                                       | <b>PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS:</b> 11/07/2015 al 23/07/2015                                                                                                                                                                             |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>3. RESULTADOS:</b> Norma de Comparación: TULAS, AM028, ANEXO 1, TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE                                             |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| AA                                                                                                                                                                     | PARAMETRO                                                                                                                             | METODO ANALITICO                                                                                                                                                                                                                                | UNIDADES                                                                  | RESULTADO                                                                                                                                                                                                                              | VALORES DE NORMA | CUMPLIMIENTO |
|                                                                                                                                                                        | <b>AGUAS Y SUELOS</b>                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| 1                                                                                                                                                                      | Aceites y Grasas                                                                                                                      | AAA-PE-A001                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                      | 14,0                                                                                                                                                                                                                                   | 30,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Color                                                                                                                                 | AAA-PE-A007                                                                                                                                                                                                                                     | Unid PtCo                                                                 | >58                                                                                                                                                                                                                                    | Inapreciable     | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Bioquímica de Oxígeno 5                                                                                                       | AAA-PE-A010                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                      | 278                                                                                                                                                                                                                                    | 100              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Demanda Química de Oxígeno                                                                                                            | AAA-PE-A011                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                      | 484                                                                                                                                                                                                                                    | 200              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Tensoactivos MBAS                                                                                                                     | AAA-PE-A012                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                      | 2,580                                                                                                                                                                                                                                  | 0,500            | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Fósforo Total                                                                                                                         | AAA-PE-A019                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                      | 7,0                                                                                                                                                                                                                                    | 10,0             | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Amoniacal                                                                                                                   | AAA-PE-A026                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                      | 3,20                                                                                                                                                                                                                                   | 30,00            | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Nitrógeno Total                                                                                                                       | AAA-PE-A027                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                      | 7                                                                                                                                                                                                                                      | 50               | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Suspendidos                                                                                                                   | AAA-PE-A034                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                      | 395                                                                                                                                                                                                                                    | 130              | NO CUMPLE    |
| 1                                                                                                                                                                      | Sólidos Totales                                                                                                                       | AAA-PE-A035                                                                                                                                                                                                                                     | mg/L                                                                      | 492                                                                                                                                                                                                                                    | 1600             | CUMPLE       |
| (*)                                                                                                                                                                    | Caudal de Descarga                                                                                                                    | N/A                                                                                                                                                                                                                                             | L/s                                                                       | N/A                                                                                                                                                                                                                                    | NA               |              |
| 1                                                                                                                                                                      | pH in situ                                                                                                                            | AAA-PI-A002                                                                                                                                                                                                                                     | unid pH                                                                   | 7,1                                                                                                                                                                                                                                    | 6,0 - 9,0        | CUMPLE       |
| 1                                                                                                                                                                      | Temperatura (in situ)                                                                                                                 | AAA-PI-A002                                                                                                                                                                                                                                     | °C                                                                        | 26,2                                                                                                                                                                                                                                   | 40,0             | CUMPLE       |
|                                                                                                                                                                        | <b>MICROBIOLOGIA</b>                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| 2                                                                                                                                                                      | Coliformes Totales NMP                                                                                                                | SM 9221B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                                                | 920000,0                                                                                                                                                                                                                               | NA               |              |
| 2                                                                                                                                                                      | Coliformes Fecales NMP                                                                                                                | SM 9221B                                                                                                                                                                                                                                        | NMP/100 mL                                                                | 920000,0                                                                                                                                                                                                                               | 10000,0          | NO CUMPLE    |
| <b>NOTAS:</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>AA (Acreditaciones):</b>                                                                                                                                            |                                                                                                                                       | Los valores de Incertidumbre de los parámetros analizados, se encuentran disponibles en el laboratorio. Se reporta la Incertidumbre cuando ésta afecta al análisis de cumplimiento con la norma de comparación o cuando el cliente lo solicita. |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| 1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE.                                                                                                   |                                                                                                                                       | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma.                                                                                                                                    |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| (*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE.                                                                                 |                                                                                                                                       | NO: No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma.                                                                                                                           |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| 2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados. |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| El presente informe sólo afecta a la muestra analizada.                                                                                                                |                                                                                                                                       | Procedimiento de Toma de muestra utilizado por ANAVANLAB: AAA-PI-A003 / AAA-PI-002                                                                                                                                                              |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.                                                                                     |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |
| <b>4. OBSERVACIONES</b><br>Los ensayos microbiológicos se han realizado en el Laboratorio LASA y se encuentran acreditados por el SAE con N° CAE LE 1C 06-002          |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           | <b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b><br><br>Lda. Alejandra Hidalgo<br>Gerente Técnica<br>ANAVANLAB CIA. LTDA.<br>Quito, 23 de julio del 2015 |                  |              |

## **ANEXO No. 8. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA**

### **8.1. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales No. 1: Sector San Alberto**



### **8.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales No. 2: Sector San Alberto**



**8.3. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales No. 3:  
Sector San José.**



**8.4. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales No. 4:  
Recinto Las Juntas**



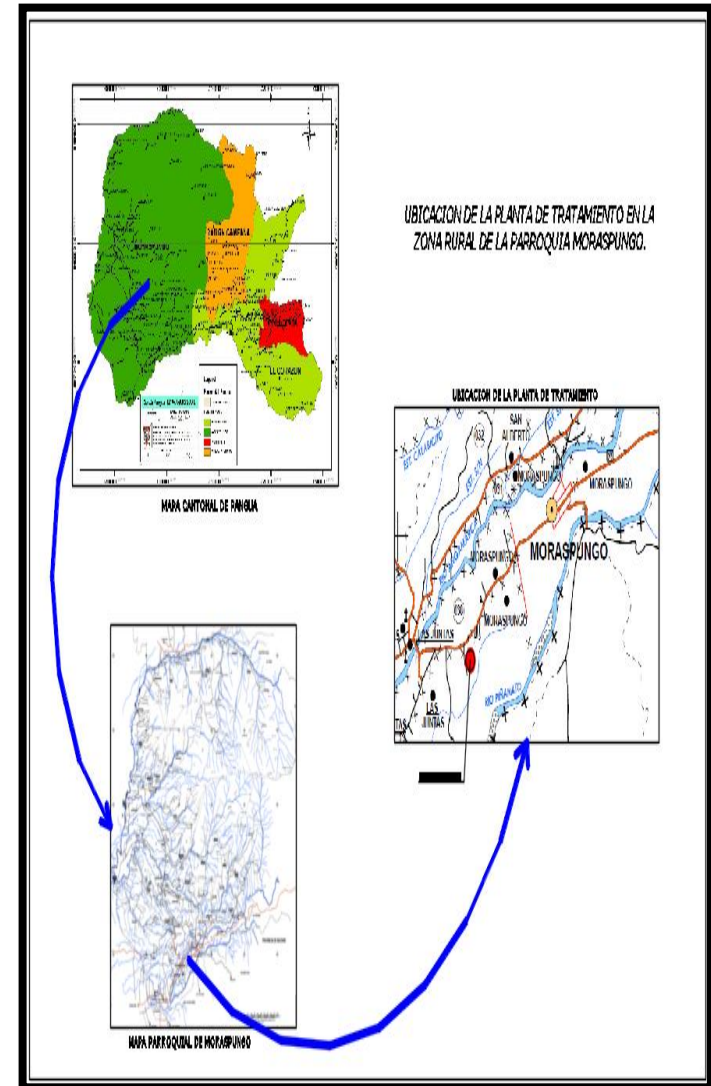
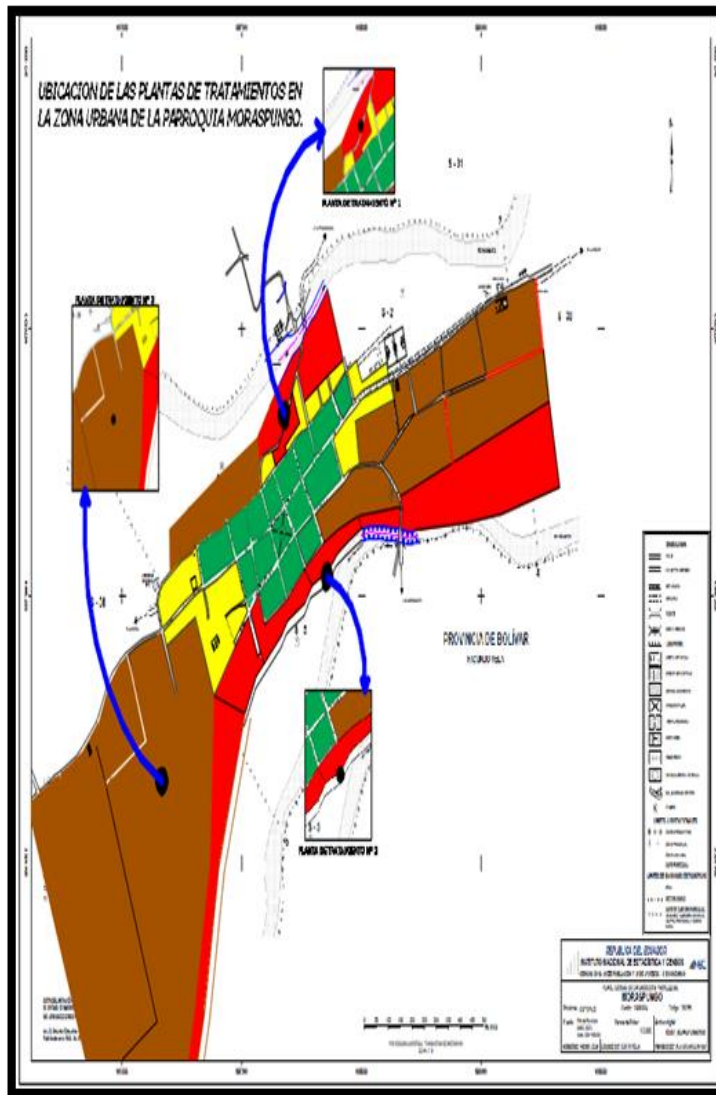
## 8.5. Entrevistas a los usuarios del área de influencia directa



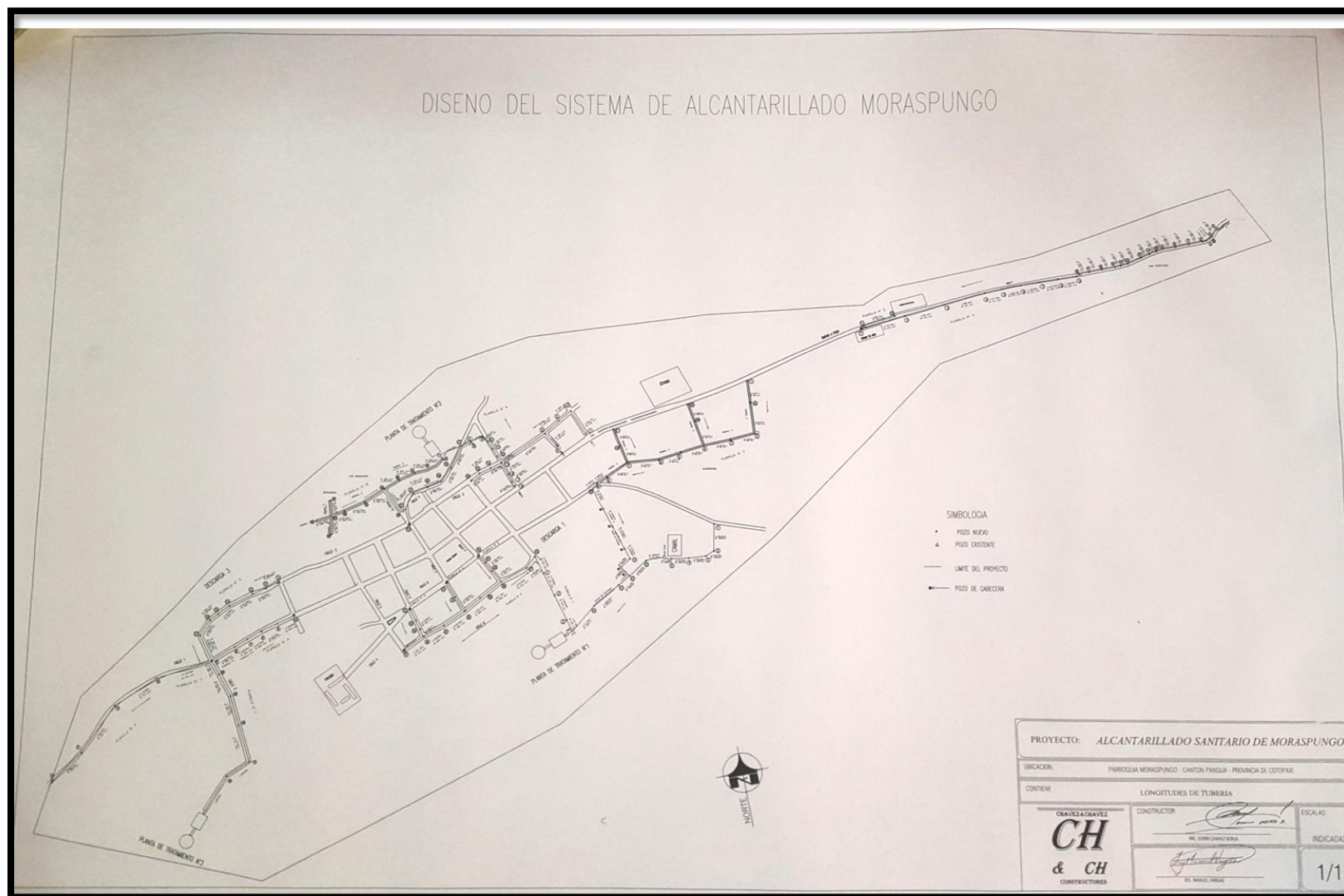
### 8.6. Muestreo de las aguas residuales en cada planta de tratamiento sanitario.



## ANEXO No. 9. UBICACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE MORASPUNGO



## ANEXO No.10. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL ÁREA URBANA DE MORASPUNGO



# ANEXO No.11. ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL ÁREA URBANA DE MORASPUNGO

