

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA**  
**MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL**



**ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE Y LA  
SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES DE LA EPS SEDA  
HUÁNUCO S.A. EN LA LOCALIDAD DE TINGO MARÍA, 2019.**

**TESIS**

Para optar al Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA,  
MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

**JORGE ALEJANDRO SUAREZ VÁSQUEZ**

Tingo María – Perú

2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**UNIDAD DE POSGRADO**



**DIRECCIÓN**

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**  
**Nro. 001-UPG-FRNR-UNAS**

En la ciudad universitaria, siendo las 04:00 p.m. del miércoles 08 de febrero de 2023, reunidos virtualmente vía Microsoft Teams, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**"ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE Y LA SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES DE LA EPS SEDA HUÁNUCO S.A. EN LA LOCALIDAD DE TINGO MARÍA, 2019"**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención: Gestión Ambiental **JORGE ALEJANDRO SUÁREZ VÁSQUEZ**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **BUENO**. Acto seguido, a horas 06.00 p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Dr. CESAR SAMUEL DOPEZ LOPEZ  
Presidente del Jurado

Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ  
Miembro del Jurado

Ing. MS.c. RAIDA L. MATOS BUSTAMANTE  
Miembro del Jurado

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE  
Asesor

Dr. LUIS EDUARDO ORE CERTO  
Asesor



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL**  
(RIDUNAS)

Correo: [repositorio@unas.edu.pe](mailto:repositorio@unas.edu.pe)



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

**CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 053 - 2023 - CS-RIDUNAS**

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

**CERTIFICA QUE:**

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Escuela de Posgrado UNAS

Tipo de documento:

|       |   |                          |  |
|-------|---|--------------------------|--|
| Tesis | X | Trabajo de investigación |  |
|-------|---|--------------------------|--|

| TÍTULO  | AUTOR                          | PORCENTAJE DE SIMILITUD     |
|---|--------------------------------|-----------------------------|
| ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE Y LA SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES DE LA EPS SEDA HUÁNUCO S.A. EN LA LOCALIDAD DE TINGO MARÍA, 2019. | JORGE ALEJANDRO SUAREZ VÁSQUEZ | <b>20%</b><br><b>Veinte</b> |

Tingo María, 14 de marzo de 2023

  
Mg. Ing. García Villegas, Christian  
Coordinador del Repositorio Institucional  
Digital (RIDUNAS)

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por su amor infinito y su fuerza que me brinda para seguir adelante e iluminar siempre mis pasos y guiarme en el camino que debo seguir para no decaer.

### **A mis padres**

Yolanda y Erwin por su apoyo y amor incondicional que me brinda hoy, mañana y siempre para mi formación como profesional

A mi hermana Maribel y mi sobrino Jesús por el amor, que le tengo y la alegría de la familia.

A todas las personas que Dios puso en mi camino durante mis tesis, quienes con su conocimiento y experiencia me han hecho ver una realidad diferente y me dieron palabras de aliento y apoyo

## AGRADECIMIENTO

- ✓ A la **Universidad Nacional Agraria de la Selva**, por formarme profesionalmente.
- ✓ A la **facultad de recursos naturales renovables, especialidad de ingeniería ambiental**, por la enseñanza y confianza que deposita en nosotros en un futuro.
- ✓ A mis asesores el **Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer, Casiano Aguirre Escalante** y al **Dr. Luis Eduardo Ore Cierzo** por dedicarme parte de su tiempo y asesorarme para la presentación del presente informe final de tesis. También hago agradecimiento extensivo al **Ing Richar Sías Rodríguez**, por el apoyo incondicional que me dio para poder realizar mi tesis en el laboratorio de microbiología general.
- ✓ A todos los docentes de la escuela de posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, a la maestría en **Ciencias Agroecológicas** mención “**Gestión Ambiental**”, quienes han contribuido con sus conocimientos para mi consolidación profesional.
- ✓ A los miembros de jurado un extensivo agradecimiento, al profesor **Dr, Cesar Samuel López López, Dr. Manrique de Lara Suarez Lucio, MSc. Raida Lourdes Matos Bustamante** por el apoyo en el asesoramiento y correcciones de mi informe final de tesis.
- ✓ Al laboratorio de **microbiología general, laboratorio de suelos** y a la institución **Seda Huánuco S.A. Sucursal Leoncio Prado** por permitirme realizar algunas pruebas microbiológicas, fisicoquímicas y metales pesados y poder contrastar la calidad del agua potable de Seda Huánuco S.A. sucursal Leoncio Prado y el grado de satisfacción de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande de la Provincia de Leoncio Prado.

## ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen / Palabras claves

Abstract

Introducción

|        |  |    |
|--------|--|----|
| I.     | INTRODUCCIÓN   | 01 |
| 1.1.   | Objetivo general   | 02 |
| 1.2.   | Objetivos específicos  | 02 |
| II.    | REVISIÓN DE LITERATURA   | 03 |
| 2.1.   | Generalidades de la empresa Seda Huánuco SA                    | 03 |
| 2.1.1. | Reseña de Seda Huánuco SA sucursal Leoncio Prado               | 03 |
| 2.1.2. | Base legal   | 04 |
| 2.1.3. | Organigrama de Seda Huánuco SA sucursal Leoncio Prado          | 04 |
| 2.1.4. | Sistema de agua potable Seda Huánuco SA sucursal Leoncio Prado | 05 |
| 2.2.   | Generalidades del agua   | 08 |
| 2.2.1. | El agua  | 08 |
| 2.2.2. | Escasez del agua   | 09 |
| 2.2.3. | Importancia del agua   | 10 |
| 2.2.4. | Tipos de fuente de agua  | 10 |
| 2.2.5. | La contaminación del agua                                      | 11 |
| 2.2.6. | Usos del agua  | 13 |
| 2.2.7. | Calidad del agua   | 14 |
| 2.3.   | El agua subterránea  | 16 |
| 2.3.1. | Calidad del agua subterránea                                   | 17 |
| 2.3.2. | Contaminación de agua subterránea                              | 17 |
| 2.4.   | Agua potable   | 18 |
| 2.4.1. | Características  | 19 |
| 2.4.2. | Requerimientos básicos para que el agua sea potable            | 20 |
| 2.4.3. | Sistemas de abastecimiento del agua potable                    | 20 |
| 2.5.   | Índice de calidad del agua                                     | 21 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.5.1. | Ventajas y desventajas del índice de calidad del agua | 22 |
| 2.5.2. | Clases de indicadores de calidad del agua             | 23 |
| 2.6.   | Características del agua                              | 26 |
| 2.6.1. | Parámetros metales pesados del agua                   | 26 |
| 2.6.2. | Parámetros fisicoquímicos del agua                    | 30 |
| 2.6.3. | Parámetros microbiológicos del agua                   | 35 |
| 2.7.   | Normas videntes de calidad del agua en el Perú        | 38 |
| 2.7.1. | Estándares de calidad ambiental del agua              | 38 |
| 2.7.2. | Reglamento de la calidad del agua para consumo humano | 40 |
| 2.8.   | Grado de satisfacción                                 | 41 |
| 2.8.1. | Satisfacción del cliente del servicio                 | 41 |
| 2.8.2. | Nivel de satisfacción                                 | 42 |
| 2.9.   | Definición de términos básicos                        | 43 |
| III.   | MATERIALES Y MÉTODOS                                  | 45 |
| 3.1.   | Lugar de ejecución                                    | 45 |
| 3.2.   | Materiales y equipos                                  | 46 |
| 3.2.1. | Materiales  | 46 |
| 3.2.2. | Equipos   | 47 |
| 3.2.3. | Medios de cultivo                                     | 47 |
| 3.2.4. | Métodos   | 47 |
| a.     | Toma de muestra                                       | 47 |
| b.     | Diseño de la investigación                            | 48 |
| c.     | Transporte y acondicionamiento de la muestra          | 48 |
| d.     | Evaluación de los metales pesados                     | 49 |
| e.     | Análisis de los fisicoquímicos                        | 49 |
| f.     | Análisis microbiológicos                              | 50 |
| g.     | Cálculo del ICA – agua                                | 54 |
| 3.2.5. | Criterios de investigación                            | 57 |
| a.     | Nivel de investigación                                | 57 |
| b.     | Tipo de investigación                                 | 57 |
| c.     | Variables e indicadores                               | 58 |
| d.     | Universo, población y muestra                         | 58 |
| e.     | Determinación de hipótesis                            | 59 |

|  |     |
|--|-----|
| 1. Los métodos de correlación de Spearman                                  | 59  |
| 2. Coeficiente de correlación por jerarquías de Spearman (Rho de Spearman) | 59  |
| 3. Coeficiente de alfa de Cronbach   | 60  |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN   | 62  |
| V. CONCLUSIONES  | 108 |
| VI. PROPUESTA A FUTURO   | 109 |
| VII. REFERENCIA  | 110 |
| ANEXO  | 123 |



## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>Tabla</b> |  | <b>Página</b> |
|--------------|--|---------------|
| 01           | Peso relativo para cada parámetro del ICA - NSF  | 24            |
| 02           | Escala de clasificación para el ICA – NSF  | 24            |
| 03           | Clasificación de la calidad del agua según el método ICA – Oregón                              | 25            |
| 04           | Rango de la DBO <sub>5</sub>   | 31            |
| 05           | Rangos de concentración del oxígeno disuelto   | 32            |
| 06           | Estándares de calidad ambiental del agua   | 39            |
| 07           | Reglamento de la calidad del agua para consumo humano  | 40            |
| 08           | Coordenadas UTM de los puntos de muestreo  | 46            |
| 09           | Metales pesados en Rupa Rupa y Castillo Grande   | 49            |
| 10           | Parámetros fisicoquímicos  | 49            |
| 11           | Calificación de los ICA  | 57            |
| 12           | Interpretación de la calificación ICA  | 57            |
| 13           | Grado de relación según coeficiente de correlación   | 60            |
| 14           | Coeficiente Alfa de Cronbach   | 61            |
| 15           | Valores promedio de los metales pesados del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande            | 62            |
| 16           | Valores promedio de los parámetros fisicoquímico del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande   | 68            |
| 17           | Valores promedio de los parámetros microbiológicos del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande | 81            |
| 18           | ICA del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande  | 87            |
| 19           | Prueba de hipótesis de Rho de Spearman   | 106           |
| 20           | Determinación de las condiciones óptimas de los medidores de agua                              | 124           |
| 21           | Determinación de las supervisiones de las tuberías   | 124           |
| 22           | Determinación del color del agua   | 124           |
| 23           | Determinación del olor del agua  | 125           |
| 24           | Determinación del sabor del agua   | 125           |
| 25           | Determinación del agua es pura, libre de impurezas   | 125           |
| 26           | Determinación de la calidad del agua   | 126           |

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 27 | Determinación de filtraciones y/o rupturas de tuberías                                | 126 |
| 28 | Percepción de purga al reparar las tuberías y/o matrices                              | 126 |
| 29 | Percepción del análisis de cloro residual y turbidez                                  | 127 |
| 30 | Determinación de la cantidad de agua (presión)  | 127 |
| 31 | Determinación de la fluidez y libre de cortes del agua                                | 127 |
| 32 | Percepción de nuevas instalaciones de redes de agua                                   | 128 |
| 33 | Percepción de la demanda insatisfecha   | 128 |
| 34 | Determinación de la atención inmediatas de nuevos usuarios                            | 128 |
| 35 | Percepción del equipamiento de las oficinas   | 129 |
| 36 | Determinación de la calidad del servicio que ofrece la empresa                        | 129 |
| 37 | Determinación de la atención del personal hacia el usuario                            | 129 |
| 38 | Percepción ante el personal sobre la confianza y seguridad                            | 130 |
| 39 | Determinación de la medición del consumo de agua                                      | 130 |
| 40 | Determinación de la entrega de recibos  | 130 |
| 41 | Determinación del precio del consumo de agua  | 131 |
| 42 | Determinación cortes de servicios   | 131 |
| 43 | Determinación de la empresa no avisa el alza de sus precios                           | 131 |
| 44 | Determinación de la transparencia del servicio de agua potable                        | 132 |
| 45 | Estado civil de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande              | 132 |
| 46 | Lugar de origen de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande           | 132 |
| 47 | Genero de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande                    | 133 |
| 48 | Grado de estudio de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande          | 133 |
| 49 | Edad de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande                      | 133 |
| 50 | Valores de los parámetros metales pesados del distrito de Rupa Rupa y castillo Grande | 134 |
| 51 | Valores de los parámetros fisicoquímico del distrito de Rupa Rupa y castillo Grande   | 134 |
| 52 | Valores de los parámetros microbiológico del distrito de Rupa Rupa y castillo Grande  | 134 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| <b>Figura</b> |  | <b>Pagina</b> |
|---------------|--|---------------|
| 01            | Tipos de contaminación   | 12            |
| 02            | Distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande                              | 45            |
| 03            | Diseño experimental  | 48            |
| 04            | Análisis de coliformes totales                                       | 50            |
| 05            | Evaluación de coliformes termotolerantes                             | 51            |
| 06            | Evaluación de <i>salmonella sp</i>                                   | 52            |
| 07            | Evaluación de <i>Vibrio choleare</i>                                 | 52            |
| 08            | Evaluación de mohos y levadura                                       | 53            |
| 09            | Determinación microbiana de bacteria heterotrófica                   | 53            |
| 10            | Información base necesaria para la determinación del ICA             | 54            |
| 11            | Evaluación del cadmio en los diferentes puntos de muestreo           | 62            |
| 12            | Evaluación del plomo en los diferentes puntos de muestreo            | 63            |
| 13            | Evaluación del cobre en los diferentes puntos de muestreo            | 64            |
| 14            | Evaluación del hierro en los diferentes puntos de muestreo           | 65            |
| 15            | Evaluación del Zinc en los diferentes puntos de muestreo             | 66            |
| 16            | Evaluación del manganeso en los diferentes puntos de muestreo        | 67            |
| 17            | Evaluación de la conductividad en los diferentes puntos de muestreo  | 68            |
| 18            | Evaluación del DBO <sub>5</sub> en los diferentes puntos de muestreo | 69            |
| 19            | Evaluación del OD en los diferentes puntos de muestreo               | 70            |
| 20            | Evaluación del pH en los diferentes puntos de muestreo               | 71            |
| 21            | Evaluación del STD en los diferentes puntos de muestreo              | 72            |
| 22            | Evaluación de la temperatura en los diferentes puntos de muestreo    | 73            |
| 23            | Evaluación del cloruro en los diferentes puntos de muestreo          | 74            |
| 24            | Evaluación del nitrato en los diferentes puntos de muestreo          | 75            |
| 25            | Evaluación del nitrito en los diferentes puntos de muestreo          | 76            |
| 26            | Evaluación del amoníaco en los diferentes puntos de muestreo         | 77            |
| 27            | Evaluación del fósforo total en los diferentes puntos de muestreo    | 78            |
| 28            | Evaluación de la dureza en los diferentes puntos de muestreo         | 79            |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 29 | Evaluación de la turbiedad en los diferentes puntos de muestreo              | 80 |
| 30 | Evaluación del coliformes totales en los diferentes puntos de muestreo       | 81 |
| 31 | Evaluación del coliforme Termotolerante en los diferentes puntos de muestreo | 82 |
| 32 | Evaluación de la salmonella sp en los diferentes puntos de muestreo          | 83 |
| 33 | Evaluación de la vibro choleare en los diferentes puntos de muestreo         | 84 |
| 34 | Evaluación de la mohos y levadura en los diferentes puntos de muestreo       | 85 |
| 35 | Evaluación de la bacteria heterotrófica en los diferentes puntos de muestreo | 86 |
| 36 | Evaluación del ICA aplicado con el LMP y el ECAs                             | 88 |
| 37 | Determinación de las condiciones óptimas de los medidores de agua            | 89 |
| 38 | Determinación de las supervisiones de las tuberías                           | 90 |
| 39 | Determinación del color del agua   | 90 |
| 40 | Determinación del olor del agua  | 91 |
| 41 | Determinación del sabor del agua   | 91 |
| 42 | Determinación del agua es pura, libre de impurezas                           | 92 |
| 43 | Determinación de la calidad del agua   | 92 |
| 44 | Determinación de filtraciones y/o rupturas de tuberías                       | 93 |
| 45 | Percepción de purga al reparar las tuberías y/o matrices.                    | 93 |
| 46 | Percepción del análisis de cloro residual y turbidez.                        | 94 |
| 47 | Determinación de la cantidad de agua (presión)                               | 94 |
| 48 | Determinación de la fluidez y libre de cortes del agua                       | 95 |
| 49 | Percepción de nuevas instalaciones de redes de agua                          | 95 |
| 50 | Percepción de la demanda insatisfechas                                       | 96 |
| 51 | Determinación de la atención inmediatas de nuevos usuarios.                  | 96 |
| 52 | Percepción del equipamiento de las oficinas.                                 | 97 |
| 53 | Determinación del servicio que ofrece la empresa.                            | 98 |
| 54 | Determinación de la atención del personal hacia el usuario                   | 99 |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 55 | Percepción ante el personal sobre la confianza y seguridad.                                | 100 |
| 56 | Determinación de la medición del consumo de agua   | 100 |
| 57 | Determinación de la entrega de recibos.  | 101 |
| 58 | Determinación del precio del consumo de agua   | 101 |
| 59 | Determinación de cortes de servicios   | 102 |
| 60 | Determinación de la empresa no avisa el alza de sus precios                                | 102 |
| 61 | Determinación de la transparencia del servicio de agua potable                             | 103 |
| 62 | Determinación del género de los empleados de la institución                                | 103 |
| 63 | Determinación del lugar de los clientes  | 104 |
| 64 | Edad de los usuarios   | 104 |
| 65 | Estado civil de los usuarios   | 105 |
| 66 | Grado de instrucción de los usuarios   | 105 |
| 67 | Región de rechazo de hipótesis   | 107 |
| 68 | Se tomo lectura del DBO <sub>5</sub> de las muestras analizadas                            | 135 |
| 69 | Se realizó la prueba del análisis de nitrato   | 135 |
| 70 | Se realizó la prueba del análisis del nitrito  | 136 |
| 71 | Se realizó la prueba del análisis de amoníaco  | 136 |
| 72 | Se realizó la prueba del análisis del fosforo total  | 137 |
| 73 | Se realizó la prueba del análisis de la dureza del agua                                    | 137 |
| 74 | Se realizó la prueba del análisis de turbidez  | 138 |
| 75 | Se realizó los análisis fisicoquímicos   | 138 |
| 76 | Se realizó la prueba del análisis de los coliformes totales                                | 139 |
| 77 | Se realizó la prueba del análisis de coliforme termotolerantes                             | 139 |
| 78 | Se realizó la siembra de los análisis microbiológicos                                      | 140 |
| 79 | Se realizó la prueba del análisis de <i>salmonella sp</i>                                  | 140 |
| 80 | Se realizó la prueba del análisis de <i>Vibrio Cholerae</i>                                | 141 |
| 81 | Se realizó la prueba del análisis de mohos y levaduras                                     | 141 |
| 82 | Se realizó la prueba del análisis de Bacteria heterotrófica                                | 142 |
| 83 | Se verifico el proceso de cloración que se realiza   | 142 |
| 84 | Instalaciones del proceso de cloración y la planta de producción del agua potable torre I. | 143 |
| 85 | Instalaciones de la planta de producción del agua potable torre II                         | 143 |
| 86 | Instalaciones del funcionamiento de las electrobombas.                                     | 144 |

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 87 | Instalaciones del funcionamiento de la red hidráulica.  | 144 |
| 88 | Almacenamiento del cloro de gas   | 145 |
| 89 | Reservorio de Tingo María de la zona urbana con una capacidad de 1800 m <sup>3</sup> .              | 145 |
| 90 | Reservorio de Castillo Grande de la zona Castillo Grande con una capacidad de 1000 m <sup>3</sup> . | 146 |
| 91 | Reservorio de Tingo María de la zona sur con una capacidad de 200 m <sup>3</sup> .                  | 146 |

## ÍNDICE DE ANEXO

| <b>Anexo</b> |   | <b>Página</b> |
|--------------|---|---------------|
| 01           | Tabulación de las encuestas del nivel de satisfacción de los usuarios de Seda Huánuco SA Sucursal Leoncio Prado | 124           |
| 02           | Tabulación de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metales pesados                                  | 134           |
| 03           | Panel fotográfico   | 135           |
| 04           | Normas norte americanas   | 147           |
| 05           | Normas europeas aplicables al agua potable (OMS)  | 148           |
| 06           | Encuesta  | 149           |
| 07           | Matriz de consistencia interna  | 151           |
| 08           | Matriz de consistencia externa  | 152           |
| 09           | Análisis de Fiabilidad de Cronbach  | 153           |
| 10           | Validez de instrumento de investigación – primer juicio experto   | 154           |
| 11           | Validez de instrumento de investigación – segundo juicio experto  | 155           |
| 12           | Validez de instrumento de investigación – tercer juicio experto   | 156           |
| 13           | Informe de datos meteorológicos y climatológicos  | 157           |
| 14           | Sistema de tratamiento de agua potable Seda Huánuco SA – Sucursal Leoncio Prado                                 | 158           |
| 15           | Resultados de los análisis de los metales pesados   | 159           |
| 16           | Resultados de los análisis fisicoquímicos   | 163           |
| 17           | Resultados de los análisis microbiológicos  | 167           |
| 18           | Mapa de ubicación - planta de captación   | 171           |
| 19           | Mapa de ubicación del distrito de Rupa Rupa - zona sur  | 172           |
| 20           | Mapa de ubicación del distrito de Rupa Rupa - zona urbana   | 173           |
| 21           | Mapa de ubicación del distrito de Castillo Grande - zona Castillo Grande  | 174           |
| 22           | Mapa del ICA del distrito de Rupa Rupa – zona planta de agua – sur – urbano                                     | 175           |
| 23           | Mapa del ICA del distrito de Castillo Grande – zona Castillo Grande   | 176           |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 24 | Índice de calidad ambiental del agua de los distritos de Rupa Rupa y Castillo Grande | 177 |
| 25 | Red de agua potable del distrito de Rupa Rupa  | 178 |
| 26 | Red de agua potable del distrito de Castillo Grande                                  | 179 |
| 27 | Red de agua potable de los distritos de Rupa Rupa y Castillo Grande                  | 180 |



## RESUMEN

La presente investigación se ejecutó en el distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande (Huánuco) de junio a diciembre de 2019, y nos preguntamos ¿Cuál es la relación del índice de la calidad del agua potable y la satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco S.A. en la localidad de Tingo María, 2019?, para ello se contó con la participación de los usuarios de la empresa Seda Huánuco SA Sucursal Leoncio Prado que hace un total de 368 encuestados, se aplicó una encuesta de 25 preguntas a escala de Likert; es de tipo aplicada y desarrollado a un nivel correlacional. Los datos recolectados se analizaron mediante estadística (métodos gráficos) y el Rho de Spearman, demostró una correlación media positiva, ( $\text{Sig. } 0.935 > \alpha = 0.05$ ), y también se realizó la prueba de confiabilidad de Cronbach entre las variables, lo que dio una muy buena fiabilidad  $r = 0.997$ .

Se analizó los metales pesados, fisicoquímico y microbiológicos encontrando que la mayoría de los analizados están dentro de los Límites Máximo Permisibles (LMP) y de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), de igual manera el fósforo total y el *Vibrio Cholera* están fuera de los Estándares de Calidad Ambiental. De igual forma, el 29.89% de los encuestados se mostraron insatisfecho con la calidad del agua de la empresa, mientras que el 22.55% se mostraron totalmente satisfecho con la calidad del agua y el 8.42% totalmente insatisfecho con el servicio prestado, pero el 29.62% se mostraron satisfecho con el servicio.

Se puede concluir que el agua que brinda la EPS Seda Huánuco SA Sucursal Leoncio Prado es “EXCELENTE” para el consumo humano, por lo que existe relación entre las variables índice de la calidad del agua y la satisfacción de los clientes.

### **Palabras claves:**

Calidad del agua, satisfacción, clientes, agua potable, empresa prestadora de servicio, índice de calidad del agua, estándares de calidad ambiental y límites máximo permisibles.

## ABSTRACT

The present research was carried out in the Rupa Rupa and Castillo Grande districts (Huánuco, [Peru]) from June to December of 2019, and the question was: “What was the relationship between the quality index of the potable water and the satisfaction of the EPS Seda Huánuco S.A. clients at the Tingo Maria location in 2019?” In order to do this, there was participation on behalf of the clients of the Leoncio Prado office of the Seda Huánuco S.A. company, which made a total of 368 people that were interviewed. They were given a twenty five question questionnaire with responses on a Likert scale; the type was applied and carried out at a correlational level. The data collected was analyzed using statistics (graphing methods), and Spearman’s Rho, which revealed an average positive correlation (Sig.  $0.935 > \alpha = 0.05$ ), also, Cronbach’s trustworthiness test was done between the variables, which had a very good trustworthiness of  $r = 0.997$ .

The heavy metals, physicochemical, and microbiological [aspects] were analyzed, finding that the majority of that which was analyzed was within the maximum permissible limits (MPL; LMP in Spanish), and for the environmental quality standards (EQS; ECA in Spanish); in the same fashion, the total phosphorous and the *Vibrio cholerae* were outside of the environmental quality standards. In the same manner, 29.89% of those surveyed revealed that they were unsatisfied with the water quality of the company, while 22.55% revealed that they were completely satisfied with the water quality, and 8.42% were completely unsatisfied with the services rendered, but 29.62% were satisfied with the service.

It can be concluded that the water provided by the Leoncio Prado Office of the EPS Seda Huánuco S.A. was “excellent” for human consumption, due to which, a relationship between the variables “water quality index” and “client satisfaction” existed.

**Keywords:** water quality, satisfaction, clients, potable water, company rendering a service, water quality index, environmental quality standards, maximum permissible limits.

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento cuantioso y necesario para la supervivencia, su condición es un elemento protector del ecosistema y de las personas, lo que determina su uso final. El agua es considerada un elemento renovable porque se renueva continuamente durante el ciclo hidrológico, pero esto no significa que sea inagotable. El consumo de este elemento se ha incrementado de manera alarmante y sus fuentes de captación están constantemente amenazadas por desechos generados por la actividad antropogénica, por lo que es necesario utilizar adecuadamente este elemento y monitorearlo constantemente para conocer su calidad. Por lo usual, la calidad del agua generalmente se determina comprando las características físicas, químicas, microbiológicas y de metales pesados de las pruebas del agua con las normas de calidad del agua.

En América latina el Perú es considerado por tener abundante recurso y una de ella es el agua dulce e incluso a nivel mundial. Sin embargo, a medida que crece la población, hay carencia de agua potable, servicios de abastecimiento de agua y sistemas básico de saneamiento (OMS, 2006).

La Ley General de Salud, en el art. 150, es deber de las autoridades de la salud, capacitar y decidir en qué momento se reducirá y eliminar los elementos, factores y riesgo a la salud humana causados por factores ambientales. En este caso, se aplican las leyes y reglamento de agua potable y se implementan evaluaciones estrictas para garantizar que las personas beban agua limpia y saludable para proteger la salud de la población. La presente Norma generalmente está respaldado por el nivel de toxicidad aceptables para los humanos.

Cuando dialogamos de agua potable, podemos decir que a pasado por un tratamiento, hallándose en excelentes condiciones para ser inherida por el hombre. Actualmente la empresa Seda Huánuco SA - Sucursal Leoncio Prado, solo realiza el proceso de cloración o desinfección que es la fase donde se suministra cloro líquido a fin de eliminar todo tipo de microorganismos patógenos existentes en el agua, es por esa razón el interés para mí el poder investigar este tema y aportar al desarrollo de la gestión ambiental, el cual me pregunte ¿Cuál es la relación del índice de la calidad del agua potable y la satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco S.A. en la localidad de Tingo María, 2019? Además, esta investigación plantea la siguiente hipótesis, si existe relación significativa entre el índice de calidad de agua y la

satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco SA en la localidad de tingo María, 2019. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se mencionará a continuación los objetivos:

### **1.1. Objetivo general**

- Medir el nivel de relación del índice de la calidad del agua potable y la satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco S.A. en la localidad de Tingo María, 2019.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Determinar el índice de calidad del agua en la localidad de Tingo María.
- Determinar el nivel de satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco SA por el servicio de abastecimiento de agua.
- Determinar la correlación entre el índice de calidad ambiental del agua y la satisfacción del cliente.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Generalidades de la empresa Seda Huánuco SA**

#### **2.1.1. Reseña de Seda Huánuco SA Sucursal Leoncio Prado**

Seda Huánuco SA es una empresa prestadora de servicio de agua potable y alcantarillado, es una empresa municipal con estatus de derecho público. Seda Huánuco SA., emitida por DS N° 028-91-PCM con fecha 31/01/91, en presencia del Notario del Estado de Huánuco Dr. Hebert Malatesta. El SENAPA trasladó gratuitamente las acciones a las provinciales de Leoncio Prado y Huánuco. Esta fue registrada el 7 de octubre de 1991 a título 410, folio del tomo II.

De acuerdo con la Ley N° 26887 la empresa Seda Huánuco SA el 09/09/1999, en presencia de la notaría Corina López Morales de Israel, inscribió públicamente las reformas a los estatutos sociales para adecuarlos a la ley general de sociedad, esto lo encontramos en el título 4218 del 15/09/1998 que fue registrada con la cédula 384 rubro B asiento 2 registro mercantil de Huánuco. Seda Huánuco SA., con fecha 06 de septiembre, a través del notario público Corina López Morales de Israel registro en registro público las reformas a los estatutos relativas a la capitalización de los resultados acumulados de los ejercicios anteriores, que finalizaron el 31 de diciembre de 1998.

Seda Huánuco es una sociedad anónima, es una institución pública no financiada del estado, actualmente es con derecho privado, con autonomía administrativa, técnica y financiera, su oficina principal está ubicado en el Jr. Dámaso Beraun N° 545- Huánuco; cuenta con dos entidades desconcentradas en la provincia de Leoncio Prado (Tingo María) con domicilio legal en el Jr. José Olaya N° 342 y en el distrito de José Crespo y Castillo (Aucayacu) en el Jr. Independencia N° 507. La sucursal Leoncio Prado se constituyó por acuerdo de 19 de marzo del 2003, aprobado y adicionado el 29 de diciembre del 2003, e inscrito en el registro público de Tingo María, se constituyó Seda Huánuco – Sucursal Leoncio Prado en el asiento A00001, partida N° 11001859 el 22 de marzo del 2004.

La Sucursal Leoncio Prado cuenta con una organización y funciones, que conlleva parte de la autoridad que ejercen los órganos de la empresa, a fin de dar las condiciones para una autonomía de gestión, con el exclusivo criterio de que la sucursal de Leoncio Prado,

sea autosuficiente en la generación de sus ingresos, los cuales deben cubrir sus costos de operación mantenimiento, reposición e inversiones, para este efecto, se generó la sucursal Leoncio Prado, quien adopta una autonomía en las decisiones del manejo operativo y participación en las decisiones corporativas a nivel de la empresa, compartiendo los gastos que se tengan que efectuar en acciones de carácter común, haciéndola más dinámica y eficiente para mejorar el servicio que brinda la institución.

Seda Huánuco S.A. cuenta con NIT N° 20126850680, está sujeta a la tercera categoría de ingresos y lleva registros completos, el periodo de funcionamiento de la empresa es incierto y opera desde el día en que se inscribe en los registros públicos. La prestación de los servicios se realiza de conformidad con la Ley de Saneamiento N° 26338, el cual tiene su reglamento general DS N° 09-95 PRES, su entorno alcanza a la provincia de Leoncio Prado, Amarilis y Huánuco.

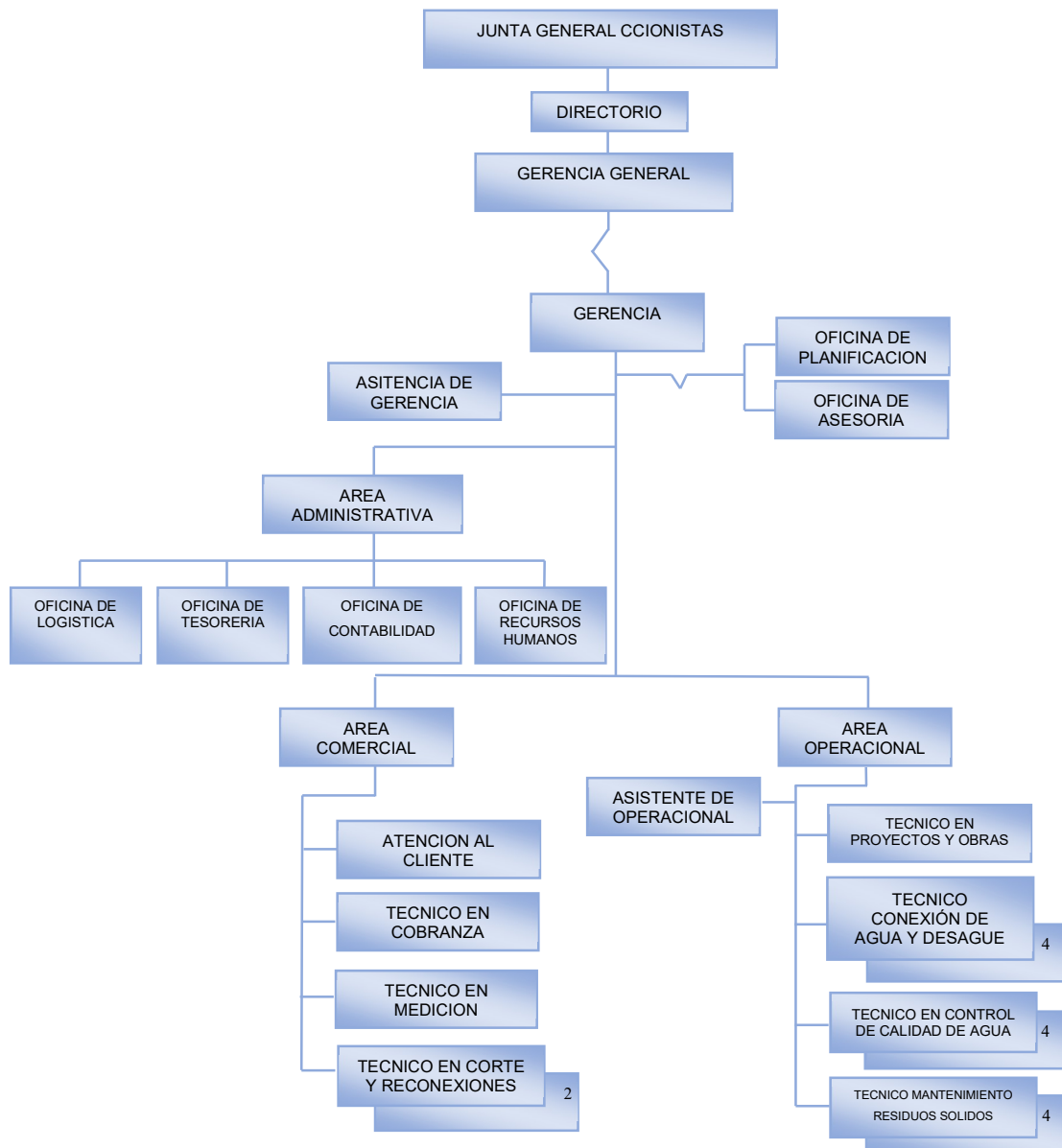
### **2.1.2. Base Legal**

La sucursal de Leoncio Prado se rige por su dispositivo de creación decreto supremo N° 028-91-PCM, por sus estatutos, por las siguientes disposiciones legales:

- Ley N° 17752 - ley general de aguas.
- Ley N° 25965, creación de la SUNASS
- D.S. N° 009-95-PRES, reglamento de los servicios de saneamiento.
- Nueva Ley general de sociedades N° 26887
- Ley orgánica de municipalidades N° 27972.
- Ley general del sistema nacional de tesorería N°28693

### **2.1.3. Organigrama de Seda Huánuco SA Sucursal Leoncio Prado**

El organigrama es de la siguiente manera:



#### 2.1.4. Sistema de agua potable

Se describe todos los procesos que realiza la EPS Seda Huánuco SA – Sucursal Leoncio Prado (ver anexo 16)

##### a. Fuente de agua

Actualmente la ciudad de Tingo María se abastece de aguas subterráneas que son captadas por dos pozos excavados (caisson), y se presume una capa freática, que está alimentada

por aguas provenientes de las cordilleras e infiltraciones del río Huallaga, el acuífero reúne buenas condiciones hidráulicas, teniendo una transmisividad pesimista de  $0.0028 \text{ m}^2/\text{s}$  ( $242 \text{ m}^2/\text{d}$ ) y un coeficiente de almacenamiento o porosidad eficaz de 7%. Según reporte del área de producción del año 2009, se ha explotado un caudal promedio anual de 114.83 L/s, con un mínimo en el mes de setiembre de 95.18 L/s y un máximo en el mes de diciembre de 123.46 L/s. Actualmente y con la Implementación de un nuevo caisson, se atiende a la población con 22 horas.

## **b. Captación**

Para abastecer con el servicio de agua potable a la ciudad de Tingo María y Castillo Grande, la empresa Seda Huánuco S.A, sucursal Leoncio Prado capta el agua de los pozos llamados “Caisson” ubicados a un costado del puente Corpac. Las aguas subterráneas provienen de las partes altas de Tingo María, y no es producto del río Huallaga que pasa por el costado de estos pozos, los pozos se encuentran mucho más profundos que el río Huallaga. La captación se efectúa a través de dos pozos excavados (caissons) que utilizan las aguas subterráneas adyacentes al río Huallaga.

### **- Caisson N° 1 (antiguo)**

Se bombea directamente al reservorio elevado de  $200 \text{ m}^3$ , durante 18 horas al día (de 5.00 am a 11.00 pm). Adicionalmente el Caisson N°1 cuenta con una segunda bomba, que trabaja de manera alternada (de 11.00 pm a 5.00 am) para alimentar al reservorio apoyado de Castillo Grande de  $1000 \text{ m}^3$ . Siendo el caudal promedio de bombeo incluyendo lo de Castillo Grande de 41,25 L/s Este resultado es inferior por que el caudal que se bombea a Castillo es de 30 lps. El Caisson Tienen un rendimiento en época de estiaje de 45 L/s. Su estado físico se puede considerar en general bueno.

### **- Caisson N° 2 (Nuevo)**

Se bombea directamente al reservorio apoyado de  $1.800 \text{ m}^3$ , durante las 24 horas del día, las bombas trabajan de manera alternada, existiendo la posibilidad de bombear al reservorio elevado de  $200 \text{ m}^3$  cuando se aumente la capacidad del pozo a 150 L/s, vía caisson de recarga o su profundización. Tienen un rendimiento en época de estiaje de 73.58 L/s. Su estado físico se puede considerar en general bueno.



Los motores eléctricos son alimentados por una subestación eléctrica con un transformador de 120 HP o por un grupo electrógeno y un generador de 50 HP para casos de emergencia

#### **c. Sistema de impulsión**

Desde los 2 pozos Caisson el agua es impulsado o succionado a través de motobombas de 100 HP, luego el agua es conducida mediante tuberías de 8 pulgadas de diámetro hacia los reservorios ubicados en Tingo María y Castillo Grande respectivamente.

El flujo de conducción hacia el almacenamiento prolongación el sistema de impulsión desde los 2 pozos Caisson el agua es impulsado o succionado a través de motobombas de 100 HP, luego el agua es conducida mediante tuberías de 8 pulgadas de diámetro hacia los reservorios ubicados en Tingo María y Castillo Grande respectivamente. Es por eso que podemos decir que el flujo de conducción hacia el almacenamiento prolongación Lamas es de 75 L/s, hacia el almacenamiento Castillo Grande a 25 L/s y al tercer almacenamiento Jr. José Olaya a unos 45 L/s.

#### **d. Estación de bombeo de agua potable**

La estación de bombeo de agua se encuentra montada en la caseta de los pozos. El caisson N°01 está equipada con una bomba de turbina de eje vertical cuya capacidad de bombeo de 50 L/s y 50 m de altura manométrica, impulsada con motor trifásico de corriente alterna, de potencia de 50 HP, voltaje 220/440 voltios, amperaje 132/66, de 1772 RPM, con su respectivo tablero de control y para Castillo Grande una bomba marca delcrosa de potencia 30HP, voltaje 220/380/440, Amperaje 76/43.8/38, con capacidad de bombeo de 30 L/s.

El Caisson N°02 equipado con dos bombas turbina de eje vertical:

**Bomba N°1:** Marca Delcrosa, Potencia 100HP, Voltaje 220/440 voltios, Amperaje 246/123 amperios, de 1765 RPM.

**Bomba N°2:** Marca Delcrosa, Potencia 100HP, Voltaje 220/380/440 voltios, Amperaje 246/142/123 amperios, de 1765 RPM.

**e. Cloración**

El sistema de cloración o desinfección es la fase donde se suministra cloro líquido a fin de eliminar todo tipo de microorganismos patógenos existentes en el agua tales como: Bacterias, virus y protozoarios; el cloro líquido se inyecta en las líneas de impulsión en la salida de los pozos Caisson.

**f. Conducción**

Desde los 2 pozos Caisson el agua es conducido mediante tuberías de 8 pulgadas de diámetro hasta los reservorios estratégicamente muy bien ubicados 1 en Castillo Grande y 2 en Tingo María.

**g. Almacenamiento**

Para poder establecer el servicio de agua potable a la población de Castillo Grande y Tingo María, la empresa Seda Huánuco S.A sucursal Leoncio Prado, almacena el líquido vital para la vida en sus tres reservorios: el primero ubicado en Castillo Grande con una capacidad de 1000 metros cúbicos, el segundo ubicado en la prolongación Lamas de 1800 m<sup>3</sup>.

**h. Distribución**

De esta manera la empresa Seda Huánuco S.A sucursal Leoncio Prado distribuye el servicio de agua potable a más de 6000 usuarios asentadas en la localidad de Castillo Grande, en la zona norte, centro y sur de Tingo María.

**2.2. Generalidades del agua****2.2.1. El agua**

Para Mauleon (2015) menciona que el agua es una sustancia líquida, incolora, insípida e inodora, existente en la naturaleza. El 71% de la superficie del planeta Tierra está compuesto de agua. Así mismo, es un componente bastante común dentro del sistema solar y el universo, estando presente como vapores (estado gaseoso) o hielos (estado sólido). En el

planeta Tierra, el 96.5% del agua se encuentra con mayor proporción en los mares y océanos, en los glaciares y casquetes polares con 1,74%, en depósitos acuíferos y permafrost con 1,72% y 0.04% del resto se encuentra repartido entre lagos, humedad de los suelos, vapor atmosférico, embalses, ríos, incluyendo también al organismo de los seres vivos (Mauleón, 2015).

El agua es fundamental para el desarrollo de la vida, especialmente el agua dulce. En la actualidad es un recurso insuficiente en nuestro planeta, no solo por el calentamiento global sino por su obtención. El agua dulce es empleada cotidianamente siendo un insumo importante como bebida, producción alimentaria y de recreación. Es por ello que sus estándares de calidad cada vez son más rigurosos, puesto que se han encontrado enfermedades a causa de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones.

El agua del planeta Tierra presenta un ciclo hídrico o hidrológico que consiste en la evaporación del agua en estado líquido ocasionado por calor solar, ascendiendo en forma gaseosa para luego ser condensadas en las nubes y precipitarse en forma de lluvia. Todo este ciclo es de suma importancia debido a que proporciona estabilidad climática y biología en el planeta, permitiendo el desarrollo de la vida.

### **2.2.2. Escasez del agua**

Los recursos hídricos se encuentran amenazados por negligencia y desinterés y/o falta de experiencia en el cumplimiento de las obligaciones de conservación, así como falta de instituciones, profesionales y técnicos, los recursos hídricos más importantes y estratégicos son muy vulnerables y quien es el responsable de su cuidado y uso para ellos (Reynolds, 2002).

Casi un tercio de la población mundial vive en países con escasez de agua alta o moderada. Alrededor de 80 países, que representan el 40% de la población mundial, experimentaron una grave escasez de agua a mediados de la década de 1990, y se estima que, en menos de 25 años, dos tercios de la población mundial vivirá en condiciones de escasez de agua. Para 2020, se espera que el desarrollo del agua aumente en un 40% y la producción de alimento es un 17% para satisfacer las necesidades de la población en desarrollo (CEPAL, 2002)

200 científicos de 50 países han concluido que la escasez de agua es uno de los dos problemas más apremiante del nuevo milenio (el otro es el cambio climático). El consumo

mundial de agua se ha duplicado desde 1950, en los últimos 25 años la disponibilidad de agua en el mundo ha disminuido en un 50%. Si extrapolas a partir de las tendencias actuales, en los próximos 20 años la gente tratará un 40% más de agua que ahora. Para 2025, aproximadamente 3500 millones de personas (casi la mitad de la población), enfrentarán problemas de agua. Asimismo, el número de personas que viven en países con escasez de agua aumentará de 470 millones en la actualidad a 3.000 millones en 2025. La mayoría de la población vive en países en vías de desarrollo (PNUMA, 2003).

### **2.2.3. Importancia del agua**

Según Alvarado y Ledesma (2011) mencionan que el agua es muy importante por las siguientes razones:

- Interviene en la composición de los seres vivos (hasta el 95% en peso).
- Constituye el alimento indispensable para la vida.
- Interviene en la fotosíntesis.
- Disuelve sustancias nutritivas para ser transformados dentro del organismo
- Sirve como ambiente de gran cantidad de organismos: peces, algas, etc.
- Actúan como vehículo transporte de sustancias en el interior de los seres vivos.
- Es una fuente de energía: "El Agua es Hulla blanca".
- Tiene múltiples aplicaciones en la vida diaria.
- Sirve como vía de comunicación para los hombres: Mares, Lagos, Ríos

### **2.2.4. Tipo de fuente de agua**

#### **a. Agua de lluvia**

La recolección de agua de lluvia se utiliza en situaciones en las que no se dispone de agua superficial y subterránea de alta calidad y las precipitaciones son más moderadas de lo habitual. Para ello, el techo de la casa o una superficie impermeable es capaz de captar el agua y transferirla al sistema, cuya capacidad depende del gasto requerido y la cantidad de lluvia. (Agüero, 2009)

**b. Aguas superficiales**

El agua superficial consiste en arroyos, ríos, lagos, etc. Circula naturalmente en la superficie de la tierra. Estas fuentes son menos deseables, especialmente en áreas pobladas o áreas donde pastan los animales. Pero en ocasiones la población no tiene otras fuentes alternativas y se debe utilizar para obtener información detallada y completa para visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua (Agüero, 2009).

**c. Aguas subterráneas**

Parte de la precipitación en la cuenca es en forma de escorrentía sobre el suelo a la zona de saturación, que forma el agua subterránea. Su uso dependerá de las características hidrológicas y formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (zanjas y tubulares) (Agüero, 2009).

**2.2.5. La contaminación del agua**

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda es la provocada por el hombre, debido a que es un fenómeno ambiental, se inicia desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX.

Es la alteración en la composición química, propiedades físicas y bacteriológicas, de tal manera que resulta menos apta para los propósitos en los cuales es empleada como consumo humano, riego para la producción agropecuaria, la industria, generación de energía, etc. La contaminación del agua subterránea, aunque es menor que la del agua superficial, se debe especialmente a la agricultura, al arrastrar el agua infiltrada numerosos compuestos químicos utilizados como fertilizantes o abonos, o también productos fitosanitarios para la lucha contra las enfermedades y plagas, o incluso por regar con agua salada o salobre, aceites de petróleo, mala disposición de la basura, otros compuestos y se ha convertido también en una preocupación en los países industrializados y de todos.

El desarrollo e industrialización supone un mayor consumo del agua, una gran generación de residuos, muchos de los cuales van a parar a ríos y mares; el uso de medios de transporte fluvial y marítimo que en muchas ocasiones son causa de contaminación de las mismas, debido a que puede derramar combustible (Coronel y Jiménez, 2006).

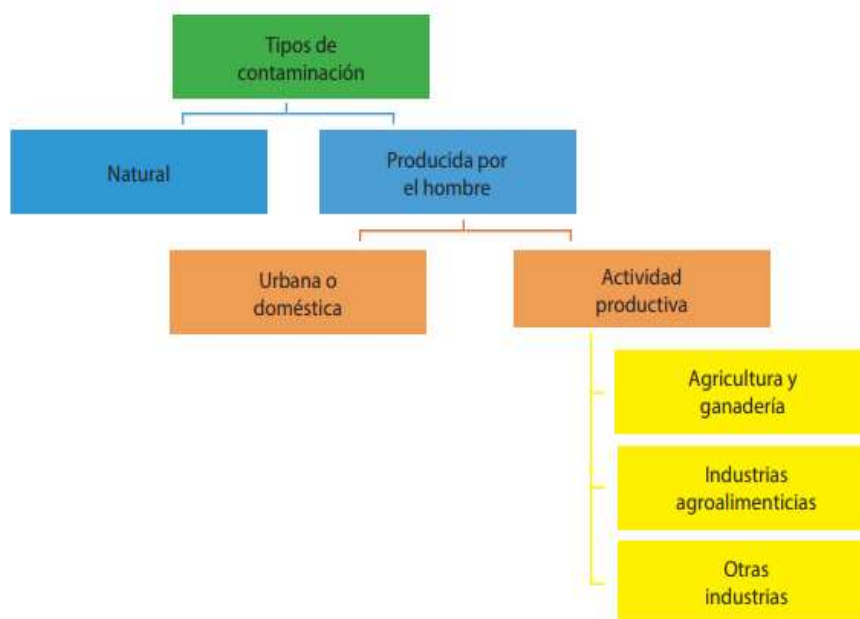


Figura 01. Tipos de Contaminación

Fuente: MINSA, 2018.

#### a. Contaminación por actividades humanas

Aurazo (2004), menciona que el uso frecuente de productos de limpieza del hogar y la descarga de productos químicos a ríos, lagos y océanos son los contaminantes más comunes que causan daños ambientales a los ecosistemas acuáticos como ríos, manantiales, lagos y lagunas.

#### b. Contaminación por actividades agrícolas

Contreras y Benítez (2013), señalaron que las actividades agrícolas también contaminan los cuerpos de agua, ya que todas las actividades agrícolas a menudo usan agroquímicos como pesticidas, herbicidas e insecticidas, que aumentan la salinidad del suelo después de la aplicación, lo que resulta en un aumento del pH y una disminución de los niveles de bicarbonato, compuesto en suelos desérticos aumentando la salinidad del suelo.

## **2.2.6. Usos del agua**

Según Hernández (2005), argumenta que dependiendo del destino se utilizan diferentes categorías de gestión del agua, cuya abundancia se origina en el ciclo hidrológico, se sustrae a los embalses o se extrae de los acuíferos. En la terminología del agua, se utiliza como sinónimo de uso, consumo o demanda ya que la demanda de agua varía según el receptor, el uso del agua determina la cantidad consumida y el agua juega un papel esencial en el desarrollo del agua, el agua juega un papel fundamental en el progreso de los seres humanos sobre la tierra, logrando decir que es la base de la existencia. También se puede decir que el uso del agua en determinadas actividades (REPDA, 2010), dependiendo de su finalidad, se puede clasificar según:

### **a. Para consumo humano**

Es en realidad es el agua que se usa para cocinar, beber y para uso doméstico, según la (OMS, 2003), señala que los 50 litros es sensato para el uso del agua (18.25 m<sup>3</sup> al año/persona), lo que certifica contar con una oportuna higiene, alrededor de 100 y 200 litros confirman el acceso óptimo que admite cubrir las necesidades hídricas básicas (higiene, salud y seguridad alimenticia) de la persona.

### **b. Para uso industrial**

CONAGUA (2017), describe que el agua que sirve como elemento prima o bien ingrediente en manufactura y/o fabricación, para asear la materia prima y productos, para transporte de material, para producir vapor en calderas, como refrigerante o calefacción en procesos térmicos, como lubricante, etc. El agua se inserta a la industria que toma el agua que se requiere directamente de los ríos y arroyos, lagos o acuíferos del estado.

### **c. Para uso agrícola**

REPDA (2010), define que el uso agrícola, a la aplicación de aguas nacionales para riego destinada a la producción agrícola. La agricultura es el sector que consume más agua, representando globalmente alrededor del 69 por ciento de toda la extracción, el consumo doméstico alcanza aproximadamente el 10 por ciento y la industria el 21 por ciento (Sheng, 1992).

En la selva, debido a la gran capacidad de agua disponible, se consume solo el 0.02% del agua que es aprovechado para esta zona, el consumo medio por individuo es de 109 m<sup>3</sup>/año, alrededor de 300 litros de agua por individuo al día (Minagri, 2015).

#### **d. Para uso público**

REPDA (2010), indica que el agua a través de las redes de agua potable, las cuales proveen a los clientes domésticos (residencias), así como a los numerosos servicios conectados a dichas redes (incendios, fuentes, bebederos, etc.). El disponer de agua en abundancia y calidad suficiente para el consumo humano, es una de las necesidades elementales de la población, pues incide directamente en su salud y bienestar en general.

Según la OMS, (2003), define que las necesidades básicas de agua se pueden cubrir con 20 litros por persona al día, aunque esta cantidad no asegura una buena calidad en la higiene; por su parte el manifiesto del agua propone un mínimo de 40 litros por persona al día como suministro básico.

#### **2.2.7. Calidad del agua**

La calidad de agua de acuerdo con su función se define apta para consumo humano se define apta para consumo humano con tratamiento simple y desinfección y está relacionado con las fuertes precipitaciones climatológicas que alterando los parámetros físicos químicos y bacteriológicos del agua (Zhen, 2009). Por lo tanto, el agua es un compuesto muy importante para la vida diaria, y la existencia de todos los seres vivos. Además, es un solvente universal que se encuentra en la superficie y el agua se encuentra en las superficies y subterráneas, al ser consumidas aguas que no son tratadas pueden contener microorganismos indeseables y nocivos para la salud (Cifuentes, 2004).

Un agua e inocua debe ajustarse a las siguientes características de calidad de agua (Zea, 2010). Debe ser o estar:

- Libre de organismos patógenos.
- Baja en concentración de compuestos muy tóxicos o que tengan efectos serios a largo plazo, tales como el plomo.



- No salina (salada).
- Libre de compuestos que provoquen un olor o sabor desagradable.
- No corrosiva, ni debe ocasionar incrustaciones en tuberías o manchas en ropa.

Muchas de las acciones del hombre ayudan a la degradación del agua, perturbando su calidad y cantidad. El principal impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas, podemos decir que es el aumento de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, contagio del recurso hídrico con aguas usadas sin tratar, carencia de métodos correctos de saneamiento, especialmente en las zonas rurales. Así mismo, la contaminación por heces del hombre representa serio peligro para la salud pública (OMS, 1993).

La palabra calidad de agua es significativo, se refiere a la constitución del agua en la medida en que esta es alterada por las concentraciones de sustancias procedentes por forma natural y actividades del hombre. Como tal, es un término neutral que no puede ser catalogado como bueno o malo sin hacer alusión al uso para el cual el agua es consignada (OPS, 2002).

La calidad del agua debe ser diagnosticada antes de la edificación del sistema de suministro. El agua en el ambiente contiene impurezas, que pueden ser de carácter físico química o bacteriológica y varían al tipo de origen.

Cuando las impurezas concurrencias exceden los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de ingerir. Además, de no contener elementos perjudiciales a la salud, el agua no debe mostrar rasgos que puedan ser rechazados para el consumo. Por lo tanto, el agua potable es aquella que se debe tener en cuenta a los siguientes requisitos (Lampoglia *et al*, 2008):

- Ausencia de microorganismos que causen enfermedades.
- Libres de compuestos perjudiciales a la salud.
- Admisible para el consumo, con pequeños contenidos de color, gusto y olor.
- Exime de compuestos que ocasionen desgaste o incrustaciones en las infraestructuras sanitarias.

### 2.3. El agua subterránea

El agua subterránea es aquella que se encuentra, dentro del ciclo hidrológico, yaciendo bajo la superficie del suelo, en condiciones de saturación, proviniendo de la infiltración del agua superficial; luego se mueve, al interior del suelo, en forma vertical descendente (percolación) hasta alcanzar la napa subterránea (zona saturada del suelo). El límite que separa la zona saturada de la no saturada del suelo se denomina nivel freático, una porción del agua que cae en el suelo a través de la precipitación se infiltra y luego se percola. Estos procesos llevan a la saturación del suelo cuando en este existe la estructura necesaria para almacenar agua. Así, este proceso provee el agua subterránea de recarga que alimentara a ciertas estructuras de naturaleza geológica que contienen agua, conocidas como acuíferos, la superficie superior de la zona saturada es llamada capa freática o nivel freático (USGS, 2015).

Por otro lado, se define el agua subterránea como el agua almacenada en el subsuelo en grietas de roca y en los poros de materiales geológicos que conforman la corteza de la Tierra, por lo general en el suelo suceden un gran número de procesos que permiten muchos de los ciclos importantes para el funcionamiento de los ecosistemas, entre estos se encuentran la infiltración, que es la capacidad de un material para permitir el paso de un líquido, como el agua a través de las rocas. Esta capacidad se ve afectada por el tipo de suelo presente en una zona específica, por ejemplo, la arcilla ralentizará el paso del agua, mientras la arena facilitará que el agua se mueva a través del suelo (USGS, 2015).

Otro proceso importante es el movimiento que tiene el agua por las distintas aberturas que se presentan en el suelo o algunas rocas, este proceso se conoce como percolación. Se asume que la percolación tiene lugar si el contenido de humedad del suelo del horizonte superior excede su capacidad de campo, la tasa de percolación de la capa superior del suelo se considera que incrementa como una función del contenido del agua en el suelo de acuerdo a una ley de poder determinada (Campinas, 2013.).

Un pozo es una perforación o excavación que se realiza en el suelo y cuyo objetivo es la extracción de agua del nivel freático, existen varios tipos de pozos siendo los más comunes los excavados o hechos a mano, estos son normalmente poco profundos y más baratos a diferencia de los perforados que son hechos por maquinaria y profesionales especializados. En Honduras, los pozos excavados también se conocen como pozos artesanales (Brooks *et al*, 2003).

### **2.3.1. Calidad del agua subterránea**

Debido a que el agua subterránea se mueve a través de las rocas y la tierra del subsuelo, puede fácilmente disolver sustancias durante este movimiento, por esa razón, el agua subterránea muy frecuentemente puede contener más sustancias que las halladas en el agua superficial. La contaminación del agua puede definirse como la modificación de las propiedades físicas, químicas o biológicas que restringen su uso, las sustancias que modifican la calidad del agua de los acuíferos se dividen en:

- Sustancias presentes en la naturaleza
- Sustancias producidas por las actividades del hombre (antropogénicas).

Dentro de las primeras se encuentran: arsénico, flúor y elementos radiactivos entre otros; mientras que en las segundas se incluyen bacterias, virus, nitratos, orgánicos sintéticos e hidrocarburos (solventes, pesticidas, etc.) y metales pesados. Las fuentes de contaminación se pueden originar en la superficie del terreno, por ejemplo, la agricultura; en el subsuelo por arriba del nivel freático, por ejemplo, basureros a cielo abierto; y en el subsuelo por debajo del nivel freático, como es el caso de pozos abandonados (Mamani, 2012).

### **2.3.2. Contaminación de agua subterránea**

Generalmente los contaminantes más importantes de fuentes subterráneas son materia orgánica, componentes orgánicos sintéticos (por ejemplo, PCB y pesticidas como DDT), microbios, nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo), grasas, hojarasca y usualmente a una menor extensión metales pesados como el cadmio, mercurio y plomo. de acuerdo con Newman *et al.* (1994) los contaminantes se pueden introducir al sistema a través de diferentes fuentes de contaminación, clasificadas en puntuales y difusas. Según Campinas (2013.) una vez que los distintos contaminantes llegan al ambiente, estos se mueven de acuerdo con varios factores naturales y tecnológicos interrelacionados este movimiento puede ser rápido o lento, los caminos pueden ser directos o muy complejos.

De acuerdo con Ballesteros *et al.* (2007) menciona que un 82 % del agua explotada (balance de agua nacional) es dirigida a actividades agrícolas, supliendo agua a un total de 86.631 ha. de este total es 92.3% es suplida por el agua superficial y 7,7 % es extraída de las

fuentes de agua subterránea a través de pozos. Esta situación es aún más compleja, puesto que según la OMS (2007) la irrigación y el drenaje pueden llegar a desempeñar un papel muy importante en el transporte de contaminantes de su fuente al abastecimiento de agua. Estos también pueden afectar la calidad del agua subterránea, ya que alteran el agua y el balance de sal en el suelo, el cual puede cambiar sus características fisicoquímicas y afectar la lixiviación de productos químicos.

Es realmente importante conocer la dinámica del agua subterránea, ya que existen poblaciones a nivel nacional que se suplen de dichas fuentes. De acuerdo a Losilla *et al.* (2001) indica que existe solamente cerca de 1.250 pozos que se encuentran registrados, 234 de estos abastecen poblaciones urbanas y se les extraen al menos unos 75 hm<sup>3</sup> al año. Los datos mencionados no toman en cuenta la explotación que se realiza en Islas de La Bahía donde la perforación es elevada.

#### **2.4. Agua potable**

El agua potable es un líquido esencial (SUNASS, 2004), una agua de consumo debe de ser inocua o agua potable, y es definida como la que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud de los consumidores durante su vida, pero esta se encuentra vulnerable a diferentes contaminación de diferente índole, considerándose imprescindible el consumo de agua inocua, ya que la población podría contraer enfermedades mediante esta vía, donde los más propensos son los lactantes y los niños escolares a contraer enfermedades y donde el agua potable debe de ser óptima para su consumo y la higiene personal.

El agua puede contener muchas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella, disolviendo los componentes químicos por para el mantenimiento de la vida del hombre los que se deben de disponer de un buen suministro que sea suficiente, inocuo y accesible, proporcionando beneficios tangibles para la salud de los consumidores, por lo tanto se debe de realizar el máximo esfuerzo para lograr su inocuidad donde circula a través de la superficie del suelo, filtrándose a través del mismo, por otro lado, contiene organismos vivos que pueden reaccionar con elementos físicos y químicos, muchas veces puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, o perfectamente idónea para otros (Romero, 2010).

Las aguas subterráneas procedentes de áreas con piedra caliza pueden llegar a tener un alto contenido de bicarbonatos de calcio (dureza), requiriendo procesos de ablandamiento previo a su uso por la población, en tal sentido la calidad física, química y biológica están dentro de los estándares fijados por normas nacionales e internacionales (Orellana, 2005).

Es importante evaluar los parámetros de la calidad del agua, según el uso, a fin de determinar si necesita o no tratamiento y aplicar el procedimiento idóneo para lograr la calidad deseada, asimismo los estándares de calidad son usados también para vigilar procesos de tratamiento y corregirlos si fuera necesario (Romero, 2010), evaluando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, debiendo poseer la aceptación universal a fin de que sean posibles las comparaciones con los estándares de calidad, tales como los de EEUU y la OMS (Orellana, 2005)

#### 2.4.1. Características

El agua para la bebida humana debe reunir ciertas condiciones: físicas, químicas y microbiológicas.

- **Condiciones Físicas:** El agua que se destina a la bebida humana no debe presentar ni color, ni olor, ni materiales en que le confieran turbiedad ni aspecto desagradable.
- **Condiciones Químicas:** Para calificar el agua como potable sus condiciones químicas deben ser tales que resulte de gusto agradable, con una cantidad de sales disueltas que no sea ni excesiva, ni insuficiente (cloro, sulfatos, carbonatos que se combinan con sodio, calcio magnesio, plomo, arsénico, flúor, entre otras).
- **Condiciones microbiológicas:** Significa que para que el agua sea considerada potable debe estar exenta de toda bacteria u organismo patógeno.

El agua potable garantiza una vida sana y permite el funcionamiento armónico del organismo. De ahí la importancia que tiene insistir en la higienización de las fuentes de abastecimiento, distribución y almacenamiento de este preciado líquido que constituye la base de la vida en la Tierra (Alunni, 2012).

#### **2.4.2. Requerimientos básicos para que el agua sea potable**

Fundación Aquae (2019), menciona que las principales características del agua son comunes a sus diferentes tipos, pero el agua potable resulta muy particular debido al consumo humano que se hace de ella y sus implicaciones en la salud. Además de tener en cuenta la calidad del agua para medirla, para considerar que cierta agua es potable se deben evaluar una serie de características concretas.

- Debe ser limpia y segura. Para su consumo y su uso en la producción de otros alimentos no puede presentar ningún riesgo de contraer cualquier enfermedad.
- Debe ser incolora. El agua potable ha de ser transparente, aunque a veces, por el cloro, pueda parecer blanquecina.
- Debe ser inodora. No puede incluir nada en su composición que pueda generar olor en ella.
- Debe ser insípida. No puede tener sabor. Si lo tiene, existe algún elemento en la composición que lo está generando.
- Carecer de elementos en suspensión. El agua potable no puede presentar turbiedad alguna, salvo aquella que provoque la presión de las tuberías. En este caso, deberá desaparecer en un breve lapso de tiempo.
- Libre de contaminantes orgánicos, inorgánicos o radiactivos.
- Mantener una proporción determinada de gases y sales inorgánicas disueltas.
- No debe contener microorganismos patógenos que puedan poner en peligro la salud. Para ello se deben realizar análisis exhaustivos sobre la concentración de bacterias coliformes y otras de origen fecal.

#### **2.4.3. Sistemas de abastecimiento de agua potable**

MINSA (2016) la elaboración del diseño de un sistema de abastecimiento de agua exige como elementos básicos: fijación de las cantidades de agua a suministrar, que determinarán la capacidad de las diferentes partes del sistema; estudios sobre cantidad y calidad del agua disponible en las diferentes fuentes; reconocimientos del suelo y subsuelo; reunión de informaciones y antecedentes indispensables para el diseño, para la justificación de las soluciones adoptadas, para la preparación de su presupuesto, etc.

#### **2.4.3.1. Sistema de abastecimiento de agua por gravedad**

MINSA (2016) en estos sistemas el agua cae por acción de la fuerza de la gravedad desde una fuente elevada ubicada en cotas superiores a las de la población a beneficiar. El agua fluye a través de tuberías para llegar a los consumidores finales. La energía utilizada para el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua por su altura.

Las ventajas principales de este tipo de sistema son:

- No tienen gastos de bombeo.
- El mantenimiento es pequeño porque apenas tienen partes móviles.
- La presión del sistema se controla con mayor facilidad.
- Robustez y fiabilidad.

Incluso los sistemas bombeados suelen diseñarse para distribuir el agua por gravedad a partir de un punto determinado.

#### **2.4.3.2. Sistema de abastecimiento de agua por bombeo**

MINSA (2016) en los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento y regulación ubicados en cotas superiores al centro poblado.

Generalmente los sistemas bombeados son diseñados para que el agua sea distribuida por la fuerza de la gravedad, saliendo de un punto determinado. Estos sistemas ayudan a que se pueda distribuir una gran cantidad de agua para cada una de las personas, por un precio que puede ser pagado por toda la comunidad.

### **2.5. Índice de calidad del agua**

La valoración de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles. Para simplificar la interpretación de los datos de su monitoreo, existen índices

de calidad de agua (ICA), los cuales reducen una gran cantidad de parámetros a una expresión simple de fácil interpretación entre técnicos, administradores ambientales y el público en general. La principal diferencia entre unos y otros está en la forma de evaluar los procesos de contaminación y el número de variables tenidas en cuenta en la formulación del índice respectivo (Fernández *et al.*, 2008).

En términos simples, un ICA es un número único que expresa la calidad del recurso hídrico mediante la integración de las mediciones de determinados parámetros de calidad del agua y su uso es cada vez más popular para identificar las tendencias integradas a los cambios en la calidad del agua (Samboni *et al.*, 2007).

### **2.5.1. Ventajas y desventajas del índice de calidad del agua**

Torres *et al.*, (2009) menciona que el índice de calidad ambiental tiene las siguientes ventajas y desventajas.

#### **a. Ventajas**

- Permiten mostrar la variación espacial y temporal de la calidad del agua.
- Método simple, conciso y válido para expresar la importancia de los datos generados regularmente en el laboratorio.
- Útiles en la evaluación de la calidad del agua para usos generales.
- Permiten a los usuarios una fácil interpretación de los datos.
- Pueden identificar tendencias de la calidad del agua y áreas problemáticas.
- Permiten priorizar para evaluaciones de calidad del agua más detalladas.
- Mejoran la comunicación con el público y aumentan su conciencia sobre las condiciones de calidad del agua.
- Ayudan en la definición de prioridades con fines de gestión

#### **b. Desventajas**

- Proporcionan un resumen de los datos.
- No proporcionan información completa sobre la calidad del agua.
- No pueden evaluar todos los riesgos presentes en el agua.



- Pueden ser subjetivos y sesgados en su formulación.
- No son de aplicación universal debido a las diferentes condiciones ambientales que presentan las cuencas de una región a otra.
- Se basan en generalizaciones conceptuales que no son de aplicación universal.
- Algunos científicos y estadísticos tienden a rechazar y criticar su metodología, lo que afecta la credibilidad de los ICA como una herramienta para la gestión.

### **2.5.2. Clases de indicadores de calidad del agua**

#### **a. Índice de Calidad de Agua - Fundación Nacional de Saneamiento (ICA – NSF)**

Samboni *et al.*, (2007) menciona que este índice de Calidad de Agua fue desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, por medio del uso de la técnica de investigación Delphi de la “Rand Corporation’s”. Este tipo de índice es más aplicado en fuentes de agua que estén expuestas a constantes variaciones de calidad. Los 9 parámetros que intervienen en el desarrollo del índice son:

- Oxígeno disuelto
- Coliformes fecales
- pH
- DBO
- Cambio de T°
- Nitratos
- Turbidez
- Sólidos totales

También resalta que el NSF es el índice más empleado en la valoración de la calidad de las aguas superficiales para consumo humano a nivel mundial. Se considera que los índices NSF se puede adaptar y modificar de acuerdo con las condiciones prevaletientes en nuestro medio o de cada sistema acuático en particular.

Para calcular el índice de calidad del agua, se usa una suma lineal ponderada de los subíndices o una función de agregación del producto ponderado. El NSF usó una suma lineal ponderada. El resultado de su aplicación, debe ser un número entre 0 y 100, donde 0 representa

la calidad de agua muy pobre y 100 representa la calidad de agua excelente. Esto encaja con el concepto del público general de valoraciones.

El peso relativo para cada parámetro del ICA-NSF es:

Tabla 01. Peso relativo para cada parámetro del ICA-NSF.

|   | Sub <sub>i</sub>  | W <sub>i</sub> |
|---|-------------------|----------------|
| 1 | Oxígeno disuelto  | 0.17           |
| 2 | Coliforme fecales | 0.16           |
| 3 | pH                | 0.11           |
| 4 | DBO               | 0.10           |
| 5 | Cambio de T°      | 0.10           |
| 6 | Nitratos          | 0.10           |
| 7 | Turbidez          | 0.08           |
| 8 | Solidos totales   | 0.07           |

La ecuación del índice es:

$$ICA = \sum_{i=1}^9 (sub_i * w_i)$$

Dónde:

ICA: índice de Calidad de Agua

Sub<sub>i</sub>: Subíndice del Parámetro i

W<sub>i</sub>: Factor de Ponderación para el Subíndice i

La escala de clasificación para el ICA – NSF es:

Tabla 02. Escala de clasificación para el ICA-NSF

|           |          |
|-----------|----------|
| Excelente | 91 – 100 |
| Buena     | 71 – 90  |
| Media     | 51 – 70  |
| Mala      | 26 – 50  |
| Muy mala  | 0 - 25   |

**b. Índice de Calidad de Agua de Oregon (ICA – Oregon)**

Fue elaborado después del ICA – NSF, se usó el método Delphi en ambos índices. Este ICA crea un puntaje para evaluar la calidad general del agua de ríos y corrientes corriente de Oregon y su aplicación a otras regiones geográficas, que combina ocho parámetros en un solo resultado. Los parámetros cubiertos en este método son temperatura, DBO, oxígeno disuelto, pH, sólidos totales, coliformes fecales, fosfatos totales y nitratos + amonios. El ICA – Oregon está elaborado para exponer una calidad de agua en general, en vez de uno específico. (Fernández, *et al.*, 2004)

La expresión matemática de este método es dada por Cude (2001):

$$ICA = \sqrt{\frac{n}{\sum_{i=1}^n 1/Si^2}}$$

donde:

n = número de subíndices

Si = subíndice del i-ésimo parámetro

Además, la escala de calificación de este ICA también ha sido clasificada en varias clases, que se muestra en el Tabla 10.

Tabla 03. Calificación de la calidad del agua según el método ICA – Oregon

|           |          |
|-----------|----------|
| Excelente | 90 - 100 |
| Buena     | 85 – 89  |
| Regular   | 80 – 84  |
| Pobre     | 60 – 79  |
| Muy pobre | 10 – 59  |

**c. Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú (ICA – PE)**

ANA (2018) menciona que se adoptado como un instrumento que tiene como objetivo la evaluación simplificada de la calidad del agua, y que apoyará a una mejor comprensión de la gestión o dirección de calidad del recurso agua.

La metodología utilizada en este método resulta de una adaptación del Índice de Calidad de Agua – Consejo Canadiense de Ministro de Medio Ambiente (ICA – CCME).

El ICA – PE determina la evaluación de los parámetros en la Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. En dicho documento se detallan las categorías y subcategorías de los cuerpos de agua en el Perú.

## **2.6. Características del agua**

### **2.6.1. Parámetros metales pesados del agua**

#### **a. Cadmio**

Según el MINSA (2013) define que el cadmio es un metal pesado de color plateado se genera como subproducto de zinc, plomo y cobre. Es utilizado en la fabricación para proteger frente a la corrosión del fierro y del acero (galvanizado con cadmio), para mezclas especiales.

El sulfito de cadmio (amarillo) y el selenito de cadmio (rojo) se emplean como ingredientes de pinturas para colorear cerámica y plásticos. Los plásticos y cerámicas de color intenso rojo y amarillo incluyen cadmio”

Uno de los primordiales usos del cadmio es como electrodo en las pilas nicad (níquel y cadmio) empleadas en las calculadoras y dispositivos similares que contiene 5 gramos de cadmio, el cadmio y sus derivados son derramados a las aguas a través de los relaves mineros y desagües de las industrias.

El cadmio se asimila con los alimentos, causando la descalcificación de los huesos e insuficiencia renal es uno de los determinantes agentes tóxicos mancomunado a la contaminación ambiental e industrial (Baird y Cann, 2014).

El cadmio puede ingresar al organismo por las siguientes vías: inhalatoria, oral y dérmica. Por vía inhalatoria, la vía oral es la vía de mayor toxicidad, se da por ingesta de agua y alimentos contaminados, pese a una baja absorción entre 5 a 20% en un adulto, los niños son los más afectados, esta se ve aumentada considerablemente cuando hay deficiencias de calcio, proteínas, hierro y zinc (Minsa, 2013).

Una vez absorbido, el cadmio pasa al torrente sanguíneo, entre el 90-95% se fija a la hemoglobina y a la metalotioneína, una proteína de bajo peso molecular rica en grupos sulfidrilos (SH) sintetizada en el hígado donde se almacena sin embargo progresivamente se traslada al riñón asimismo el cadmio atraviesa fácilmente la barrera placentaria, induce la síntesis de metalotioneína y forma el complejo que se acumulará progresivamente en la placenta durante el embarazo (Minsa, 2013).

#### **b. Plomo**

Según el MINSA (2007) define que el plomo es un metal gris azulado maleable y dúctil su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud pública.

Entre las primordiales fuentes de contaminación ambiental resalta la explotación minera, la metalurgia, las acciones de reciclaje, el uso perseverante de pinturas y gasolinas con plomo en elaboración de baterías de plomo, sin embargo, este metal siempre se utiliza en muchos productos, como material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes, artículos de joyería y juguetes, así como en determinados productos cosméticos. Asimismo, puede contener plomo el agua potable distribuida a través de tuberías de plomo o con soldadura a base de este metal (Badui, 2013).

El plomo se absorbe por vía digestiva, respiratoria e incluso por la piel. Sólo un porcentaje del total del Pb ingerido por vía gastrointestinal es absorbido entre el 10 y 15% en adultos, el 50% en niños, la absorción de plomo aumenta cuando el aporte de minerales y proteínas en la dieta es inadecuado, así aquellos con deficiencia de hierro, calcio o zinc están en mayor riesgo de toxicidad. El calcio de la dieta inhibe completamente el transporte activo del plomo intestinal (MINSA, 2007).

La neuropatía por plomo se produce por toxicidad de las neuronas motrices de la asta anterior de la medula espinal o degeneración de las terminaciones axónicas y el recubrimiento de la mielina.

El plomo es un neurotóxico periférico y central interfiere la liberación de la acetilcolina, la síntesis consecuente de acetilcolina, la adenil-ciclasa del SNC e inhibe a la enzima del glóbulo rojo delta aminolevulinico dehidratasa (Ruiz, *et al.*, 2011).

La vida media del plomo en sangre es aproximadamente 30 días se distribuye en todos los tejidos teniendo afinidad por el sistema nervioso central, en especial por el que se encuentra en desarrollo, se acumula principalmente en los huesos donde puede permanecer hasta 20 años donde puede ser removido como sucede en la lactancia, originando niveles de plomo en la leche materna (Baird y Cann, 2014).

### **c. Cobre**

Según el Badilla *et al.*, (2005) menciona que el cobre se le encuentra en forma natural en las aguas superficiales, pero en concentraciones menores a 1 mg/L, en estas concentraciones el cobre no tiene efectos nocivos para la salud. La falta del cobre ha sido agrupada con la anemia nutricional de los niños, sin embargo, si se bebe agua contaminada con niveles de cobre que sobrepasan los límites permitidos por el reglamento de calidad, a corto plazo pueden crearse molestias gastrointestinales.

Las exhibiciones al cobre a largo plazo podrían originar lesiones hepáticas o renales, causando daño al hígado, a los riñones, está agrupado a la anemia y a la irritación del intestino delgado e intestino grueso.

Rodríguez (2017) menciona que la absorción del cobre es necesaria porque este es un elemento traza que es esencial para la salud de los humanos, pero mucho cobre también hace daño. La exposición profesional al cobre también suele ocurrir. En el ambiente de trabajo el contacto con cobre puede provocar la gripe conocida como la fiebre del metal.

Las exposiciones de largo periodo al cobre pueden irritar la nariz, la boca y los ojos y causar dolor de cabeza, de estómago, mareos, vómitos y diarreas. Una toma grande de cobre puede causar daño al hígado y los riñones e incluso la muerte. No ha sido determinado aún si el cobre es cancerígeno.

**d. Hierro**

El hierro es un elemento excesivo y usualmente está como férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) o está en etapa oxidado en la superficie. El hierro férrico (fruto de la oxidación de hierro ferroso) da un tono marrón rojizo fastidioso al agua, se puede encontrar con valores superiores a 3.0 mg/L, esto provoca la mancha de la ropa lavada y las instalaciones de fontanerías (OMS, 1995).

Mayo Clinic (2018) menciona que el exceso de hierro se almacena en los órganos, especialmente el hígado, el corazón y el páncreas. El exceso de hierro puede generar afecciones potencialmente mortales, como enfermedad hepática, problemas cardíacos y diabetes.

**e. Zinc**

El zinc es un componente fundamental y beneficioso para el metabolismo humano, ya que diversas enzimas dependen de él para la desintegración del ácido carbónico y de la insulina, la hormona es fundamental para el metabolismo de los hidratos de carbono, debido a su poder en el sabor y a la escasa investigación respecto a su remoción, los valores del zinc en aguas de consumo no deben sobrepasar los 3 mg/L. (Badilla *et al.*, 2005).

Rodríguez (2017) menciona que la ingestión en exceso afecta negativamente la supervivencia de todos los mamíferos, incluyendo a los seres humanos, y produce variados trastornos de tipo neurológico, hematológico, inmunológico, renal, hepático, cardiovascular, de desarrollo y efectos genotóxicos.

**f. Manganeso**

Este elemento está frecuentemente asociado al hierro y son raras las aguas que lo contienen en forma independiente, generalmente se presenta en su estado reducido que es soluble, pero cuando se expone al aire se oxida formando óxidos hidratados mucho menos solubles. Las aguas que lo contienen son ligeramente turbias y de un sabor desagradable, este elemento es importante para el crecimiento y reproducción.

La degradación del manganeso se produce conjuntamente cuando aumenta el pH hasta valores superiores a 10, es dichosamente removido. Los valores menores a 0.4 mg/L de manganeso son admisibles para aguas de consumo humano” (Badilla *et al.*, 2005).

Rodríguez (2017) menciona que la ingestión de alimentos es la principal trayectoria no ocupacional del manganeso. El intervalo estimado en el consumo diario es de 2-5 mg/día para adultos.

La exposición ocupacional está basada fundamentalmente en la inhalación de polvos, de igual forma la inhalación crónica por los humanos afecta básicamente el sistema nervioso (tiempo de reacción visual muy lento, deficiente firmeza de las manos y daño de las pestañas). Otro efecto no cancerígeno es el llamado "manganismo", caracterizado por una disfunción extrapiramidal y neurosiquiátrica.

### **2.6.2. Parámetros fisicoquímicos del agua**

Según Samboni *et al.*, (2007), menciona que los parámetros fisicoquímicos dan una investigación amplia de la naturaleza de las variedades químicas del agua y sus propiedades físicas, sin colaborar con la información de la vida acuática, los procedimientos biológicos contribuyen a la información, pero no marcan nada acerca del contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos estudiosos piden la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico.

La ventaja de los métodos fisicoquímicos se basa en que sus estudios suelen ser más rápidos y consiguen ser monitoreados con mayor rapidez.

#### **a. Conductividad**

Es una cualidad que contiene los medios acuosos para trasladar la corriente eléctrica, esta característica obedece de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y la temperatura de medición. La alteración de la conductividad provee investigación acerca de la productividad primaria y desintegración de la materia orgánica y ayuda a la localización de fuentes de contaminación, la estimación de la actitud del agua para regadío y a la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno (Faña, 2002).

#### **b. Demanda bioquímica de oxígeno**

Según Davis y Cornwell (1998), es el parámetro que se utiliza para la descomposición de la materia orgánica biodegradable, el DBO es un análisis para la



determinación de la demanda de oxígeno para la degradación de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y residuales. Su análisis consiste en calcular las consecuencias de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores.

Para PREQB (2004), menciona que es una representación cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica, este se ve afectado por la temperatura del medio, por las clases de microorganismo y por la cantidad y el tipo de elemento nutritivo presentes. Si estos elementos son constantes, la prontitud de oxidación de la materia orgánica se puede enunciar en términos del tiempo de vida media del elemento nutritivo.

Tabla 04. Rango de la DBO<sub>5</sub>

| Criterio                     | Clasificación  | Color    |
|------------------------------|--|----------|
| DBO <sub>5</sub>             | Excelente<br>no contaminada  | Azul     |
| 3 < DBO <sub>5</sub> ≤ 6     | Buena Calidad<br>Aguas superficiales con bajo contenido de materia biodegradable   | Verde    |
| 6 < DBO <sub>5</sub> ≤ 30    | Aceptable<br>Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente | Amarillo |
| 30 < DEBO <sub>5</sub> ≤ 120 | Contaminada<br>Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal  | Naranja  |
| DBO <sub>5</sub> > 120       | Fuertemente Contaminada<br>Aguas superficiales con fuerte impacto de descarga de agua residuales crudas municipales y no municipales                       | Rojo     |

Fuente. Comisión Nacional del Agua, 2017.

### c. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es la abundancia actual en el agua y que es fundamental para los ríos y lagos saludables, el nivel de oxígeno disuelto alcanza a ser un indicador de cuan contaminada está el agua y en cuanto soporte puede dar esa agua a la vida animal y vegetal.

Generalmente un nivel más alto de oxígeno disuelto muestra una mejor calidad de agua, si los niveles son excesivamente bajos, algunos peces y otros organismos no logran subsistir (PREQB, 2004).

En gran proporción el oxígeno disuelto en el agua emana del oxígeno del aire, proviniendo de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, esto también se debe a la turbulencia en los flujos debido a que el oxígeno en el aire se queda atrapado bajo el agua en tendencia rápido se disuelve en esta. Otro componente que asimismo puede afectar la cantidad de oxígeno que se diluye en el agua es la temperatura, el agua fría conserva más oxígeno que la caliente.

El oxígeno disuelto en el agua no se clasifica como un contaminante sin embargo su carencia o abundancia puede traer situaciones no favorables al agua, por lo que es un indicador de la contaminación. La carencia del oxígeno disuelto en el agua es lo que puede ocasionar más problemas ya que logran crecer los olores y sabores como resultado de la descomposición anaeróbica. El ECA del agua para oxígeno disuelto, debe ser mayor a 5 mg/L (PREQB, 2004).

Tabla 05. Rangos de concentración del oxígeno disuelto

| OD<br>(mg/L) | Condicion     | Consecuencias                                    |
|--------------|---------------|--|
| 0            | Anoxia        | Muerte masiva de organismo aerobios              |
| 0 – 5        | Hipoxia       | Desaparicion de organismos y especies sensibles  |
| 5 - 8        | Aceptable     | (OD) adecuadas para la vida para la gran mayoria |
| 8 – 12       | Buena         | De peces y otros organismo acuaticos             |
| >12          | Sobresaturada | Sistemas en plena produccion Fotosintetica       |

Fuente. RED MAPSA, 2007.

#### d. pH

Para estar al tanto de la calidad del agua se calcula un gran número de parámetros que acceden a examinar el estado en que se halla una fuente de agua en particular entre ellos el pH, este parámetro es una medida de la acidez o basicidad de un elemento. El pH tiene un rango de 0 a 14 donde 7 es el valor estimado como neutral, cuando el pH es menor de 7 es ácido mientras que, si el mismo valor sobrepasa el pH es básico (EPA, 2007).

**e. Sólidos disueltos totales**

Davis y Cornwell (1998), desde la perspectiva ambiental, es una sustancia que consigue existir en el agua se puede encontrar en dos formas, en forma disuelta, suspendida o como coloide. Una sustancia disuelta es aquella que se halla que se disipa homogéneamente en el líquido, alcanzan a ser simples átomos o compuestos moleculares mayores de  $1\mu\text{m}$ .

Las sustancias dispersas se encuentran presentes en el líquido en una sola fase, por lo general no pueden ser removidas del líquido sin alcanzar un cambio de fase como es la destilación, precipitación, adsorción o extracción.

Los sólidos suspendidos son suficientemente grandes como para persistir en suspensión o ser removidos por filtración, en este caso existe dos fases: la líquida y la de partículas sólidas suspendida. Los rangos para los sólidos suspendidos varían entre  $0.1\mu\text{m}$  hasta  $1.0\mu\text{m}$ . por lo general, las partículas coloidales poseen un rango de tamaño que varía sustancias disueltas y sedimentos suspendidos.

**f. Temperatura**

Según Davis y Cornwell (1998), mencionan que la temperatura es una medición de la calor o energía térmica de las partículas en una sustancia, la temperatura del agua posee una gran importancia por la acción de que los organismos demandan ciertas condiciones para subsistir. El ascenso de la temperatura reduce la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta por lo general la solubilidad de las sales, también podemos decir que crece la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber no debe variar un  $\Delta 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**g. Cloruros**

Según, Aldabe y Aramendía (2005), son compuestos de cloro con otro elemento o radical, presentes en casi todas las aguas naturales, en un amplio intervalo de concentraciones. De los más abundantes y estables es el cloruro de sodio (sal común) y en menor grado el de calcio y magnesio. Los cloruros provienen de la disolución de rocas basálticas y sedimentarias, así como de efluentes industriales.

**h. Nitratos**

Representan el mayor estado de oxidación del nitrógeno, de forma natural surgen en las aguas por solubilización de las rocas, su valor no debe superar los 5mg/L. asimismo aparecen por oxidación de compuestos orgánicos nitrogenados. Logran proceder de abonos y aguas residuales, por lo tanto, se consiguen altas concentración (Gaibor, 2005).

**i. Nitritos**

Es una fase de oxidación intermedia del nitrógeno, los valores de  $\text{NO}_2^-$  se puede manejar como un indicador de contaminación bacteriológica pues que son los microorganismos los responsables de la disminución del nitrato o nítrico o incluso a  $\text{N}_2$  gas (Gaibor, 2005).

**j. Amoniaco**

Se habla de un gas incoloro, de olor muy penetrante suficientemente soluble en agua y en estado líquido es sencillamente evaporable. Se caracteriza por ser una base muy fuerte, corrosiva y que se resiste violentamente con los ácidos, oxidantes fuertes y halógenos. (Gaibor, 2005).

**k. Fósforo total**

Es una de la medición de todos los posibles fósforos existentes, ya sean en forma disueltas o en partículas que contiene diferentes compuestos como son los ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. Por lo general el fósforo es un nutriente requerido por todos los organismos generalmente fotosintéticos para sus procesos básicos de vida, contribuyendo a la eutrofización de lagos, ríos y pozos.

Es un elemento natural que se encuentran en rocas y en materia orgánica, esto puede ser usado extensivamente en fertilizantes y en otros agroquímicos, por lo que puede ser encontrado con valores altas en sitios de actividad antropogénico, su abundancia en el agua puede provocar eutrofización.

El fósforo logra encontrarse en el agua como fase particulada o disuelta, el material particulado consigue contener plancton vivo y muerto, precipitados de fósforo, fósforo adsorbido a partículas y fósforo amorfo, la fase disuelta contiene fósforo inorgánico y fósforo orgánico. El fósforo en las aguas naturales habitualmente se halla en fosfatos ( $\text{PO}_4^{-3}$ ), el ECAs del agua para el fósforo total es 1 mg/L (PREQB, 2004).

#### **l. Dureza**

Según, Aldabe y Aramendia (2005), La dureza representa la concentración de cationes metálicos multivalentes presentes en el agua. Es causada principalmente por las sales de Ca y Mg y en menor grado por Al, Fe, Mn, Sr y Zn. Por la variedad de compuestos que intervienen, la dureza se expresa como una cantidad equivalente de  $\text{CaCO}_3$ .

#### **m. Turbidez**

La turbidez del agua es ocasionada por materias en suspensión como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas, es un compuestos orgánico-solubles coloreados, plancton, sedimento oriundo de la erosión y microorganismo, la medida de esta partícula oscila entre 0.1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro. La turbidez contribuye a la aceptabilidad del agua por los usuarios y se maneja como indicador de la calidad de agua y la eficacia de los procesos de tratamiento.

Los niveles en exceso de turbiedad logran favorecer a los microorganismos frente a los efectos de la desinfección, incitar el crecimiento de bacterias y desempeñar una demanda significativa de cloro. Por lo tanto, en casi todos los procesos que se aplica la desinfección, la turbiedad constantemente debe ser baja, de preferencia por debajo de 1 UNT, para lograr una desinfección eficaz. Se encarga que la turbiedad no exceda los 5 UNT, pero preferiblemente debe ser 1 UNT, cuando se aplica la desinfección. La turbiedad por arriba de 5 UNT, puede ser perceptible y en consecuencia, generar rechazo por el consumidor (OPS, 1988).

#### **2.6.3. Parámetros microbiología del agua**

Según la OMS (2003), define que los parámetros microbiológicos son aquellos que ocasionan enfermedades por lo general son bacterias, virus, protozoarios y gusanos que entran a las aguas provenientes del drenaje doméstico y de los desechos animales.

Generalmente en los países subdesarrollados, son los principales causantes de enfermedades y muertes de muchos niños por debajo de los cinco años.

**a. Coliformes totales**

El grupo de coliformes totales contiene a todos los coliformes de cualquier origen y a todas las bacterias gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 °C a 37 °C, causando ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en 24 horas, aerobias o anaerobias facultativas son oxidasa negativa, no forman esporas y muestran actividad enzimática de la B-galactosa. La presencia de coliformes totales, cultivadas a 35 °C – 37 °C, solo muestra la existencia de la contaminación, sin informar sobre su origen (MINSA, 2007).

**b. Coliformes termotolerantes**

Los coliformes termotolerantes completan el grupo de los coliformes totales, pero se diferencia de los restantes microorganismo que conforman este grupo, en que son indol positivo, su rango de temperatura de crecimiento no debe exceder a los 45 °C, la existencia de esto indica que existe contaminación fecal de actividad animal y antropogénica, por lo general se encuentran en las heces dichos microorganismos, presentes en la flora intestinal y de ellos 90% y un 100% son *E.Coli* (MINSA, 2007).

Según MINSA (2007), define que los Coliformes termotolerantes son las bacterias que más daño causan a la salud del ser humano debido a que son de origen intestinal produciendo enfermedades estomacales.

**c. *Salmonella***

Son bacterias gram negativas, aeróbicas facultativas, que pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae* y relacionadas con el *Escherichia coli*, *Shigella sp.* y otras bacterias entéricas. Estas bacterias logran producir diferentes cuadros clínicos, como fiebre, tifoidea y salmonelosis, que son malestares gastrointestinales transmitidas por los alimentos (Henry y Heinke, 1999).

Según Madigan *et al.*, (2004), menciona que normalmente habitan en el intestino de algunos animales y pueden encontrarse en las aguas residuales. El hombre puede ingerir alimentos contaminados por parte de los manipuladores de alimentos o contagiarse de productos de origen animal, como los pollos y el ganado que consiguen ser portadores de *salmonellas*, las cuales logran pasar a los alimentos frescos tales como la leche, los huevos y productos oriundos de natillas, lácticos y aquellos que contienen huevos sin cocinar como la mayonesa.

Otras provisiones comúnmente implicadas en los brotes de *salmonella* son las carnes y los productos cárnicos como pasteles de carne y salchichas curadas, pero no cocinadas.

#### **d. *Vibrio cholerae***

Se halla regularmente en los suministros de agua contaminada debido a la eliminación antihigiénica de los excrementos, la transmisión de persona a persona es rara, habitualmente se transmite a través del consumo de alimentos o agua contaminada oriundo de:

- El abastecimiento de agua municipal (del caño).
- Los cubos de hielo realizado con agua municipal (del caño).
- Las provisiones adquiridas de los comerciantes ambulantes
- Las vegetaciones rociadas con aguas residuales.
- El pescado crudo o erróneamente cocinado y el marisco cogido de aguas residuales contaminadas.

La bacteria que origina el cólera regularmente es muy sensible a los ácidos presentes en el estómago y en el tubo digestivo, los ácidos del estómago degradan pequeñas cantidades de bacterias antes de que ésta pueda establecerse en el cuerpo. Pero cuando son abundantes cantidades de bacterias exceden las defensas naturales del cuerpo, prosperan en el intestino delgado y pasan a las heces de las personas infectadas.

Las personas contagiadas tienden a ser casos ligeros o no muestran indicios de enfermedad, principalmente en aquellos individuos que no poseen buenas prácticas de higiene, transmiten el contagio directamente por los alimentos con el excremento infectado (Rodríguez y Royo, 2004).

### **e. Mohos y levadura**

Según Valencia (2007), menciona que los hongos y las levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente; se dispersan fácilmente por el aire y el polvo. La aparición de hongos puede ser exuberante en fuentes de agua superficial, incluida los embalses, y además pueden proliferar en materiales impropios para la distribución del agua.

Logran formar geosmina, 2-metil-isoborneol y otras sustancias, que conceden sabores y olores desagradables al agua de consumo, en diversas aguas corrientes existen también levaduras, muy cuantiosas en ríos contaminados por aguas residuales donde se desarrollan Ascomicetos superiores y Deuteromicetos, muy excesivo en maderas y material vegetal.

### **f. Bacterias heterotróficas**

Según MINSA (2007), define que las bacterias heterotróficas son aquellas bacterias que usan compuestos del carbono orgánico como fuente de energía y el carbono para su crecimiento, en contraposición con las bacterias autotróficas que utilizan los compuestos inorgánicos como fuente de energía y el CO<sub>2</sub>, como fuente de carbono.

## **2.7. Normas vigentes de calidad del agua en el Perú**

### **2.7.1. Estándares de calidad ambiental del agua**

Los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua (ECA) mediante el D.S N° 004-2017-MINAN constituye el nivel de valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos, en su estado de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos que no figuren riesgos para la salud de los individuos ni para el medio ambiente.

Los estándares nacionales de calidad ambiental catalogan los cuerpos de agua del país respecto a sus usos, ya sean terrestres o marítimos, ya que dicha norma propicia determinar la calidad del agua situado en su localidad, se tomará como referencia la categoría 1: A2 aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (MINAN, 2017).



La Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 menciona que la protección de los recursos hídricos estuvo regulada anteriormente en el Perú por la Ley general de aguas (DL N° 17752 y sus reformas), a partir del 07 de junio del 2017 ingreso en vigencia la Ley de recursos hídricos N° 29338, que tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua”.

Tabla 06. Estándares de calidad ambiental del agua

| Parámetro   | Unidad        | Aguas superficiales destinadas a la producción de |  |  |
|---|---------------|---|--|--|
|   |               | Agua potable                                      |  |  |
|   |               | A1  | A2   | A3   |
|   |               | Aguas potabilizadas con desinfección              | Aguas potabilizadas con tratamiento convencional | Aguas potabilizadas con tratamiento avanzado |
| Cloruros  | mg/L          | 250   | 250  | 250  |
| Conductividad                                     | ( $\mu$ S/cm) | 1500  | 1600   | **   |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | mg/L          | 3   | 5  | 10   |
| Dureza  | mg/L          | 500   | **   | **   |
| Fosforo Total                                     | mg/L          | 0.1   | 0.15   | 0.15   |
| Nitratos  | mg/L          | 50  | 50   | 50   |
| Nitritos  | mg/L          | 3   | 3  | **   |
| Amoniaco  | mg/L          | 1.5   | 1.5  | **   |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)                   | mg/L          | $\geq 6$  | $\geq 5$   | $\geq 4$                                     |
| Potencial de Hidrógeno (pH)                       | Unidad de pH  | 6.5 – 8.5   | 5.5 – 9.0  | 5.5 – 9.0                                    |
| Sólidos Disueltos Totales                         | mg/L          | 1000  | 1000   | 1500   |
| Temperatura                                       | °C            | $\Delta 3$  | $\Delta 3$                                       | **   |
| Turbiedad   | UNT           | 5   | 100  | **   |
| Cadmio  | mg/L          | 0.003   | 0.005  | 0.01   |
| Cobre   | mg/L          | 2   | 2  | 2  |

|                        |                      |          |          |          |
|------------------------|----------------------|----------|----------|----------|
| Manganeso              | mg/L                 | 0.4      | 0.4      | 0.5      |
| Plomo                  | mg/L                 | 0.01     | 0.05     | 0.05     |
| Zinc                   | mg/L                 | 3        | 5        | 5        |
| Coliformes             | NMP/100              | 50       | **       | **       |
| Totales                | ml                   |          |          |          |
| Coliformes             | NMP/100              | 20       | 2000     | 20000    |
| Termotolerantes        | ml                   |          |          |          |
| <i>Vibrio cholerae</i> | Presencia/<br>100 ml | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| <i>Salmonella sp.</i>  | Presencia/<br>100 ml | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

Fuente. DS 04-2017-MINAN

### 2.7.2. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano

DIGESA (2010), el presente reglamento contempla la gestión de la calidad del agua, el control y supervisión de la calidad del agua, la fiscalización, las autorizaciones, registros y aprobaciones sanitarias respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano.

Tabla 07. Límites máximos permisibles – DIGESA

| Parámetros                | Unidad de medida        | LMP       |
|---------------------------|-------------------------|-----------|
| Turbiedad                 | UNT                     | 5         |
| pH                        | Valor de pH             | 6.5 a 8.5 |
| Conductividad             | µmho/cm                 | 1500      |
| Sólidos totales disueltos | mg/L                    | 1000      |
| Cloruros                  | mg Cl <sup>-</sup> /L   | 250       |
| Dureza total              | mg CaCO <sub>3</sub> /L | 500       |
| Amoníaco                  | mg N/L                  | 1.5       |
| Cadmio                    | mg Cd/L                 | 0.003     |
| Cobre                     | mg Cu/L                 | 2         |

|                                    |                   |       |
|------------------------------------|-------------------|-------|
| Hierro                             | mg Fe/L           | 0.3   |
| Manganeso                          | mg Mn/L           | 0.4   |
| Plomo                              | mg Pb/L           | 0.01  |
| Zinc                               | mg Zn/L           | 3     |
| Bacteria coliforme totales         | UFC/100mL 35°C    | 0 (*) |
| Bacteria coliforme termotolerantes | UFC/100mL 44.5 °C | 0 (*) |
| Bacteria heterotrófica             | UFC/100mL 35°C    | 500   |

Fuente: DIGESA 031-2010

## 2.8. Grado de satisfacción

### 2.8.1. Satisfacción del cliente del servicio

En general, toda empresa prestadora de servicios (EPS) deberá observar con mucho cuidado el indicador de satisfacción del cliente, pues si bien éste depende en gran parte de las expectativas por el servicio recibido de los clientes, asimismo es el reflejo de cómo el servicio prestado es visto por la sociedad (SUNASS, 2013).

En la actualidad, la competitividad global ha motivado a que las empresas consideren sus productos y/o servicios desde el aspecto del cliente, el cual requiere que los bienes y/o servicios obtenidos satisfagan sus expectativas en alto rendimiento, calidad óptima y precios bajos. La satisfacción del cliente forma parte de la administración de calidad total, la aceptación del enfoque de la satisfacción del cliente en una empresa como filosofía de gestión tiene numerosos efectos positivos sobre la cultura de la empresa y sobre el personal de la organización.

Según Kotler (2006), define que es el nivel de satisfacción de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto o servicio con sus expectativas, la satisfacción del cliente no depende solo de la calidad del servicio, sino también de sus expectativas. El consumidor está satisfecho cuando los servicios cubren o exceden sus expectativas, si las expectativas del consumidor son bajas tiene acceso limitado a cualquiera de los servicios, puede ser que esté satisfecho con recibir servicios relativamente deficientes.

### **2.8.2. Nivel de Satisfacción**

La satisfacción del consumidor ha sido indiciada como un elemento clave de las relaciones entre las empresas y su mercado, por lo que es uno de los constructos con mayor hábito en la investigación. En las investigaciones realizadas de satisfacción se remonta a la década de los sesenta, en donde algunas investigaciones, dan inicio a examinar el efecto de las perspectivas en la satisfacción del cliente y de esta forma se apertura la construcción del conocimiento sobre su naturaleza, así como sobre las variables que ayudan a su formación y aquellas que actúan como consecuencias (Ospina y Gil, 2010).

En los años setenta se fortalecen algunas teorías que buscan aclarar la naturaleza y el proceso de formación de la satisfacción y que posterior pasan a dar fundamento al paradigma. Esta teoría señala que la desconformación es una transacción post compra y/o servicio, en el cual el cliente establece una comparación entre las consecuencias obtenidas y las expectativas que se había instaurado previamente, es la discrepancia entre dos magnitudes lo que conduce al cliente a la elaboración de juicios en relación de un producto y/o servicio. En este período y como consecuencia, salen las primeras conceptualizaciones de la satisfacción, entre las que subrayamos la de quien precisa la satisfacción como el grado de ajuste de las necesidades y deseos de los consumidores con el rendimiento de los productos y/o servicios ofrecidos por el mercado (Ospina Y Gil, 2010).

En la década de los ochenta se crea un incremento significativo del número de investigaciones acerca de este constructo, que revela la ansiedad por explicar su naturaleza e identificar los elementos notables para su identificación, tales como el rendimiento, las expectativas y los deseos. En esta década, aclaran la satisfacción como una apreciación consciente o un juicio cognitivo sobre el producto ha tenido malos o buenos resultados, si dicho producto se ha ajustado a su propósito (Pettracci, 1998).

Los años noventa se identifican por la aportación de nuevas perspectivas de estudios de la satisfacción, en las que los investigadores se preocupan por crear nuevas conceptualizaciones y en expresar modelos que integren las diferentes variables que contribuyen a la formación de la satisfacción como aquellos fenómenos que se dan posteriormente. Los nuevos enfoques subrayan las necesidades de incluir en la discusión el componente emocional que se genera en el cliente ante una experiencia de compra y venta (Ospina y Gil, 2010).

Por otra parte, aún no existe un consenso a la hora de precisar si la satisfacción se debe aclarar como resultado de la evaluación del consumidor sobre una transacción específica o como una evaluación acumulativa que realiza el cliente sobre su experiencia a lo largo del tiempo. Desde la perspectiva transaccional aunque también existen propuestas que consideran la satisfacción como una evaluación global sobre la experiencia de consumo a lo largo de tiempo, desde esta segunda perspectiva, define la satisfacción como una evaluación global poscompra y posteriormente, como argumento para la elección de las medidas acumulativas, señalan que mientras que la satisfacción de una transacción específica puede dar información para el diagnóstico específico sobre un producto en particular o un encuentro de servicio, la satisfacción acumulativa es un indicador fundamental del rendimiento pasado, presente y futuro de las empresas (Ospina y Gil, 2010).

## 2.9. Definición de términos básicos

- a. **Agua cruda.** - Es aquella agua, que es captada para abastecimiento que no ha sido sometido por un proceso de tratamiento.
- b. **Agua tratada.** – Es toda agua que es sometida a un proceso físicos, químicos y/o bacteriológicos con la finalidad de convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.
- c. **Calidad del agua.** - Conjunto de rasgos organolépticas, físicas, químicas, microbiológicas propias del agua.
- d. **Cobertura de agua potable.** - Porcentaje de la población que habita en viviendas que cuenta con agua entubada dentro de la vivienda, dentro del terreno o de una llave publica o hidrante.
- e. **Continuidad.** - Indicador de calidad y precio del servicio de una EPS que expresa en horas/día durante las cuales se provee el agua en una determinada localidad, sector urbano, o en el conjunto de localidades que conforman el ámbito de una EPS.
- f. **E.P.S.-** Entidad prestadora de servicios, pública, privadas y/o mixtas formada con exclusivo propósito de ofrecer servicios de saneamiento.

- g. E.P.S. Mixta.** - EPS de economía mixta, cuyo capital está registrado por las municipalidades y por personas naturales o jurídicas, de acuerdo a lo que instituye a la normativa vigente.
- h. Grado de satisfacción.** - Nivel de estado de ánimo de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto o servicio con sus expectativas.
- i. Límite máximo permisible.** - Son los valores máximos admisibles de los parámetros específicos de la calidad del agua.
- j. Usuarios.** - Persona natural o jurídica a la que se prestan los servicios de saneamiento.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en los distritos de Rupa Rupa y Castillo Grande debido a que la EPS Seda Huánuco SA – Sucursal Leoncio Prado abastece a estos dos distritos. Se requirió el apoyo del laboratorio de análisis de suelo de la Facultad de Agronomía y del laboratorio general de microbiología de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

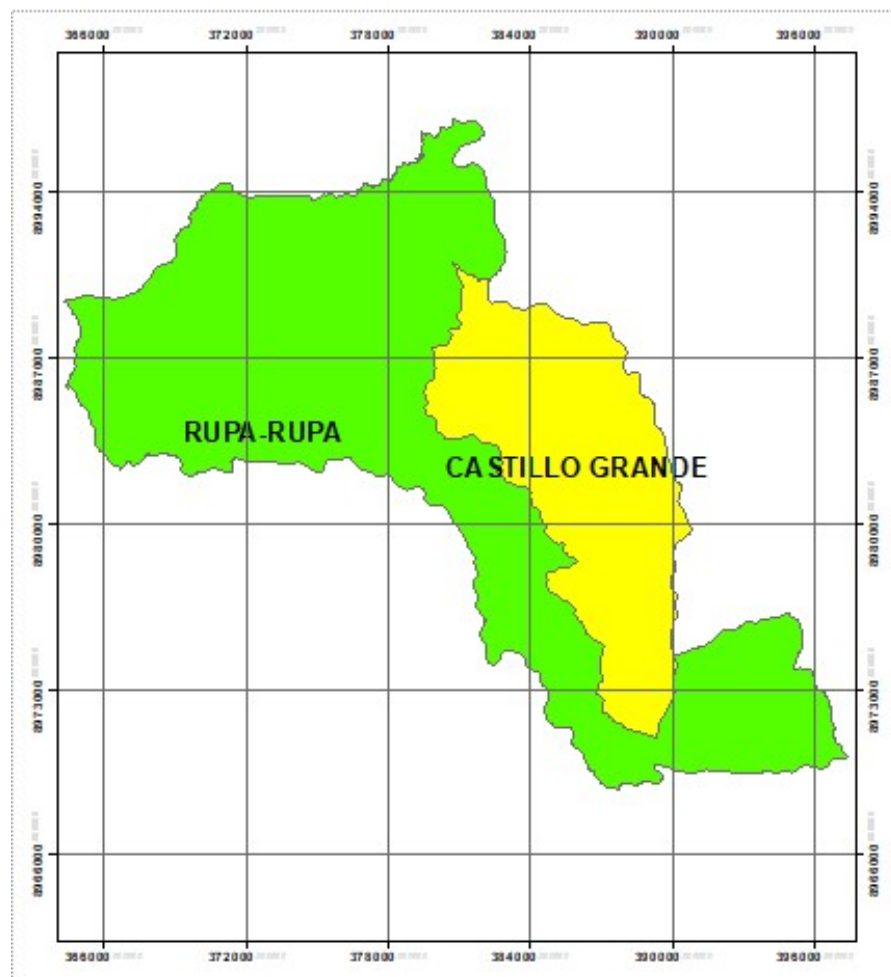


Figura 02. Distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

Tabla 08. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo

| Distrito     | Zonas              | Puntos             | Dirección                                 | 18L   | UTM     | Altitud m.<br>s. n. m | Hora de<br>Muestra |             |
|--------------|--------------------|--------------------|---|---|---------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Rupa<br>Rupa | Planta<br>Agua     | P1                 | Faja marginal del<br>rio Huallaga         | 389428  | 897150  |                       | 9 am a 2 pm        |             |
|              |                    | P2                 | Planta caisson                            | 389529  | 897164  |                       | 9 am a 2 pm        |             |
|              | Zona<br>Sur        | P3                 | Jr. 28 de marzo #<br>259                  | 390208  | 8971104 | 660                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              |                    | P4                 | Jr. Surquillo # 159                       | 389753  | 8971504 | 654                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              |                    | P5                 | Jr. Elías mabama #<br>112                 | 389750  | 8971058 | 646                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              |                    | P6                 | Jr. Salaverry B Lt<br>02                  | 389927  | 8970815 | 639                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              |                    | P7                 | Kiko sofía Mz A<br>Lt 07                  | 390309  | 8973090 | 637                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              |                    | P8                 | Jr. Aguaytia # 626                        | 390679  | 8972379 | 649                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              | Zona<br>Urbana     | P9                 | Jr. Tocache # 186                         | 390238  | 8971487 | 650                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              |                    | P10                | Jr. Cayumba # 257                         | 389813  | 8971781 | 655                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              |                    | P11                | Jr. Miguel Grau<br>/ Picuruyacu           | 388640  | 8973095 | 645                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              |                    | P12                | Jr. Francisco<br>Bolognesi<br>/ Av. Unión | 389157  | 8973361 | 643                   | 9 am a 2 pm        |             |
|              | Castillo<br>Grande | Castillo<br>Grande | P13                                       | Jr. Jose Carlos<br>Mariátegui<br>/ Psj. Tingo María | 389285  | 8974289               | 645                | 9 am a 2 pm |
|              |                    |                    | P14                                       | Los Laureles  | 389473  | 8971879               | 657                | 9 am a 2 pm |

### 3.2. Materiales y equipos

#### 3.2.1. Materiales

Se necesitan botellas de 500 mL, una nevera portátil, vasos precipitados, agua destilada, asa de siembra, piceta, probeta de 100 mL, placa Petri, plumón indeleble, cuaderno de apuntes, guardapolvo, ansa micológica, mascarilla, guantes latex descartables, gradilla.



### **3.2.2. Equipos**

Kit Nitrato Hanna, Medidor TDS digital, Multiparámetro – HANNA, Pocket Chlorine II HACH, kit nitrito Hanna, termómetro digital, 2100P turbidimeter HACH, kit dureza Hanna, peachimetro HANNA - HI98128, kit de amonio Hanna, GPS Garmin MAP62s, oxímetro LAMOTTE - DO6PLUS, kit de fosfatos Hanna, Cámara fotografía (Sony), refrigeradora, baño maría, olla autoclave.

### **3.2.3. Medios de cultivo**

Agar plate count, Caldo E. coli, caldo peptonado, agar salmonella, caldo lactozado, caldo brilla, agar saboraud, agar Agar, agar TCBS, caldo selenita cistina, caldo tetracionato, caldo nutritivo con NaCl y ceftriaxona.

### **3.2.4. Métodos**

#### **a. Toma de muestra**

Según ANA (2011), durante el muestreo se evitaron zonas de excesiva turbulencia y se tomaron muestras los días 08 de julio, 05 de agosto, 09 setiembre y 07 de octubre, teniendo en cuenta la profundidad y la velocidad de las corrientes.

El muestreo se desarrolló a lo mencionado por APHA (1999); se usó una botella esterilizada de 1 litro, etiquetado y correctamente limpio. La recolección de la muestra se da de la siguiente manera, la botella se sumerge de la fuente y luego se inclina a 30° con una profundidad de 20 cm, luego es debidamente rotulado y acondicionado, donde será llevado al laboratorio de suelo y al laboratorio de microbiología de la UNAS.

Se utilizaron métodos de muestreo sistemáticos que cumplan los criterios de identificación, accesibilidad y representatividad. El muestreo estuvo conformado por 14 muestras que abarco las áreas de Rupa Rupa y Castillo Grande, de las cuales uno fue en la misma planta de tratamiento y el otro fue en la faja marginal del rio Huallaga, 4 muestras de Castillo Grande, 4 de la zona sur y 4 de la zona urbana, las muestras fueron sacadas desde las 9 am hasta las 2pm; cada sitio de muestreo se replicó cuatro veces; un total de 56 muestras fueron sometidas a análisis de metales pesados, microbiológico y fisicoquímico.

## b. Diseño de la investigación

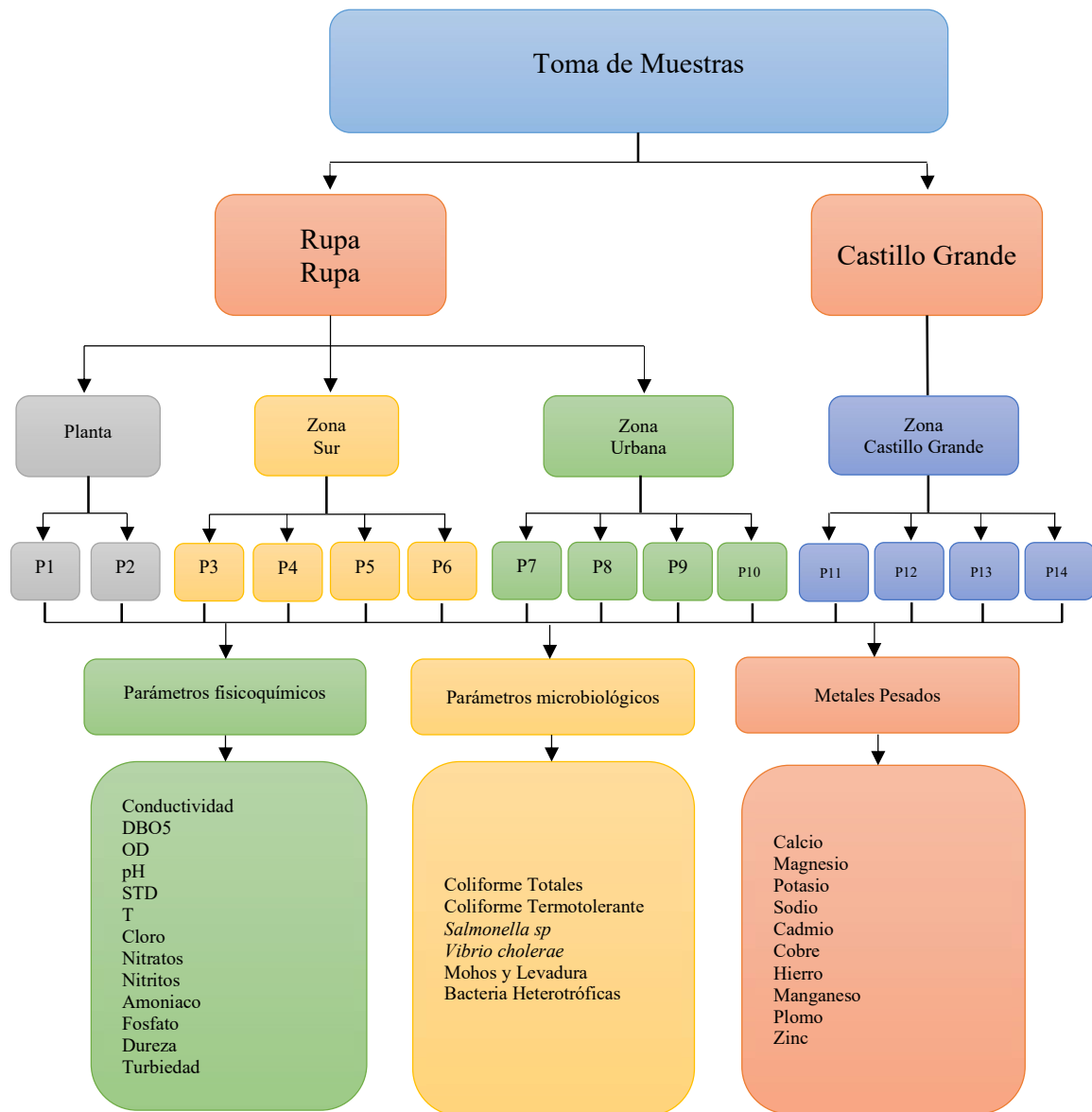


Figura 03. Diseño experimental

## c. Transporte y acondicionamiento de la muestra

Las muestras se almacenaron en una nevera portátil a 4 C° y luego se enviaron al laboratorio para su análisis dentro de las 24 horas. Luego del muestreo, se trasladaron al laboratorio donde se realizó el método adecuado para cada uno de los parámetros que se describen a continuación:

#### d. Evaluación de los metales pesados

Se basó en mediciones de los metales pesados de los distritos de Rupa Rupa y Castillo Grande, se menciona en el cuadro 02.

Tabla 09. Metales pesados en Rupa Rupa y Castillo Grande

| Parámetro | Unidad | Ecuación                |
|-----------|--------|-------------------------|
| Cadmio    |        |                         |
| Cobre     |        | Espectrofotómetro de    |
| Hierro    | mg/L   | absorción atómica marca |
| Manganeso |        | VARIAN – modelo         |
| Plomo     |        | SPECTR AA 55B           |
| Zinc      |        |                         |

#### e. Análisis de los fisicoquímicos

Los análisis y los cálculos se realizaron en las áreas de Rupa Rupa y Castillo Grande, utilizando los siguientes equipos, ver cuadro 03.

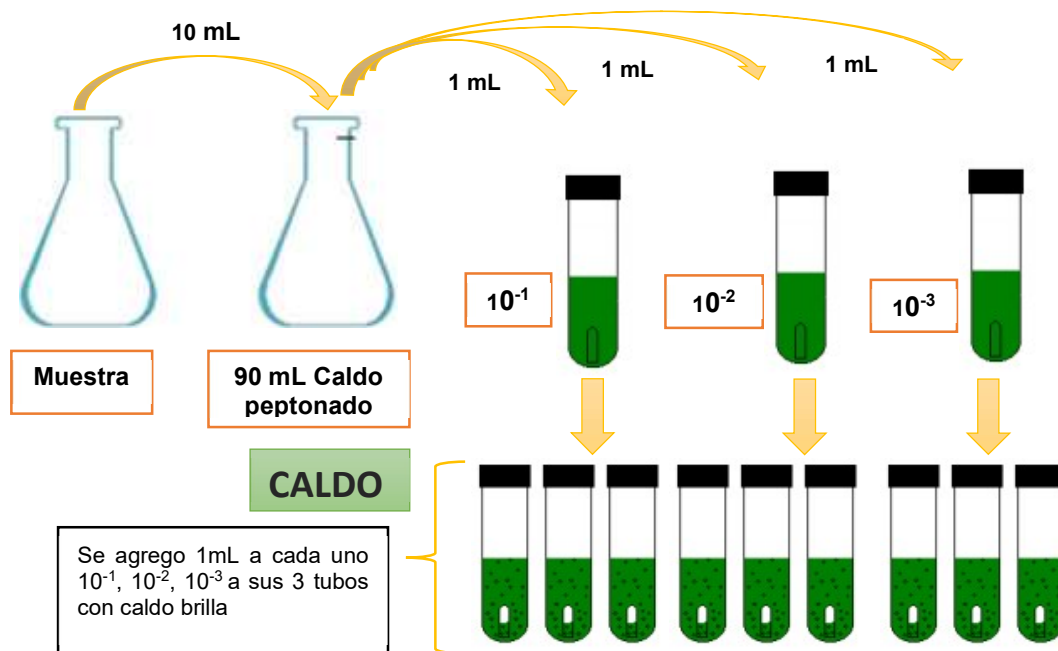
Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos

| Parámetro        | Unidad   | Ecuación                          |
|------------------|----------|-----------------------------------|
| Conductividad    | μS/cm    | HANNAN modelo HI98131             |
| DBO <sub>5</sub> | mg/L     | La Motte modelo DO 6 PLUS         |
| OD               | mg/L     | La Motte modelo DO 6 PLUS         |
| pH               | Unidades | HANNAN modelo HI 98128            |
| STD              | mg/L     | HANNAN modelo HI98131             |
| Temperatura      | °C       | Termómetro digital sin marca      |
| Cloro            | mg/L     | Pocket Chlorine II HACH           |
| Nitratos         | mg/L     | HANNAN modelo HI3874              |
| Nitritos         | mg/L     | HANNAN modelo HI3873              |
| Amoniaco         | mg/L     | HANNAN modelo HI3824              |
| Fosfato          | mg/L     | HANNAN modelo HI3833 Fc = 0.32614 |
| Dureza           | mg/L     | HANNAN modelo HI3812              |
| Turbiedad        | UNT      | 2100P turbidimeter HACH           |

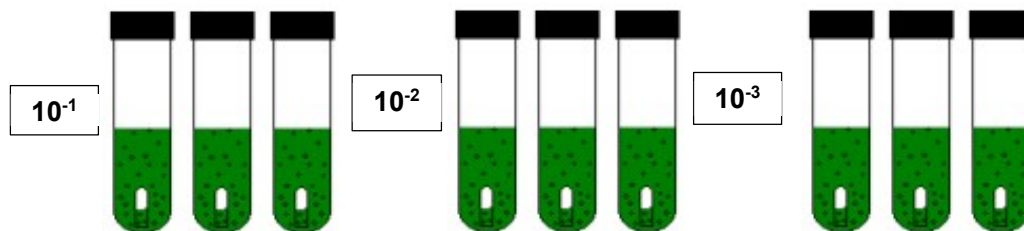
## f. Análisis microbiológicos

Para el análisis microbiológico, se siguió el protocolo de práctica de microbiología ambiental para medir y calcular parámetros microbiológicos. (López, 2012)

### 1) Análisis de coliformes totales



### Determinación de los microorganismos



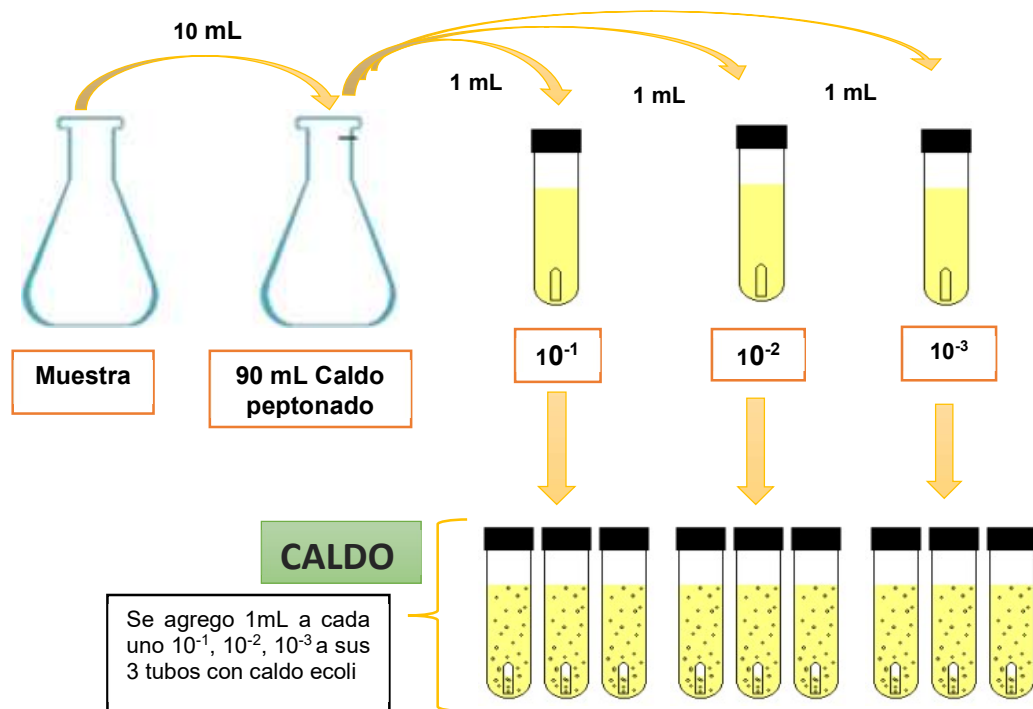
Calculamos el NMP/100mL:

$$\frac{\text{NMP}}{100\text{mL}} = \frac{\text{índice NMP(tabla)} \times \text{dilución}}{100}$$

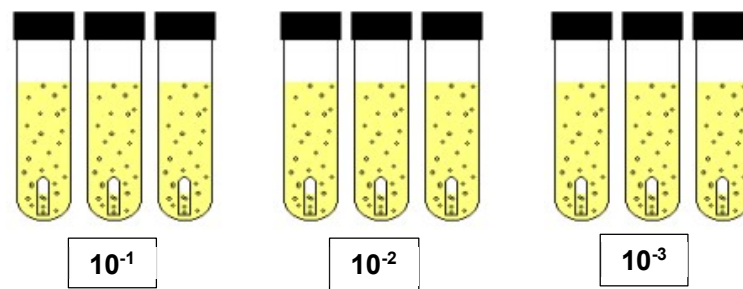
Figura 04. Evaluación de coliformes totales

Fuente. López (2012).

## 2) Análisis de *Escherichia coli* (coliforme termotolerantes)



### Determinación de los microorganismos

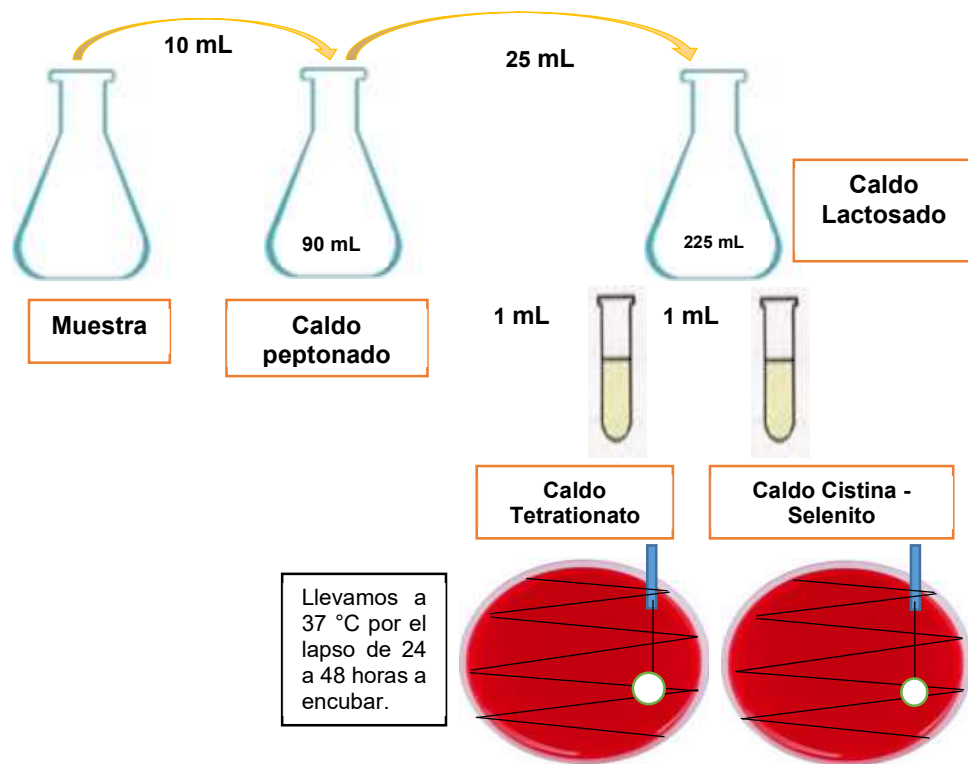


Calculamos el NMP/100mL:

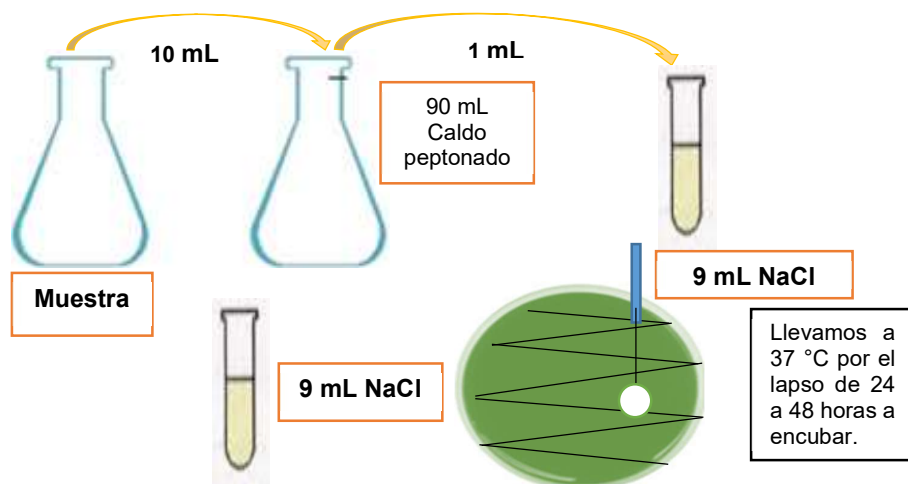
$$\frac{\text{NMP}}{100\text{mL}} = \frac{\text{indice NMP(tabla)} \times \text{dilución}}{100}$$

Figura 05. Evaluación de coliformes termotolerantes

Fuente. López (2012).

3) **Análisis de *salmonella***Figura 06. Evaluación de *salmonella sp*

Fuente. López (2012).

4) **Análisis de *Vibrio Cholerae***Figura 07. Evaluación de *Vibrio cholerae*

Fuente. López (2012).

### 5) Análisis de mohos y levadura

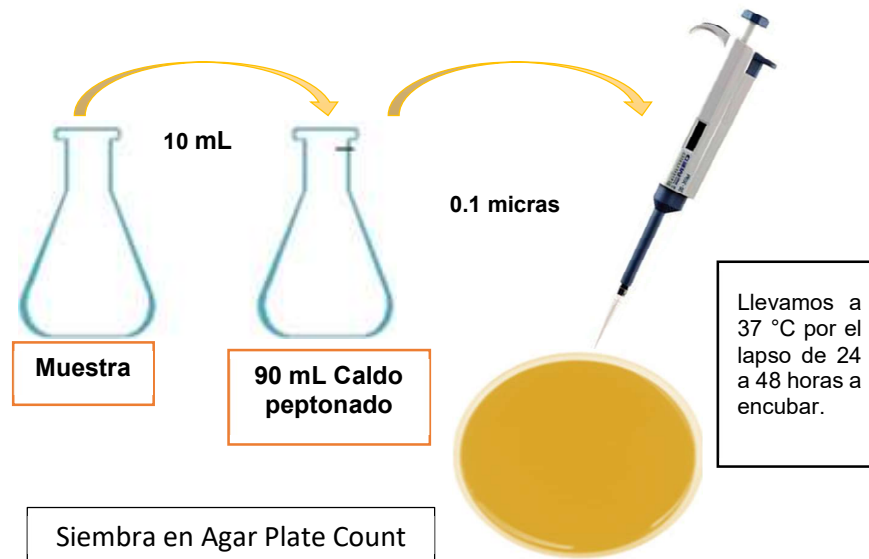


Figura 08. Evaluación de mohos y levadura

Fuente. López (2012)

### 6) Evaluación de bacteria heterotrófica

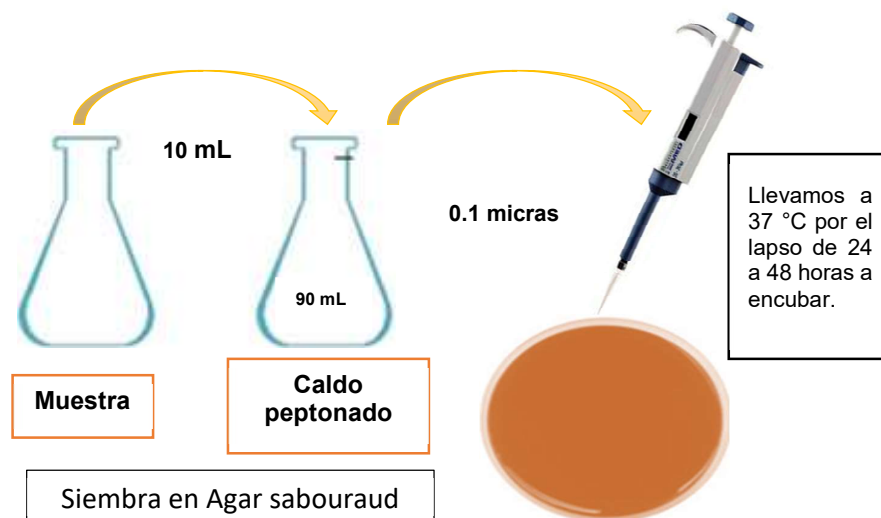


Figura 09. Determinación microbiana de bacteria heterotrófica

Fuente. Lopez (2012)

### g. Cálculo del ICA - agua

Una vez determinado los sitios de muestreo del ICA en arroyos ríos o cuencas, se sigue la metodología del ANA (2018) y esta información se obtiene de las actividades de control y monitoreo de ANA. Tiempo mínimo recomendado para evaluar, analizar al menos cuatro (04) parámetros (variables) y realizar al menos cuatro (04) monitoreos para muestreo.

Sin embargo, se desconoce el número máximo de parámetros, que van desde su sitio de monitoreo hasta varios sitios correspondientes a cuerpos de agua, hasta toda la cuenca.

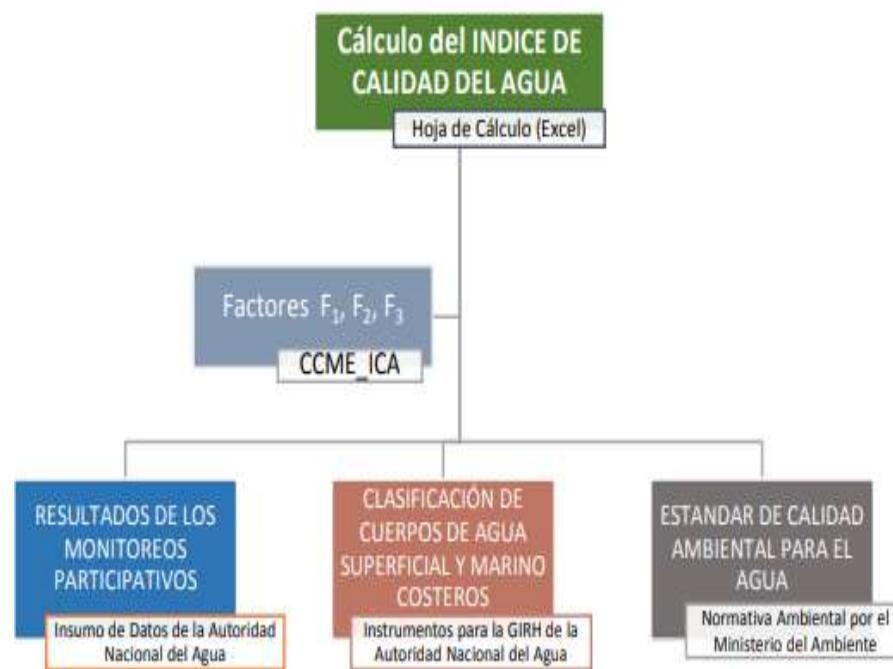


Figura 10: Información base necesaria para la determinación del ICA

Fuente: ANA (2018)

#### 1. Determinación del ICA-PE

Se calculan mediante la fórmula canadiense, que consta de tres factores (área, frecuencia y magnitud) derivados matemáticamente de un solo valor (de 0 a 100) que caracteriza el estado de la calidad del agua en los puntos de monitoreo de un canal, río o cuenca. Las explicaciones y evaluaciones de estas 3 frecuencias se narran en seguida:



- **Alcance – F1**

Refleja el número de parámetros que no cumplen con la norma, el ECAs del agua, en relación con el total de los parámetros evaluados.

$$F1 = \frac{\text{Parámetros que no cumplen}}{\text{Número Total de parámetros evaluados}}$$

- **Frecuencia – F2**

Simboliza el número de datos que no cumplen con la norma, en relación a número total de parámetros evaluados.

$$F2 = \frac{\text{No cumplen el ECA de los datos analizados}}{\text{El total de datos analizados}}$$

- **Amplitud – F3**

Es una medida de la asimetría de los datos determinada por la cantidad del valor atípico especificado, es decir, el valor atípico de todos los datos en relación con el número total de datos.

$$F3 = \left( \frac{\text{La sumatoria normalizada de los excedentes}}{\text{Sumatoria normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100$$

Cálculo de la suma normalizada de los excedentes (nse):

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedente}_i}{\text{Total de Datos}}$$

Solo se produce una superación cuando existe una diferencia en medio del valor que representa el ECA y entre el valor del ECA- Agua.

**Ejemplo 01:** Se produce una superación cuando existe una diferencia entre los valores que representa el ECAs y el valor del dato del ECA- agua.

$$\text{Excedente}_i = \left( \frac{\text{Valor que no cumple el ECA}}{\text{Valor establecido del ECA}} \right) - 1$$

**Ejemplo 2:** Se produce cuando el dato del parámetro es inferior a los valores que son establecidos por ECA- Agua, que incumple las condiciones especificadas en el mismo, en los modelos: el OD ( $> 4$ ) y pH ( $>6.5, <8.5$ ), el resto se determina a continuación:

$$\text{Excedente}_i = \left( \frac{\text{Valor establecido del ECA}}{\text{Valor que no cumple el ECA}} \right) - 1$$

Después de calcular el valor de cada factor (F1, F2, y F3) calcule el índice de calidad del agua, 100 representa alta calidad, 0 representa mala calidad, expresado como la siguiente ecuación:

$$CCME_{WQI} = 100 - \left( \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_{13}^2}{3}} \right)$$

Tabla 11. Calificación de los ICA

| ICA        | 100 – 90  | 89 – 75 | 74 - 45 | 44 - 30 | 29 - 0 |
|------------|-----------|---------|---------|---------|--------|
| Evaluación | Excelente | Bueno   | Regular | Malo    | Pésimo |

Fuente. ANA (2018)

Como se puede ver en la tabla 12, se establece los siguientes niveles de rango, el cual están clasificados por los niveles de perceptibilidad que anuncian y manifiestan el estado actual del agua, tenemos las siguientes clasificaciones: pésimo, malo, regular, buena y excelente.

Tabla 12. Interpretación de la calificación ICA

| ICA - PE | Evaluación | Análisis   |
|----------|------------|--|
| 0 - 29   | Pésimo     | Carecen con los objetivos de calidad, mayormente estás se ve comprometida o deteriorada. Todas las solicitudes requieren un previo tratamiento |

|          |           |   |
|----------|-----------|---|
| 30 - 44  | Malo      | Carecen con los objetivos de calidad y a menudo los escenarios ideales están comprometidas o destruidas. Muchas aplicaciones requieren tratamiento. |
| 45 - 74  | Regular   | A veces se ve comprometida o destruida. La calidad del agua a menudo está lejos de ser ideal. Muchas aplicaciones requieren algún tratamiento.      |
| 75 - 89  | Bueno     | Es ligeramente diferente de la calidad del agua natural. Pero las condiciones ideales pueden ser una amenaza o un daño menor.                       |
| 90 - 100 | Excelente | Está protegida y no representa ninguna amenaza ni daño. Las condiciones están muy cerca de los niveles deseados o naturales.                        |

Fuente. ANA (2018).

### 2.1.1. Criterios de investigación

#### a. Nivel de investigación

Correlacional existe cierta relación, porque se definen los niveles de contaminación química, física y biológica. Sustentado en Hernández y Fernández (2006) quiere decir tiene como objetivo evaluar y reunir definiciones sobre las variables a los que se estudia, ya sea de forma conjunta o independiente, porque quieren saber si las variables medidas están relacionadas.

#### b. Tipo de investigación

Aplicada, porque se recurrirá en las teorías científicas de las ciencias de los metales pesados, biológicas y químicas para solucionar el índice de calidad del agua subterránea. Sustentado en Hernández y Fernández (2006), la investigación aplicada se caracteriza porque busca la aplicación de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

### c. Variables de la investigación

#### 1. Variables

- Vx = Índice calidad del agua  
 Vy = Satisfacción de los clientes  
 Vi = Localidad de Tingo María

#### 2. Indicadores

- X1 = parámetros fisicoquímicos  
 X2 = parámetros microbiológicos  
 X3 = metales pesados  
 X4 = Índice de calidad ambiental  
 Y1 = mantenimiento de medidores y red  
 Y2 = calidad del agua  
 Y3 = Provisión de agua a los domicilios  
 Y4 = Proyectos de ampliación de nuevas redes  
 Y5 = Organización para el servicio en oficinas  
 Y6 = Facturación del consumo  
 Y7 = Comunicación con los usuarios

### d. Universo, población y muestra

La muestra incumbe al total de clientes de tiene la empresa de agua potable Seda Huánuco SA Sucursal Leoncio Prado, muestreado por personas de 18 años a más, cuenta con 8635 usuarios. El tamaño de la muestra se calcula de acuerdo con la siguiente formula estadística:

$$n = \frac{z^2 pq N}{[e^2 x(N - 1)] + z^2 pq}$$

Dónde:

$$P = 0.5$$

$$N = 8635$$

$$Z = 1.96$$

$$e = 0.05$$

N = muestra

$$Q = 0.5$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 8635}{[0.05^2 * (8635 - 1)] + 1.96^2 * 0.8 * 0.2}$$

$$n = 368$$

Se utilizará el método aleatorio simple para la obtención de muestras al recolectar la información.

### e. Determinación de hipótesis

#### 1. Los métodos de correlación de Spearman

Es una técnica bivariada que se utiliza en situaciones en las que el investigador pretende considerar una representación de dicha data que permita diferencias o similitudes entre variables, el cual permitirá determinar la variedad común, capturando así lo que está sucediendo en los datos. Spearman es literalmente igual que Pearson y se determina dentro de los rangos de observaciones. La correlación entre X e Y se calcula con el coeficiente de correlación de Pearson para tener un rango de pares. Si las puntuaciones se convierten primero en intervalo, la correlación se Spearman se puede determinar mediante la fórmula de Pearson (Elorza y Medina, 1999).

#### 2. Coeficiente de correlación por jerarquías de Spearman (Rho de Spearman)

Para tener conocimiento del grado de asociación entre estas variables se utilizó el Rho de Spearman, nos permitió calcular la independencia o correlación de las variables analizadas (Elorza y Medina, 1999). La siguiente ecuación es:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Siendo:

$d_i = x_i - y_i$

$x_i$  = el rango de sujetos i con respecto a una variable

$n$  = la cantidad de sujetos que se clasifican

$y_i$  = el rango de sujetos i con respecto a una segunda variable

En otras palabras,  $d_i$ , es la desigualdad de los intervalos X e Y, el rango de Spearman oscila entre -1.0 a +1.0, esto nos permite interpretar de la siguiente manera: el valor cercano a +1.0, indica una relación perfecta, el valor cercano a -1.0 muestra una correlación negativa perfecta y por último tenemos al valor de 0, nos muestra que no existe correlación (Anderson *et al.*, 2008).

Tabla 13. Grado de relación según coeficiente de correlación

| Rango         | Relación                          |
|---------------|-----------------------------------|
| +0.91 a +1.00 | Correlación positiva perfecta     |
| +0.76 a +0.90 | Correlación positiva muy fuerte   |
| +0.51 a +0.75 | Correlación positiva considerable |
| +0.11 a +0.50 | Correlación positiva media        |
| +0.01 a +0.10 | Correlación positiva débil        |
| 0             | No existe correlación             |
| -0.01 a -0.10 | Correlación negativa débil        |
| -0.11 a -0.50 | Correlación negativa media        |
| -0.51 a -0.75 | Correlación negativa considerable |
| -0.76 a -0.90 | Correlación negativa muy fuerte   |
| -0.91 a -1.00 | Correlación negativa perfecta     |

Fuente: Sampieri y Fernández (1998).

### 3. Coeficiente de Alfa de Cronbach

El índice de consistencia interna, que tiene un valor de 0 a 1, es utilizada con la finalidad de detectar información insuficiente nos está llevando a sacar conclusiones incorrectas, o si es un instrumento confiable que realiza mediciones estables y consistentes. Hernández y Fernández (2006).

- a. Alfa viene hacer el coeficiente de correlación de Cronbach, el cual nos permite medir ampliamente la homogeneidad del problema al calcular todas las correlaciones entre todos los elementos para ver si son realmente similares.
- b. Su interpretación es que cuanto más cerca este el exponente del valor extremo de 1 mejor será confiabilidad, dada una respetable confiabilidad de 0,80.

Su fórmula estadística es la siguiente:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

$\alpha$ : Coeficiente de Alfa de Cronbach

$S_i^2$ : Sumatoria de Varianzas de los Ítems

K: El número de ítems

$S_T^2$ : Varianza de la suma de los Ítems

Al analizar los resultados del coeficiente de Cronbach, se recomiendan tener en cuenta lo siguiente:

Tabla 14. Coeficiente Alfa de Cronbach

| Valores de alfa | Interpretación    |
|-----------------|-------------------|
| < 0.50          | No confiable      |
| 0.50 – 0.59     | Muy baja          |
| 0.60 – 0.69     | Baja              |
| 0.70 – 0.79     | Moderada          |
| 0.80 – 0.89     | Adecuada          |
| 0.90 – 1.00     | Muy satisfactoria |

Fuente: Hernández y Fernández, 2006.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Metales pesados en el distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

En la tabla 15 se reportan los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos evaluados tanto del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande. Se observa que el plomo se obtuvo la mayor ponderación en el P2, el cobre se mantiene con el mismo valor. Por otro lado, el hierro en el P1 tuvo su mayor ponderación, mientras que el zinc obtuvo su mejor ponderación en el P13, y por último tenemos al cadmio y al manganeso que hay ausencia en todos los puntos evaluados.

Tabla 15. Valores promedio de los metales pesados del distrito de rupa rupa y castillo grande

| Parámetros metales pesados | Unid. Medida | PUNTOS DE MONITOREO |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | ECAs  | LMP   |
|----------------------------|--------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                            |              | P1                  | P2   | P3   | P4   | P5   | P6   | P7   | P8   | P9   | P10  | P11  | P12  | P13  | P14  |       |       |
| Cadmio (Cd)                | mg/L         | 0.00                | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.005 | 0.003 |
| Plomo (Pb)                 | mg/L         | 0.00                | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.05  | 0.01  |
| Cobre (Cu)                 | mg/L         | 0.01                | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 2     | 2     |
| Hierro (Fe)                | mg/L         | 0.15                | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1     | 0.3   |
| Zinc (Zn)                  | mg/L         | 0.00                | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 5     | 3     |
| Manganeso (Mn)             | mg/L         | 0.00                | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.4  | 0.4   |       |

En la figura 11, se observa que hay ausencia de cadmio en los puntos evaluados, pero también podemos decir que el cadmio está por debajo del ECAs y del LMP.

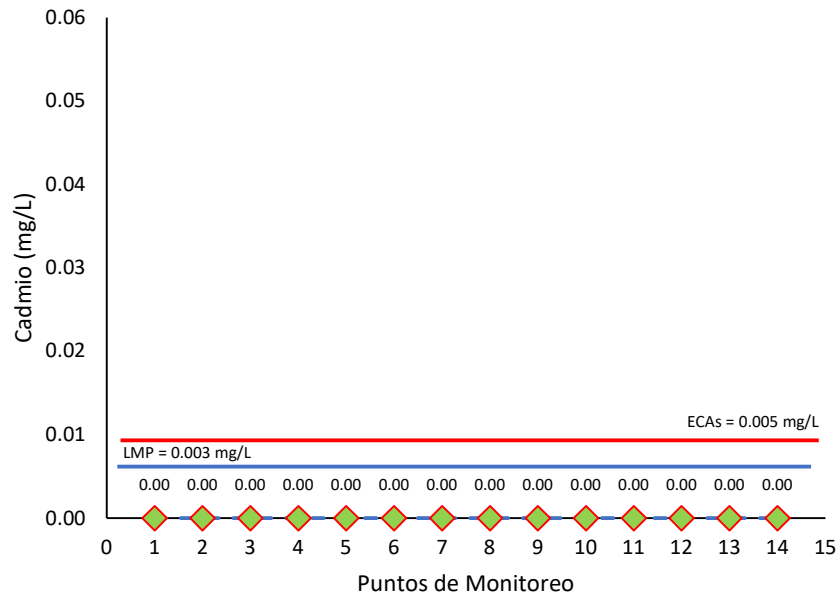


Figura 11. Evaluación del cadmio en los diferentes puntos de muestreo



Rodier (1981), la presencia de cantidades pequeñas de este elemento en las aguas se debe a la poca solubilidad de sus compuestos comunes al pH habitual del agua, la dosis tóxica por ingestión es de algunos miligramos aproximadamente el 5 – 10 % del cadmio ingerido es absorbido y acumulado en los riñones, su toxicidad elevada con efecto acumulativo va acompañada de trastornos renales, alteraciones óseas e hipertensión arterial. Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que el cadmio existe una ausencia total y por consiguiente el agua potable de pozo son aptas para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y los ECAs.

En la figura 12, se observa que el plomo hay una ligera variación entre los puntos evaluados, podemos decir que el plomo está por debajo de las ECAs, de igual manera el plomo está por encima de LMP.

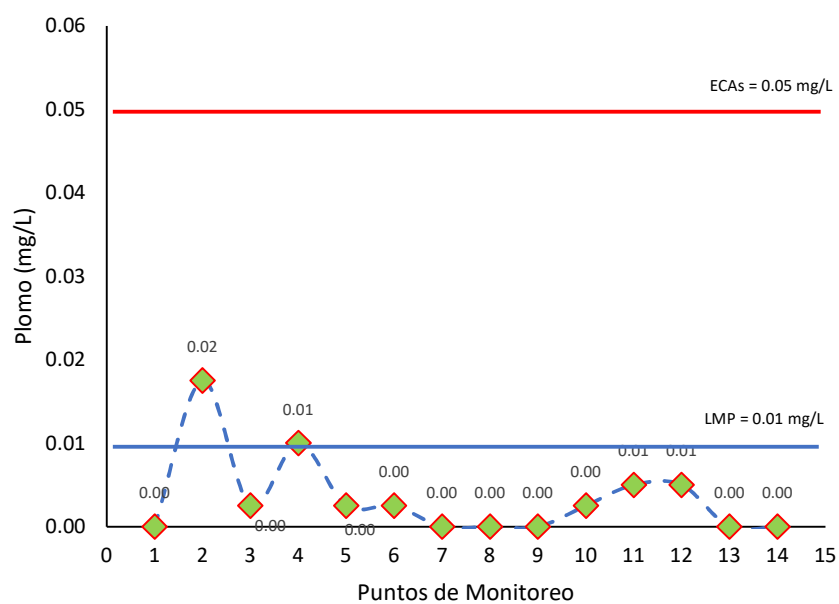


Figura 12. Evaluación del plomo en los diferentes puntos de muestreo

Rodier (1981), se encuentra en cantidades pequeñas en las aguas minerales, debido a que su principal mineral la galena es poco soluble en agua, este elemento es tóxico, se manifiesta por trastornos clínicos, anomalías biológicas y alteraciones histopatológicas, es susceptible de acumularse en el esqueleto y en los peces los efectos tóxicos se manifiestan a partir de 1 mg/L. Los resultados obtenidos no concuerdan con nuestra investigación debido a que la concentración del plomo tiene un  $\bar{x} = 0.00339$ ,  $S^2 = 0.00008$ ,  $S = 0.00880$  y un  $CV = 0.59251$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

En la figura 13, se observa que el cobre se mantiene con el mismo resultado en los diferentes puntos evaluados, pero también podemos decir que el cobre está por debajo del ECAs y del LMP.

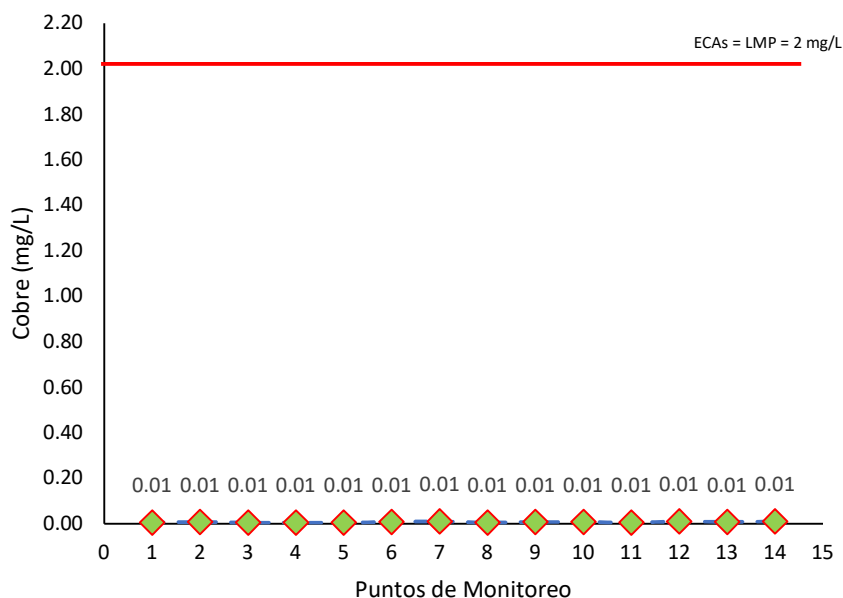


Figura 13. Evaluación del cobre en los diferentes puntos de muestreo

El cobre del estudio es parecido a lo conseguido por Villeni (2012), quien determinó valores en un promedio de 0.01 mg/L de Cu, en aguas subterráneas en el distrito de San Pedro de Lloc, así mismo Orozco *et al.*, (2008), en su investigación reportó los valores de cobre 0.14 a 2.22 mg/L, Sierra (2011), menciona que el cobre son muy toxico sobre los organismos acuáticos varía con la especie, características físicas y químicas del agua, como temperatura, dureza, turbiedad y contenido de CO<sub>2</sub>, el cobre genera molestias gastrointestinales y problemas hepáticos. Los resultados obtenidos no concuerdan con nuestra investigación debido a que la concentración del cobre tiene un  $\bar{x} = 0.00696$ ,  $S^2 = 0.00016$ ,  $S = 0.01278$  y un  $CV = 1.83517$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

En la figura 14, se observa que el hierro existe una ligera variación entre los puntos evaluados, pero también podemos decir que el hierro está por debajo del ECAs y del LMP, excepto el punto 1 que esta muestra fue tomada en la faja marginal del rio Huallaga.

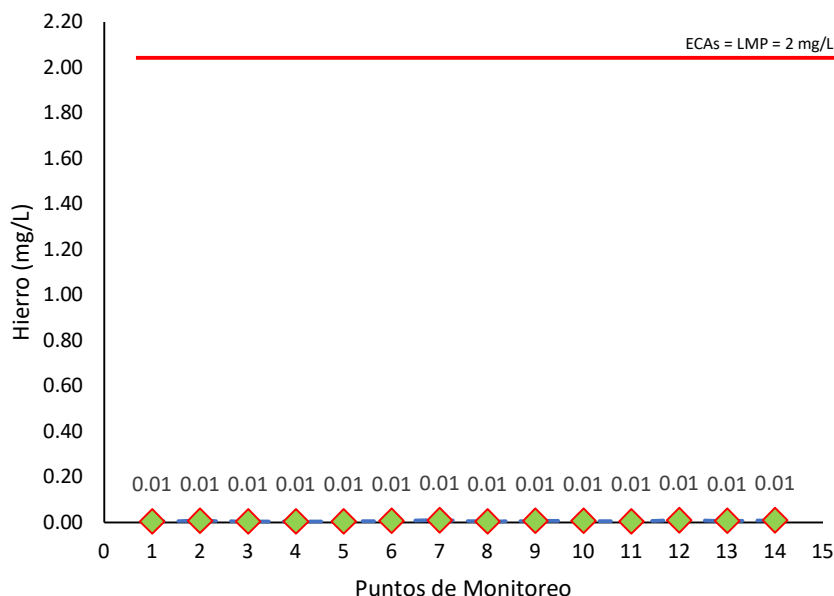


Figura 14. Evaluación del hierro en los diferentes puntos de muestreo

Salazar (2015), menciona que las concentraciones de hierro (0.003 y 0.059 mg/L), en el sistema de abastecimiento para consumo humano en la ciudad de Juliaca, así como también Petro y Wees (2014), en su investigación se presentaron fluctuaciones en las estaciones, con mayor presencia en la estación siete con 0.03 mg/L, pese a ello el 100% de los puntos se encuentran dentro del valor máximo aceptable.

Por otro lado, Fernández (2011), menciona que el agua subterránea de las concentraciones de hierro varía de 0 mg/L, en marzo y setiembre a 0.351 mg/L en diciembre, con un promedio de 0.21 mg/L, la concentración de hierro en el agua se da por la fácil solución de éste en el agua, a través de las rocas ígneas que hay en el subsuelo. Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del hierro tienen un  $\bar{X} = 0.01607$ ,  $S^2 = 0.00236$ ,  $S = 0.04861$  y un  $CV = 3.02432$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

En la figura 15, se observa que el zinc existe una ligera variación entre los puntos evaluados, pero también podemos decir que el zinc está por debajo del ECAs y del LMP.

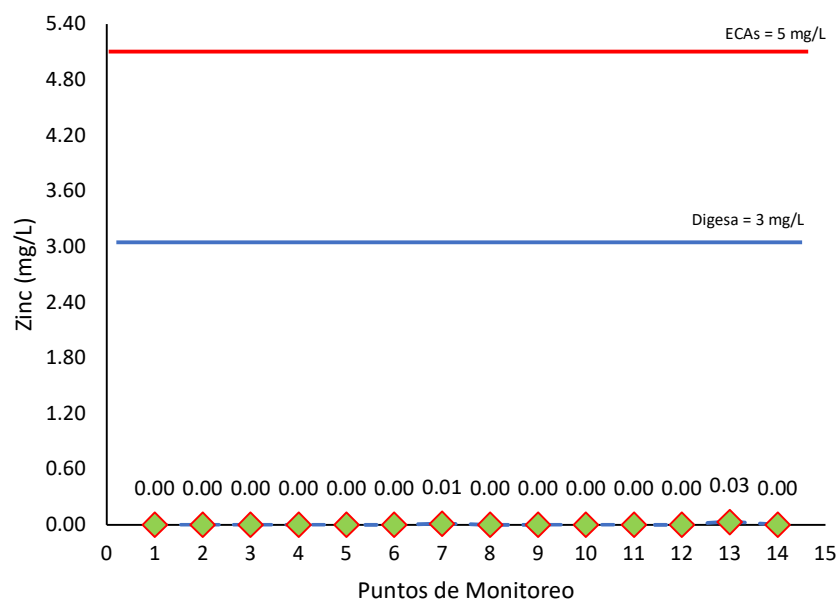


Figura 15. Evaluación del Zinc en los diferentes puntos de muestreo

Fernández (2011), dentro de su investigación determino los promedios es 0.10 mg/L, en el agua subterránea, la concentración de zinc varía de 0 mg/L, en marzo y setiembre, a 0.048 mg/L en diciembre, con un promedio de 0.039 mg/L, al igual que el hierro, el zinc se incorpora al agua por lo minerales que contienen zinc.

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del zinc tienen un  $\bar{x} = 0.00286$ ,  $S^2 = 0.00028$ ,  $S = 0.01681$  y un  $CV = 5.88372$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

En la figura 16, se observa que el manganeso existe una ligera variación entre los puntos evaluados, pero también podemos decir que el manganeso está por debajo del ECAs y del LMP.

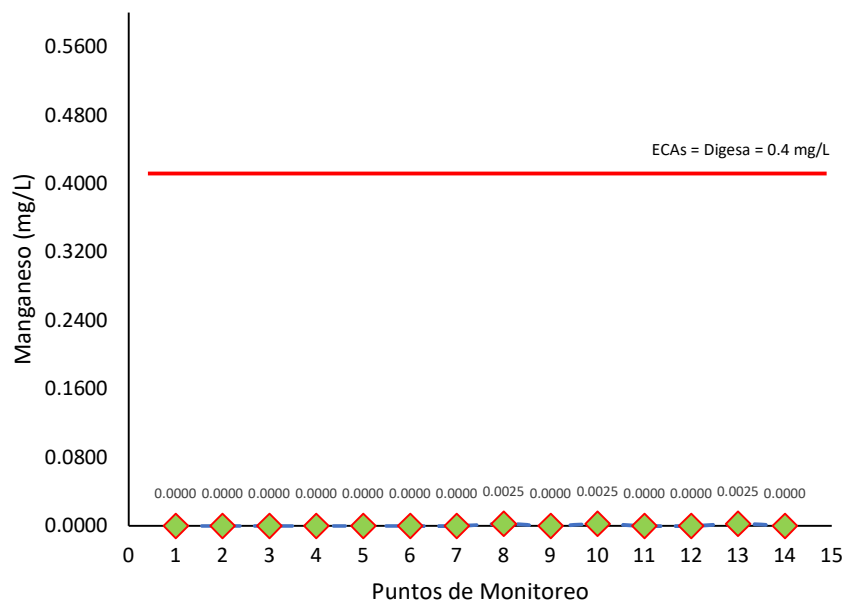


Figura 16. Evaluación del manganeso en los diferentes puntos de muestreo

Rodier (1981), manifiesta que el manganeso suele acompañar al hierro en las aguas minerales en cantidades pequeñas, su solubilidad depende del pH y del oxígeno disuelto, es soluble en forma reducida, pero oxidado es casi insoluble, desde el punto de vista doméstico presenta el inconveniente de manchar la ropa y el esmalte dental, da un mal sabor al agua y si precipita la turbidez producida es desagradable. Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del manganeso tienen un  $\bar{x} = 0.00054$ ,  $S^2 = 0.00001$ ,  $S = 0.00227$  y un  $CV = 4.24121$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

#### 4.2. Parámetros fisicoquímicos en el distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

En la tabla 16 se reportan los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos evaluados tanto del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande. Se observa que la conductividad tiene mayor ponderación en el P12, del mismo modo el pH, fósforo total tiene mayor ponderación en el P14, de igual manera el nitrato, nitrito, amoníaco y la turbiedad tienen mayor ponderación en el P1, con respecto a la dureza se obtuvo la mayor ponderación en el P7, por otro lado el cloro en el P3 tuvo su mayor ponderación, mientras que el OD obtuvo su mejor ponderación en el P10, el  $DBO_5$  obtuvo su mejor ponderación en el P4 y por último tenemos al STD y la  $T^\circ$  tienen mayor ponderación en el P11.

Tabla 16. Valores promedio de los parámetros fisicoquímico del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Parámetros Fisicoquímico | Unidad   | Puntos de Monitoreo |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | ECAs (A2) | LMP       |
|--------------------------|----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|
|                          |          | P1                  | P2    | P3    | P4    | P5    | P6    | P7    | P8    | P9    | P10   | P11   | P12   | P13   | P14   |           |           |
| Conductividad            | μS/cm    | 352.5               | 355.5 | 348.0 | 367.0 | 368.2 | 371.2 | 392.0 | 377.5 | 335.2 | 419.5 | 423.7 | 432.5 | 395.0 | 411.2 | 1600      | 1500      |
| DBO <sub>5</sub>         | mg/L     | 0.73                | 0.75  | 0.64  | 0.41  | 0.87  | 0.44  | 1.32  | 1.38  | 2.00  | 2.36  | 1.84  | 1.48  | 1.76  | 2.02  | 5         | -         |
| OD                       | mg/L     | 3.55                | 3.52  | 3.11  | 3.39  | 3.26  | 3.11  | 4.08  | 4.43  | 4.95  | 5.12  | 4.40  | 4.05  | 4.00  | 3.87  | ≥ 5       | -         |
| pH                       | Unidades | 7.10                | 7.30  | 7.13  | 7.04  | 7.03  | 7.20  | 7.46  | 7.22  | 7.57  | 7.38  | 7.36  | 7.21  | 7.35  | 7.58  | 5,5 - 9,0 | 6,5 - 8,5 |
| STD                      | mg/L     | 262.7               | 234.7 | 224.5 | 257.2 | 253.7 | 260.2 | 267.7 | 274.0 | 233.5 | 300.7 | 347.2 | 312.5 | 301.7 | 285.5 | 1000      | 1000      |
| Temperatura              | °C       | 26.15               | 25.70 | 26.95 | 26.80 | 27.10 | 26.65 | 27.28 | 26.38 | 26.90 | 26.00 | 27.55 | 26.88 | 26.25 | 27.18 | Δ 3       | -         |
| Cloro                    | mg/L     | 0.00                | 1.06  | 1.66  | 1.36  | 1.45  | 1.23  | 1.19  | 1.14  | 1.33  | 1.19  | 1.11  | 0.99  | 0.92  | 0.84  | 250       | 250       |
| Nitratos                 | mg/L     | 25.00               | 0.00  | 5.00  | 12.50 | 2.50  | 12.50 | 10.00 | 2.50  | 12.50 | 5.00  | 7.50  | 10.00 | 2.50  | 12.50 | 50        | 50        |
| Nitritos                 | mg/L     | 1.00                | 0.00  | 0.10  | 0.25  | 0.05  | 0.25  | 0.20  | 0.05  | 0.25  | 0.10  | 0.15  | 0.20  | 0.05  | 0.25  | 3         | 3         |
| Amoniaco                 | mg/L     | 1.93                | 0.06  | 0.12  | 0.04  | 0.06  | 0.11  | 0.03  | 0.07  | 0.06  | 0.11  | 0.08  | 0.05  | 0.04  | 0.05  | 1.5       | 1.5       |
| Fosforo Total            | mg/L     | 1.63                | 1.22  | 1.14  | 1.30  | 1.30  | 1.14  | 1.47  | 1.30  | 1.30  | 1.14  | 1.30  | 1.63  | 0.98  | 1.63  | 0.15      | -         |
| Dureza                   | mg/L     | 214.2               | 221.5 | 221.2 | 199.0 | 179.5 | 186.2 | 235.2 | 203.2 | 203.2 | 243.7 | 213.5 | 207.5 | 227.5 | 229.0 | **        | 500       |
| Turbiedad                | UNT      | 4.84                | 0.26  | 0.22  | 0.32  | 0.28  | 0.36  | 0.29  | 0.23  | 0.29  | 0.26  | 0.32  | 0.35  | 0.46  | 0.22  | 100       | 5         |

En la figura 17, podemos decir que la conductividad está por debajo de las ECAs y del LMP.

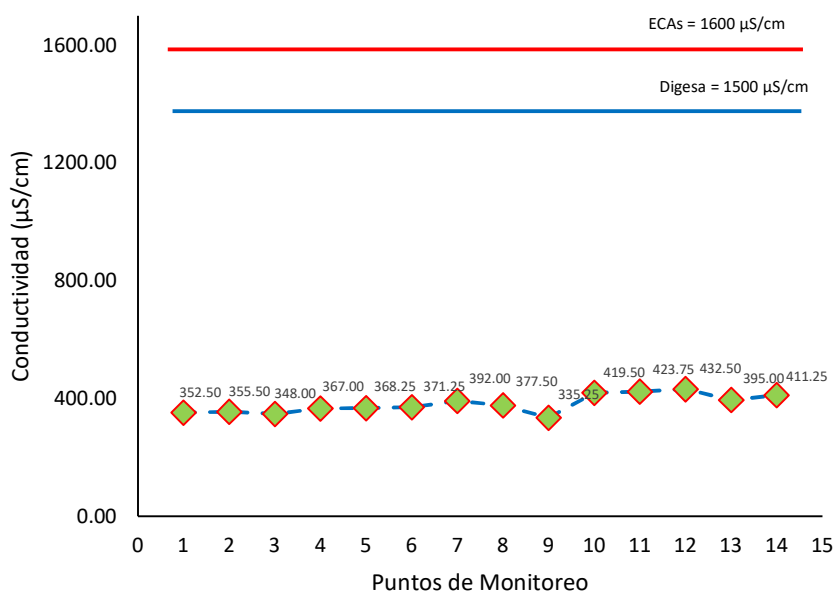


Figura 17. Evaluación de la conductividad en los diferentes puntos de muestreo

Pérez *et al.*, (2003), quien reporta valores entre 383 – 639  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en aguas subterráneas de Zimapán en México, asimismo en otra investigación Orozco *et al.*, (2008), menciona que los valores están entre 71 - 496  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y Montes (2009), reporta una conductividad de 153.9 – 650  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por otro lado, Vence *et al.*, (2009), reportan una conductividad de 221- 5270  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en agua subterránea de las zonas La Paz y San Diego en Colombia. Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones de la conductividad tienen un  $\bar{x} = 402.41071$ ,  $S^2 = 3106.99188$ ,  $S = 55.76730$  y un  $\text{CV} = 0.13858$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del Ecas.

En la figura 18, se observa que el  $\text{DBO}_5$  existe una variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que la  $\text{DBO}_5$  está por debajo de las ECAs, para el  $\text{DBO}_5$  no se puede comparar con el LMP debido a que no está contemplado con la presente norma.

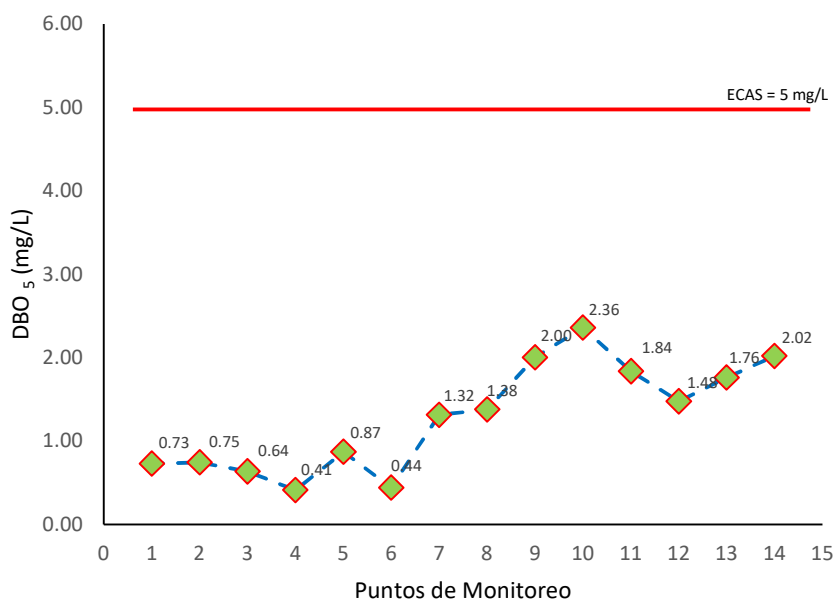


Figura 18. Evaluación del  $\text{DBO}_5$  en los diferentes puntos de muestreo

Sin embargo, Mamani (2012) en su propuesta de estándares de calidad de agua subterránea manifiesta que el  $\text{DBO}_5$  de ésta no debe superar 1 mg/L. siendo un contenido superior sinónimo de contaminación por infiltración freática. Es posible que la explicación de una  $\text{DBO}_5$  ligeramente fuera de los límites permisibles, se deba a la presencia de un número moderado de coliformes fecales. que por infiltración llegan desde la superficie a los pozos. tal

como lo afirma PREQB (2004). Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del DBO<sub>5</sub> tiene un  $\bar{x} = 1.28500$ ,  $S^2 = 0.40122$ ,  $S = 0.63342$  y un  $CV = 0.49293$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden las ECAs.

En la figura 19, se observa que el OD existe una variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que la OD está por debajo de las ECAs, excepto el P10 ya que este si supera el ECAs, para el DBO<sub>5</sub> no se puede comparar con el LMP debido a que no está contemplado con la presente norma.

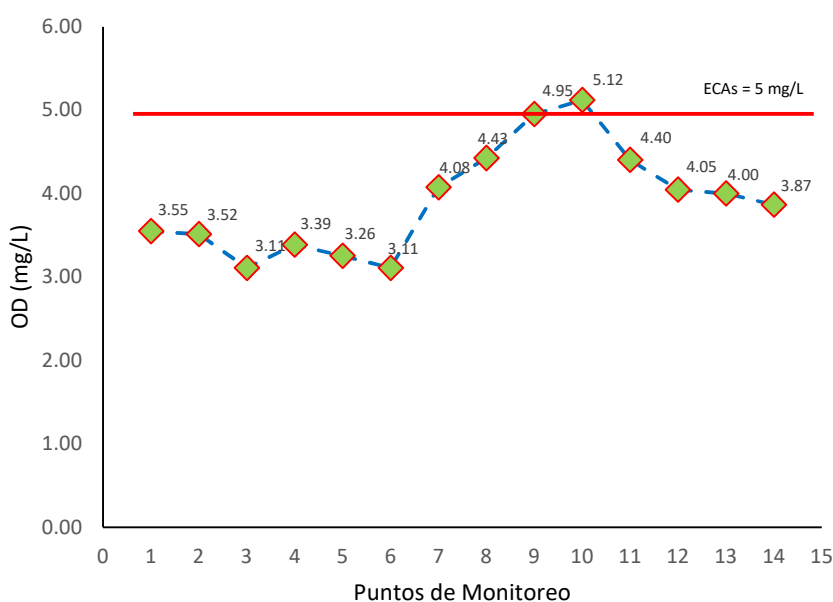


Figura 19. Evaluación del OD en los diferentes puntos de muestreo

La presencia de oxígeno en el agua es indispensable para la vida acuática y depende de las condiciones ambientales, ya que su cantidad aumenta al disminuir la temperatura o aumentar la presión, las aguas subterráneas se caracterizan por tener bajas concentraciones de oxígeno, esto se debe a que el agua no está expuesta al aire y al movimiento fuerte por lo cual no existe ingreso de oxígeno al agua. En las aguas subterráneas el O<sub>2</sub> produce un medio oxidante y juega un papel de gran importancia en la solubilización o insolubilización de iones que cambian con facilidad de valencia, así como en la actividad de los microorganismos, pues la oxidación de la materia orgánica también ocasiona el consumo del oxígeno disuelto, Mamani (2012), los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del OD son bajas y tienen un  $\bar{x} = 3.91554$ ,  $S^2 = 0.43024$ ,  $S = 0.65593$  y un  $CV$



= 0.16752, el agua potable de pozo no son aptas para consumo humano por mostrar valores inferiores a los establecido por las ECAs.

En la figura 20, se observa que el pH tiene una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que el pH está por debajo de las ECAs y del LMP.

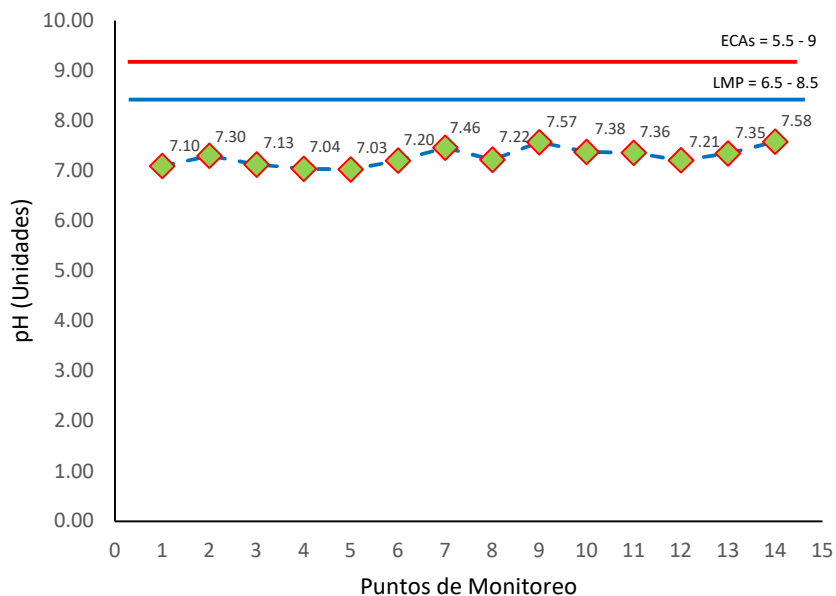


Figura 20. Evaluación del pH en los diferentes puntos de muestreo

Metcalf y Eddy (1995) menciona que la concentración de ión hidrogeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales; todas las fases del tratamiento del agua para suministro, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ión hidrogeno, el pH no ejerce efectos directos en los consumidores APHA (2005), por otro lado Orozco *et al.*, (2008) reportan valores entre 6.1 – 7.3 unidades de pH, esta semejanza se puede deber a las profundidades de los pozos, la concentración de ion hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales, es preferible que sea un pH inferior a 8 porque valores superiores de pH: 11 produce irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos tal como mencionan Metcalf y Eddy (1995).

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del pH tienen un  $\bar{x} = 7.28$ ,  $S^2 = 0.07845$ ,  $S = 0.28010$  y un  $CV = 0.03847$ , el

agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

En la figura 21, se observa que el STD tiene una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que el STD está por debajo de las ECAs y del LMP.

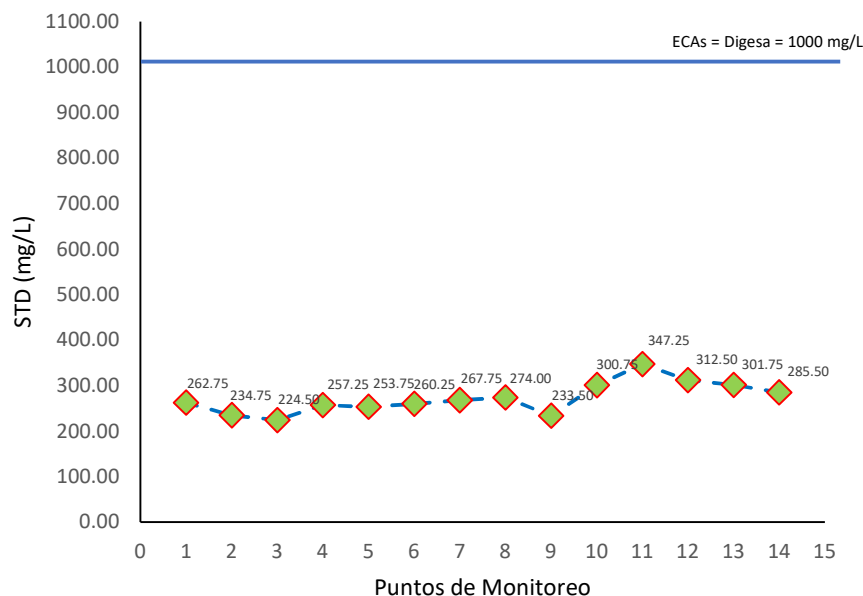


Figura 21. Evaluación del STD en los diferentes puntos de muestreo

Según la OMS (2003), menciona que la materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pérez *et al.*, (2003) cuyos valores de 188 – 317 mg/L, se debe a que los sólidos totales disueltos indican la presencia de materiales en suspensión, tales como arcillas, limos, materia orgánica e inorgánica; probablemente la mayor concentración de sólidos totales disueltos en aguas de pozos mostró un incremento relacionado con la presencia de lluvias en el periodo de estudio, tal como menciona Orozco *et al.*, (2008), en general se aprecia un incremento en la concentración de los sólidos totales disueltos en los pozos de menor altitud respecto a los de mayor altitud como consecuencia de la disolución de los minerales de las rocas del suelo durante su flujo de las partes altas hacia las bajas tal como indica Robles *et al.*, (2013).

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del STD tiene un  $\bar{x} = 272.58929$ ,  $S^2 = 2949.44643$ ,  $S = 54.30881$  y un  $CV =$

0.19923, el agua de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del Ecas.

En la figura 22, se observa que la temperatura existe una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que la Temperatura está por debajo de las ECAs, para la temperatura no se puede comparar con el LMP debido a que no está contemplado con la presente norma.

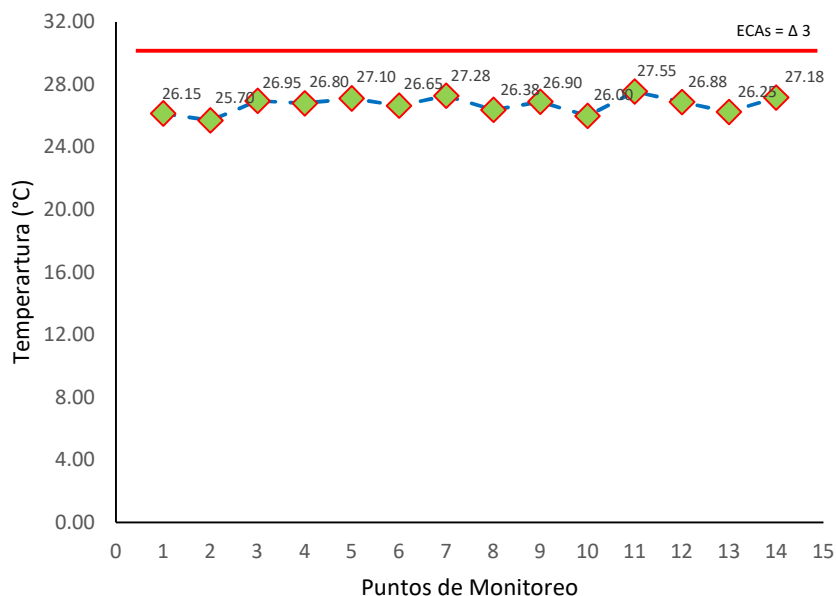


Figura 22. Evaluación de la temperatura en los diferentes puntos de muestreo

Metcalf y Eddy (1995), menciona que la temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas, las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de microorganismos. Del mismo modo Orozco *et al.*, (2008) determinó la temperatura en puntos muestreados son superiores a los 26.0 °C, características de las condiciones ambientales del trópico húmedo, siendo la menor temperatura (26.3°C) y la mayor temperatura (28.9°C), este último punto está ubicado en una zona urbana. Asimismo, Montes De Oca (2009), reportó una temperatura de 23.2 y 28.4 °C siendo el promedio de la temperatura del agua subterránea de 25.2 °C para la zona de El Pedregal y 25.1 °C para San Francisco en Honduras.

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones de la temperatura tienen un  $\bar{x} = 26.69643$ ,  $S^2 = 1.80726$ ,  $S = 1.34434$  y un  $CV = 0.05036$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden las ECAs.

En la figura 23, se observa que el cloro tiene una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que el cloro está por debajo de las ECAs y del LMP.

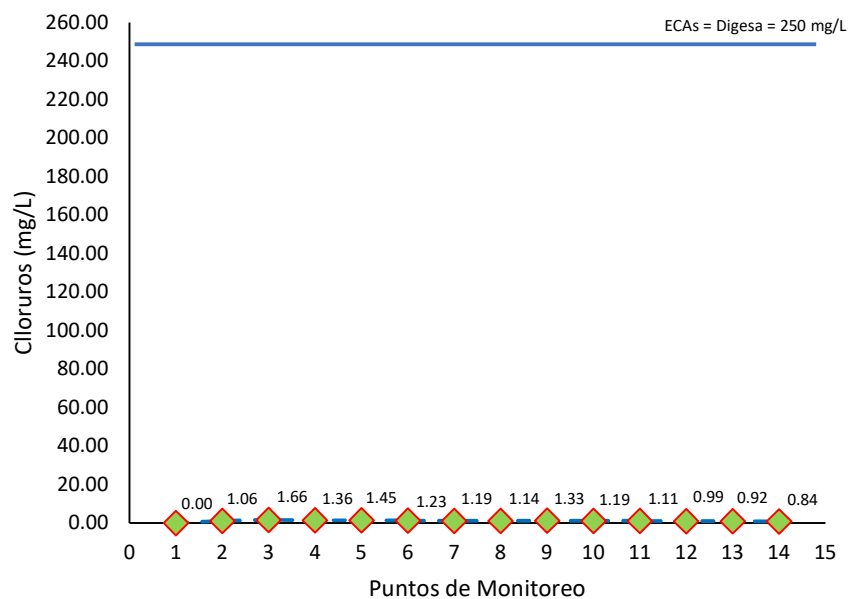


Figura 23. Evaluación del cloruro en los diferentes puntos de muestreo

Según Pérez *et al.*, (2003) y Robles *et al.*, (2013), dentro de sus investigaciones reportan los siguientes valores entre 1.06 – 5.94 mg/L y 3.8 – 30.7 mg/L respectivamente. Por otra parte, Vence *et al.*, (2009) reportaron valores entre 0.0035 – 0.600 mg/L que son inferiores a los encontrados por estos dos últimos, los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contengan en contacto con el agua.

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del cloruro tienen un  $\bar{x} = 1.10429$ ,  $S^2 = 0.16782$ ,  $S = 0.40966$  y un  $CV = 0.37097$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

En la figura 24, se observa que el nitrato tiene una variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que el nitrato está por debajo de las ECAs y del LMP.

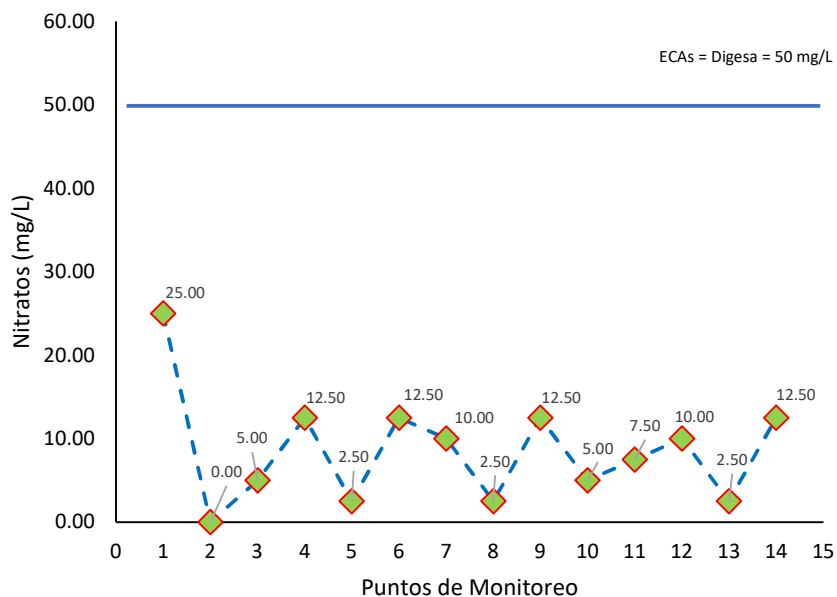


Figura 24. Evaluación del nitrato en los diferentes puntos de muestreo

Vence *et al.*, (2009), menciona que las altas concentraciones de nitratos indican la disolución de rocas que los contengan o la oxidación de la materia orgánica por acción bacteriana o lixiviados generados a partir de la fertilización o excretas tal como menciona, cuyos valores oscilan entre 0.613 mg/L como valor mínimo y 128.824 mg/L como valor máximo y son superiores así como Pérez y Pacheco (2004), reportaron valores de 224.63 mg/L, los resultados son similares a las investigaciones realizadas en México, cuyo promedio de nitratos es 0.001 mg/L Pérez *et al.*, (2003) y de Colombia cuyo valor es 0.002 mg/L Caicedo (2011).

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones de nitrato tienen un  $\bar{x} = 8.57143$ ,  $S^2 = 85.19481$ ,  $S = 9.23010$  y un  $CV = 1.07685$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

En la figura 25, se observa que el nitrito tiene una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que el nitrito está por debajo de las ECAs y del LMP.

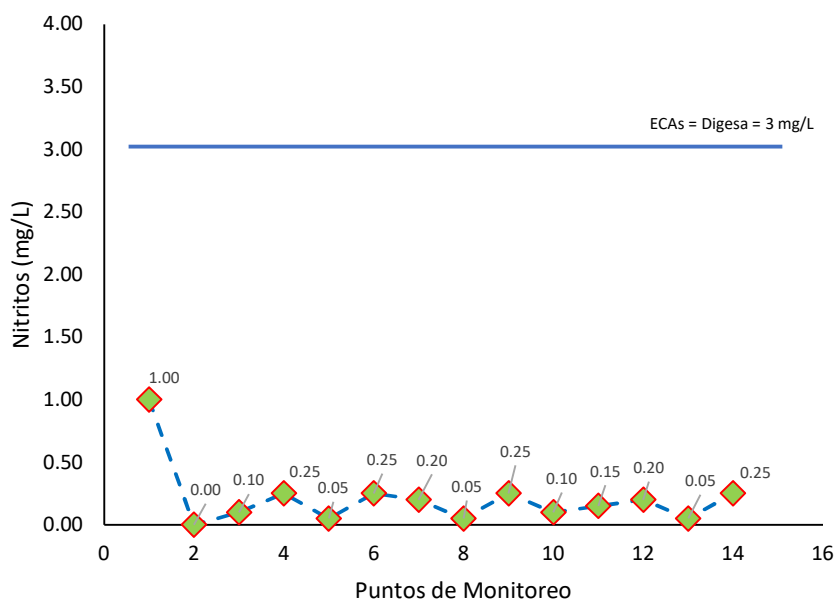


Figura 25. Evaluación del nitrito en los diferentes puntos de muestreo

Guerra (1979), define que los nitritos de forma natural pueden encontrarse en suelos que contengan un pH superior a 7.7, los fertilizantes nitrogenados pueden originar directamente nitritos en lugar de nitratos cuando estos son aplicados en suelos algo alcalinos a partir de un pH de 7 a 7.3, en este caso la concentración de nitritos en el suelo puede alcanzar magnitudes semejantes a los nitratos con concentración máxima hasta de 100 mg/L.

Otras causas que pueden dar origen a los nitritos lo representan algunas raíces con nódulos (tubérculos) en las cuales habitan bacterias que absorben el nitrógeno de la atmósfera y producen nitratos en cantidades superiores a las requeridas por las plantas, este exceso de nitrato puede pasar a ser componente de las aguas freáticas.

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones de nitrito tienen un  $\bar{x} = 0.20714$ ,  $S^2 = 0.07413$ ,  $S = 0.27227$  y un  $CV = 1.31440$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

En la figura 26, se observa que el amoniaco tiene una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que el amoniaco está por debajo de las ECAs y del LMP.

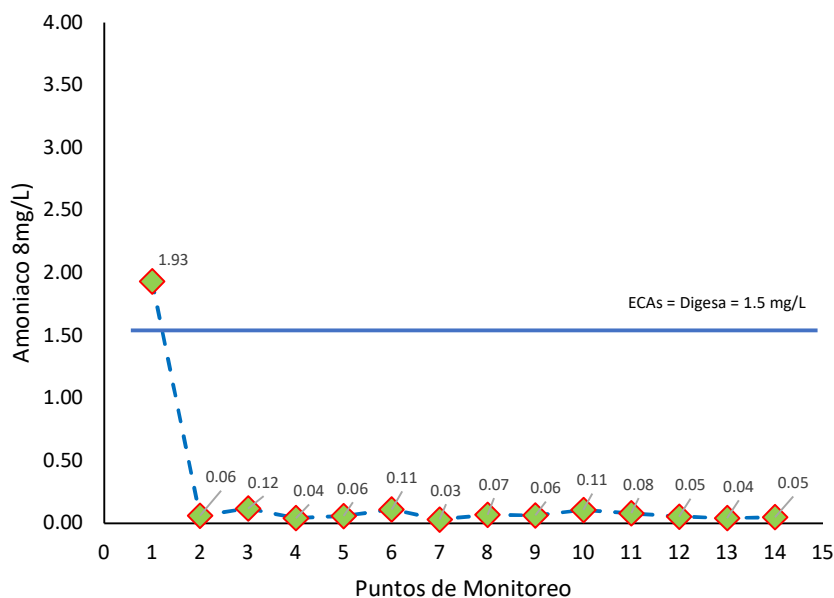


Figura 26. Evaluación del amoniaco en los diferentes puntos de muestreo

Según Araujo (2003), oscilan entre 0.37 mg/L hasta 0.41 mg/L, por otra parte, Rengifo y Tello (2001), obtuvieron valores que van desde 0.1 mg/L hasta 0.2 mg/L.

Los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con nuestra investigación debido a que las concentraciones de amoniaco tienen un  $\bar{x} = 0.20018$ ,  $S^2 = 0.23928$ ,  $S = 0.48916$  y un  $CV = 2.44362$  el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

En la figura 27, se observa que el fosforo total existe una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que el fosforo total está por encima de las ECAs, para el fosforo total no se puede comparar con el LMP debido a que no está contemplado con la presente norma.

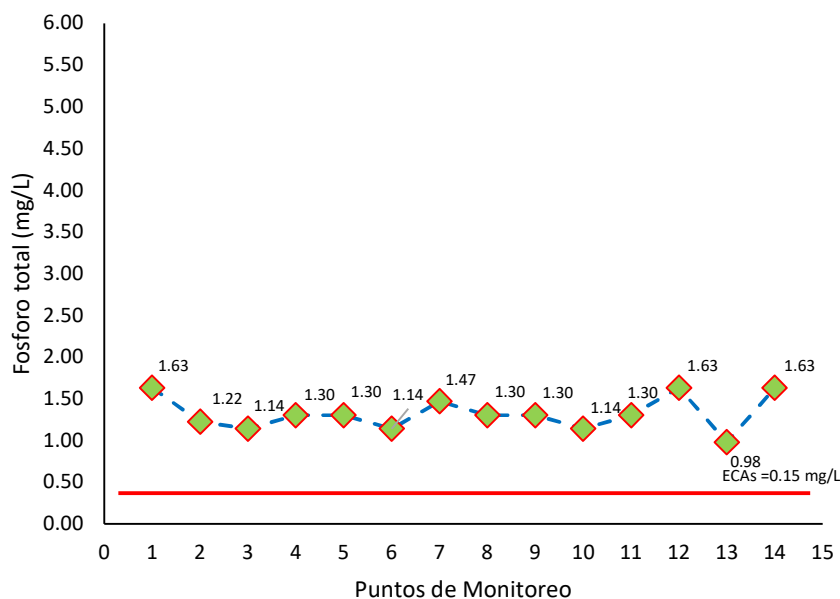


Figura 27. Evaluación del fosforo total en los diferentes puntos de muestreo

Marín (2003), define que la incorporación de fosfatos al agua se da por: disolución de rocas y minerales fosfatadas, por el lavado de suelos que contienen restos de actividades ganaderas y agrícolas y por aguas residuales domésticas vertidas a las aguas naturales, esto quiere decir que probablemente la alta concentración de fosfatos en el agua subterránea sin ebullición se dé por la disolución de rocas y minerales fosfatadas y por la actividad ganadera y agrícola, en el estudio elaborada en Colombia por Caicedo (2011), menciona que, por las diferentes actividades agrícolas se encontró diferentes concentraciones de fosfatos 0.58 mg/L.

Los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con nuestra investigación debido a que las concentraciones de fosforo total tiene un  $\bar{x} = 1.32202$ ,  $S^2 = 0.13723$ ,  $S = 0.37045$  y un  $CV = 0.28021$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los ECAs.

En la figura 28, se observa que la dureza existe una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que la dureza está por debajo del LMP, para la dureza no se puede comparar con las ECAs debido a que no está contemplado con la presente norma.



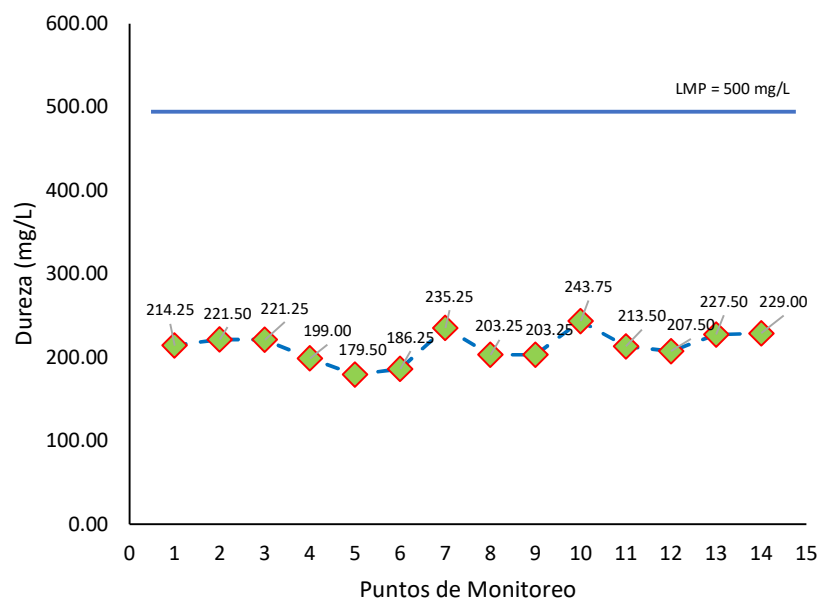


Figura 28. Evaluación de la dureza en los diferentes puntos de muestreo

Pacheco *et al.*, (2004), define que el grado de dureza del agua puede afectar a su aceptabilidad por parte del consumidor en lo que se refiere al sabor y a la formación de incrustaciones. Así misma la investigación ejecutada por Robles *et al.*, (2013), en su estudio de acuíferos de pozos de agua potable antes de añadirle cloro, reportan los siguientes valores entre 145 mg/L a 700.36 mg/L, del mismo modo Vence *et al.*, (2009), menciona que, en aguas subterráneas en los municipios de la Paz y San Diego Colombia, reporta valores de 15 mg/L a 180 mg/L.

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones de dureza tienen un  $\bar{x} = 213.19643$ ,  $S^2 = 603.06981$ ,  $S = 24.55748$  y un  $CV = 0.11519$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP.

En la figura 29, se observa que la turbiedad existe una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que la turbiedad está por debajo de las ECAs y del LMP.

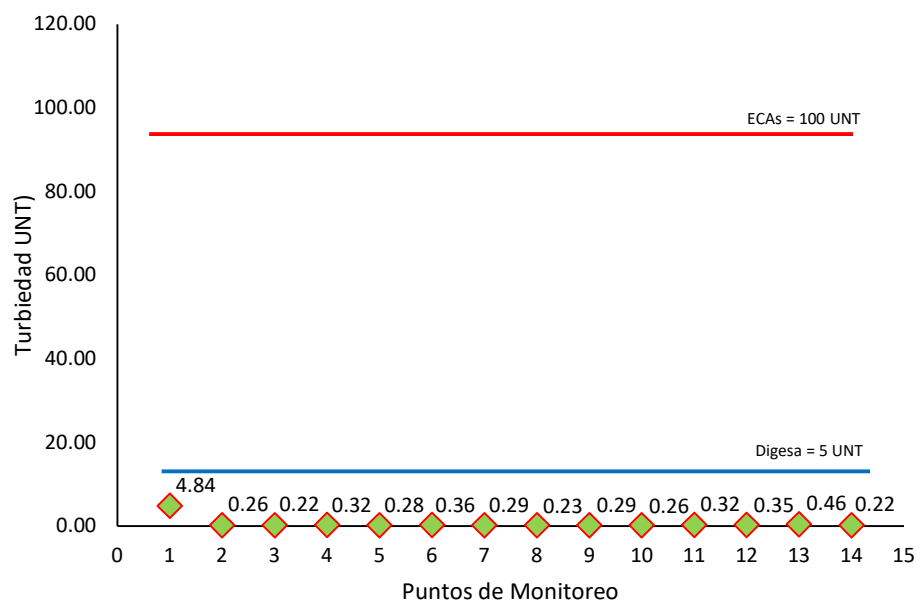


Figura 29. Evaluación de la turbiedad en los diferentes puntos de muestreo

Marcó *et al.*, (2004), define que la turbiedad se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades, por otro lado Vence *et al.*, (2009), dentro de su investigación reporto los siguientes valores de 0 – 23.3 NTU, los niveles altos de turbiedad indican presencia de materiales en suspensión como materiales, partículas, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y microorganismos, además Pérez *et al.*, (2003), menciona que los valores de turbiedad de aguas subterráneas oscilan entre 0.24 – 0.72 NTU.

Los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con nuestra investigación debido a que las concentraciones de turbiedad tienen un  $\bar{x} = 0.61964$ ,  $S^2 = 1.57625$ ,  $S = 1.25549$  y un  $CV = 2.02615$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP y del ECAs.

#### 4.3. Parámetros microbiológicos en el distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

En la tabla 17 se reportan los valores promedio de los parámetros microbiológicos de los catorce puntos evaluados del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande. Se observa que

los coliformes totales, termotolerantes, *salmonella sp*, *Vibrio cholerae*, mohos y levadura, bacterias heterotróficas tiene mayor ponderación en el P1.

Tabla 17. Valores promedio de los parámetros microbiológicos del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Parámetros microbiológicos | Unidad de Medida | PUNTOS DE MONITOREO |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Ecas | LMP  |          |       |
|----------------------------|------------------|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----------|-------|
|                            |                  | P1                  | P2   | P3    | P4    | P5    | P6    | P7    | P8    | P9    | P10   | P11   | P12   | P13   | P14   |      |      |          |       |
| Coliforme Totales          | UFC/100 mL       | 26.25               | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00 | **       | < 1.8 |
| Coliforme Termotolerante   | UFC/100 mL       | 17.25               | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00 | 2000     | < 1.8 |
| <i>Salmonella sp</i>       | Presencia/100 mL | 18.50               | 0.00 | 4.50  | 3.00  | 3.00  | 2.25  | 2.25  | 2.75  | 3.00  | 3.00  | 5.00  | 3.50  | 3.00  | 3.25  |      |      | **       | **    |
| <i>Vibrio Cholerae</i>     | Presencia/100 mL | 14.50               | 0.00 | 3.25  | 2.25  | 1.75  | 2.25  | 3.25  | 3.75  | 3.00  | 3.00  | 2.75  | 4.50  | 3.75  | 3.00  |      |      | Ausencia | **    |
| Mohos y Levaduras          | UFC/100 mL       | 16.25               | 0.00 | 5.00  | 4.25  | 4.75  | 6.00  | 4.25  | 7.00  | 5.25  | 4.50  | 5.25  | 4.25  | 5.50  | 5.25  |      |      | **       | **    |
| Bacterias Heterotróficas   | UFC/100 mL       | 51.75               | 0.00 | 19.75 | 20.00 | 18.25 | 25.00 | 16.00 | 17.25 | 16.25 | 13.00 | 16.00 | 15.50 | 14.00 | 16.50 |      |      | **       | 500   |

En la figura 30, se observa que los coliformes totales existe ausencia entre los puntos evaluados, también podemos decir que los coliforme totales si cumplen con el LMP, para los coliformes totales no se puede comparar con las ECAs debido a que no está contemplado con la presente norma.

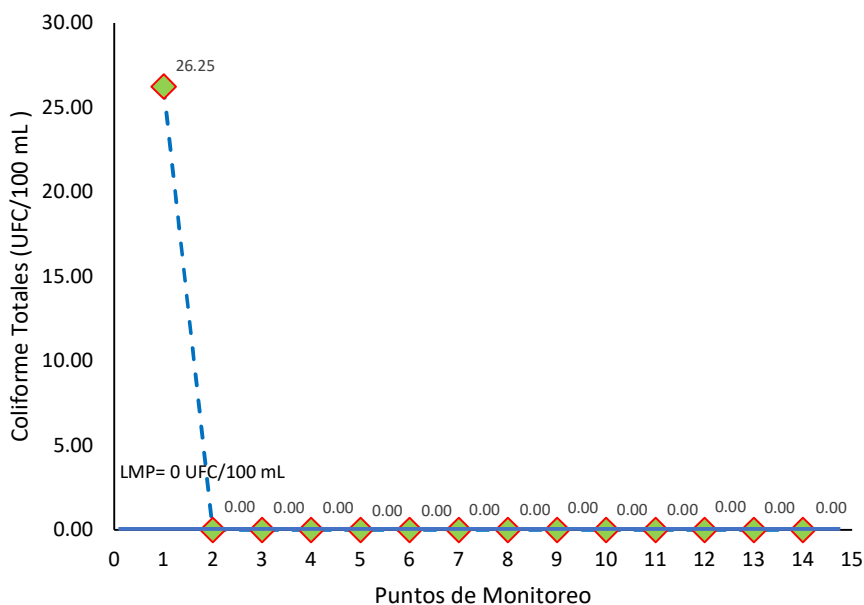


Figura 30. Evaluación del coliformes totales en los diferentes puntos de muestreo

Se pueden encontrar tanto en las heces como en el medio ambiente y en el agua para consumo con concentraciones de nutrientes relativamente elevadas, la existencia de alguna correlación de influencia puede deberse a factores que además de la contaminación por basura y las descargas directas de aguas residuales son factores que influyen tal como reporta Pacheco *et al.*, (2004), las concentraciones de los indicadores de contaminación fecal son reflejo de los constantes efluentes que reciben por lo que es difícil que se observen procesos de autodepuración a pesar de la profundidad tal como lo sugiere Campos *et al.*, (2008).

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones de coliformes totales tiene un  $\bar{x} = 1.87500$ ,  $S^2 = 47.89318$ ,  $S = 6.92049$  y un  $CV = 3.69093$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP, excepto el P1 que no es apta para consumo humano por mostrar valores que exceden los LMP.

En la figura 31, se observa que los coliforme termotolerantes existe ausencia entre los puntos evaluados, también podemos decir que la coliforme termotolerantes está por debajo de las ECAs y del LMP, excepto el P1 que supera los LMP.

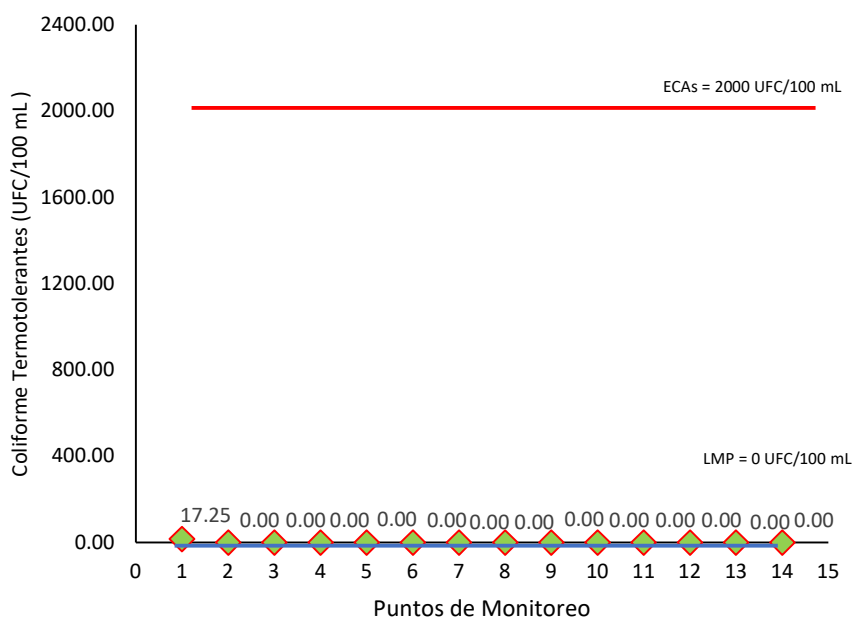


Figura 31. Evaluación del coliforme Termotolerante en los diferentes puntos de muestreo

La presencia de Coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición, generalmente las bacterias de Coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. Pacheco *et al.*, (2004) indico que la calidad microbiológica de las muestras de agua subterránea de los estados de Yucatán (México) pueden clasificarse como aceptables en un 45%; contaminadas en un 23%; peligrosas en un 18% y muy contaminadas en un 14%, esta contaminación se puede deber a la disposición inadecuada de los desechos domésticos, de granjas, entre otras.

Los resultados obtenidos concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del coliforme termotolerantes tiene un  $\bar{x} = 1.23214$ ,  $S^2 = 20.54513$ ,  $S = 4.53267$  y un  $CV = 3.67869$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP.

En la figura 32, se observa que la *salmonella sp* existe una ligera variación entre los puntos evaluados. para la *salmonella sp* no se puede comparar con las ECAs y los LMP debido a que no está contemplado con la presente norma.

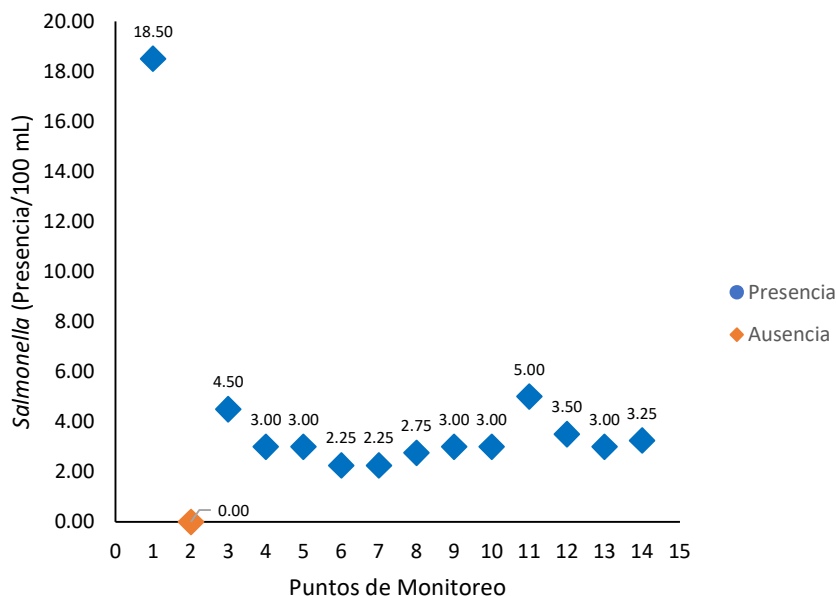


Figura 32. Evaluación de la *salmonella sp* en los diferentes puntos de muestreo

Fuentes *et al.*, (2005), menciona que el 100% de las muestras analizadas en las comunidades de la Aduana, Etchojoa y el Ejido Melchor Ocampo fueron negativas para *Salmonella sp.* y *Vibrio sp.*, por lo que no representan un riesgo para la población.

Los resultados obtenidos no concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones de la *salmonella sp* tiene un  $\bar{x} = 4.07143$ ,  $S^2 = 24.21299$ ,  $S = 4.92067$  y un  $CV = 1.20859$ , el DS N° 031-2010-SA y DS N° 004-2017-MINAM no establece valor alguno, al no contar con una norma establecida para *salmonella sp*, no podemos determinar si el recuento de microorganismo cumple con los LMP o ECAs.

En la figura 33, se observa que el *vibro cholerae* existe una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que el *vibro cholerae* supera las ECAs, para los *vibro cholerae* no se puede comparar con las LMP debido a que no está contemplado con la presente norma.

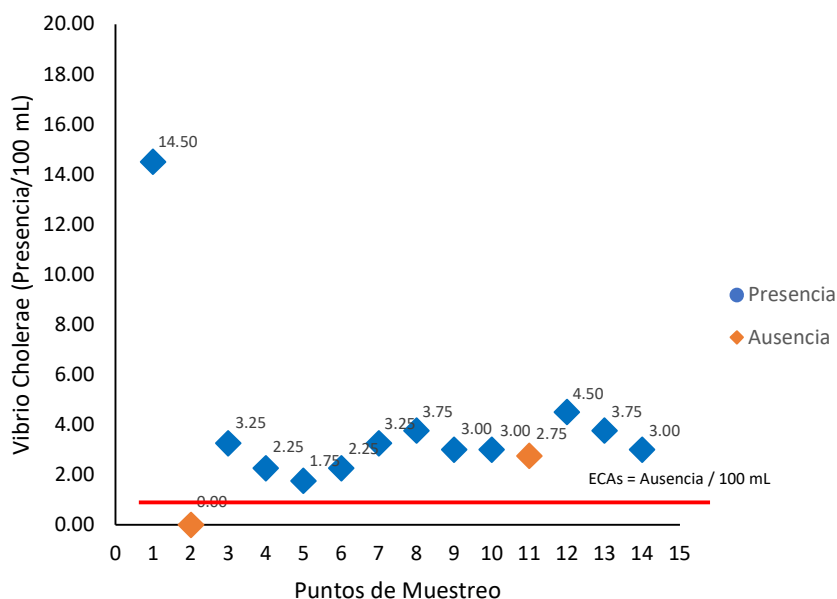


Figura 33. Evaluación de la *vibro cholerae* en los diferentes puntos de muestreo

García *et al.*, (2006), en las localidades de Santa y Coishco menciona que se encontró en muestras de aguas subterráneas 6.2% de *Vibrio cholerae* en 19 muestras; el alto porcentaje encontrado en el presente estudio posiblemente se deba a las características fisicoquímicas que presentan estas aguas subterráneas, de manera adicional al agua de estos

pozos se les midió T°, pH, salinidad 0/00, conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) obteniéndose parámetros muy propicios para el desarrollo de este género. Por otro lado, Borroto (2010), quien indica que un medio favorable para *Vibrio cholerae* presenta, conductividad de 2.76 mS/cm - 2.98 mS/cm, T° 22-23, un pH de 7 a 7.5 y un promedio de salinidad de 1.8/1000 - 1.9/1000, dichos resultados son propicios para el desarrollo de especies del género *Vibrio*.

Los resultados obtenidos no concuerdan con nuestra investigación debido a que las concentraciones del *Vibrio cholerae* tiene un  $\bar{x} = 3.64286$ ,  $S^2 = 12.48831$ ,  $S = 3.53388$  y un  $CV = 0.97008$ , el agua potable de pozo no es aptas para consumo humano por mostrar valores que exceden las ECAs,

En la figura 34, se observa que los mohos y levadura existe una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que los mohos y levadura no se puede comparar con las ECAs y los LMP debido a que no está contemplado con la presente norma.

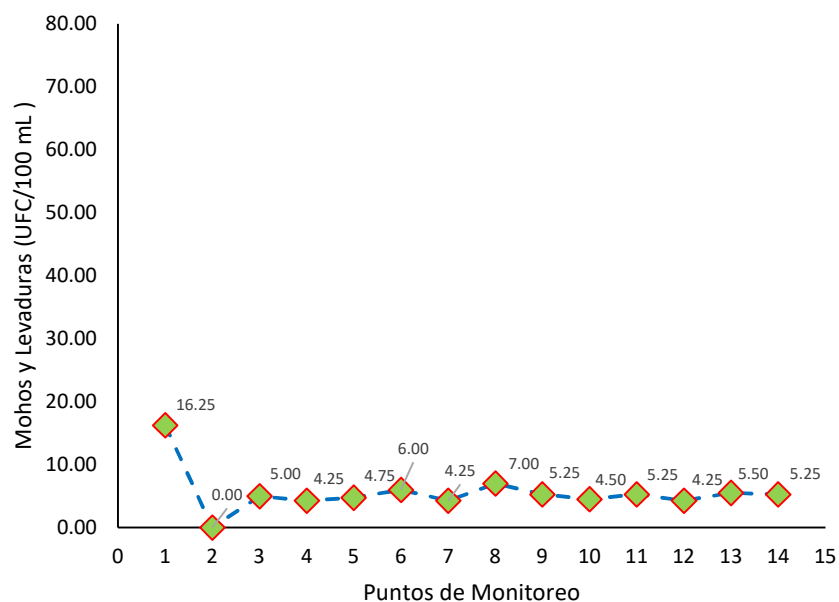


Figura 34. Evaluación de la mohos y levadura en los diferentes puntos de muestreo

Es importante mencionar que a pesar de que estos microorganismos no sean indicadores de contaminación fecal, se decidió realizar su determinación y recuento debido a que pueden estar presentes en diferentes ambientes ya sea suelo, aire y agua tal como lo menciona Biopedia (2005), el agua puede constituirse en un medio para la transmisión de estos

microorganismos, aunque la mayoría de los mohos son relativamente inofensivos para los humanos, algunos tipos producen subproductos tóxicos denominados micotoxinas, que pueden causar enfermedades graves, entre las más conocidas variedades de moho tóxico están el *Aspergillus*.

Los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con nuestra investigación debido a que las concentraciones del mohos y levaduras tiene un  $\bar{x} = 5.53571$ ,  $S^2 = 17.27143$ ,  $S = 4.15589$  y un  $CV = 0.75074$ . El DS N° 031-2010-SA y DS N° 004-2017-MINAM no establece valor alguno, al no contar con una norma establecida para mohos y levaduras, no podemos determinar si el recuento de microorganismo cumple con los LMP o ECAs.

En la figura 35, se observa que las bacterias heterotróficas existen una ligera variación entre los puntos evaluados, también podemos decir que están por debajo de los LMP, para las bacterias heterotróficas no se puede comparar con las ECAs debido a que no está contemplado con la presente norma.

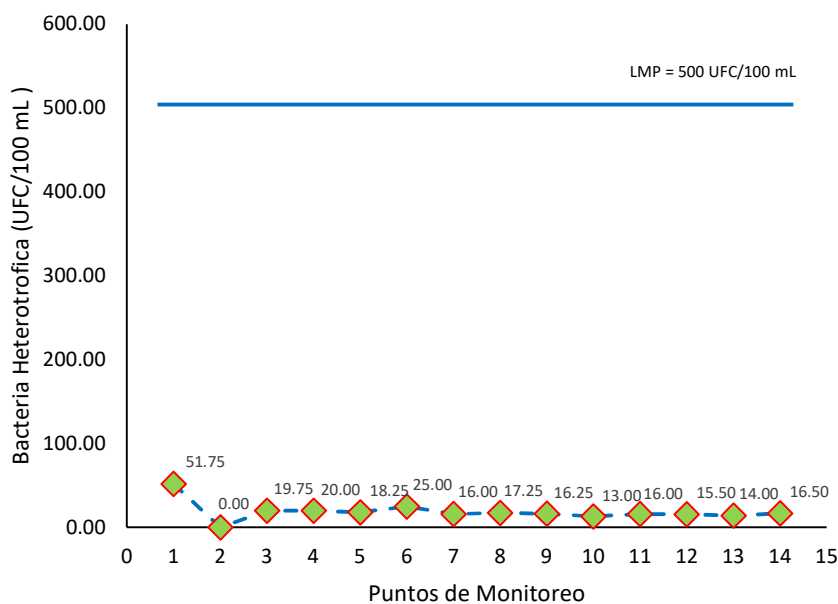


Figura 35. Evaluación de la bacteria heterotrófica en los diferentes puntos de muestreo

Cutimbo (2012), menciona que los pozos del distrito de La Yarada y Los Palos en Tacna reporta que 46 muestras de pozos, 45 son aceptables por la norma y 1 muestra excedería los LMP para bacterias heterotróficas. Los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con



nuestra investigación debido a que las concentraciones de las bacterias heterotróficas tienen un  $\bar{x} = 18.51786$ ,  $S^2 = 161.34513$ ,  $S = 12.70217$  y un  $CV = 0.68594$ , el agua potable de pozo es apta para consumo humano por mostrar valores que no exceden los LMP.

#### 4.4. Índice de calidad ambiental del agua en el distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

En el Tabla 18, se muestra las mediciones para cada punto de muestreo, con su respectivo puntaje y su calificación, a partir de esto se determinó su índice de calidad del agua.

Tabla 18. ICA del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| N° | Distrito          | Zona            | Dirección                                     | ICA - ECAs            |              | ICA - DIGESA |              |           |
|----|-------------------|-----------------|---|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
|    |                   |                 |   | Puntaje               | Calificación | Puntaje      | Calificación |           |
| 1  | Rupa Rupa         | Planta Agua     | Faja marginal del río Huallaga                | 69                    | Regular      | 97           | Excelente    |           |
| 2  |                   |                 | Planta caisson                                | 85                    | Bueno        | 95           | Excelente    |           |
| 3  | Rupa Rupa         | Sur             | Jr. 28 de marzo # 259                         | 82                    | Bueno        | 100          | Excelente    |           |
| 4  |                   |                 | Jr. Surquillo # 159                           | 82                    | Bueno        | 92           | Excelente    |           |
| 5  |                   |                 | Jr. Elias mabama # 112                        | 83                    | Bueno        | 100          | Excelente    |           |
| 6  |                   |                 | Jr. Salaverry B Lt 02                         | 84                    | Bueno        | 100          | Excelente    |           |
| 7  |                   |                 | Urbana  | Kiko Sofia Mz A Lt 07 | 79           | Bueno        | 100          | Excelente |
| 8  |                   |                 |   | Jr. Aguaytia # 626    | 80           | Bueno        | 100          | Excelente |
| 9  | Jr. Tocache # 186 | 81              |   | Bueno                 | 100          | Excelente    |              |           |
| 10 | Jr. Cayumba # 257 | 83              |   | Bueno                 | 100          | Excelente    |              |           |
| 11 | Castillo Grande   | Castillo Grande | Jr. Miguel Grau / Picuruyacu                  | 82                    | Bueno        | 97           | Excelente    |           |
| 12 |                   |                 | Jr. Francisco Bolognesi / Av. Unión           | 77                    | Bueno        | 97           | Excelente    |           |
| 13 |                   |                 | Jr. José Carlos Mariátegui / Psj. Tingo María | 83                    | Bueno        | 100          | Excelente    |           |
| 14 |                   |                 | Los Laureles                                  | 79                    | Bueno        | 100          | Excelente    |           |

El índice de calidad del agua mediante el ECAs del distrito de Rupa Rupa es de la siguiente manera: el P1 según CCME\_WQI tiene la calidad “Regular”; que significa que la calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento, mientras el índice de calidad del agua del P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, según CCME\_WQI tiene la calidad “Bueno”, que significa que la calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua.

Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud. Para el distrito de Castillo grande es de la siguiente manera el P11, P12, P13 y el P14 según CCME\_WQI tiene la calidad “Bueno”, que significa que la calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.

Para ello también se realizó el índice de calidad del agua mediante los LMP del distrito de Rupa Rupa es de la siguiente manera: el P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 y el P10 según CCME\_WQI tiene la calidad “Excelente”; que significa que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados. Para el distrito de Castillo grande es de la siguiente manera el P11, P12, P13 y el P14 según CCME\_WQI tiene la calidad “Excelente”, que significa que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.

En la figura 36, para la normativa del ECA se observa el índice de calidad ambiental del agua que existe una variación entre los puntos evaluados, teniendo como promedio la calificación de “Bueno”; para la normativa LMP se observa que el índice de calidad ambiental del agua existe una ligera variación entre los puntos evaluados teniendo como promedio la calificación de “Excelente”.

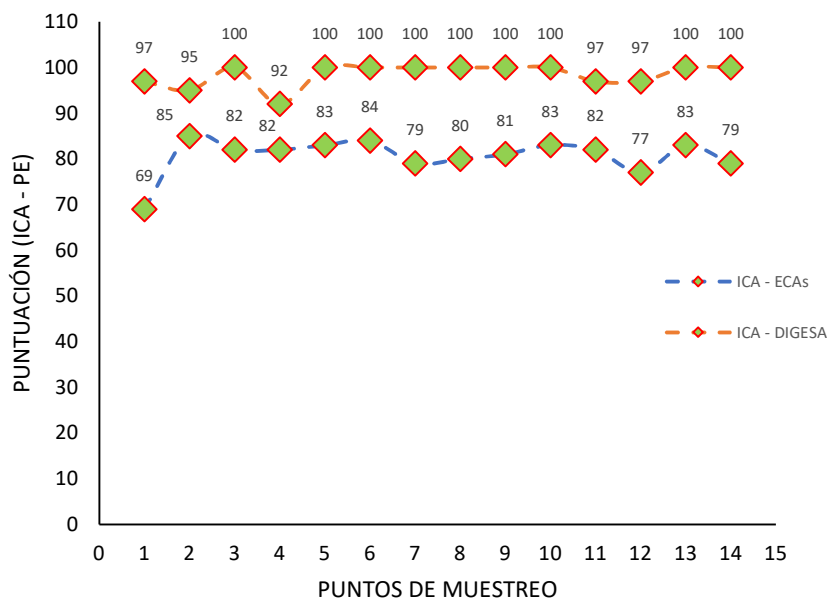


Figura 36. Evaluación del ICA aplicado con el LMP y el ECAs

Leandro, Coto y Salgado (2010), menciona que las variables que contribuyen a disminuir la calidad del agua son las concentraciones bajas de oxígeno disuelto y altas de coliformes fecales. Los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con nuestra investigación debido a que los resultados del ICA del agua potable de pozo para los LMP, calculado con el CCME\_WQI es de 98 cuya clasificación es de “Excelente” calidad. Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado ANA (2018), menciona en el cuadro N° 5 clasificación del ICA – PE, la calificación de 90 - 100 en la escala de color azul, que significa que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados,

Para ECAs calculado con el CCME\_WQI es de 81 cuya clasificación es de “Bueno” calidad, los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado ANA (2018), menciona en el cuadro N° 5 clasificación del ICA – PE, la calificación de 75 - 89 en la escala de color celeste, que significa que la calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.

#### 4.5. Grado de satisfacción de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

El 30.98% manifestaron que están insatisfecho con las condiciones de los medidores, pero un 13.86% de los usuarios si está satisfecho con las condiciones de los medidores, los resultados se muestran en la figura 37.

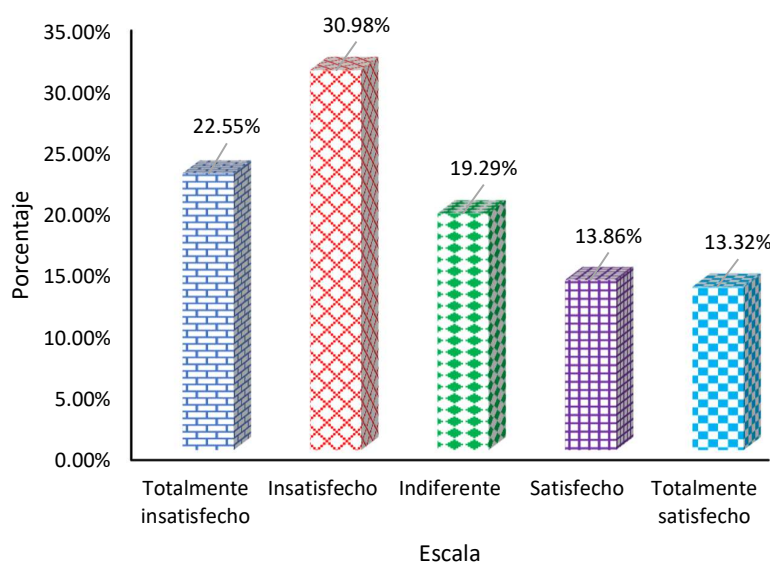


Figura 37. Determinación de las condiciones óptimas de los medidores de agua

El 33.42% manifestaron que están insatisfecho en la supervisión de tuberías que realiza la empresa, pero un 5.71% están totalmente de satisfecho con las supervisiones de tuberías que realiza la empresa, los resultados se muestran en la figura 38.

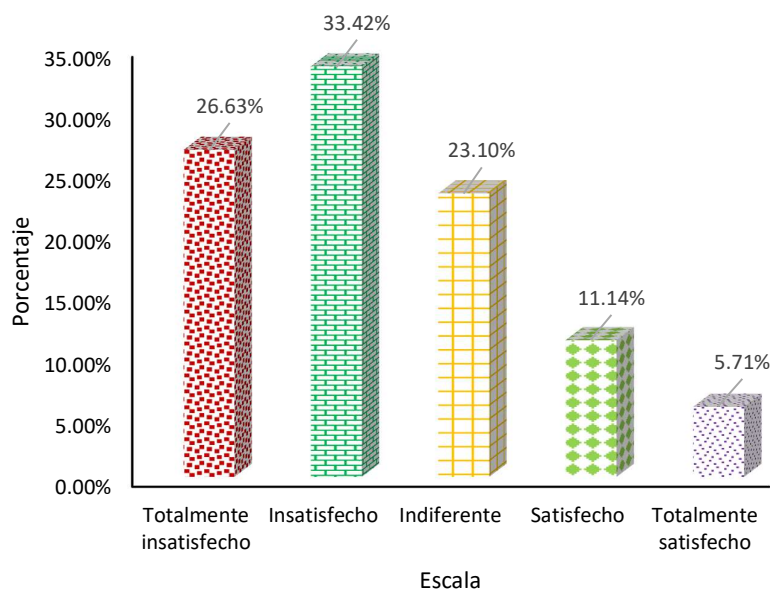


Figura 38. Determinación de las supervisiones de las tuberías

El 12.50% manifestaron que están en totalmente insatisfecho con el color del agua ya que perciben que el agua trae solidos suspendidos, pero un 33.15% están de satisfecho con el color del agua, los resultados se muestran en la figura 39.

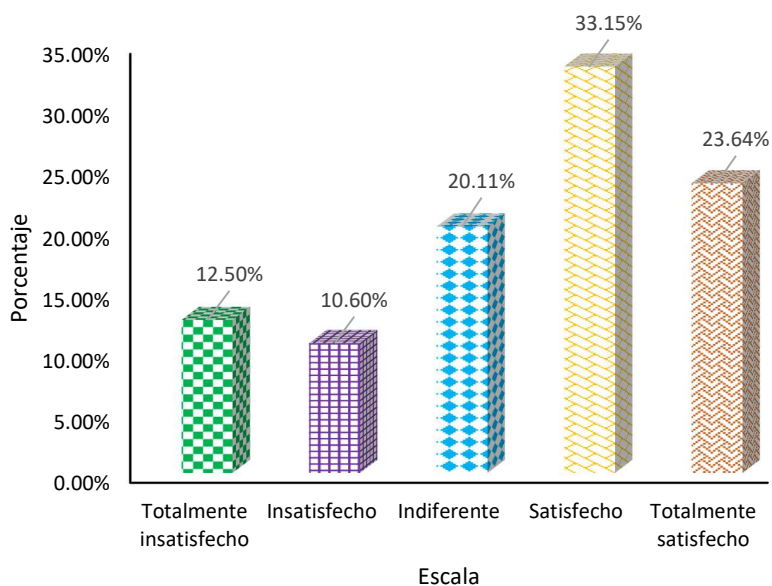


Figura 39. Determinación del color del agua

El 31.25% manifestaron que están insatisfecho con el olor del agua que brinda la empresa ya que perciben olor a lejía, pero un 11.14% están satisfecho con el olor del agua que brinda la empresa, los resultados se muestran en la figura 40.

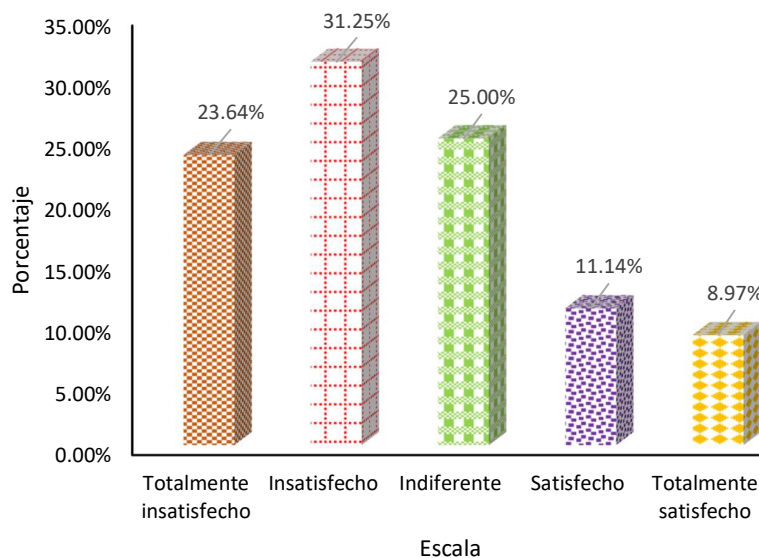


Figura 40. Determinación del olor del agua

El 27.99% manifestaron que están en totalmente insatisfecho con el sabor del agua que brinda la empresa, pero un 16.03% están satisfecho con el sabor del agua que brinda la empresa, los resultados se muestran en la figura 41.

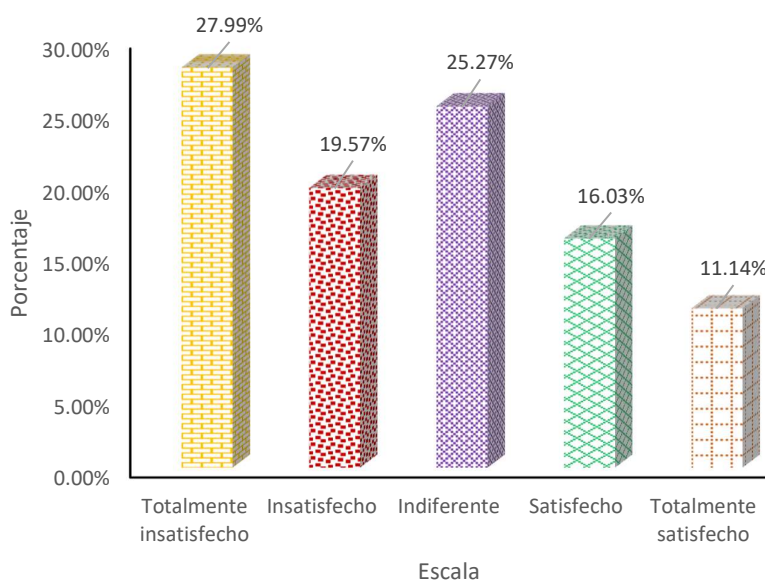


Figura 41. Determinación del sabor del agua

El 8.15% manifestaron que están en totalmente insatisfecho con el agua ya que manifiesta que no es pura ni libre de impureza, pero un 30.43% están satisfecho con el agua ya que manifestaron que es pura y libre de impureza, los resultados se muestran en la figura 42.

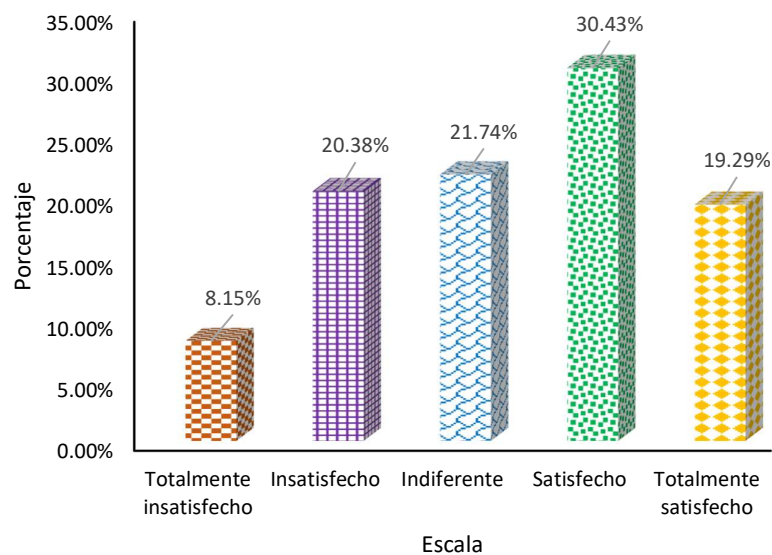


Figura 42. Determinación del agua es pura, libre de impurezas

El 29.89% están en insatisfecho con la calidad del agua que actualmente brinda la empresa, pero un 22.55% están totalmente satisfecho con la calidad del agua que. Los resultados obtenidos no concuerdan por S.A.S (2012), reporta el 87.28% de las personas encuestadas tiene un concepto bueno de la calidad del agua de Manizales., se muestran en la figura 43.

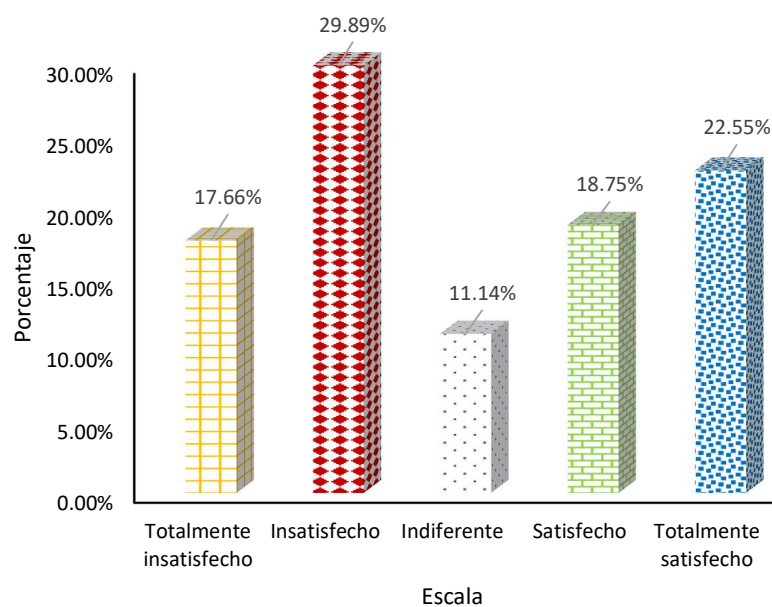


Figura 43. Determinación de la calidad del agua

El 11.14% manifestaron que están en totalmente insatisfecho y que no perciben filtraciones y/o rupturas de tuberías, pero un 27.99% están de acuerdo y si perciben las filtraciones y/o rupturas de tuberías, los resultados se muestran en la figura 44.

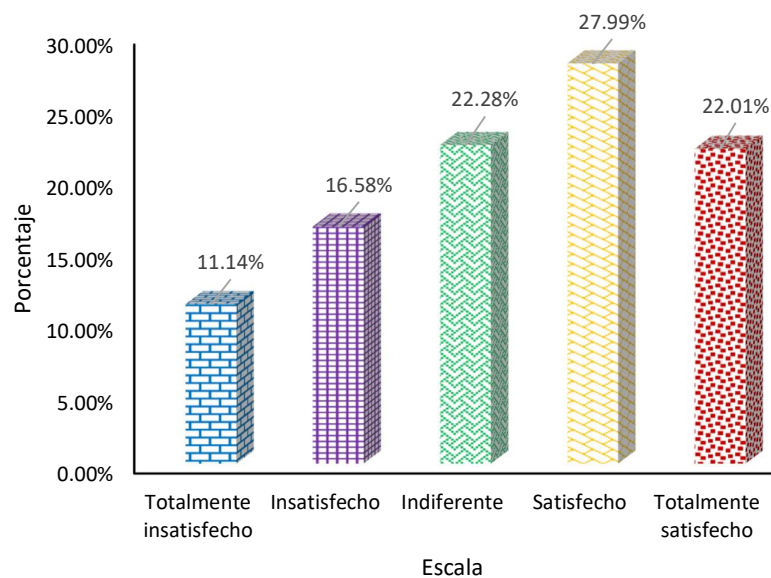


Figura 44. Determinación de filtraciones y/o rupturas de tuberías.

El 8.42% manifestaron que están en totalmente insatisfecho que realicen purga de agua al momento de reparar las tuberías y/o matrices, pero un 34.24% están satisfecho que realicen purga de agua al momento de reparar las tuberías y/o matrices, los resultados se muestran en la figura 45.

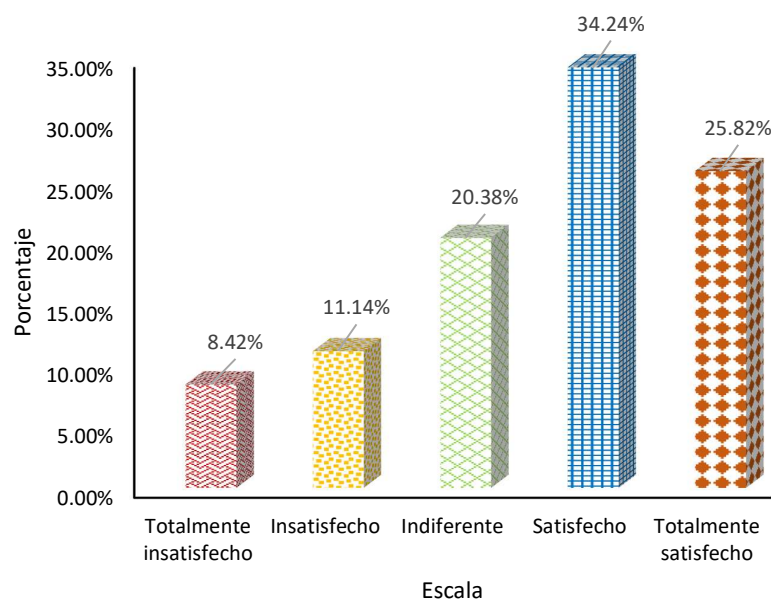


Figura 45. Percepción de purga al reparar las tuberías y/o matrices.

El 11.14% están en totalmente insatisfecho que realicen permanentemente los análisis de cloro residual y turbidez, pero un 38.32% están satisfecho que realicen permanentemente los análisis de cloro residual y turbidez, se muestran en la figura 46.

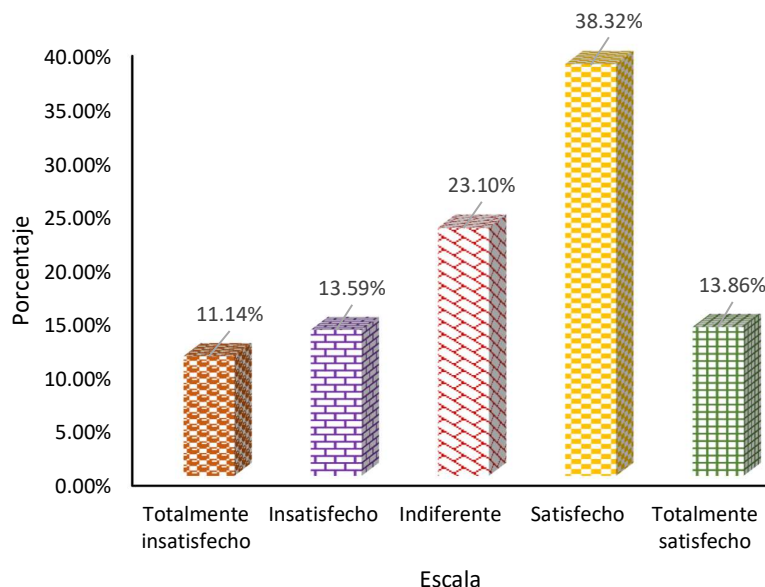


Figura 46. Percepción del análisis de cloro residual y turbidez.

El 19.29% manifestaron que están en totalmente insatisfecho con la cantidad del agua y que no cubre con las necesidades básicas de los usuarios, pero un 22.01% están satisfecho con la cantidad del agua y que, si cubren las necesidades básicas de los usuarios, los resultados se muestran en la figura 47.

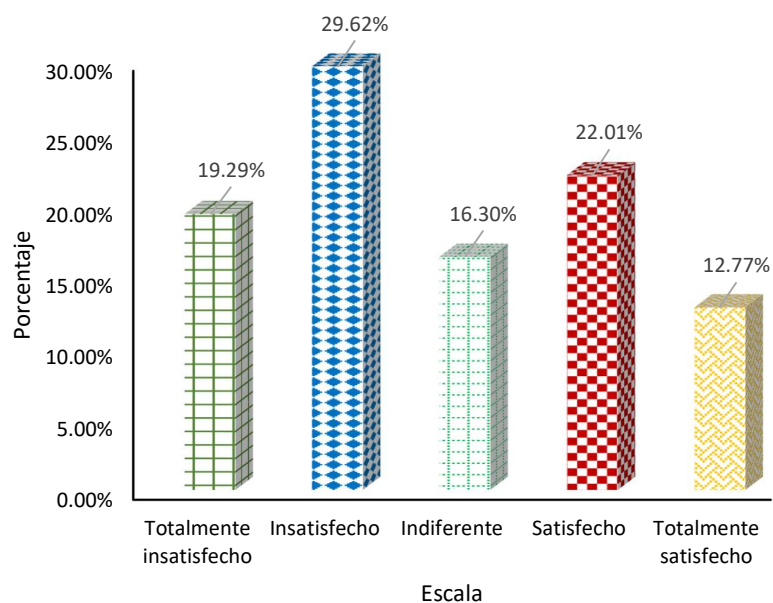


Figura 47. Determinación de la cantidad de agua (presión)



El 29.08% manifestaron que están en totalmente insatisfecho con la fluidez y libre de cortes del agua, pero un 11.14% están satisfecho con la fluidez y libre de cortes del agua, los resultados se muestran en la figura 48.

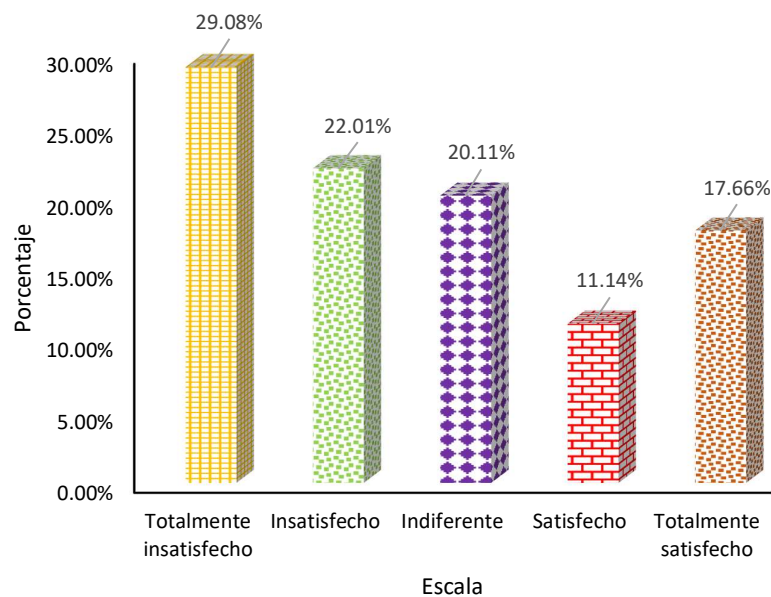


Figura 48. Determinación de la fluidez y libre de cortes del agua

El 35.60% manifestaron que están en totalmente insatisfecho que la empresa realice nuevas instalaciones de redes de agua, pero un 15.22% están satisfecho que la empresa si realiza nuevas instalaciones de redes de agua, los resultados se muestran en la figura 49.

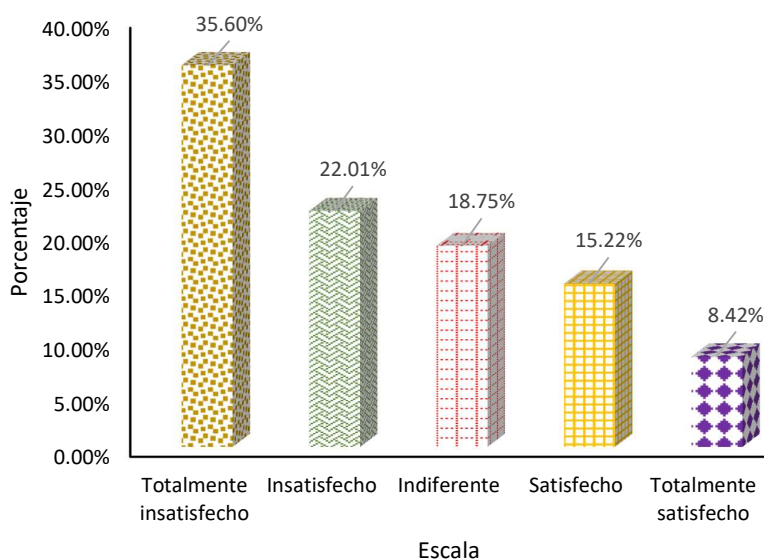


Figura 49. Percepción de nuevas instalaciones de redes de agua

El 32.07% manifestaron que están en totalmente insatisfecho y se quejan con la demanda insatisfecha por parte de la empresa, pero un 16.03% están de satisfecho que los usuarios y no se quejan con la demanda insatisfecha por parte de la empresa, los resultados se muestran en la figura 50.

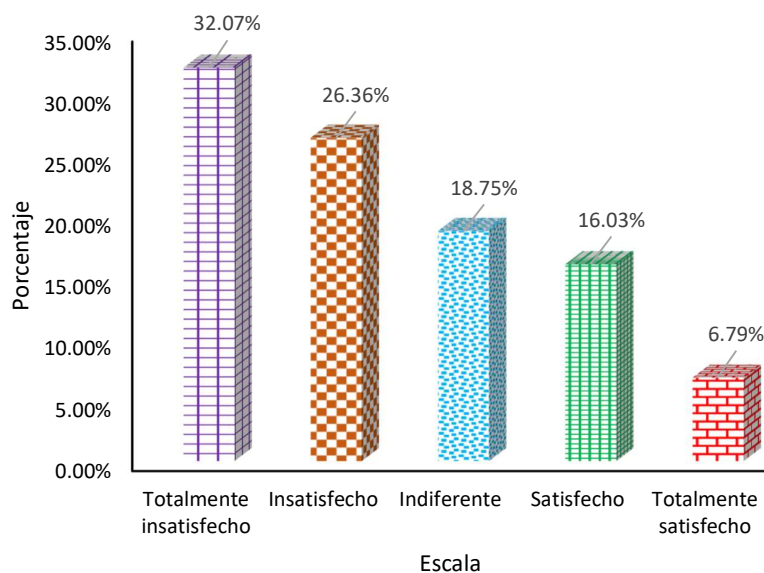


Figura 50. Percepción de la demanda insatisfechas

El 24.18% manifestaron que están en total desacuerdo que la empresa atienda con prontitud las instalaciones nuevas, pero un 11.41% están de acuerdo que la empresa si atienda con prontitud las instalaciones nuevas, los resultados se muestran en la figura 51.

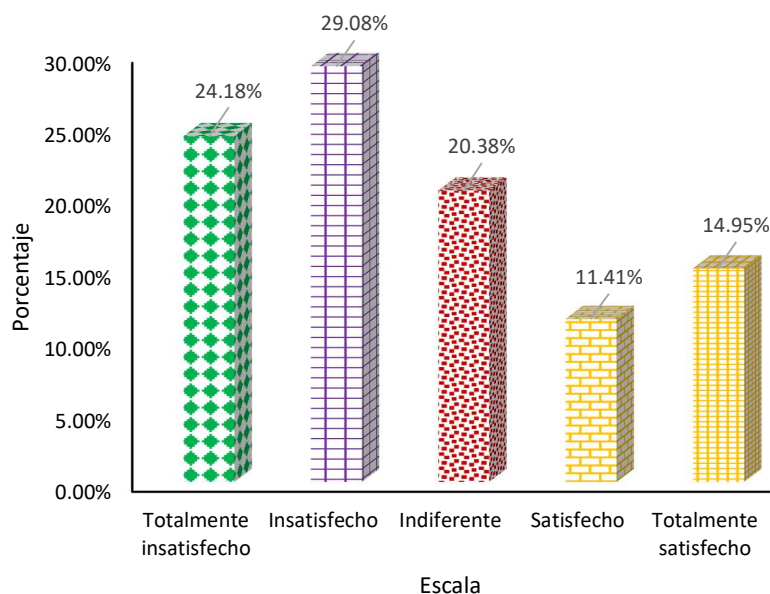


Figura 51. Determinación de la atención inmediatas de nuevos usuarios.

El 24.18% manifestaron que están en total desacuerdo que la empresa atienda con prontitud las instalaciones nuevas, pero un 11.41% están de acuerdo que la empresa si atienda con prontitud las instalaciones nuevas, los resultados obtenidos no concuerdan con lo reportado por Pastor (2014) menciona que la percepción de las variables del servicio evaluadas en promedio es ligeramente mayor al 50% de la valoración máxima, al igual que en el caso del producto, son exigentes en Cajamarca al calificar la atención a sus reclamos y la instalación de nuevas conexiones, ambos están por debajo del promedio, a pesar que los actuales clientes pueden no haber realizado los trámites para una nueva conexión, es esta variable la que incide más al momento de calificar el servicio, influenciada por las movilizaciones sociales que solicitan servicio de agua que reciben mayor atención en los medios.

El 11.14% manifestaron que están en total desacuerdo con equipamiento de las oficinas y no se siente cómodos al ser atendidos, pero un 31.79% están de acuerdo con el equipamiento de las oficinas y si se siente cómodos al ser atendidos, los resultados se muestran en la figura 52.

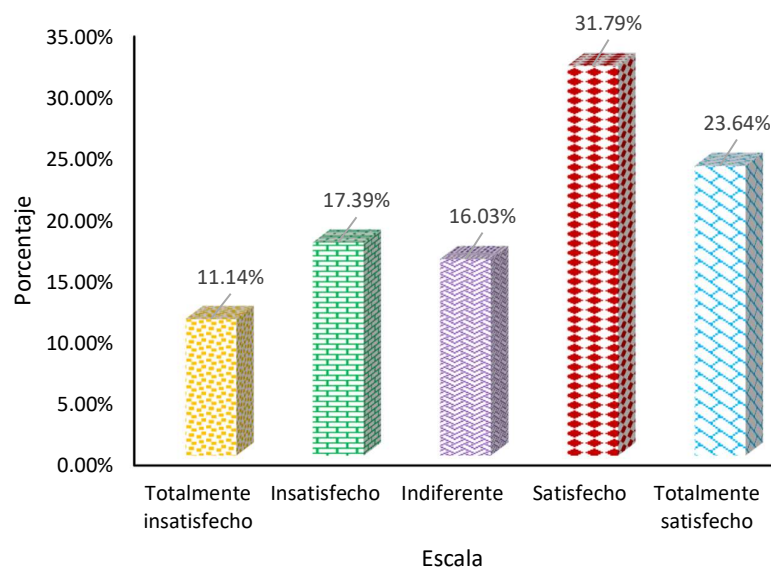


Figura 52. Percepción del equipamiento de las oficinas.

El 11.14% manifestaron que están en total desacuerdo con el equipamiento que son utilizadas en las oficinas por ende dan una mala calidad de servicio, pero un 31.79% están satisfecho con el equipamiento que tienen las oficinas y si dan un buen servicio, los resultados obtenidos no concuerdan con lo reportado por Pastor (2014) menciona que la percepción de las

variables del servicio evaluadas en promedio es ligeramente mayor al 50% de la valoración máxima, al igual que en el caso del producto, son exigentes en Cajamarca al calificar la atención a sus reclamos y la instalación de nuevas conexiones, ambos están por debajo del promedio, a pesar que los actuales clientes pueden no haber realizado los trámites para una nueva conexión, es esta variable la que incide más al momento de calificar el servicio, influenciada por las movilizaciones sociales que solicitan servicio de agua que reciben mayor atención en los medios.

El 8.42% manifestaron que están en totalmente insatisfecho con el servicio que viene ofreciendo la empresa, pero un 26.63% están satisfecho con el servicio que viene ofreciendo la empresa, los resultados se muestran en la figura 53.

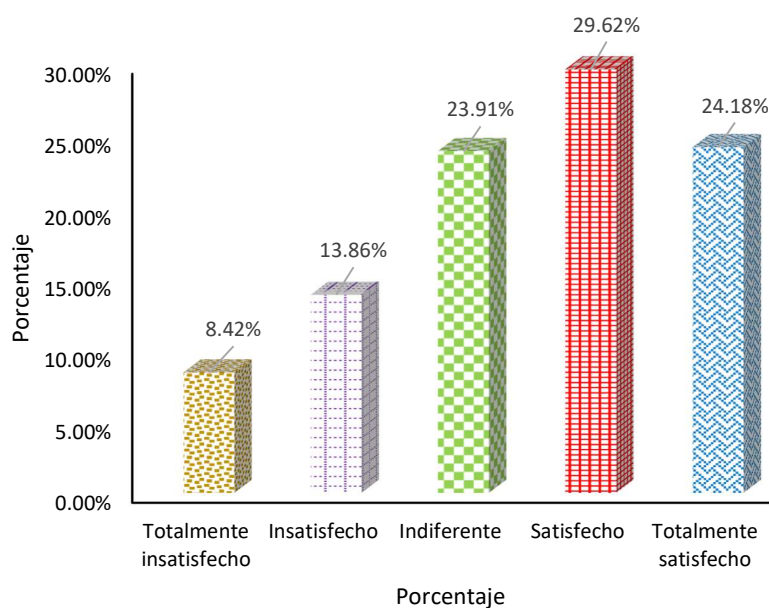


Figura 53. Determinación del servicio que ofrece la empresa.

El 8.42% manifestaron que están en totalmente insatisfecho con el servicio que viene ofreciendo la empresa, pero un 29.62% están satisfecho con el servicio que viene ofreciendo la empresa, los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Pastor (2014), ya que menciona que la satisfacción de los clientes tendrían una expectativa máxima el promedio total cae de 71.65% a 56.1%, lo que evidencia que se requiere desarrollar políticas orientadas a mejorar la evaluación y orientar las expectativas con respecto al producto agua potable.

El 16.58% manifestaron que están en totalmente insatisfecho con la atención del personal (rapidez) que viene ofreciendo la empresa, pero un 26.63% están satisfecho con la atención del personal (rapidez) que viene ofreciendo la empresa, los resultados se muestran en la figura 54.

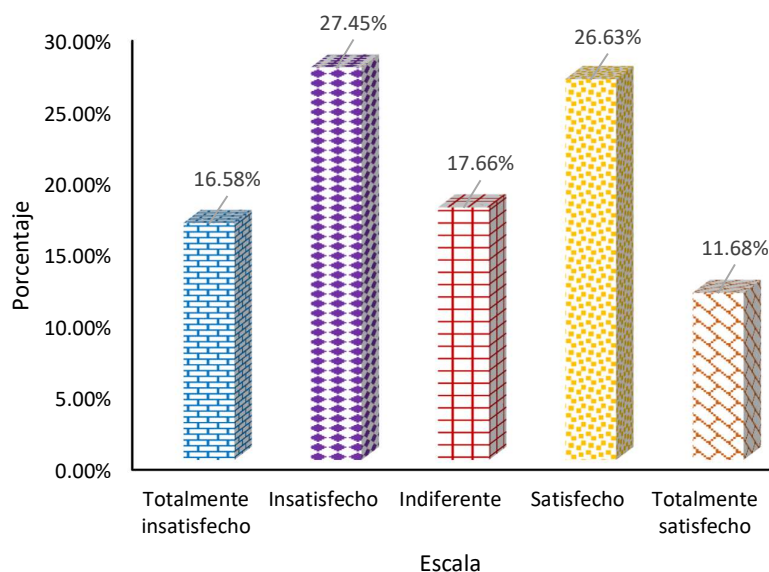


Figura 54. Determinación de la atención del personal hacia el usuario

El 16.58% manifestaron que están en total desacuerdo con la atención del personal (rapidez) que viene ofreciendo la empresa, pero un 26.63% están de acuerdo con la atención del personal (rapidez) que viene ofreciendo la empresa, de igual manera el 16.58% manifestaron que están en total desacuerdo y creen que la empresa no es transparente con el servicio de agua potable, pero un 24.18% están de acuerdo y que la empresa no es transparente con el servicio de agua potable, los resultados obtenidos no concuerdan con lo reportado por Pastor (2014) menciona que la superintendencia nacional de servicios de saneamiento (SUNASS) aplicó encuestas de satisfacción a los usuarios de la EPSM SEDACAJ en base al servicio que brinda dando como resultados un nivel de satisfacción de 67.20% en promedio en los años 2010, 2011, 2012.

El 12.77% manifestaron que están en totalmente insatisfecho y no le inspira confianza y seguridad el personal que le atendió, pero un 27.45% están satisfecho y si le inspira confianza y seguridad el personal que le atendió, los resultados se muestran en la figura 55.

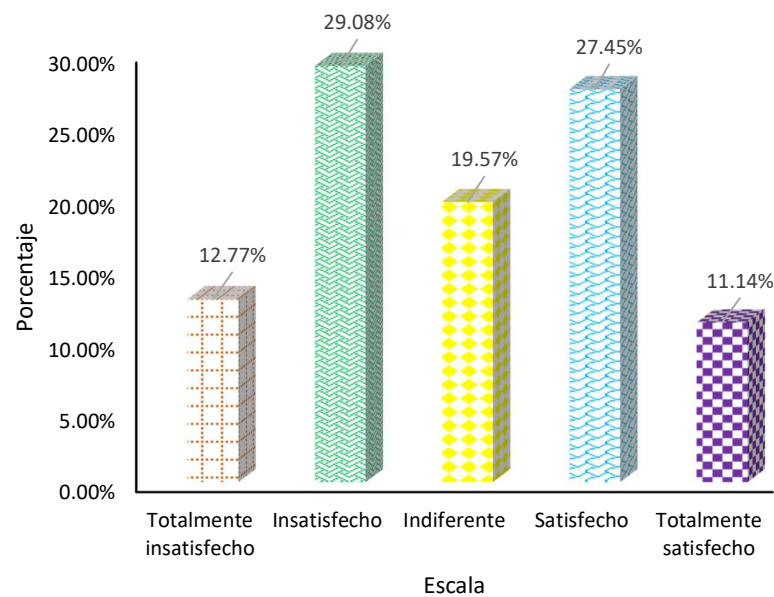


Figura 55. Percepción ante el personal sobre la confianza y seguridad.

El 16.03% manifestaron que están en totalmente insatisfecho y que su medición de consumo de agua es injusta, pero un 24.18% están satisfecho y que su medición de consumo de agua es justa, los resultados se muestran en la figura 56.

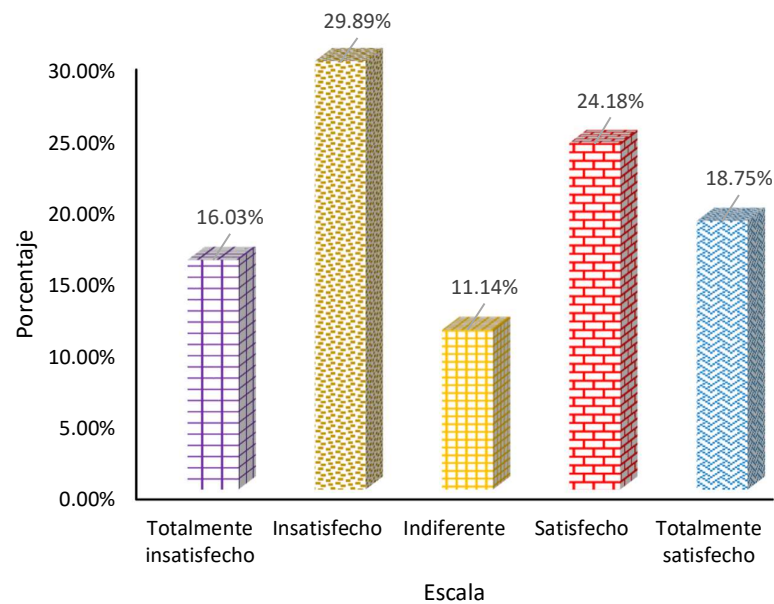


Figura 56. Determinación de la medición del consumo de agua

El 16.58% manifestaron que están en totalmente insatisfecho y creen que su recibo no es entregado oportunamente, pero un 20.38% están satisfecho y creen que su recibo es entregado oportunamente, los resultados se muestran en la figura 57.

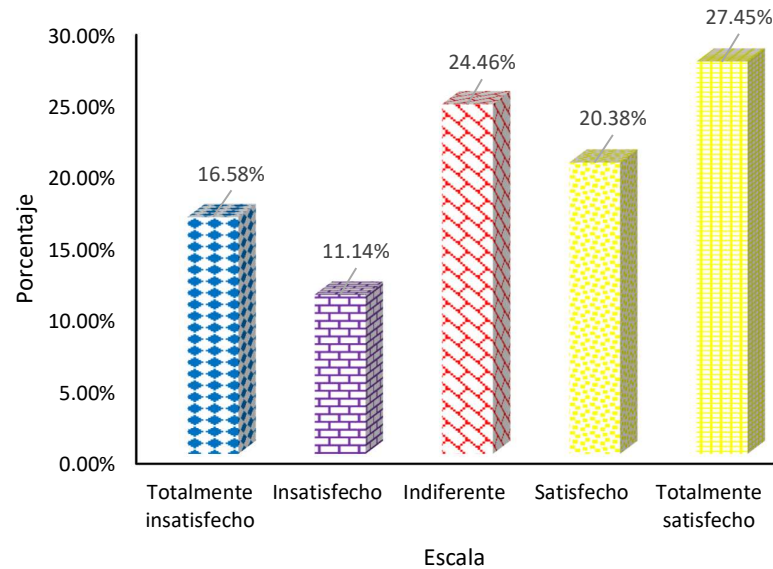


Figura 57. Determinación de la entrega de recibos.

El 14.40% manifestaron que están en totalmente insatisfecho y creen que su precio de consumo de agua es injusto, pero un 23.10% están satisfecho y creen que su precio de consumo de agua es justo, los resultados se muestran en la figura 58.

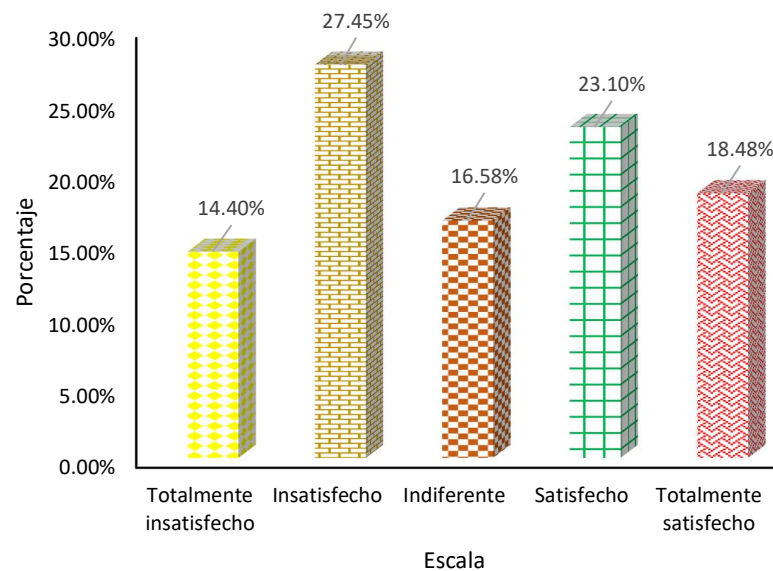


Figura 58. Determinación del precio del consumo de agua

El 11.68% manifestaron que están en totalmente insatisfecho y que la empresa no avisa con anticipación de cortes de servicios, pero un 29.62% están satisfecho y que la empresa si avisa con anticipación de cortes de servicios, los resultados se muestran en la figura 59.

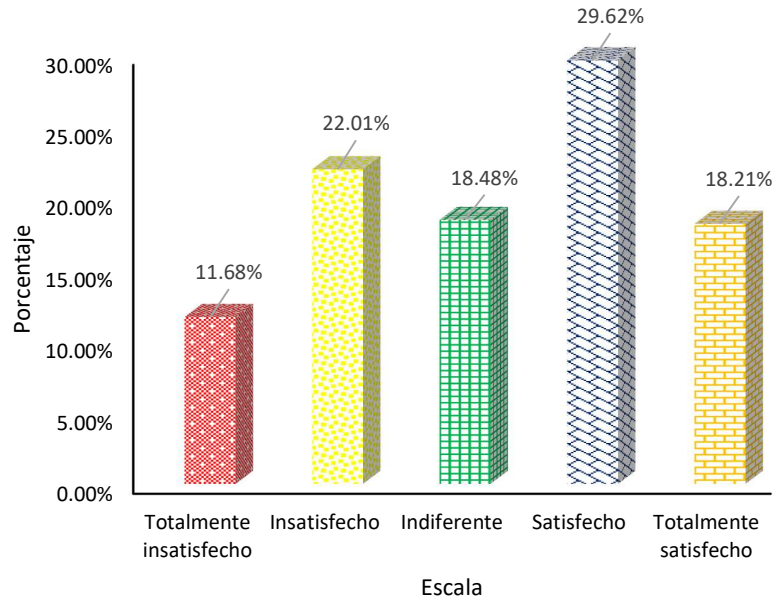


Figura 59. Determinación de cortes de servicios

El 11.68% manifestaron que están en totalmente insatisfecho y que la empresa no avisa el alza de sus precios del consumo de agua, pero un 24.18% están satisfecho y que la empresa si avisa el alza de sus precios de consumo de agua, los resultados se muestran en la figura 60.

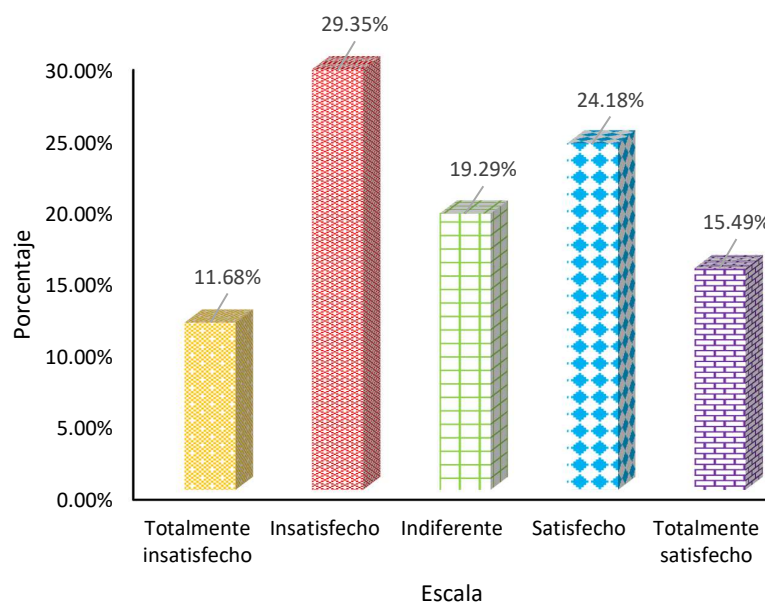


Figura 60. Determinación de la empresa no avisa el alza de sus precios



El 16.58% manifestaron que están en totalmente insatisfecho y creen que la empresa no es transparente con el servicio de agua potable, pero un 24.18% están satisfecho y que la empresa no es transparente con el servicio de agua potable, los resultados se muestran en la figura 61.

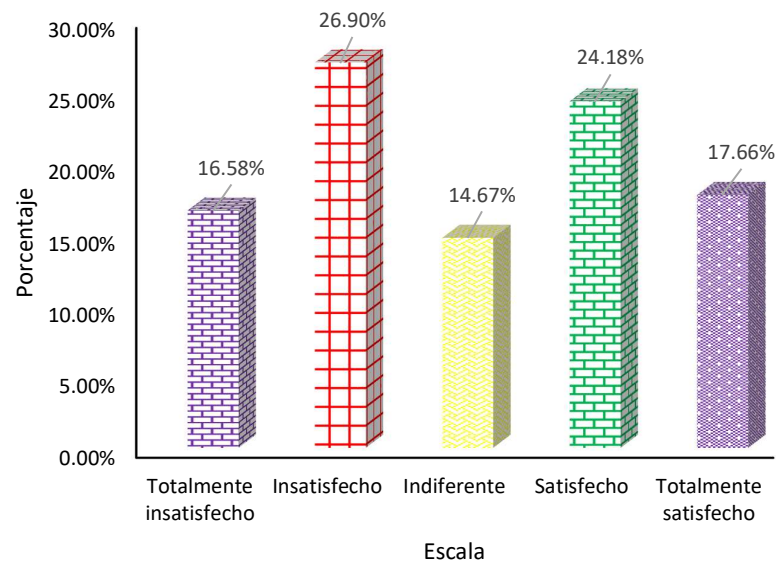


Figura 61. Determinación de la transparencia del servicio de agua potable

El 32.3 % de los usuarios de la empresa son de género masculino y el otro 67.7% de los usuarios de la empresa es del género femenino a continuación se describe en la figura 62.

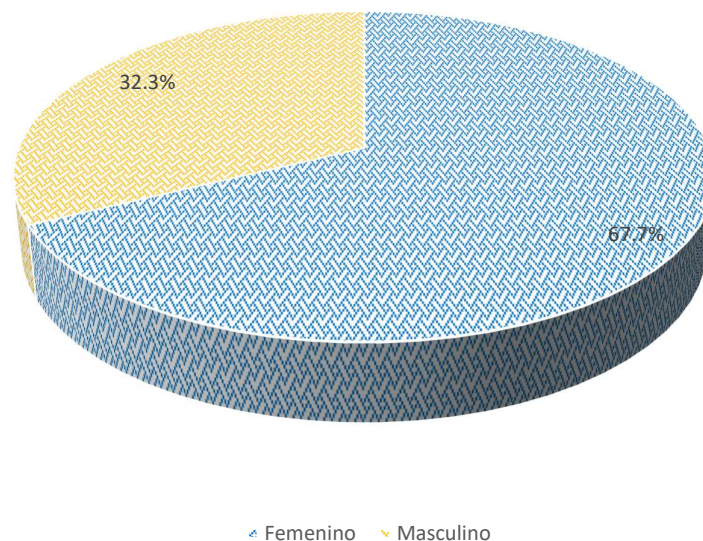


Figura 62. Determinación del género de los empleados de la institución

El 20.11% son los usuarios son de la zona sur, el 49.46% de los usuarios son de la zona urbana y el 30.43% de los usuarios son de castillo grande, los resultados se muestran en la figura 63.

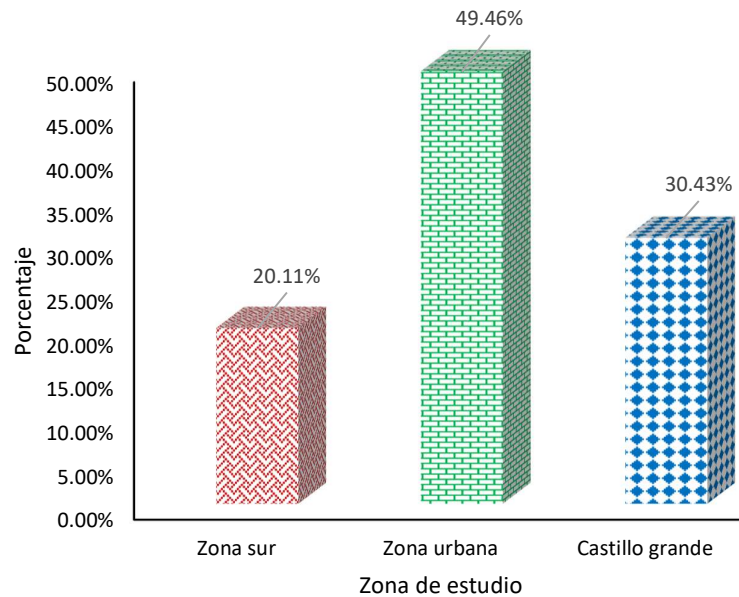


Figura 63. Determinación lugar de los clientes

El 5.71% que está entre los 16 a 25 años, el 17.39% está entre los 26 a 35 años, el 27.45% está entre los 36 a 45 años y el 49.46% que está entre los 46 a más, los resultados se muestran en la figura 64.

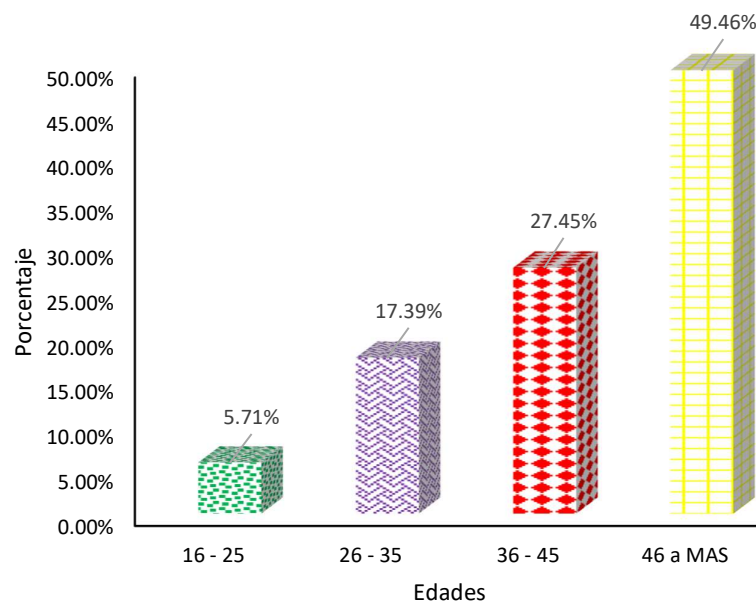


Figura 64. Edad de los usuarios

Con respecto al estado civil, la mayoría de los usuarios son casados con un 32.34%, un 24.73% son conviviente con su pareja y el 28.53% son divorciados, los resultados se muestran en la figura 65.

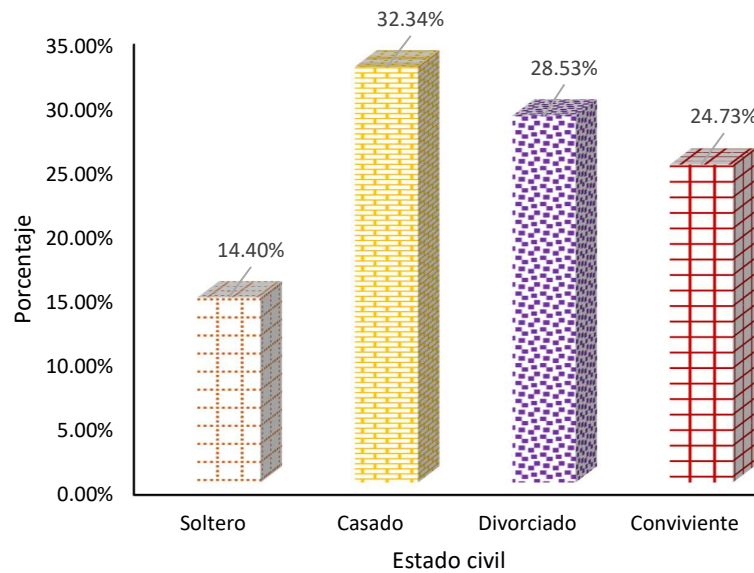


Figura 65. Estado civil de los usuarios

Con respecto al grado de instrucción de los usuarios, el 32.88% de los usuarios tienen secundaria, el 22.83% de los usuarios tienen el grado técnico y el 27.72% de los usuarios tienen primaria, los resultados se muestran en la figura 66.

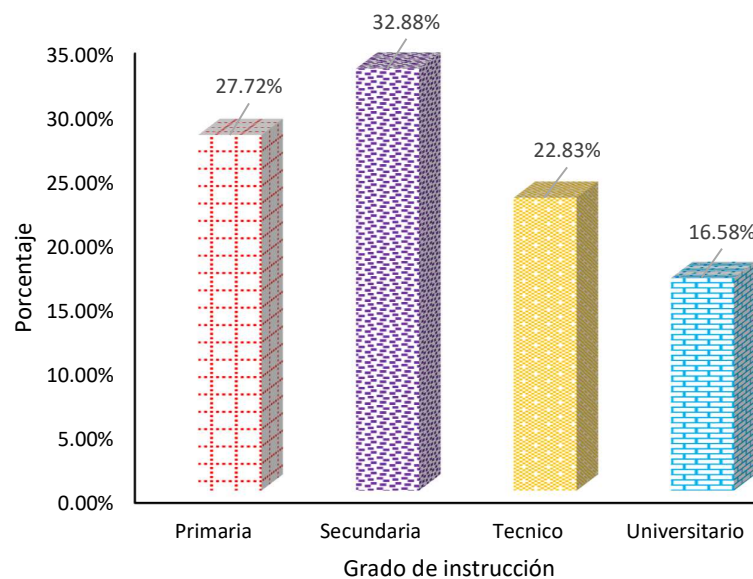


Figura 66. Grado de instrucción de los usuarios

#### 4.6. Demostración de hipótesis

En esta parte se realiza la contrastación de la hipótesis de investigación, para ello se evalúa si existe relación entre las variables analizadas. Cabe recordar que la contrastación de la hipótesis es un proceso metódico y secuencial con lo cual se acepta o rechaza la proposición formulada, todo ello en base a los resultados de las distintas pruebas estadísticas y de los análisis realizados mediante ellos. Recordando el planteamiento de la hipótesis en el primer capítulo de este informe, la proposición fue planteada de la siguiente manera:

Ho: Si existe relación significativa entre el índice de calidad de agua y la satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco SA en la localidad de tingo María, 2019

A continuación, se realiza la prueba no paramétrica, con el objetivo de definir el tipo de estadístico con la cual medir el grado de relación entre las variables especificadas en el planteamiento de la hipótesis.

Tabla 19. Prueba de hipótesis de Rho de Spearman

|                 |                 | Satisfacción                | Calidad de agua |
|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| Rho de Spearman | Satisfacción    | Coefficiente de correlación | 1.000           |
|                 |                 | Sig. (bilateral)            | .               |
|                 | Calidad de agua | N                           | 368             |
|                 |                 | Coefficiente de correlación | .016            |
|                 |                 | Sig. (bilateral)            | .935            |
|                 |                 | N                           | 29              |

En base a los resultados de la tabla 19, el Rho de Spearman presenta una correlación positiva media, cuyo valor es = 0.016, el cual expresa el grado de relación entre las variables. Como el valor encontrado de la Sig. (bilateral)  $> \alpha$  ( $0.935 > \alpha = 0.05$ ), se puede concluir que existe relación entre las variables mencionadas y es determinante y significativa de manera estadística, es por esa razón que aceptamos nuestra hipótesis.

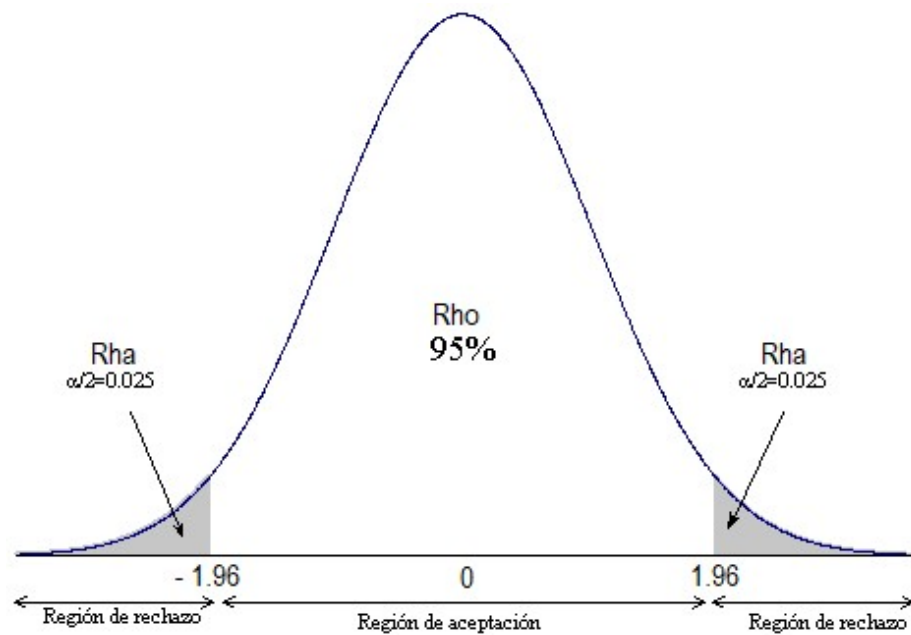


Figura 67. Región de rechazo de hipótesis

Por lo tanto, se puede afirmar de manera categórica que índice de la calidad del agua potable se relaciona con la satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco S.A. en la localidad de Tingo María, 2019. Cabe mencionar que, para alcanzar esta conclusión, fue necesario realizar un proceso de contrastación en base a la teoría estadística, el cual solo es un instrumento de medición del grado de relación entre las variables analizadas.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determino el ICA del agua de acuerdo con la normativa del ECAs cuya calificación es “Bueno”, de igual forma se aplicó para la normativa de los Limites Máximo Permisibles (LMP) cuya calificación es “Excelente”.
2. Se aplico Rho de Spearman que es 0.016, cuyo resultado presenta una correlación positiva media y el grado de Sig = 0.935 >  $\alpha = 0.05$ , en ese sentido aceptamos la hipótesis nula.
3. Se determinó los parámetros metales pesados siendo el cadmio, plomo, cobre, hierro, zinc y manganeso cuyos valores están dentro de los Limites Máximo Permisibles (LMP) y de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs),
4. Se determinó los parámetros fisicoquímicos siendo la conductividad, DBO<sub>5</sub>, oxígeno disuelto, pH, sólidos totales disueltos, cloruros, nitratos, nitritos, amoníaco, dureza y turbiedad cuyos valores están dentro de los Limites Máximo Permisibles (LMP) y de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), excepto el fosforo total que está fuera de los rangos de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs).
5. Se determinó los parámetros microbiológicos siendo los coliformes termotolerantes, *salmonella sp*, bacteria heterotrófica, mohos y levaduras cuyos valores están dentro de los Limites Máximo Permisibles (LMP) y de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), pero el *vibrio cholerae* están fuera de los rangos de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs).
6. Los puntos de monitoreo permitieron conocer el índice de calidad del agua de la EPS Seda Huánuco SA Sucursal Leoncio Prado dando como resultado que estas aguas son buenas para el consumo humano.

## VII. PROPUESTA A FUTURO

1. Realizar más estudios de metales pesados como aluminio, arsénico, boro, mercurio, de igual forma se deberá hacer más estudios fisicoquímicos como sulfatos, fenoles, alcalinidad y por último se deberá realizar más estudios parasitológicos como son formas parasitarias y organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos) en todos sus estadios evolutivos, ya que nos permitirá una mejor exactitud sobre la calidad del agua.
2. Se debería evaluar la calidad del agua potable en época de avenida y de estiaje para conocer cuál de las dos épocas tiene mejor calidad del agua y conocer cómo se está ingiriendo el agua en el distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande.
3. La EPS Seda Huánuco SA - Sucursal Leoncio Prado deberá realizar monitoreo de calidad del agua diariamente en sus tres zonas de distribución de agua con la finalidad de conocer si los parámetros (metales pesados, fisicoquímico y microbiológico) están dentro de los LMP y de los ECAs.
4. DIGESA de Tingo María como responsable de velar y hacer cumplir la normativa peruana deberá hacer más seguido sus inspecciones para que evalúen la calidad del agua de las tres zonas que distribuye dicha empresa y si fuera el caso sancionarla.

## VIII. REFERENCIAS

- Agüero, R. (2009). *Agua potable para poblaciones rurales sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. (2 ed). Asociación de servicios Educativos Rurales SER.
- Alunni, J. (2012). *Fundamento de Ingeniería: Agua Potable: Redes y Tratamiento*. Fundamentos de Ingeniería. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Universidad Nacional del Nordeste (<http://ing.unne.edu.ar/dep/eol/fundamento/tema/T9.pdf>) documento del 29 de abril del 2002).
- Aldabe., Aramendia. (2005). *Control de la calidad del agua*. Reverté S. A.
- ANA. (2011). *Protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales del agua superficial*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Autoridad Nacional del Agua. ([https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf)) documento del 29 de abril del 2016).
- ANA (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad del agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. Consultado 15 diciembre 2019. [En línea]: Autoridad Nacional del Agua. ([https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_068-2018-ana.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._068-2018-ana.pdf)) documento del 21 febrero del 2018).
- Anderson, D., Sweeney, D., & Williams, T. (2008). *Estadística para administración y economía*. (10 ed.) International Thomson Editores.
- Apha., Awwa., Wpcf. (1999). *Método normalizado para el análisis de aguas potables y residuales*. (2 ed.) Díaz de Santos, S.A.
- Apha. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. (21 ed.). Public Health Association.



- Araujo, A. (2003). *Evaluación de las comunidades Fitoplanctónicas en la Laguna Moronacocha (Loreto-Perú), durante el periodo de creciente*. [Tesis de pregrado, Universidad de la Amazonia Peruana]. Repositorio UNAP. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4946> documento del 2003).
- Aurazo, G. (2004). *La Contaminación en el centro del país*. Consultado 15 diciembre 2019. [En línea]: SERVINDI. ([https://www.servindi.org/actualidad/1172\\_documento\\_del\\_2004](https://www.servindi.org/actualidad/1172_documento_del_2004)).
- Aquae. (2004). *Característica del agua potable*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: (<https://www.fundacionaquae.org/caracteristicas-agua-potable/>) documento del 2018.
- Badui, S. (2013). *Química de los Alimentos*. (5 ed.). Pearson Educación de México S.A.
- Baird, C., Cann, M. (2014). *Química Ambiental*. (5 ed.). Reverte.
- Ball, R., Church, R. (1980). Water Quality Indexing and Scoring. Journal of the Environmental Engineering División. Estado Unidos. *American Society of Civil Engineers*, 106 (4) 757 – 771 p.
- Ballesteros, M.; Reyes, V.; Astorga, Y. (2007). *Groundwater in Central America: its importance. development and use. with particular reference to its role in irrigated Agricultura*. Sri Lanka. CAB International.
- Bcwqi, (1996). *Ministry Of Environment, Lands, And Parks. The Water Quality Section*. Consultados 10 diciembre del 2019 [En línea]: BCWQI. ([https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/monitoring-water-quality/wq\\_bc\\_status\\_report.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/monitoring-water-quality/wq_bc_status_report.pdf) documento de abril de 1996).
- Borroto, R. (2010). La ecología de *Vibrio cholerae*. serogrupo 01 en ambientes acuáticos. *Panam Salud*, 1 (1) 3 – 8 p.

- Brooks, K., Folliott, P., Magner, J. (2003). *Hydrology and the Management of watersheds*. (4. ed.) Wiley Blackwell.
- Caicedo, H. (2011). *Análisis fisicoquímico y microbiológico en aguas Subterráneas del Corregimiento de San Miguel del Tigre en Yondó, Antioquia*. [Tesis de especialización, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio del Santander <https://docplayer.es/31822888-Analisis-fisicoquimico-y-microbiologico-en-aguas-subterraneas-del-corregimiento-de-san-miguel-del-tigre-en-yondo-antioquia.html>
- Campinas, S. (2013). *II curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental*. Unesco para América Latina y el Caribe.
- Campos C., Cárdenas, M., Guerrero A. (2008). Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de agua de la sabana de Bogotá (Colombia). *Universitas Scientiarum*, 13(2) 103 – 108.
- CEPAL. (1997). *Manejo de cuencas hidrográficas/desechos sólidos*. Consultados 02 diciembre 2019 [en línea]: INFOAGUA ([www.infoagua.cl/temas/manejo\\_cuencas\\_cepal](http://www.infoagua.cl/temas/manejo_cuencas_cepal) Documento del 10 agosto del 2009).
- CONAGUA. (2017). *Monitoreo de la calidad del agua*. Consultados 02 diciembre 2019. [En línea]: Comisión Nacional del Agua. ([https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/145524/Monitoreo\\_de\\_calidad\\_del\\_agua\\_en\\_Mexico\\_2012-2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/145524/Monitoreo_de_calidad_del_agua_en_Mexico_2012-2015.pdf) documento del junio del 2016).
- Contreras, L., Benítez P. (2013). Contaminación de Aguas Superficiales por Residuos de Plaguicida en Venezuela y otros países de Latinoamérica, Venezuela. *Internacional de contaminación ambiental*, 29(1) 7 – 23.
- Cutimbo, C. (2012). *Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en centros poblados menores de La Yarada y Los Palos del distrito de Tacna*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio de Jorge Basadre Grohmann

[http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1929/45\\_2012\\_cutimbo\\_ticona\\_ca\\_faci\\_biologia\\_microbiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1929/45_2012_cutimbo_ticona_ca_faci_biologia_microbiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Davis, M; Cornwell, D. (1988). *Introduction to Environmental Engineering*, Mc Graw Hill Education.

DIGESA. (2010). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Consultado 20 diciembre 2019. [En línea]: DIGESA ([http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento\\_calidad\\_agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf) documento del 27 febrero del 2011).

Elorza, H., y Medina, J. (1999). *Estadística para las ciencias sociales y de comportamiento*. (2 ed.) Oxford University.

EPA. (2007). *Acid rain: What is pH*. Consultado el 15 de octubre del 2019. [En línea]: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos <https://www.epa.gov/aboutepa/about-office-water#wetlands> documento del 15 abril del 2014.

Faña B J, (2002). *Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua*. Consultado 07 diciembre 2019. [En línea]: Corporación Autónoma Regional del Tolima ([https://cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/estudios/a08.pdf](https://cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/a08.pdf) documento del 27 febrero del 2011).

Fernández, N., Ramos, G., Solano, F. (2004). Una herramienta Informática para el análisis y valoración de la calidad. *Bistua*, 2(2), 88-97.

Fernández N., Ramírez, A., Solano, F. (2008). *Índices fisicoquímicos de calidad del agua*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: (<http://www.ingenieroambiental.com/4014/fisic.pdf>) documento del 2018.

Fernández, N. (2011). *Estudio Hidrogeoquímico del Agua Subterránea en las Comunidades Cercanas al Ex Botadero de la Ciudad de Cajamarca, Perú*. [Tesis de pregrado, Ingeniero Geólogo]. Universidad Nacional de Cajamarca.

- Fuentes, A., Campas, O., Aguilar, M., Meza M. (2005). Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de sonora (México). *Instituto Tecnológico de Sonora*, 8 (3) 1 – 10.
- Gaibor, J. (2005). *Inventario Participativo y Propuesta de Alternativas de Manejo Sustentable de los Recursos Hídricos de la Microcuenca del río Pitzambiche, Cantón Cotacachi*. [Tesis de pregrado, Ingeniero Recursos Naturales]. Universidad Técnica del Norte.
- García, A.; Pedreros, L.; Huapaya, B. (2006). Vibrio cholerae N° 01 en muestras de aguas no cloradas consumidas por pobladores de las localidades de Santa y Coishco (Ancash), 2003 – 2004. Ancash, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 23 (3) 168 – 172.
- Gramajo, B. (2004). *Determinación de la Calidad del Agua para Consumo Humano y Uso Industrial obtenida de pozos mecánicos en la zona 11*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0907\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0907_Q.pdf)
- Guerra, F. (1979). *Edafología General*. DAP
- Henry, J., Heinke, W. (1999). *Ingeniería Ambiental*. (2 ed.). México. Pearson Educación.
- Hernández, A. (2005). *Evaluación del contenido de metales pesados en agua para consumo humano en la Ciudad de Tepic*. Consultado 02 octubre 2019 [En línea]: ACADEMIA ([http://www.academia.edu/6561759/Evaluacion\\_del\\_contenido\\_de\\_metales\\_pesados\\_en\\_agua\\_para\\_consumo\\_humano](http://www.academia.edu/6561759/Evaluacion_del_contenido_de_metales_pesados_en_agua_para_consumo_humano) documento del 15 de junio del 2005).
- Hernández, R. & Fernández, C. (2006). *Metodología de la investigación*. (4 ed.). Mc Graw-Hill Education.
- Kotler, P. (2006). *Dirección de Marketing*. (12 ed.). Pearson Educación.

- Lampoglia, T., Agüero, R., Barrios C. (2008). *Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales*. Asociación Servicios Educativos Rurales.
- Leandro, H., Coto, J., & Salgado, V. (2010). Calidad del agua de los ríos de la Microcuenca IV del río Virilla. *UNICIENCIA*, 24 (1) 69 – 74.
- López, C. (2012). *Protocolos de prácticas de Microbiología Ambiental*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María.
- Losilla, M. et al. (2001). *Los acuíferos Volcánicos y el Desarrollo Sostenible en América Central*. Universidad de Costa Rica. San José.
- Madigan, M., Martinko, J., Parker, J. (2004). *Biología de los microorganismos*. Trad. por Fernández, G; González, T; Rodríguez, C; Guerrero, R; Sánchez, M; Jiménez, J. (10 ed.). Pearson Prentice Hall.
- Mamani, E. (2012). *Propuesta de estándares nacionales de calidad ambiental para agua subterránea*. Ministerio del Ambiente del Perú.
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C., y García, M. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción. Uruguay. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 4 (1) 72 – 82.
- Marín, R. (2019). *Fisicoquímica y Microbiología de los Medios Acuáticos, Tratamiento y Control de Calidad de Aguas*. Ediciones Díaz de Santos.
- Mayo Clinic. (2013). *Hemocromatosis*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/hemochromatosis/symptoms-causes/syc-20351443#:~:text=El%20exceso%20de%20hierro%20se,hep%C3%A1tica%2C%20problemas%20card%C3%ADacos%20y%20diabetes>) documento del 2017.

- Mendoza, M. (1996). *Impacto de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca rio salado. Cuenca del Rio San José. Turrialba*. CATIE.
- Metcalf y Eddy. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización*. (3ª ed.). Mc Graw-Hill.
- MINAN. (2017). *Estándares nacionales de calidad ambiental para agua*. Consultado 02 diciembre 2019. [En línea]: Autoridad Nacional del Agua ([http://www.ana.gob.pe/media/664662/ds\\_002\\_2008\\_minam.pdf](http://www.ana.gob.pe/media/664662/ds_002_2008_minam.pdf) documento del 7 de junio de 2017).
- MINAGRI. (2015). *Dirección general de infraestructura agraria y riego: Manual N° 5 medición de agua*. Consultado 10 diciembre del 2019 [En línea]: DGIAR (<https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual5.pdf> documento de setiembre del 2015).
- MINSA. (2007). *Guía de práctica clínica para manejo de pacientes con intoxicación con Plomo*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Ministerio de Salud. ([http://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/264\\_DGSP238.pdf](http://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/264_DGSP238.pdf) documento del 15 de junio del 2007).
- MINSA. (2013). *Guía de practica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por cadmio*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Ministerio de Salud. (<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3244.pdf> documento del 29 de noviembre del 2013).
- MINSA (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: (<https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%c3%b3dulo-3.pdf>) documento del 2016.
- Montes De Oca, J. (2009). *Diagnóstico de la Calidad de Agua en Pozos Excavados de Tres Comunidades del Valle del Yeguaré, Honduras*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Zamorano]. Repositorio institucional <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/326>

- Newman P., Stephen C., Rees, Y. (1994). Surface water quality monitoring. classification. Biological assessment and standards. *Water Science and Technology*, 30(10):1-10.
- OMS (1993). *Guidelines for drinking-water quality*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Organización Mundial de la Salud. (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259956/9241544600-eng.pdf?sequence=1> documento de 1993).
- OMS. (1995). *Guías para la calidad del agua potable*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Organización Mundial de la Salud. ([https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/) documento del 1995).
- OMS. (1998). *Guía sobre los requisitos de las practicas adecuadas de fabricación*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: OMS [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/64975/WHO\\_VSQ\\_97.02\\_spa.pdf;jsessionid=515B5FC866E3288E55AE2C3B0A8DB085?sequence=2](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/64975/WHO_VSQ_97.02_spa.pdf;jsessionid=515B5FC866E3288E55AE2C3B0A8DB085?sequence=2) documento de agosto del 1998).
- OMS. (2003). *Total dissolved solids in Drinking-water*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Organización Mundial de la Salud.213 ([https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/tds.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds.pdf) documento del 2003).
- OMS .(2003). *Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Organización Mundial de la Salud. (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41985/9243545035-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y> documento del 2003).
- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Consultado 10 diciembre del 2019 [En línea]: Organización Mundial de la Salud.

- ([https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1) documento del 2006).
- Ongley, E. (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Consultado 10 diciembre del 2019 [En línea]: FAO (<http://www.fao.org/3/w2598s/w2598s00.htm> documento del 1997).
- OPS. (1988). *Guía para la calidad de agua potable. Control de la calidad de agua potable en sistemas de abastecimientos para pequeñas comunidades*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Organización Panamericana de la Salud. (<http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/712> documento del 1988. Documento del 1988).
- OPS (1999). *Consideraciones sobre el programa medio Ambiente y salud en el Istmo centroamericano*. San José. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (<http://opac.bibliotecaorton.catie.ac.cr/cgi-bin/koha/opac-ISBDdetail.pl?biblionumber=447978> documento del 1999).
- OPS (2002). *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea] Organización Panamericana de la Salud. ([http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/guia\\_Vigilancia\\_Control.pdf](http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/guia_Vigilancia_Control.pdf) Documento del 2002).
- Ott, W. (1978). *Environmental Índices. Theory and practice*. AA Sciencie, AnnArbor.
- Orellana, J. (2005). *Característica del Agua Potable*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: ([https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing\\_sanitaria/Ingenieria\\_Sanitaria\\_A4\\_Capitulo\\_03\\_Caracteristicas\\_del\\_Agua\\_Potable.pdf](https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf)) documento del 2005.
- Orosco, C., Ramírez F y CRUZ J. (2008). Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos de la costa de Chiapas. México. *Hig Sanidad Ambiental*, 8 (1) 348 – 354.



- Ospina, S., Gil, I. (2010). Índices nacionales de satisfacción del consumidor. Una propuesta de revisión de literatura. Bogotá, Colombia. 2011. *Cuad. admon.ser.organ*, 24 (43) 35 – 57.
- Pacheco, J., Cabrera, A., y Pérez, R. (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán. México. *Redalyc*, 8 (2) 165 – 179 p.
- Pastor, O. (2014). *Evaluación de la satisfacción de los servicios de la imposición de la oferta a escuchar a la demanda*. [Tesis de posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio la PUCP <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5470?show=full>
- Pérez, R.; Pacheco. J. (2004). Vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación de nitratos en el estado de Yucatán. *Universidad Autónoma de Yucatán*, 8 (1) 33 – 42.
- Pérez F., Prieto F., y Rojas A. (2003). Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor de agua en Zimapán, México. *Hidrobiológica*. 13 (2) 95 – 102.
- Petracci, M. (1998). *La medición de la calidad y la satisfacción del ciudadano*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: INAP. ([http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/93B121E6639027E905257BDD0078F1BB/\\$FILE/MEDICI.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/93B121E6639027E905257BDD0078F1BB/$FILE/MEDICI.pdf) documento del 1998).
- Petro, A., Wees, T. (2014). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológico del agua de municipio de Tubarco – Bolívar, Caribe Colombiano*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Bolívar]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/1725#page=1>
- PNUMA. (2003). *Derecho humano al agua potable*. Consultado 10 diciembre del 2019 [En línea]: PNUMA. (<http://www.corteidh.or.cr/tablas/r24593.pdf> documento del 2003).

- PREQB. (2004). *Puerto Rico Environmental Quality Board, Puerto Rico Water Quality Inventory and List of Impaired Waters, 2004 – 305 (b) /303 (d)* Consultados 10 diciembre del 2019 [En línea]: CIESE (<http://visitponce.com/wp-content/uploads/2019/09/2016-PREQB-305b303d-Integrated-Report.pdf> documento del 2004).
- Ramírez, V. (2014). *Química General*. Grupo Editorial Patria.
- Rengifo, A., Tello, R. 2001. *Diseño y cálculo de costos para la construcción de una piscina de oxidación de Aguas Servidas en el Lago Moronacocha – Caño Ricardo Palma*. [Tesis de pregrado, Ingeniero en Gestión Ambiental]. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Randulovich, R. (1997). Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina. *Forestal Centroamericana*, 18(1) 13 – 17.
- REPDA. (2010). *Ley de Aguas Nacional y su Reglamento*. Consultados 10 diciembre del 2019 [En línea]: CONAGUA. (<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGA-A-37-12.pdf> documento de junio del 2004).
- Reynolds, J. (2002). *Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el futuro*. Universal Estatal a Distancia.
- Robles, E., Ramírez, E., Durán, A., Martínez, M., y Gonzales, M. (2013). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo – Axochiapan, Morelos México. *Redalyc*, 4(1) 19 – 28.
- Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas*. Omega S.A.
- Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Scielo*, 21(12), 3373.
- Rodríguez, J., Royo, G. (2004). *Cryptosporidium y criptosporidiosis*. Consultados 10 diciembre del 2019 [En línea]: SEIMC

(<https://seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/parasitologia/crypto.pdf> documento del 2004).

Ruíz, C., Méndez, M. (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). *Bistua*, 16(3), 140-147.

Romero R., Coto J. (2010). *Equidad en el Acceso del Agua en la ciudad de Lima una mirada a partir del derecho humano al agua*. [Tesis de pregrado, pontifica universidad católica del Perú]. Repositorio de la PUCP. <https://biblioteca.corteidh.or.cr/tablas/r36975.pdf>

Salazar, M. (2015). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua, en el sistema de abastecimiento para consumo humano, en la ciudad de Juliaca – 2014*. [Tesis de pregrado, Licenciado en Biología]. Universidad Nacional del Altiplano.

Samboni, N., Carvajal, y., Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. 2014. *Redalyc*, 27 (3) 172 – 181.

S.A.S - EPS. (2012). *Informe encuesta percepción del servicio. Manizales*. Consultado 07 diciembre 2019. [En línea]: Aguas de Manizales. (<https://www.aguasdemanizales.com.co/Portals/Aguas2016/AtencionUsuario/EncuestasSatisfaccionCliente/ACyALFebNov2012.pdf?ver=2015-12-31-101801-513> documento del 2012).

Sheng, T. (1992). *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas Estudio y planificación de cuencas hidrográficas*. Consultado 07 diciembre 2019. [En línea]: FAO (<http://www.fao.org/3/T0165S/T0165S00.htm> documento del 1992).

Sierra, R. (2011). *Calidad de agua*. Ediciones de la U. Bogotá, Colombia.

SUNASS. (2004). *Resolución de Gerencia General N° 037*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: (<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1430607/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%BA037-2004-GEREN-001.pdf>)

[20de%20Gerencia%20General%20N%C2%B0%20037-2004-SUNASS-GG..pdf](#)) documento del 2004.

SUNASS. (2013). *Las EPS y su desarrollo*. Consultado 10 diciembre del 2019 [En línea]: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento ([https://www.sunass.gob.pe/doc/eps\\_desarrollo\\_2013.pdf](https://www.sunass.gob.pe/doc/eps_desarrollo_2013.pdf) documento del 25 de junio del 2013).

Torres, P., Cruz C. y Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. *Universidad de Medellín*, 8(15), 79-94.

Valencia, J. (2007). *Estudio estadístico de la calidad de las aguas en la cuenca hidrográfica del río Ebro*. [Tesis de doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional <https://oa.upm.es/454/>

Vence, L., Rivera, M., Osorio, Y., & Castillo, A. (2012). Caracterización microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas de los municipios de La Paz San Diego, Colombia. *Investigación Agraria y Ambiente*, 3(2) 27 – 35.

Vinelli, R. (2012). *Estudio analítico de nitratos en aguas subterráneas en el distrito de San Pedro de Lloc*. [Tesis de doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio de la PUCP <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1463>

U.S.G.S. (2015). *National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data*. Consultado 10 diciembre del 2019. [En Línea]: Techniques of Water-Resources Investigations ([https://www.enviro.wiki/images/f/ff/USGS-2015-Natl\\_Field\\_Manual.pdf](https://www.enviro.wiki/images/f/ff/USGS-2015-Natl_Field_Manual.pdf) documento del 2005).

Zea, N. (2010). *Tecnología de aguas tratamiento y control de calidad*. (3 ed.). Econocopy.

## **ANEXO**

Anexo 01. Tabulación de las encuestas del nivel de satisfacción de los usuarios de Seda Huánuco SA Sucursal Leoncio Prado.

Tabla 20. Determinación de las condiciones óptimas de los medidores de agua

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 83         | 22.55%         |
| Satisfecho              | 114        | 30.98%         |
| Indiferente             | 71         | 19.29%         |
| Satisfecho              | 51         | 13.86%         |
| Totalmente satisfecho   | 49         | 13.32%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 21. Determinación de las supervisiones de las tuberías

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 98         | 26.63%         |
| Satisfecho              | 123        | 33.42%         |
| Indiferente             | 85         | 23.10%         |
| Satisfecho              | 41         | 11.14%         |
| Totalmente satisfecho   | 21         | 5.71%          |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 22. Determinación del color del agua

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 46         | 12.50%         |
| Satisfecho              | 39         | 10.60%         |
| Indiferente             | 74         | 20.11%         |
| Satisfecho              | 122        | 33.15%         |
| Totalmente satisfecho   | 87         | 23.64%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 23. Determinación del olor del agua

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 87         | 23.64%         |
| Satisfecho              | 115        | 31.25%         |
| Indiferente             | 92         | 25.00%         |
| Satisfecho              | 41         | 11.14%         |
| Totalmente satisfecho   | 33         | 8.97%          |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 24. Determinación del sabor del agua

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 103        | 27.99%         |
| Satisfecho              | 72         | 19.57%         |
| Indiferente             | 93         | 25.27%         |
| Satisfecho              | 59         | 16.03%         |
| Totalmente satisfecho   | 41         | 11.14%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 25. Determinación del agua es pura, libre de impurezas

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 30         | 8.15%          |
| Satisfecho              | 75         | 20.38%         |
| Indiferente             | 80         | 21.74%         |
| Satisfecho              | 112        | 30.43%         |
| Totalmente satisfecho   | 71         | 19.29%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 26. Determinación de la calidad del agua

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 65         | 17.66%         |
| Satisfecho              | 110        | 29.89%         |
| Indiferente             | 41         | 11.14%         |
| Satisfecho              | 69         | 18.75%         |
| Totalmente satisfecho   | 83         | 22.55%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 27. Determinación de filtraciones y/o rupturas de tuberías

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 41         | 11.14%         |
| Satisfecho              | 61         | 16.58%         |
| Indiferente             | 82         | 22.28%         |
| Satisfecho              | 103        | 27.99%         |
| Totalmente satisfecho   | 81         | 22.01%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 28. Percepción de purga al reparar las tuberías y/o matrices

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 31         | 8.42%          |
| Satisfecho              | 41         | 11.14%         |
| Indiferente             | 75         | 20.38%         |
| Satisfecho              | 126        | 34.24%         |
| Totalmente satisfecho   | 95         | 25.82%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |



Tabla 29. Percepción del análisis de cloro residual y turbidez

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 41         | 11.14%         |
| Satisfecho              | 50         | 13.59%         |
| Indiferente             | 85         | 23.10%         |
| Satisfecho              | 141        | 38.32%         |
| Totalmente satisfecho   | 51         | 13.86%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 30. Determinación de la cantidad de agua (presión)

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 71         | 19.29%         |
| Satisfecho              | 109        | 29.62%         |
| Indiferente             | 60         | 16.30%         |
| Satisfecho              | 81         | 22.01%         |
| Totalmente satisfecho   | 47         | 12.77%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 31. Determinación de la fluidez y libre de cortes del agua

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 107        | 29.08%         |
| Satisfecho              | 81         | 22.01%         |
| Indiferente             | 74         | 20.11%         |
| Satisfecho              | 41         | 11.14%         |
| Totalmente satisfecho   | 65         | 17.66%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 32. Precepción de nuevas instalaciones de redes de agua

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 131        | 35.60%         |
| Satisfecho              | 81         | 22.01%         |
| Indiferente             | 69         | 18.75%         |
| Satisfecho              | 56         | 15.22%         |
| Totalmente satisfecho   | 31         | 8.42%          |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 33. Percepción de la demanda insatisfecha

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 118        | 32.07%         |
| Satisfecho              | 97         | 26.36%         |
| Indiferente             | 69         | 18.75%         |
| Satisfecho              | 59         | 16.03%         |
| Totalmente satisfecho   | 25         | 6.79%          |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 34. Determinación de la atención inmediatas de nuevos usuarios

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 89         | 24.18%         |
| Satisfecho              | 107        | 29.08%         |
| Indiferente             | 75         | 20.38%         |
| Satisfecho              | 42         | 11.41%         |
| Totalmente satisfecho   | 55         | 14.95%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 35. Percepción del equipamiento de las oficinas

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 41         | 11.14%         |
| Satisfecho              | 64         | 17.39%         |
| Indiferente             | 59         | 16.03%         |
| Satisfecho              | 117        | 31.79%         |
| Totalmente satisfecho   | 87         | 23.64%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 36. Determinación de la calidad del servicio que ofrece la empresa

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 31         | 8.42%          |
| Satisfecho              | 51         | 13.86%         |
| Indiferente             | 88         | 23.91%         |
| Satisfecho              | 109        | 29.62%         |
| Totalmente satisfecho   | 89         | 24.18%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 37. Determinación de la atención del personal hacia el usuario

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 61         | 16.58%         |
| Satisfecho              | 101        | 27.45%         |
| Indiferente             | 65         | 17.66%         |
| Satisfecho              | 98         | 26.63%         |
| Totalmente satisfecho   | 43         | 11.68%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 38. Percepción ante el personal sobre la confianza y seguridad

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 47         | 12.77%         |
| Satisfecho              | 107        | 29.08%         |
| Indiferente             | 72         | 19.57%         |
| Satisfecho              | 101        | 27.45%         |
| Totalmente satisfecho   | 41         | 11.14%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 39. Determinación de la medición del consumo de agua

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 59         | 16.03%         |
| Satisfecho              | 110        | 29.89%         |
| Indiferente             | 41         | 11.14%         |
| Satisfecho              | 89         | 24.18%         |
| Totalmente satisfecho   | 69         | 18.75%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 40. Determinación de la entrega de recibos

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 61         | 16.58%         |
| Satisfecho              | 41         | 11.14%         |
| Indiferente             | 90         | 24.46%         |
| Satisfecho              | 75         | 20.38%         |
| Totalmente satisfecho   | 101        | 27.45%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 41. Determinación del precio del consumo de agua

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 53         | 14.40%         |
| Satisfecho              | 101        | 27.45%         |
| Indiferente             | 61         | 16.58%         |
| Satisfecho              | 85         | 23.10%         |
| Totalmente satisfecho   | 68         | 18.48%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 42. Determinación cortes de servicios

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 43         | 11.68%         |
| Satisfecho              | 81         | 22.01%         |
| Indiferente             | 68         | 18.48%         |
| Satisfecho              | 109        | 29.62%         |
| Totalmente satisfecho   | 67         | 18.21%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 43. Determinación de la empresa no avisa el alza de sus precios

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 43         | 11.68%         |
| Satisfecho              | 108        | 29.35%         |
| Indiferente             | 71         | 19.29%         |
| Satisfecho              | 89         | 24.18%         |
| Totalmente satisfecho   | 57         | 15.49%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 44. Determinación de la transparencia del servicio de agua potable

| Escala                  | Cantidad   | %              |
|-------------------------|------------|----------------|
| Totalmente insatisfecho | 61         | 16.58%         |
| Satisfecho              | 99         | 26.90%         |
| Indiferente             | 54         | 14.67%         |
| Satisfecho              | 89         | 24.18%         |
| Totalmente satisfecho   | 65         | 17.66%         |
| <b>Total</b>            | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 45. Estado civil de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Estado civil | Cantidad   | %              |
|--------------|------------|----------------|
| Soltero      | 53         | 14.40%         |
| Casado       | 119        | 32.34%         |
| Divorciado   | 105        | 28.53%         |
| Conviviente  | 91         | 24.73%         |
| <b>Total</b> | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 46. Lugar de Origen de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Lugar de origen | Cantidad   | %              |
|-----------------|------------|----------------|
| Zona sur        | 74         | 20.11%         |
| Zona urbana     | 182        | 49.46%         |
| Castillo grande | 112        | 30.43%         |
| <b>Total</b>    | <b>368</b> | <b>100.00%</b> |

Tabla 47. Genero de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Genero    | Cantidad | %       |
|-----------|----------|---------|
| Femenino  | 249      | 67.7%   |
| Masculino | 119      | 32.3%   |
| Total     | 368      | 100.00% |

Tabla 48. Grado de estudio de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Grado de estudio | Cantidad | %       |
|------------------|----------|---------|
| Primaria         | 102      | 27.72%  |
| Secundaria       | 121      | 32.88%  |
| Técnico          | 84       | 22.83%  |
| Universitario    | 61       | 16.58%  |
| Total            | 368      | 100.00% |

Tabla 49. Edad de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Edad     | Cantidad | %       |
|----------|----------|---------|
| 16 - 25  | 21       | 5.71%   |
| 26 - 35  | 64       | 17.39%  |
| 36 - 45  | 101      | 27.45%  |
| 46 a mas | 182      | 49.46%  |
| Total    | 368      | 100.00% |

## Anexo 02. Tabulación de los parámetros fisicoquímico, microbiológico y metales pesados

Tabla 50. Valores de los parámetros metales pesados del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Parámetros metal pesado | Unidad de medida | $\Sigma$ | $\square$ | $S^2$   | S       | CV      |
|-------------------------|------------------|----------|-----------|---------|---------|---------|
| Cadmio (Cd)             | mg/L             | 0.0000   | 0.00000   | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| Plomo (Pb)              | mg/L             | 0.1900   | 0.00339   | 0.00008 | 0.00880 | 2.59251 |
| Cobre (Cu)              | mg/L             | 0.3900   | 0.00696   | 0.00016 | 0.01278 | 1.83517 |
| Hierro (Fe)             | mg/L             | 0.9000   | 0.01607   | 0.00236 | 0.04861 | 3.02432 |
| Zinc (Zn)               | mg/L             | 0.1600   | 0.00286   | 0.00028 | 0.01681 | 5.88372 |
| Manganeso (Mn)          | mg/L             | 0.0300   | 0.00054   | 0.00001 | 0.00227 | 4.24121 |

Tabla 51. Valores de los parámetros fisicoquímico del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Parámetros fisicoquímicos | Unidad de medida | $\Sigma$ | $\square$ | $S^2$    | S      | CV    |
|---------------------------|------------------|----------|-----------|----------|--------|-------|
| Conductividad             | $\mu$ S/cm       | 22535.00 | 402.411   | 3109.992 | 55.767 | 0.139 |
| DBO <sub>5</sub>          | mg/L             | 71.96    | 1.285     | 0.401    | 0.633  | 0.493 |
| OD                        | mg/L             | 219.27   | 3.916     | 0.430    | 0.656  | 0.168 |
| pH                        | unidades         | 407.68   | 7.280     | 0.078    | 0.280  | 0.038 |
| STD                       | mg/L             | 15265.00 | 272.589   | 2949.446 | 54.309 | 0.199 |
| Temperatura               | °C               | 1495.00  | 26.696    | 1.807    | 1.344  | 0.050 |
| Cloro                     | mg/L             | 61.84    | 1.104     | 0.168    | 0.410  | 0.371 |
| Nitratos                  | mg/L             | 480.00   | 8.571     | 85.195   | 9.230  | 1.077 |
| Nitritos                  | mg/L             | 11.60    | 0.207     | 0.074    | 0.272  | 1.314 |
| Amoniaco                  | mg/L             | 11.21    | 0.200     | 0.239    | 0.489  | 2.444 |
| Fosfato Total             | mg/L             | 74.03    | 1.322     | 0.137    | 0.370  | 0.280 |
| Dureza                    | mg/L             | 11939.00 | 213.196   | 603.070  | 24.557 | 0.115 |
| Turbiedad                 | UNT              | 34.70    | 0.620     | 1.576    | 1.255  | 2.026 |

Tabla 52. Valores de los parámetros microbiológico del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande

| Parámetros microbiológicos | Unidad de medida | $\Sigma$ | $\square$ | $S^2$   | S      | CV    |
|----------------------------|------------------|----------|-----------|---------|--------|-------|
| Coliforme Totales          | UFC/100 mL       | 105.00   | 1.875     | 47.893  | 6.920  | 3.691 |
| Coliforme Termotolerante   | UFC/100 mL       | 69.00    | 1.232     | 20.545  | 4.533  | 3.679 |
| <i>Salmonella sp</i>       | Presencia/100 mL | 228.00   | 4.071     | 24.213  | 4.921  | 1.209 |
| <i>Vibrio Cholerae</i>     | Presencia/100 mL | 204.00   | 3.643     | 12.488  | 3.534  | 0.970 |
| Mohos y Levaduras          | UFC/100 mL       | 310.00   | 5.536     | 17.271  | 4.156  | 0.751 |
| Bacterias Heterotróficas   | UFC/100 mL       | 1037.00  | 18.518    | 161.345 | 12.702 | 0.686 |



## Anexo 03. Panel fotográfico

Figura 68. Se tomo lectura del  $\text{DBO}_5$  de las muestras analizadas

Figura 69. Se realizó la prueba del análisis de nitrato



Figura 70. Se realizó la prueba del análisis del nitrito

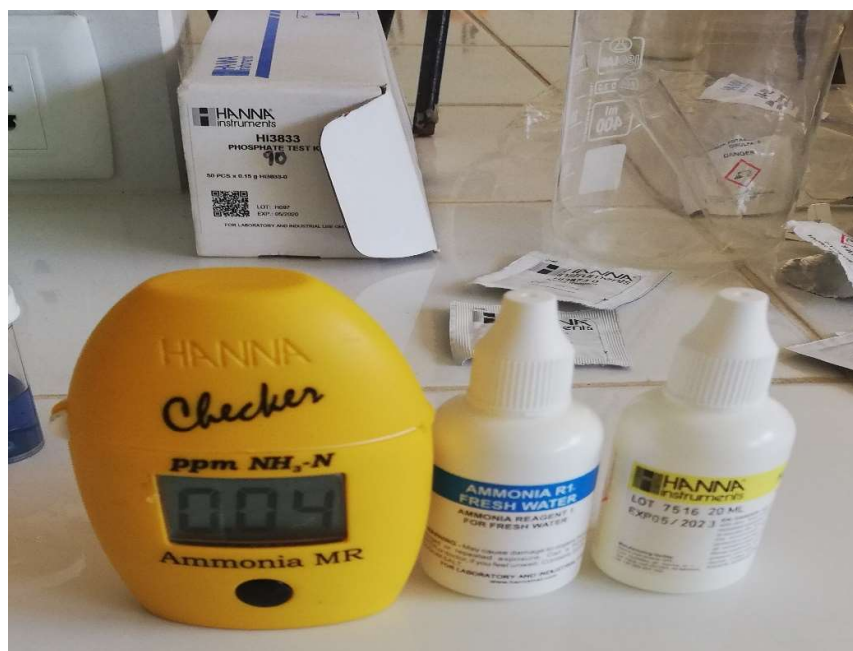


Figura 71. Se realizó la prueba del análisis de amoniaco



Figura 72. Se realizó la prueba del análisis del fosforo total



Figura 73. Se realizó la prueba del análisis de la dureza del agua



Figura 74. Se realizó la prueba del análisis de turbidez



Figura 75. Se realizó los análisis fisicoquímicos



Figura 76. Se realizó la prueba del análisis de los coliformes totales



Figura 77. Se realizó la prueba del análisis de coliforme termotolerantes



Figura 78. Se realizó la siembra de los análisis microbiológicos

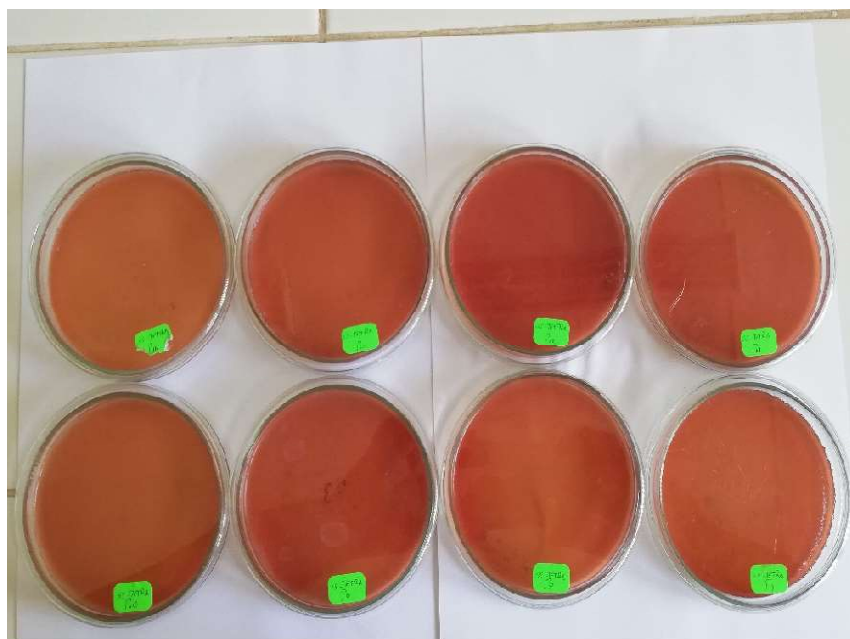


Figura 79. Se realizó la prueba del análisis de *salmonella sp*

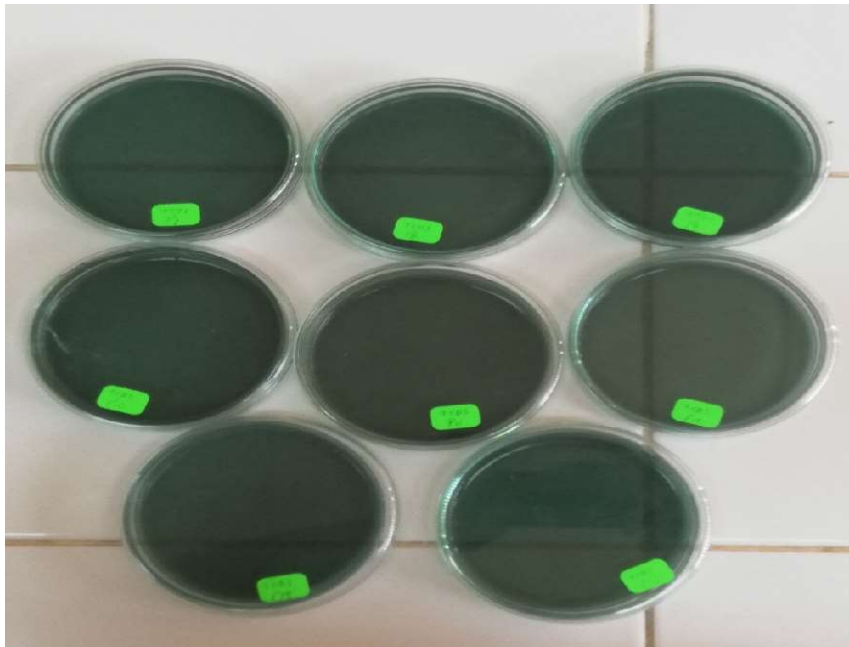


Figura 80. Se realizó la prueba del análisis de *Vibrio Cholerae*



Figura 81. Se realizó la prueba del análisis de mohos y levaduras

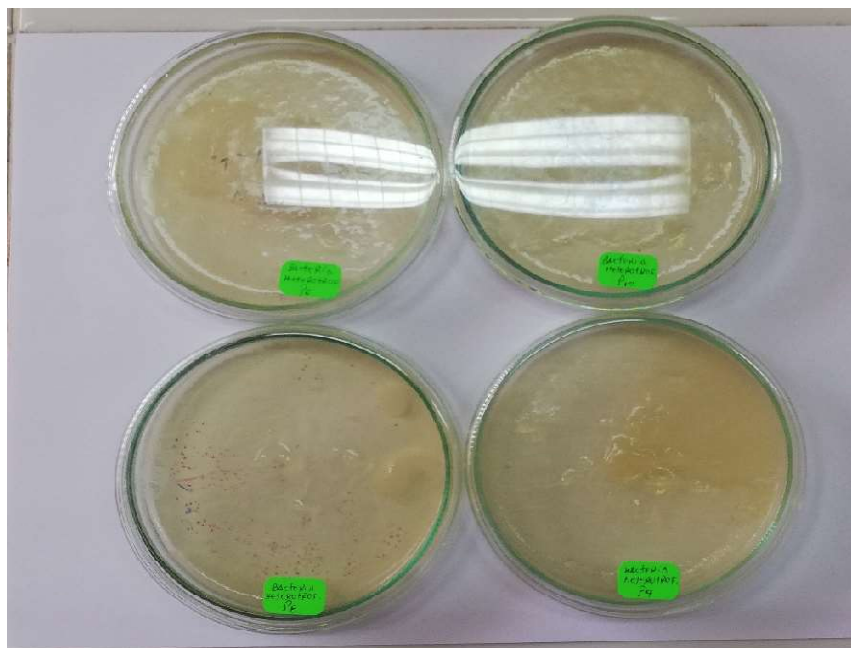


Figura 82. Se realizó la prueba del análisis de Bacteria heterotrónica



Figura 83. Se verifico el proceso de cloración que se realiza





Figura 84. Instalaciones del proceso de cloración y la planta de producción del agua potable torre I.



Figura 85. Instalaciones de la planta de producción del agua potable torre II



Figura 86. Instalaciones del funcionamiento de las electrobombas.



Figura 87. Instalaciones del funcionamiento de la red hidráulica.



Figura 88. Almacenamiento del cloro de gas



Figura 90. Reservorio de Tingo María de la zona urbana con una capacidad de 1800 m<sup>3</sup>.



Figura 91. Reservorio de Castillo Grande de la zona Castillo Grande con una capacidad de  $1000 \text{ m}^3$ .



Figura 92. Reservorio de Tingo María de la zona sur con una capacidad de  $200 \text{ m}^3$ .

## Anexo 04. Normas Norte Americanas

## O.M.S. Normas internacionales aplicables al agua de bebida: Sustancias tóxicas

| Substancias                     | Concentración límite (mg/L) |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Plomo                           | 0.10                        |
| Arsénico                        | 0.05                        |
| Selenio                         | 0.01                        |
| Cromo (en Cr hexavalente)       | 0.05                        |
| Cianuros                        | 0.05                        |
| Cadmio                          | 0.01                        |
| Bario                           | 1.0                         |
| Nitratos (en NO <sub>3</sub> -) | 45.000                      |

## Substancias y propiedades químicas que influyen en la potabilidad del agua

| Substancias  | Concentración máxima aceptable | Concentración máxima admisible |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| Materias sólidas totales   | 500 mg/L                       | 1500 mg/L                      |
| Color  | 5 unidades *                   | 50 unidades                    |
| Turbidez   | 5 unidades **                  | 25 unidades                    |
| Gusto  | Límite subjetivo de aceptación | --                             |
| Olor   | Límite subjetivo de aceptación | --                             |
| Hierro (Fe)  | 0.3 mg/L                       | 1.0 mg/L                       |
| Manganeso (Mn)   | 0.1 mg/L                       | 0.5 mg/L                       |
| Cobre (Cu)   | 1.0 mg/L                       | 1,5 mg/L                       |
| Cinc (Zn)  | 5.0 mg/L                       | 15 mg/L                        |
| Calcio (Ca)  | 75 mg/L                        | 200 mg/L                       |
| Magnesio (Mg)  | 50 mg/L                        | 150 mg/L                       |
| Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )                            | 200 mg/L                       | 400 mg/L                       |
| Cloruros (Cl)  | 200 mg/L                       | 600 mg/l                       |
| pH   | 7,0 < pH < 8,5                 | 6,5 < pH < 9,2                 |
| Sulfato magnésico + sulfato sódico                                   | 500 mg/L                       | 1000 mg/L                      |
| Compuestos fenólicos (en fenol)                                      | 0.001 mg/L                     | 0.002 mg/L                     |
| Extracto clorofórmico sobre carbón<br>(ECC: contaminantes orgánicos) | 0.2 mg/L                       | 0,5 mg/L                       |
| Alquilbencensulfonatos (ABS: agentes<br>tensoactivos)                | 0.5 mg/L                       | 1.0 mg/L                       |

## Substancias indicadoras de contaminación

| substancias                                   | Concentración en el límite de contaminación admisible<br>(mg/L) |
|---|---|
| Demanda química de oxígeno (DQO)              | 10  |
| Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)           | 6   |
| Nitrógeno total, excepto el NO <sub>3</sub> - | 1   |
| Grasas  | 1   |

Anexo 05. Normas Europeas  
Normas europeas aplicables al agua potable (OMS)

Elementos tóxicos

| Elementos                      | Concentración Límite  |
|--------------------------------|---|
| Arsénico (en As)               | 0,05 mg/L   |
| Cadmio (en Cd)                 | 0,01 mg/L   |
| Cromo hexavalente (en Cr)      | 0,05 mg/L   |
| Cianuros (en CN <sup>-</sup> ) | 0,05 mg/L   |
| Plomo (en Pb)                  | 0,1 mg/L a 0,3 mg/L después de 16 h. de contacto con las canalizaciones |
| Selenio (en Se)                | 0,05 mg/L   |

Elementos para controlar

| Elementos                                    | Concentración límite recomendada (mg/L)  |
|--|--|
| Amoníaco (en NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )  | 0,05   |
| Anhídrido carbónico libre                    | 0 para el anhídrido carbónico agresivo   |
| Cloruros (en Cl)                             | 350  |
| Cobre (en Cu)                                | 0,05 mg/L en la estación de bombeo o 3 mg después de 16 h de contacto con las canalizaciones |
| Dureza total (en CaCO <sub>3</sub> )         | Entre 100 y 500  |
| Hierro total (en Fe)                         | 0.1  |
| Flúor (en F)                                 | 1.5  |
| Magnesio (en Mg)                             | 30   |
| Manganeso (en Mn)                            | 0.05   |
| Nitratos (en NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 50   |
| Oxígeno disuelto                             | (aceptable de 50 a 100) mínimo 5   |
| Fenol  | 0.001  |
| Sulfatos (en SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | 250  |
| Sulfuros (en H <sub>2</sub> S)               | 0.05   |
| Detergentes aniónicos                        | 0.2  |
| Zinc (en Zn)                                 | 5  |

## Anexo 06. Cuestionario del nivel de satisfacción de la comunidad universitaria



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA



ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA:

MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL

## Instrucciones

Estimado colaborador, agradecemos su cooperación en responder este cuestionario cuyo objetivo es Determinar la calidad del agua potable de SEDA HUÁNUCO S.A. sucursal Leoncio Prado y el grado de satisfacción de los usuarios del distrito de Rupa Rupa y Castillo Grande de la Provincia de Leoncio Prado, como material de investigación, para la elaboración de mi tesis. Por favor lea cuidadosamente cada una de las alternativas y elija la respuesta que crea conveniente y marque con un aspa (X). Su respuesta será tratada en forma confidencial y no será utilizada para ningún otro propósito distinto a la investigación. Cerciórese en responder todas las preguntas.

| N  | AFIRMACIONES  | Totalmente Insatisfecho | Insatisfecho | Indiferente | Satisfecho | Totalmente Satisfecho |
|--|---|-------------------------|--------------|-------------|------------|-----------------------|
| <b>MANTENIMIENTO DE MEDIDORES Y RED</b>        |   |                         |              |             |            |                       |
| 1  | Los medidores siempre están en óptimas condiciones  | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 2  | Las redes (tuberías) de agua se supervisan permanentemente  | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| <b>CALIDAD DEL AGUA</b>                        |   |                         |              |             |            |                       |
| 3  | El color de agua siempre es transparente (incoloro)   | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 4  | El olor de agua es neutral o inodoro (sin olor)   | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 5  | El sabor del agua es insípido (sabor fresco o sin sabor)  | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 6  | El agua que llega a su domicilio es pura, libre de impurezas (tierra, restos vegetales, larva de zancudo, etc.) | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 7  | Usted está de acuerdo con la calidad del agua   | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 8  | Usted percibe en la ciudad (calles, jirones, avenidas) filtraciones y/o rupturas de tuberías                    | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 9  | Usted estaría desacuerdo que realicen purga de agua al momento de reparar las tuberías y/o matrices             | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 10   | Usted está de acuerdo que los análisis de cloro residual y turbidez se realicen permanentemente                 | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| <b>PROVISIÓN DE AGUA A LOS DOMICILIOS</b>      |   |                         |              |             |            |                       |
| 11   | La cantidad de agua que llega a su domicilio cubre totalmente sus necesidades (presión de agua)                 | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 12   | La provisión de agua es siempre fluida, libre de cortes frecuentes.   | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| <b>PROYECTOS DE AMPLIACIÓN DE NUEVAS REDES</b> |   |                         |              |             |            |                       |
| 13   | La empresa instala siempre nuevas redes de agua para atender la demanda (Hay cobertura con instalaciones)       | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |
| 14   | La población no se queja de la falta de redes de agua (demanda insatisfecha)                                    | TD                      | D            | N           | A          | TA                    |

|  |  |    |   |   |   |    |
|--|--|----|---|---|---|----|
| 15   | Las demandas para instalación de nuevas redes se atienden con prontitud  | TD | D | N | A | TA |
| <b>ORGANIZACIÓN PARA EL SERVICIO EN OFICINAS</b> |  |    |   |   |   |    |
| 16   | Las oficinas están muy bien equipadas y organizadas para atenderlo con comodidad (asientos, letreros indicativos, baño, ventilación, etc.) | TD | D | N | A | TA |
| 17   | El servicio que recibe en oficinas concuerda con lo que usted esperaba, siempre satisface sus expectativas                                 | TD | D | N | A | TA |
| 18   | En oficina, el personal le atiende a usted con diligencia (rápido y bien hecho)  | TD | D | N | A | TA |
| 19   | La atención que le brindan los empleados de esta empresa, le inspira confianza y seguridad.  | TD | D | N | A | TA |
| <b>FACTURACIÓN DEL CONSUMO</b>                   |  |    |   |   |   |    |
| 20   | Considera que la medición de su consumo de agua es justa   | TD | D | N | A | TA |
| 21   | Los recibos son entregados oportunamente   | TD | D | N | A | TA |
| 22   | Los precios del agua, que figuran en su recibo, son justos   | TD | D | N | A | TA |
| <b>COMUNICACIÓN CON LOS USUARIOS</b>             |  |    |   |   |   |    |
| 23   | La empresa avisa por los medios de comunicación y con la debida anticipación, los cortes del servicio cuando hay trabajos de mantenimiento | TD | D | N | A | TA |
| 24   | La empresa informa a sus usuarios para variaciones en sus precios del agua   | TD | D | N | A | TA |
| 25   | Considera que la empresa es transparente en la administración del servicio de agua potable para consumo humano                             | TD | D | N | A | TA |

---

**Información general**

---

|                   |              |                |                         |                |
|-------------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------|
| Sexo:             | a. Masculino | b. Femenino    |                         |                |
| Estado Civil:     | a. Soltero   | b. Casado      | c. Divorciado           | d. Conviviente |
| Edad:             | a. 16 – 25   | b. 26-35       | c. 36 – 45              | d. 46 a mas    |
| Lugar:            | a. Zona sur  | b. Zona urbana | c. Zona Castillo Grande |                |
| Grado de estudio: | a. Primaria  | b. Secundaria  | c. Técnico              | d. Superior    |

Muchas Gracias.....



## Anexo 07. Matriz de consistencia interna

| Problema   | Objetivos  | Hipótesis   | Variables e indicadores   |
|--|--|---|---|
| <p><b>Problema principal</b></p> <p>¿Cuál es la relación del índice de la calidad del agua potable y la satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco S.A. en la localidad de Tingo María, 2019?</p>   | <p><b>Objetivo general</b></p> <p>Medir el nivel de relación del índice de la calidad del agua potable y la satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco S.A. en la localidad de Tingo María, 2019.</p>   | <p><b>Hipótesis</b></p> <p>Si existe relación significativa entre el índice de calidad de agua y la satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco SA en la localidad de tingo María, 2019</p> | <p><b>Variable independiente:</b></p> <p>X= Índice calidad del agua</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>X1 = parámetros fisicoquímicos<br/>X2 = parámetros microbiológicos<br/>X3 = metales pesados<br/>X4 = Índice de calidad ambiental</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Y = Satisfacción de los clientes</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Y1 = mantenimiento de medidores y red<br/>Y2 = calidad del agua<br/>Y3 = Provisión de agua a los domicilios<br/>Y4 = Proyectos de ampliación de nuevas redes<br/>Y5 = Organización para el servicio en oficinas<br/>Y6 = Facturación del consumo<br/>Y7 = Comunicación con los usuarios</p> |
| <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuál es el índice de calidad del agua en la localidad de Tingo María?</li> <li>- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco SA por el servicio de abastecimiento de agua?</li> <li>- ¿Cuál es la correlación entre el índice de calidad ambiental del agua y la satisfacción del cliente?</li> </ul> | <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el índice de calidad del agua en la localidad de Tingo María.</li> <li>- Determinar el nivel de satisfacción de los clientes de la EPS Seda Huánuco SA por el servicio de abastecimiento de agua.</li> <li>- Determinar la correlación entre el índice de calidad ambiental del agua y la satisfacción del cliente.</li> </ul> |   |   |

Anexo 8. Matriz de consistencia externa

| Tipo y nivel de investigación  | Población, muestra y monitoreo de campo  | Técnicas estadísticas   | Técnicas de recolección de información   | Instrumentos de recolección de información   |
|--|--|---|--|--|
| <p><b>1. Tipo de investigación</b></p> <p>Aplicada, porque se recurrirá en las teorías científicas de las ciencias de los metales pesados, biológicas y químicas para solucionar el índice de calidad del agua subterránea. Sustentado en Hernández y Fernández (2006), la investigación aplicada se caracteriza porque busca la aplicación de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.</p> <p><b>2. Nivel de investigación</b></p> <p>Correlacional existe cierta relación, porque se definen los niveles de contaminación química, física y biológica. Sustentado en Hernández y Fernández (2006) quiere decir tiene como objetivo evaluar y reunir definiciones sobre las variables a los que se estudia, ya sea de forma conjunta o independiente, porque quieren saber si las variables medidas están relacionadas.</p> | <p><b>Población</b></p> <p>Todos los usuarios del distrito de Rupa Rupa y del distrito de Castillo Grande, que es un total de 8635 usuarios.</p> <p><b>Muestra para encuestar</b></p> <p>Aplico la fórmula para pruebas finitas</p> $n = \frac{z^2 pq N}{[e^2x(N - 1)] + z^2 pq}$ <p>368 encuestados</p> | <p><b>Técnicas estadísticas</b></p> <p>Se aplico la prueba estadística no paramétrica a través de Rho de Spearman con el programa SPPS v20, también se aplicó el análisis de confiabilidad de Cronbach</p> <p>Los resultados que serán procesados e interpretado estadísticamente y presentado en tablas y representados en figuras de barras y circular, con el programa Excel 2018.</p> | <p><b>Técnicas bibliográficas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichaje</li> <li>- Análisis de Contenido</li> </ul> <p><b>Técnicas de campo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Encuesta</li> <li>- Observación</li> <li>- Evaluación</li> </ul> | <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas de localización donde se incluirá los elementos: autor, año, título, subtítulo, edición, lugar de publicación, editorial y paginación.</li> <li>- Ficha de investigación: resumen, transcripción y comentario.</li> <li>- Ficha de análisis</li> <li>- Libreta de campo</li> </ul> |

## Anexo 09. Análisis de Fiabilidad de Cronbach

## Resumen del procesamiento de los casos

|       |              | N   | %     |
|-------|--------------|-----|-------|
| Casos | Válidos      | 368 | 100.0 |
|       | Excluidos(a) | 0   | .0    |
|       | Total        | 368 | 100.0 |

## Estadísticos de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| .997             | 25             |

## Anexo 10. Validez de instrumento de investigación – primer juicio experto

**VALIDEZ DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

CALIDAD DEL AGUA POTABLE DE SEDA HUÁNUCO S.A. SUCURSAL LEONCIO PRADO Y EL GRADO DE SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS DEL DISTRITO DE RUPA RUPA Y CASTILLO GRANDE DE LA PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, 2019.

**Responsable:** Jorge Alejandro Suárez Vásquez


**Instrucción:** Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación, se solicita en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

**TABLA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTO**

| N° | Criterios de valoración  | Deficiente |    |    |    | baja |    |    |    | Regular |    |    |    | Buena |    |    |    | Muy buena |    |     |  |
|----|--|------------|----|----|----|------|----|----|----|---------|----|----|----|-------|----|----|----|-----------|----|-----|--|
|    |  | 5          | 10 | 15 | 20 | 30   | 35 | 40 | 45 | 50      | 55 | 60 | 65 | 70    | 75 | 80 | 85 | 90        | 95 | 100 |  |
| 1  | Los ítems son claro y están redactado en lenguaje apropiado al grupo de estudio. |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    | X   |  |
| 2  | los ítems ayudan describir conductas.  |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    | X   |  |
| 3  | Los ítems presentan consistencia con el marco teórico vigente.                   |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    | X   |  |
| 4  | Los ítems tienen coherencia con la composición de indicadores y dimensiones.     |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    | X   |  |
| 5  | La cantidad de ítems son suficientes por cada indicador.                         |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    | X   |  |
| 6  | La organización de los ítems tiene una secuencia lógica.                         |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    | X   |  |
| 7  | El instrumento es útil para el estudio propuesto.                                |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    | X   |  |

Opinión global: \_\_\_\_\_

**Datos del Validador:**

|                     |   |          |                  |
|---------------------|---|----------|------------------|
| Apellidos y Nombre  | BUSTAMANTE SCAGLIONI,<br>ERLE OTTO JAVIER   | DNI      | 40863271         |
| Especialidad        | INGENIERO. PNR - CSA  |          |                  |
| Cargo               | DOCENTE AUXILIAR  | Teléfono | 998639491        |
| Puntuación Promedio | 93.57   |          |                  |
| Fecha               | 29/01/20  | E-mail   | erotja@gmail.com |
| Firma               |  |          |                  |



## Anexo 11. Validez de instrumento de investigación – segundo juicio experto

**VALIDEZ DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

CALIDAD DEL AGUA POTABLE DE SEDA HUÁNUCO S.A. SUCURSAL LEONCIO PRADO Y EL GRADO DE SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS DEL DISTRITO DE RUPA RUPA Y CASTILLO GRANDE DE LA PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, 2019.

**Responsable:** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

**Instrucción:** Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación, se solicita en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

**TABLA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTO**

| N° | Criterios de valoración  | Deficiente |    |    |    | baja |    |    |    | Regular |    |    |    | Buena |    |    |    | Muy buena |    |     |  |
|----|--|------------|----|----|----|------|----|----|----|---------|----|----|----|-------|----|----|----|-----------|----|-----|--|
|    |  | 5          | 10 | 15 | 20 | 30   | 35 | 40 | 45 | 50      | 55 | 60 | 65 | 70    | 75 | 80 | 85 | 90        | 95 | 100 |  |
| 1  | Los ítems son claro y están redactado en lenguaje apropiado al grupo de estudio. |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           | X  |     |  |
| 2  | los ítems ayudan describir conductas.  |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    | X         |    |     |  |
| 3  | Los ítems presentan consistencia con el marco teórico vigente.                   |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           | X  |     |  |
| 4  | Los ítems tienen coherencia con la composición de indicadores y dimensiones.     |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           | X  |     |  |
| 5  | La cantidad de ítems son suficientes por cada indicador.                         |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    | X         |    |     |  |
| 6  | La organización de los ítems tiene una secuencia lógica.                         |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           | X  |     |  |
| 7  | El instrumento es útil para el estudio propuesto.                                |            |    |    |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    | X         |    |     |  |

Opinión global: \_\_\_\_\_

**Datos del Validador:**

|                     |  |          |                    |
|---------------------|--|----------|--------------------|
| Apellidos y Nombre  | OTAROLA SARA ENZO                                  | DNI      | 45810156           |
| Especialidad        | ING. R.N.R. MENCIÓN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA. |          |                    |
| Cargo               | RESPONSABLE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA       | Teléfono | 954567605          |
| Puntuación Promedio | 92.86  |          |                    |
| Fecha               | 30/01/2020   | E-mail   | Jeomothi@gmail.com |
| Firma               |  |          |                    |


 GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
 U.S. LEONCIO PRADO  
 \*\*\*\*\*  
 Ing. Enzo Otarola Sara  
 C.P. 2692  
 RESP. VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

## Anexo 12. Validez de instrumento de investigación – tercero juicio experto

**VALIDEZ DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

CALIDAD DEL AGUA POTABLE DE SEDA HUÁNUCO S.A. SUCURSAL LEONCIO PRADO Y EL GRADO DE SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS DEL DISTRITO DE RUPA RUPA Y CASTILLO GRANDE DE LA PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, 2019.

**Responsable:** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

**Instrucción:** Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación, se solicita en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

**TABLA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTO**

| N° | Criterios de valoración  | Deficiente |    | baja |    |    |    | Regular |    |    |    | Buena |    |    |    | Muy buena |    |    |    |     |
|----|--|------------|----|------|----|----|----|---------|----|----|----|-------|----|----|----|-----------|----|----|----|-----|
|    |  | 5          | 10 | 15   | 20 | 30 | 35 | 40      | 45 | 50 | 55 | 60    | 65 | 70 | 75 | 80        | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1  | Los ítems son claro y están redactado en lenguaje apropiado al grupo de estudio. |            |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    |    | X  |     |
| 2  | los ítems ayudan describir conductas.  |            |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    | X  |    |     |
| 3  | Los ítems presentan consistencia con el marco teórico vigente.                   |            |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    |    | X  |     |
| 4  | Los ítems tienen coherencia con la composición de indicadores y dimensiones.     |            |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    |    | X  |     |
| 5  | La cantidad de ítems son suficientes por cada indicador.                         |            |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    |    | X  |     |
| 6  | La organización de los ítems tiene una secuencia lógica.                         |            |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    |    | X  |     |
| 7  | El instrumento es útil para el estudio propuesto.                                |            |    |      |    |    |    |         |    |    |    |       |    |    |    |           |    | X  |    |     |

Opinión global: \_\_\_\_\_

**Datos del Validador:**

|                     |  |          |                  |
|---------------------|--|----------|------------------|
| Apellidos y Nombre  | VARGAS PASQUEL<br>ADRIAN   | DNI      | 411507027        |
| Especialidad        | Ing. Recursos Naturales Renovables   |          |                  |
| Cargo               | ANALISTA CALIDAD RECURSOS HÍDRICOS   | Teléfono | 948875146        |
| Puntuación Promedio |  |          |                  |
| Fecha               | 05-02-2020   | E-mail   | avargas@amagapo. |
| Firma               | MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO<br>AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA<br>ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA TINGO MARIA |          |                  |

## Anexo 13. Informe de datos meteorológicos y climatológicos



"Año de la Universalización de la Salud"

INFORME DE DATOS METEOROLOGICOS Y CLIMATOLOGICOS UNAS.**ESTACION:** FRNR-UNAS/TINGO MARIA**MESES Y AÑO:** Junio a Diciembre 2019 Enero 2020**COORDENADAS GEOGRAFICAS LOCALES:****Latitud:** 09 °18, 31, **Longitud:** 76°00'02" **Altitud:** 660: m.s.n.m.

Tingo María, 01 de febrero de 2019

Mediante el presente, informo a usted los siguientes datos meteorológicos solicitados:

| MESES<br>YAÑO  | MAXIMA | MINIMA | MEDIA | H.R.<br>% | P.P.<br>mm |
|----------------|--------|--------|-------|-----------|------------|
| JUNIO 2019     | 30.8   | 20.4   | 25.6  | 84        | 128.2      |
| JULIO 2019     | 30.3   | 20.2   | 25.2  | 84        | 230.6      |
| AGOSTO 2019    | 31.2   | 19.3   | 25.3  | 82        | 64.5       |
| SETIEMBRE 2019 | 31.4   | 20.5   | 25.9  | 82        | 122.8      |
| OCTUBRE 2019   | 30.4   | 20.8   | 25.6  | 84        | 312.6      |
| NOVIEMBRE 2019 | 31.1   | 21.3   | 26.2  | 82        | 365.8      |
| DICIEMBRE 2019 | 29.8   | 21.3   | 25.5  | 86        | 690.3      |
| ENERO 2020     | 30.6   | 21.7   | 26.1  | 85        | 538.9      |

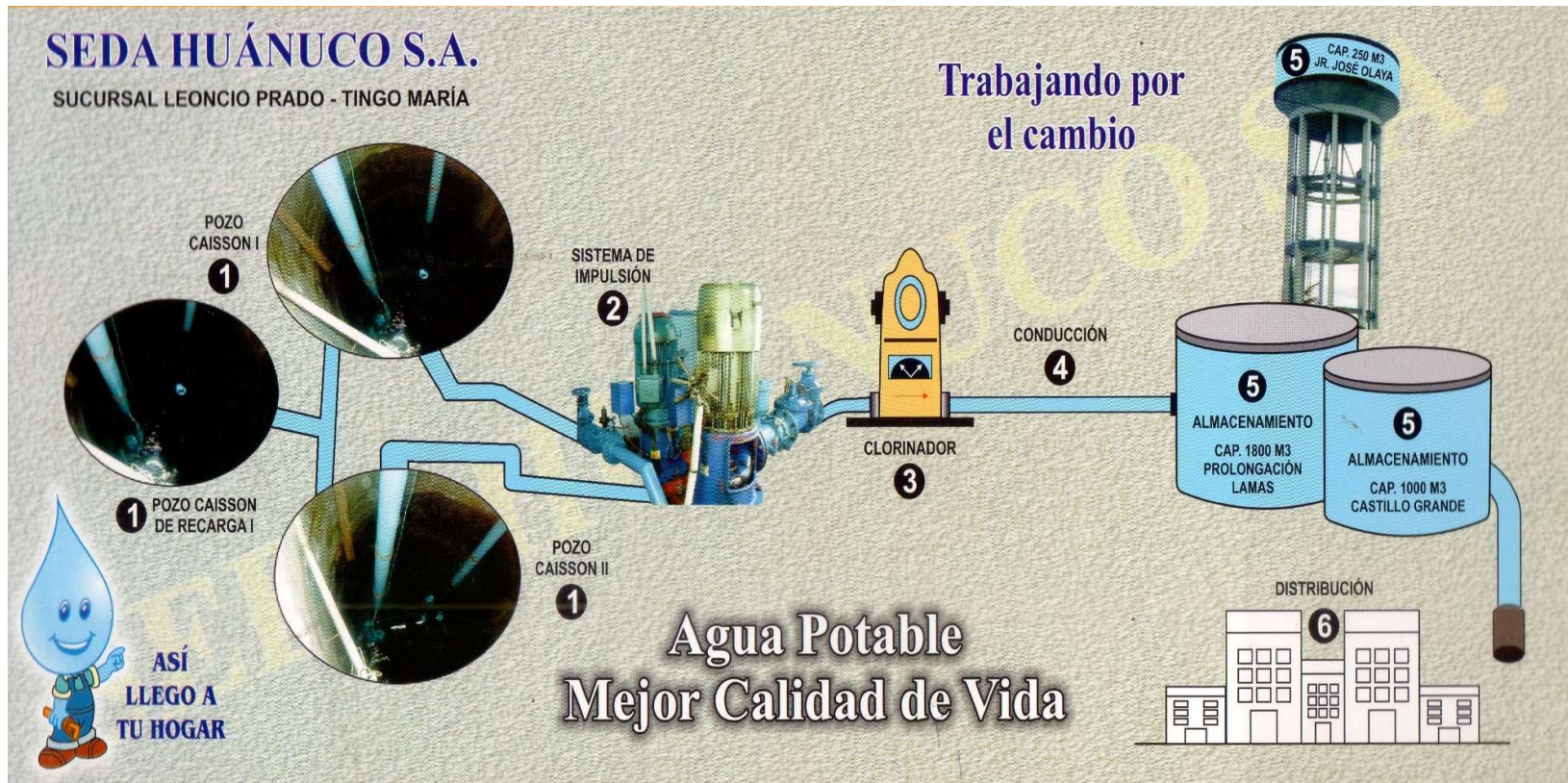
Es todo cuanto informo de acuerdo con La solicitud del interesado, quedo de usted,

Atentamente,


 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 GABINETE DE METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA
Ing. Msc. Lucio Manrique De Lara Suárez  
JEFE

c.c.arch.

Anexo 14: Sistema de Tratamiento de Agua Potable Seda Huánuco SA – Sucursal Leoncio Prado





Anexo 15. Análisis de los metales pesados



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



**ANALISIS ESPECIAL**

| SOLICITANTE         |            | JORGE ALEJANDRO SUAREZ VASQUEZ             |  | PROCEDENCIA | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO |       |        |                         |        |        |        |        |        |
|---------------------|------------|--|--|-------------|--|-------|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DATOS DE LA MUESTRA |            |  |  | PORCENTAJE  |  |       |        | PARTES POR MILLON (ppm) |        |        |        |        |        |
| CODIGO              | Evaluación | DATOS                                      | Referencia                                     | Ca (%)      | Mg (%)                                     | K (%) | Na (%) | Cd ppm                  | Pb ppm | Cu ppm | Fe ppm | Zn ppm | Mn ppm |
| M_2019_13           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | FAJA MARGINAL RIO HUALLAGA                     | 2.92        | 3.41                                       | 0.68  | 5.06   | VND                     | VND    | VND    | 0.11   | VND    | VND    |
| M_2019_14           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | PLANTA CAISSON                                 | 10.22       | 4.35                                       | 1.59  | 7.03   | VND                     | 0.01   | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_15           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. 28 DE MARZO                                | 10.32       | 4.36                                       | 1.63  | 7.06   | VND                     | 0.01   | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_16           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. SURQUILLO                                  | 10.78       | 4.36                                       | 1.64  | 7.09   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_17           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. ELIAS MABAMA                               | 9.46        | 4.35                                       | 1.60  | 7.04   | VND                     | 0.01   | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_18           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. SALAVERY                                   | 10.19       | 4.36                                       | 1.62  | 7.12   | VND                     | 0.01   | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_19           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | PPJJ KEYKO SOFIA                               | 11.89       | 4.45                                       | 1.93  | 7.31   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_20           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. AGUAYTIA                                   | 10.03       | 4.45                                       | 1.90  | 7.31   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_21           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. TOCACHE                                    | 9.77        | 4.30                                       | 1.34  | 6.89   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_22           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. CAYUMBA                                    | 12.03       | 4.44                                       | 1.90  | 7.34   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_23           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. MIGUEL GRAU /PICURUYACU                    | 10.30       | 4.37                                       | 1.69  | 7.15   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_24           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. FRANCISCO BOLOGNESI / AV UNION             | 10.18       | 4.37                                       | 1.72  | 7.13   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_25           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. JOSE CARLOS MARIATEGUI /PASAJE TINGO MARIA | 10.57       | 4.37                                       | 1.71  | 7.13   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_26           | 1          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | LOS LAURELES                                   | 9.88        | 4.37                                       | 1.75  | 7.17   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO 001 N° 602886

TINGO MARIA, 10 DE FEBRERO DEL 2020

Ing. Luis G. Mansilla Minave  
 JEFE

VND. VALOR NO DETECTABLE



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



## ANALISIS ESPECIAL

| SOLICITANTE         |            | JORGE ALEJANDRO SUAREZ VASQUEZ             |  | PROCEDENCIA | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO |       |        |                         |        |        |        |        |        |
|---------------------|------------|--|--|-------------|--|-------|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DATOS DE LA MUESTRA |            |  |  | PORCENTAJE  |  |       |        | PARTES POR MILLON (ppm) |        |        |        |        |        |
| CODIGO              | Evaluación | DATOS                                      | Referencia                                     | Ca (%)      | Mg (%)                                     | K (%) | Na (%) | Cd ppm                  | Pb ppm | Cu ppm | Fe ppm | Zn ppm | Mn ppm |
| M_2019_27           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | FAJA MARGINAL RIO HUALLAGA                     | 1.64        | 2.79                                       | 0.60  | 4.53   | VND                     | VND    | VND    | 0.31   | VND    | VND    |
| M_2019_28           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | PLANTA CAISSON                                 | 8.98        | 4.35                                       | 1.61  | 7.04   | VND                     | 0.01   | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_29           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. 28 DE MARZO                                | 8.82        | 4.35                                       | 1.64  | 7.08   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_30           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. SURQUILLO                                  | 10.94       | 4.36                                       | 1.61  | 7.08   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_31           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. ELIAS MABAMA                               | 9.84        | 4.35                                       | 1.62  | 7.09   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_32           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. SALAVERRY                                  | 8.66        | 4.36                                       | 1.64  | 7.07   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_33           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | PPJJ KEYKO SOFIA                               | 9.67        | 4.44                                       | 1.94  | 7.34   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_34           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. AGUAYTIA                                   | 10.69       | 4.44                                       | 1.92  | 7.30   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_35           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. TOCACHE                                    | 9.44        | 4.43                                       | 1.93  | 7.37   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_36           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. CAYUMBA                                    | 11.41       | 4.36                                       | 1.67  | 7.10   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_37           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. MIGUEL GRAU /PICURUYACU                    | 10.93       | 4.39                                       | 1.74  | 7.24   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_38           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. FRANCISCO BOLOGNESI / AV UNION             | 10.53       | 4.39                                       | 1.78  | 7.20   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_39           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. JOSE CARLOS MARIATEGUI /PASAJE TINGO MARIA | 10.85       | 4.38                                       | 1.78  | 7.18   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_40           | 2          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | LOS LAURELES                                   | 10.75       | 4.40                                       | 1.71  | 7.17   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO 001 N° 602886

TINGO MARIA, 10 DE FEBRERO DEL 2020

Ing. Luis G. Manzilla Minaya  
 JEFE

VND. VALOR NO DETECTABLE



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



## ANALISIS ESPECIAL

| SOLICITANTE         |            | JORGE ALEJANDRO SUAREZ VASQUEZ             |  | PROCEDENCIA | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO |       |        |                         |        |        |        |        |        |  |
|---------------------|------------|--|--|-------------|--|-------|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| DATOS DE LA MUESTRA |            |  |  | PORCENTAJE  |  |       |        | PARTES POR MILLON (ppm) |        |        |        |        |        |  |
| CODIGO              | Evaluación | DATOS                                      | Referencia                                     | Ca (%)      | Mg (%)                                     | K (%) | Na (%) | Cd ppm                  | Pb ppm | Cu ppm | Fe ppm | Zn ppm | Mn ppm |  |
| M_2019_41           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | FAJA MARGINAL RIO HUALLAGA                     | 1.87        | 4.18                                       | 1.03  | 5.47   | VND                     | VND    | VND    | 0.16   | VND    | VND    |  |
| M_2019_42           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | PLANTA CAISSON                                 | 8.28        | 5.16                                       | 2.45  | 7.07   | VND                     | VND    | VND    | 0.03   | VND    | VND    |  |
| M_2019_43           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. 28 DE MARZO                                | 8.12        | 5.14                                       | 2.46  | 7.04   | VND                     | VND    | VND    | 0.03   | VND    | VND    |  |
| M_2019_44           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. SURQUILLO                                  | 8.15        | 5.16                                       | 2.44  | 6.99   | VND                     | 0.03   | VND    | 0.01   | VND    | VND    |  |
| M_2019_45           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. ELIAS MABAMA                               | 8.15        | 5.16                                       | 2.47  | 7.03   | VND                     | VND    | VND    | VND    | VND    | VND    |  |
| M_2019_46           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. SALAVERRY                                  | 8.05        | 5.16                                       | 2.44  | 6.96   | VND                     | VND    | VND    | 0.03   | VND    | VND    |  |
| M_2019_47           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | PPJJ KEYKO SOFIA                               | 8.55        | 5.26                                       | 2.81  | 7.17   | VND                     | VND    | VND    | 0.03   | VND    | VND    |  |
| M_2019_48           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. AGUAYTIA                                   | 8.55        | 5.25                                       | 2.82  | 7.20   | VND                     | VND    | VND    | 0.04   | VND    | VND    |  |
| M_2019_49           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. TOCACHE                                    | 8.21        | 5.21                                       | 2.61  | 7.09   | VND                     | VND    | VND    | 0.02   | VND    | VND    |  |
| M_2019_50           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. CAYUMBA                                    | 7.89        | 5.16                                       | 2.42  | 7.03   | VND                     | 0.01   | VND    | 0.06   | VND    | VND    |  |
| M_2019_51           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. MIGUEL GRAU /PICURUYACU                    | 8.19        | 5.23                                       | 2.60  | 6.96   | VND                     | 0.02   | VND    | 0.01   | VND    | VND    |  |
| M_2019_52           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. FRANCISCO BOLOGNESI / AV UNION             | 8.22        | 5.22                                       | 2.62  | 7.05   | VND                     | 0.02   | VND    | 0.02   | VND    | VND    |  |
| M_2019_53           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. JOSE CARLOS MARIATEGUI /PASAJE TINGO MARIA | 8.10        | 5.23                                       | 2.61  | 7.01   | VND                     | VND    | VND    | 0.01   | VND    | VND    |  |
| M_2019_54           | 3          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | LOS LAURELES                                   | 8.12        | 5.22                                       | 2.57  | 7.12   | VND                     | VND    | VND    | 0.01   | VND    | VND    |  |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO 001 N° 602886

TINGO MARIA, 10 DE FEBRERO DEL 2020

**Ing. Luis G. Mansilla Minaya**
  
 JEFE

VND. VALOR NO DETECTABLE



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



**ANALISIS ESPECIAL**

| SOLICITANTE         |            | JORGE ALEJANDRO SUAREZ VASQUEZ             |  | PROCEDENCIA |        | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO |        |                         |        |        |        |        |        |
|---------------------|------------|--|--|-------------|--------|--|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DATOS DE LA MUESTRA |            |  |  | PORCENTAJE  |        |  |        | PARTES POR MILLON (ppm) |        |        |        |        |        |
| CODIGO              | Evaluación | DATOS                                      | Referencia                                     | Ca (%)      | Mg (%) | K (%)                                      | Na (%) | Cd ppm                  | Pb ppm | Cu ppm | Fe ppm | Zn ppm | Mn ppm |
| M_2019_67           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | FAJA MARGINAL RIO HUALLAGA                     | 1.58        | 2.60   | 1.01                                       | 5.11   | VND                     | VND    | 0.02   | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_68           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | PLANTA CAISSON                                 | 10.36       | 5.24   | 2.59                                       | 11.16  | VND                     | 0.05   | 0.03   | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_69           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. 28 DE MARZO                                | 10.37       | 5.21   | 2.86                                       | 11.46  | VND                     | VND    | 0.02   | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_70           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. SURQUILLO                                  | 10.27       | 5.22   | 2.74                                       | 11.16  | VND                     | VND    | 0.02   | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_71           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. ELIAS MABAMA                               | 10.05       | 5.22   | 2.78                                       | 11.28  | VND                     | 0.03   | 0.02   | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_72           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. SALAVERRY                                  | 11.16       | 5.35   | 2.32                                       | 12.07  | VND                     | VND    | 0.03   | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_73           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | PPJJ KEYKO SOFIA                               | 9.95        | 5.11   | 3.03                                       | 11.28  | VND                     | VND    | 0.04   | VND    | 0.04   | VND    |
| M_2019_74           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. AGUAYTIA                                   | 11.18       | 5.37   | 3.27                                       | 11.88  | VND                     | VND    | 0.02   | VND    | VND    | 0.01   |
| M_2019_75           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. TOCACHE                                    | 10.90       | 5.33   | 2.83                                       | 12.19  | VND                     | VND    | 0.03   | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_76           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. CAYUMBA                                    | 10.75       | 5.25   | 2.58                                       | 11.86  | VND                     | VND    | 0.03   | VND    | VND    | 0.01   |
| M_2019_77           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. MIGUEL GRAU /PICURUYACU                    | 10.23       | 5.20   | 3.03                                       | 11.67  | VND                     | VND    | 0.02   | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_78           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. FRANCISCO BOLOGNESI / AV UNION             | 10.55       | 5.26   | 2.89                                       | 11.61  | VND                     | VND    | 0.04   | VND    | VND    | VND    |
| M_2019_79           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | Jr. JOSE CARLOS MARIATEGUI /PASAJE TINGO MARIA | 10.66       | 5.24   | 2.58                                       | 11.38  | VND                     | VND    | 0.03   | VND    | 0.12   | 0.01   |
| M_2019_80           | 4          | SEDA HUANUCO S.A. - SUCURSAL LEONCIO PRADO | LOS LAURELES                                   | 10.54       | 5.24   | 0.74                                       | 11.50  | VND                     | VND    | 0.04   | VND    | VND    | VND    |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO 001 N° 602886

TINGO MARIA. 10 DE FEBRERO DEL 2020

LAB. ANALISIS DE SUELOS  
  
 Ing. Luis G. Monsilla Minaya  
 IEEF

VND. VALOR NO DETECTABLE

Anexo 16.

fisicoquímicos

Análisis



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental  
Laboratorio de Microbiología General  
Tingo María



Servicio a la Comunidad Universitaria  
Servicio Diagnóstico Microbiológico

**Procedencia** Seda Huanuco SA - Sucursal Leoncio Prado  
**Atención a** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

RESULTADO

| Parametros Físicoquímico | Unidad de Medida | Rio Huallaga | Planta de Agua | Zona Sur |       |       |       |       | Zona Urbana |       |       |       | Zona Castillo Grande |       |       |  |
|--------------------------|------------------|--------------|----------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|--|
|                          |                  | P1           | P2             | P3       | P4    | P5    | P6    | P7    | P8          | P9    | P10   | P11   | P12                  | P13   | P14   |  |
| Conductividad            | µS/cm            | 350          | 400            | 410      | 420   | 410   | 420   | 470   | 410         | 350   | 470   | 420   | 450                  | 390   | 420   |  |
| DBO <sub>5</sub>         | mg/L             | 0.68         | 0.79           | 0.55     | 0.33  | 0.85  | 0.43  | 1.51  | 1.49        | 1.99  | 2.49  | 1.85  | 1.5                  | 1.79  | 2.05  |  |
| OD                       | mg/L             | 3.55         | 3.42           | 3.1      | 3.24  | 3.35  | 3.09  | 4.66  | 4.75        | 4.95  | 4.95  | 4.1   | 3.85                 | 3.74  | 3.68  |  |
| pH                       | unidades         | 7.35         | 7.58           | 7.00     | 6.96  | 7.11  | 6.99  | 7.30  | 7.29        | 7.52  | 7.19  | 7.41  | 7.21                 | 7.51  | 7.84  |  |
| STD                      | mg/L             | 200          | 240            | 236      | 261   | 246   | 256   | 288   | 273         | 193   | 291   | 248   | 250                  | 260   | 258   |  |
| Temperatura              | °C               | 26.1         | 24.8           | 28.4     | 28.4  | 27.8  | 28.4  | 26.4  | 25.3        | 26.3  | 26.4  | 27.2  | 26.8                 | 25.4  | 27.8  |  |
| Cloruro                  | mg/L             | 0.00         | 1.18           | 1.74     | 1.79  | 1.18  | 1.14  | 1.31  | 1.05        | 1.35  | 1.31  | 0.91  | 1.35                 | 0.98  | 0.79  |  |
| Nitratos                 | mg/L             | 30           | 0              | 0        | 20    | 0     | 10    | 20    | 0           | 10    | 0     | 0     | 20                   | 0     | 10    |  |
| Nitritos                 | mg/L             | 1.0          | 0.0            | 0.0      | 0.4   | 0.0   | 0.2   | 0.4   | 0.0         | 0.2   | 0.0   | 0.0   | 0.4                  | 0.0   | 0.2   |  |
| Amoniacaco               | mg/L             | 2.00         | 0.10           | 0.12     | 0.04  | 0.08  | 0.11  | 0.00  | 0.02        | 0.04  | 0.08  | 0.04  | 0.07                 | 0.06  | 0.02  |  |
| Fosfato Total            | mg/L             | 1.631        | 1.631          | 1.631    | 0.978 | 1.631 | 0.978 | 1.631 | 0.978       | 1.631 | 0.978 | 1.631 | 1.631                | 0.978 | 1.631 |  |
| Dureza                   | mg/L             | 190          | 215            | 210      | 180   | 180   | 150   | 216   | 186         | 195   | 243   | 180   | 195                  | 210   | 205   |  |
| Turbiedad                | UNT              | 4.12         | 0.27           | 0.31     | 0.48  | 0.38  | 0.57  | 0.28  | 0.30        | 0.41  | 0.29  | 0.70  | 0.47                 | 0.68  | 0.29  |  |



*César López López*

Dr. Mchlgo. B. Ing. César López López  
Jefe del Laboratorio de Microbiología General

Tingo María, 29 de julio de 2019



**Universidad Nacional Agraria de la Selva**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**  
**Laboratorio de Microbiología General**  
**Tingo María**



**Servicio a la Comunidad Universitaria**  
**Sevicio Diagnóstico Microbiológico**

**Procedencia** Seda Huanuco SA - Sucursal Leoncio Prado  
**Atención a** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

**RESULTADO**

| Parametros Físicoquímico | Unidad de Medida | Rio Huallaga | Planta de Agua | Zona Sur |       |       |       | Zona Urbana |       |       |       | Zona Castillo Grande |       |       |       |
|--------------------------|------------------|--------------|----------------|----------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|
|                          |                  |              |                | P1       | P2    | P3    | P4    | P5          | P6    | P7    | P8    | P9                   | P10   | P11   | P12   |
| Conductividad            | µS/cm            | 320          | 395            | 390      | 415   | 420   | 410   | 450         | 400   | 370   | 480   | 435                  | 420   | 410   | 430   |
| DBO <sub>5</sub>         | mg/L             | 0.70         | 0.74           | 0.65     | 0.42  | 0.90  | 0.40  | 1.30        | 1.41  | 2.01  | 2.40  | 1.80                 | 1.45  | 1.70  | 2.00  |
| OD                       | mg/L             | 3.60         | 3.45           | 3.05     | 3.40  | 3.21  | 3.15  | 3.90        | 4.40  | 4.74  | 5.02  | 4.25                 | 4.05  | 3.94  | 3.87  |
| pH                       | unidades         | 7.15         | 7.42           | 7.23     | 7.05  | 7.02  | 7.45  | 7.65        | 7.10  | 7.41  | 7.54  | 7.31                 | 7.43  | 7.30  | 7.80  |
| STD                      | mg/L             | 213          | 235            | 215      | 271   | 258   | 261   | 297         | 254   | 246   | 324   | 361                  | 270   | 291   | 241   |
| Temperatura              | °C               | 25.3         | 26.1           | 27.4     | 27.1  | 28.2  | 26.4  | 27.9        | 26.1  | 26.8  | 25.8  | 28.1                 | 27.4  | 26.8  | 26.3  |
| Cloruro                  | mg/L             | 0.00         | 1.05           | 1.24     | 1.18  | 1.31  | 1.09  | 1.05        | 1.24  | 1.25  | 1.14  | 0.87                 | 1.01  | 0.92  | 0.89  |
| Nitratos                 | mg/L             | 20           | 0              | 20       | 0     | 10    | 0     | 10          | 0     | 20    | 10    | 0                    | 20    | 0     | 10    |
| Nitritos                 | mg/L             | 1.0          | 0.0            | 0.4      | 0.0   | 0.2   | 0.0   | 0.2         | 0.0   | 0.4   | 0.2   | 0.0                  | 0.4   | 0.0   | 0.2   |
| Amoniaco                 | mg/L             | 1.58         | 0.08           | 0.10     | 0.02  | 0.04  | 0.15  | 0.02        | 0.07  | 0.06  | 0.11  | 0.09                 | 0.04  | 0.04  | 0.07  |
| Fosfato Total            | mg/L             | 1.631        | 0              | 0.978    | 0.978 | 1.631 | 0.978 | 1.631       | 1.631 | 0.978 | 1.631 | 0.978                | 1.631 | 0.978 | 1.631 |
| Dureza                   | mg/L             | 210          | 220            | 230      | 197   | 168   | 185   | 234         | 197   | 205   | 253   | 216                  | 205   | 243   | 248   |
| Turbiedad                | UNT              | 3.78         | 0.36           | 0.18     | 0.25  | 0.18  | 0.24  | 0.28        | 0.13  | 0.08  | 0.21  | 0.04                 | 0.19  | 0.37  | 0.15  |



*[Handwritten Signature]*

**Dr. Mtblgo. Btr. go. César López López**  
**Jefe del Laboratorio de Microbiología General**

Tingo María, 30 de agosto de 2019



**Universidad Nacional Agraria de la Selva**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**  
**Laboratorio de Microbiología General**  
**Tingo María**



**Servicio a la Comunidad Universitaria**  
**Servicio Diagnóstico Microbiológico**

**Procedencia** Seda Huanuco SA - Sucursal Leoncio Prado  
**Atención a** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

**RESULTADO**

| Parametros Fisicoquimico | Unidad de Medida | Rio Huallaga | Planta de Agua | Zona Sur |       |       |       | Zona Urbana |       |       |       | Zona Castillo Grande |       |       |       |
|--------------------------|------------------|--------------|----------------|----------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|
|                          |                  | P1           | P2             | P3       | P4    | P5    | P6    | P7          | P8    | P9    | P10   | P11                  | P12   | P13   | P14   |
| Conductividad            | µS/cm            | 310          | 380            | 375      | 400   | 410   | 425   | 430         | 415   | 390   | 455   | 440                  | 440   | 400   | 420   |
| DBO <sub>5</sub>         | mg/L             | 0.84         | 0.71           | 0.7      | 0.48  | 0.84  | 0.54  | 1.15        | 1.2   | 2     | 2.15  | 1.9                  | 1.5   | 1.85  | 2.04  |
| OD                       | mg/L             | 3.45         | 3.74           | 3.24     | 3.51  | 3.25  | 3.05  | 3.84        | 4.15  | 5.38  | 5.49  | 5.01                 | 4.24  | 4.38  | 4.05  |
| pH                       | unidades         | 6.78         | 7.34           | 7.49     | 7.38  | 7.27  | 7.46  | 7.7         | 7.46  | 7.78  | 7.68  | 7.58                 | 7.35  | 7.15  | 7.54  |
| STD                      | mg/L             | 208          | 217            | 230      | 264   | 278   | 294   | 268         | 284   | 264   | 315   | 380                  | 310   | 276   | 268   |
| Temperatura              | °C               | 26.1         | 25.8           | 28.1     | 28.5  | 29.1  | 27.9  | 27.4        | 26.8  | 26.9  | 24.1  | 28.5                 | 27.5  | 26.4  | 26.9  |
| Cloruro                  | mg/L             | 0.00         | 0.96           | 2.00     | 1.10  | 1.85  | 1.45  | 1.20        | 1.13  | 1.38  | 1.12  | 1.55                 | 0.62  | 0.85  | 0.84  |
| Nitratos                 | mg/L             | 30           | 0              | 0        | 20    | 0     | 20    | 0           | 0     | 20    | 10    | 20                   | 0     | 0     | 20    |
| Nitritos                 | mg/L             | 1.0          | 0.0            | 0.0      | 0.4   | 0.0   | 0.4   | 0.0         | 0.0   | 0.4   | 0.2   | 0.4                  | 0.0   | 0.0   | 0.4   |
| Amoniaco                 | mg/L             | 2.10         | 0.04           | 0.15     | 0.07  | 0.05  | 0.10  | 0.04        | 0.10  | 0.09  | 0.13  | 0.11                 | 0.04  | 0.02  | 0.04  |
| Fosfato Total            | mg/L             | 1.631        | 1.631          | 0.978    | 1.631 | 0.978 | 0.978 | 1.631       | 0.978 | 1.631 | 0.978 | 1.631                | 1.631 | 0.978 | 1.631 |
| Dureza                   | mg/L             | 200          | 235            | 220      | 200   | 175   | 194   | 245         | 190   | 218   | 260   | 215                  | 214   | 253   | 250   |
| Turbiedad                | UNT              | 4.01         | 0.14           | 0.18     | 0.22  | 0.28  | 0.26  | 0.3         | 0.25  | 0.37  | 0.27  | 0.2                  | 0.38  | 0.33  | 0.21  |



**Dr. M. Sc. Ing. César López López**  
**Jefe del Laboratorio de Microbiología General**

Tingo María, 30 de setiembre de 2019



**Universidad Nacional Agraria de la Selva**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**  
**Laboratorio de Microbiología General**  
**Tingo María**



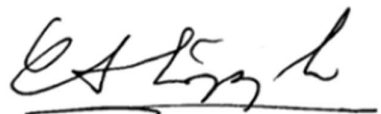
**Servicio a la Comunidad Universitaria**  
**Servicio Diagnóstico Microbiológico**

**Procedencia** Seda Huanuco SA - Sucursal Leoncio Prado  
**Atención a** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

**RESULTADO**

| Parametros Fisicoquimico | Unidad de Medida | Rio Huallaga | Planta de Agua | Zona Sur |       |       |       |       | Zona Urbana |       |       |       | Zona Castillo Grande |       |       |  |
|--------------------------|------------------|--------------|----------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|--|
|                          |                  | P1           | P2             | P3       | P4    | P5    | P6    | P7    | P8          | P9    | P10   | P11   | P12                  | P13   | P14   |  |
| Conductividad            | µS/cm            | 80           | 410            | 380      | 390   | 370   | 390   | 460   | 450         | 370   | 450   | 410   | 390                  | 370   | 390   |  |
| DBO <sub>5</sub>         | mg/L             | 0.70         | 0.74           | 0.65     | 0.42  | 0.90  | 0.40  | 1.30  | 1.41        | 2.01  | 2.40  | 1.80  | 1.45                 | 1.70  | 2.00  |  |
| OD                       | mg/L             | 3.60         | 3.45           | 3.05     | 3.40  | 3.21  | 3.15  | 3.90  | 4.40        | 4.74  | 5.02  | 4.25  | 4.05                 | 3.94  | 3.87  |  |
| pH                       | unidades         | 7.1          | 6.86           | 6.78     | 6.78  | 6.71  | 6.91  | 7.19  | 7.04        | 7.56  | 7.1   | 7.15  | 6.84                 | 7.43  | 7.15  |  |
| STD                      | mg/L             | 430          | 247            | 217      | 233   | 233   | 230   | 218   | 285         | 231   | 273   | 400   | 420                  | 380   | 375   |  |
| Temperatura              | °C               | 27.1         | 26.1           | 23.9     | 23.2  | 23.3  | 23.9  | 27.4  | 27.3        | 27.6  | 27.7  | 26.4  | 25.8                 | 26.4  | 27.7  |  |
| Cloruro                  | mg/L             | 0.00         | 1.06           | 1.66     | 1.36  | 1.45  | 1.23  | 1.19  | 1.14        | 1.33  | 1.19  | 1.11  | 0.99                 | 0.92  | 0.84  |  |
| Nitratos                 | mg/L             | 20           | 0              | 0        | 10    | 0     | 20    | 10    | 10          | 0     | 0     | 10    | 0                    | 10    | 10    |  |
| Nitritos                 | mg/L             | 1.0          | 0.0            | 0.0      | 0.2   | 0.0   | 0.4   | 0.2   | 0.2         | 0.0   | 0.0   | 0.2   | 0.0                  | 0.2   | 0.2   |  |
| Amoniaco                 | mg/L             | 2.05         | 0.02           | 0.10     | 0.03  | 0.06  | 0.08  | 0.06  | 0.08        | 0.06  | 0.10  | 0.08  | 0.06                 | 0.04  | 0.06  |  |
| Fosfato Total            | mg/L             | 1.631        | 1.631          | 0.978    | 1.631 | 0.978 | 1.631 | 0.978 | 1.631       | 0.978 | 0.978 | 0.978 | 1.631                | 0.978 | 1.631 |  |
| Dureza                   | mg/L             | 257          | 216            | 225      | 219   | 195   | 216   | 246   | 240         | 195   | 219   | 243   | 216                  | 204   | 213   |  |
| Turbiedad                | UNT              | 7.45         | 0.26           | 0.22     | 0.32  | 0.28  | 0.36  | 0.29  | 0.23        | 0.29  | 0.26  | 0.32  | 0.35                 | 0.46  | 0.22  |  |



  
**Dr. Mchlgo. Bcnlgo. César López López**  
**Jefe del Laboratorio de Microbiología General**

Tingo María, 01 de noviembre de 2019



## Anexo 17. Análisis microbiológicos



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental  
Laboratorio de Microbiología General  
Tingo María



Servicio a la Comunidad Universitaria  
Servicio Diagnóstico Microbiológico

**Procedencia** Seda Huanuco SA - Sucursal Leoncio Prado  
**Atención a** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

## RESULTADO

| Parametros Fisicoquimico | Unidad de Medida | Rio      | Planta de | Zona Sur |    |    |    | Zona Urbana |    |    |     | Zona Castillo Grande |     |     |     |
|--------------------------|------------------|----------|-----------|----------|----|----|----|-------------|----|----|-----|----------------------|-----|-----|-----|
|                          |                  | Huallaga | Agua      | P3       | P4 | P5 | P6 | P7          | P8 | P9 | P10 | P11                  | P12 | P13 | P14 |
| Coliforme Totales        | UFC/100 mL       | 33       | P2        | 0        | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0   | 0                    | 0   | 0   | 0   |
| Coliforme Termotolerante | UFC/100 mL       | 17       | P2        | 0        | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0   | 0                    | 0   | 0   |     |
| <i>Salmonella sp</i>     | Presencia/100 mL | 15       | P2        | 0        | 3  | 2  | 2  | 1           | 3  | 1  | 2   | 1                    | 3   | 1   | 2   |
| <i>Vibrio Cholerae</i>   | Presencia/100 mL | 9        | P2        | 0        | 2  | 2  | 1  | 1           | 2  | 3  | 4   | 5                    | 2   | 2   | 4   |
| Mohos y Levaduras        | UFC/100 mL       | 12       | P2        | 0        | 4  | 3  | 3  | 4           | 2  | 2  | 3   | 4                    | 5   | 3   | 4   |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/100 mL       | 64       | P2        | 0        | 19 | 28 | 6  | 12          | 16 | 19 | 8   | 3                    | 15  | 10  | 5   |

Tingo María, 29 de julio de 2019



Dr. M. C. Ing. César López López  
Jefe del Laboratorio de Microbiología General



**Universidad Nacional Agraria de la Selva**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**  
**Laboratorio de Microbiología General**  
**Tingo María**



**Servicio a la Comunidad Universitaria**  
**Sevicio Diagnóstico Microbiológico**

**Procedencia** Seda Huanuco SA - Sucursal Leoncio Prado  
**Atención a** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

**RESULTADO**

| Parametros Físicoquímico | Unidad de Medida | RESULTADO    |                |    |          |    |    |             |    |    |                      |     |     |     |     |
|--------------------------|------------------|--------------|----------------|----|----------|----|----|-------------|----|----|----------------------|-----|-----|-----|-----|
|                          |                  | Rio Huallaga | Planta de Agua |    | Zona Sur |    |    | Zona Urbana |    |    | Zona Castillo Grande |     |     |     |     |
|                          |                  | P1           | P2             | P3 | P4       | P5 | P6 | P7          | P8 | P9 | P10                  | P11 | P12 | P13 | P14 |
| Coliforme Totales        | UFC/100 mL       | 27           | 0              | 0  | 0        | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0                    | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Coliforme Termotolerante | UFC/100 mL       | 14           | 0              | 0  | 0        | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0                    | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Salmonella sp            | Presencia/100 mL | 7            | 0              | 4  | 3        | 3  | 2  | 2           | 4  | 2  | 2                    | 6   | 4   | 3   | 3   |
| Vibrio Cholerae          | Presencia/100 mL | 14           | 0              | 3  | 3        | 2  | 2  | 4           | 3  | 2  | 2                    | 4   | 7   | 2   | 2   |
| Mohos y Levaduras        | UFC/100 mL       | 15           | 0              | 5  | 2        | 4  | 8  | 2           | 4  | 3  | 5                    | 4   | 3   | 10  | 8   |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/100 mL       | 45           | 0              | 25 | 22       | 16 | 22 | 12          | 25 | 24 | 13                   | 18  | 15  | 8   | 12  |

Tingo María, 30 de agosto de 2019



**Dr. M. B. C. César López López**  
**Jefe del Laboratorio de Microbiología General**



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental  
*Laboratorio de Microbiología General*  
Tingo María



Servicio a la Comunidad Universitaria  
*Sevicio Diagnóstico Microbiológico*

**Procedencia** Seda Huanuco SA - Sucursal Leoncio Prado  
**Atención a** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

**RESULTADO**

| Parametros Físicoquímico | Unidad de Medida | RESULTADO    |                |          |    |    |    |             |    |    |     |                      |     |     |     |
|--------------------------|------------------|--------------|----------------|----------|----|----|----|-------------|----|----|-----|----------------------|-----|-----|-----|
|                          |                  | Rio Huallaga | Planta de Agua | Zona Sur |    |    |    | Zona Urbana |    |    |     | Zona Castillo Grande |     |     |     |
|                          |                  | P1           | P2             | P3       | P4 | P5 | P6 | P7          | P8 | P9 | P10 | P11                  | P12 | P13 | P14 |
| Coliforme Totales        | UFC/100 mL       | 22           | 0              | 0        | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0   | 0                    | 0   | 0   | 0   |
| Coliforme Termotolerante | UFC/100 mL       | 21           | 0              | 0        | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0   | 0                    | 0   | 0   | 0   |
| <i>Salmonella sp</i>     | Presencia/100 mL | 21           | 0              | 4        | 3  | 4  | 4  | 2           | 3  | 4  | 5   | 5                    | 3   | 3   | 4   |
| <i>Vibrio Cholerae</i>   | Presencia/100 mL | 17           | 0              | 3        | 2  | 2  | 3  | 3           | 5  | 5  | 4   | 3                    | 7   | 5   | 4   |
| Mohos y Levaduras        | UFC/100 mL       | 21           | 0              | 4        | 7  | 7  | 5  | 9           | 14 | 3  | 4   | 5                    | 8   | 4   | 6   |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/100 mL       | 47           | 0              | 18       | 16 | 22 | 20 | 27          | 19 | 22 | 18  | 20                   | 27  | 18  | 20  |

Tingo María, 30 de setiembre de 2019



  
Dr. Mcd. Bctnlgo. César López López  
Jefe del Laboratorio de Microbiología General



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental  
Laboratorio de Microbiología General  
Tingo María



Servicio a la Comunidad Universitaria  
Servicio Diagnóstico Microbiológico

**Procedencia** Seda Huanuco SA - Sucursal Leoncio Prado  
**Atención a** Jorge Alejandro Suárez Vásquez

**RESULTADO**

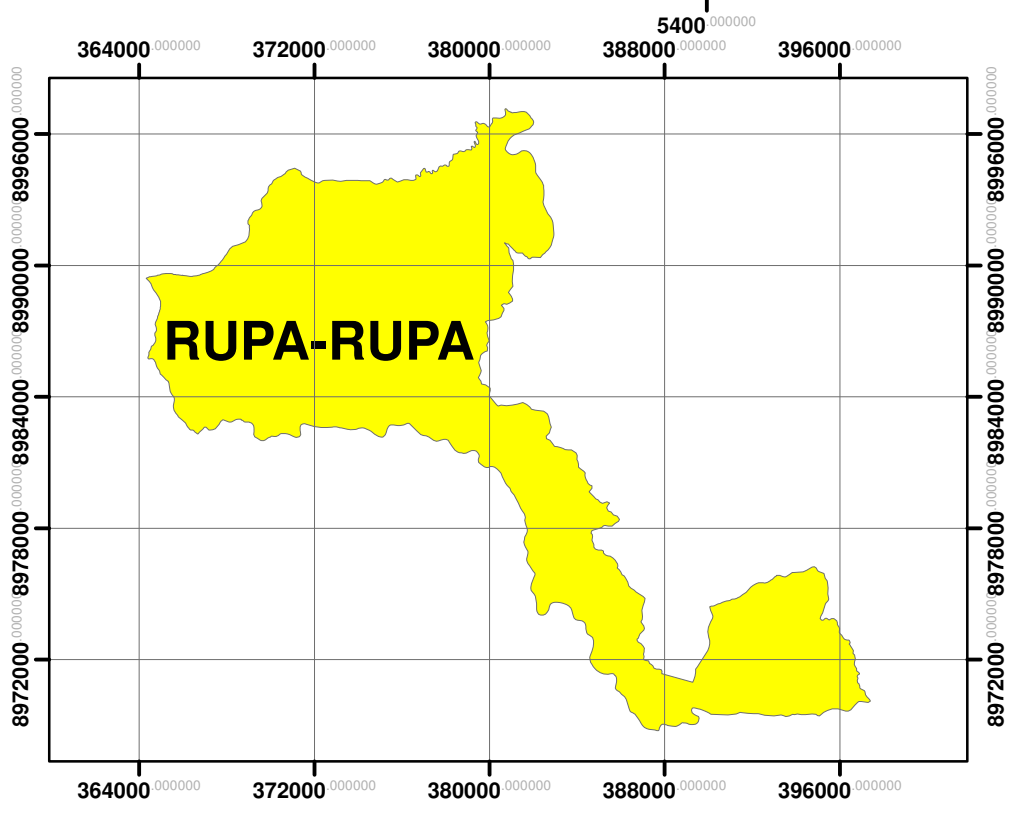
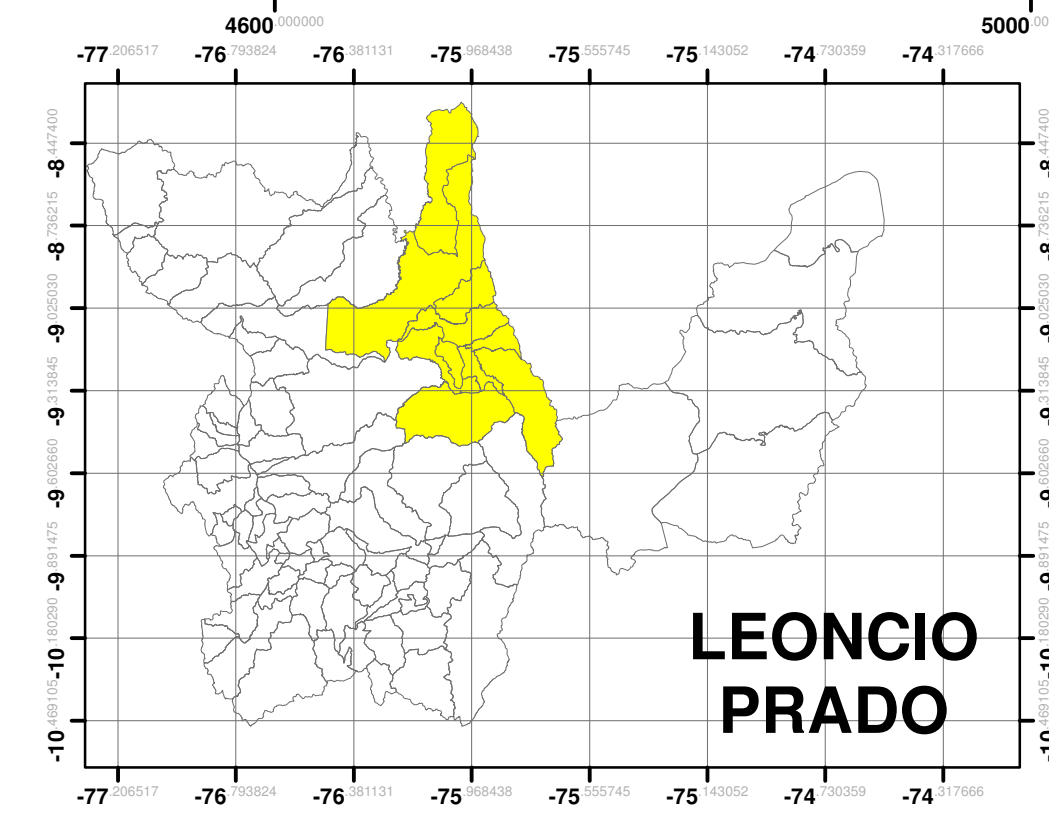
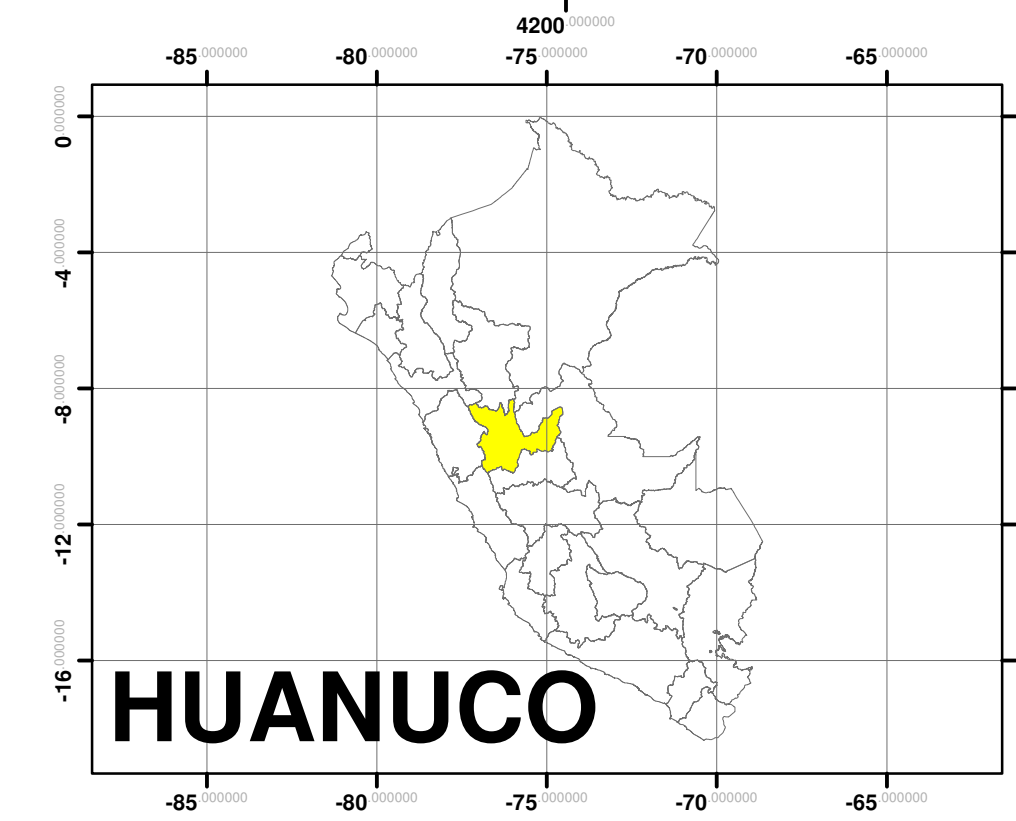
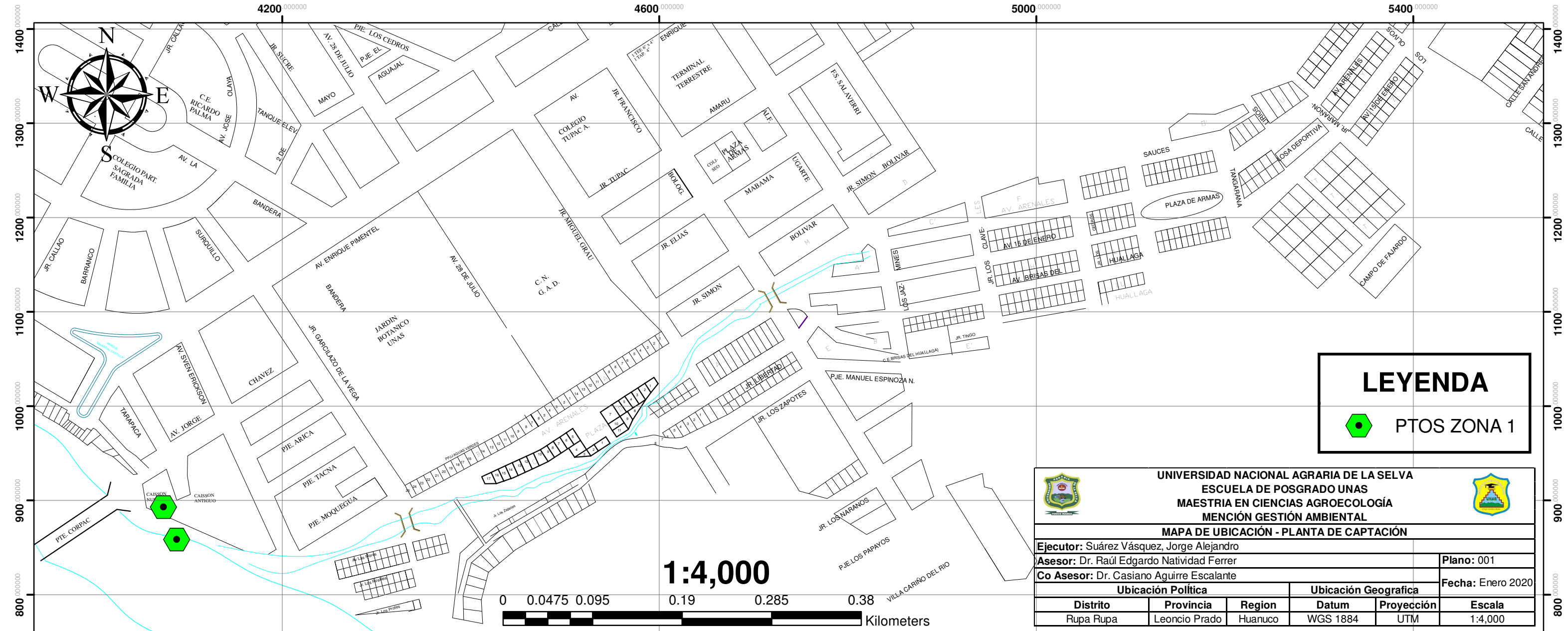
| Parametros Físicoquímico | Unidad de Medida | Rio      | Planta de | Zona Sur |    |    |    | Zona Urbana |    |    |     | Zona Castillo Grande |     |     |     |
|--------------------------|------------------|----------|-----------|----------|----|----|----|-------------|----|----|-----|----------------------|-----|-----|-----|
|                          |                  | Huallaga | Agua      | P3       | P4 | P5 | P6 | P7          | P8 | P9 | P10 | P11                  | P12 | P13 | P14 |
| Coliforme Totales        | UFC/100 mL       | 23       | 0         | 0        | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0   | 0                    | 0   | 0   | 0   |
| Coliforme Termotolerante | UFC/100 mL       | 17       | 0         | 0        | 0  | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0   | 0                    | 0   | 0   | 0   |
| <i>Salmonella sp</i>     | Presencia/100 mL | 31       | 0         | 7        | 4  | 3  | 2  | 2           | 3  | 4  | 4   | 6                    | 6   | 4   | 4   |
| <i>Vibrio Cholerae</i>   | Presencia/100 mL | 18       | 0         | 5        | 2  | 2  | 3  | 4           | 4  | 1  | 1   | 2                    | 2   | 4   | 4   |
| Mohos y Levaduras        | UFC/100 mL       | 17       | 0         | 7        | 5  | 5  | 7  | 4           | 8  | 12 | 5   | 7                    | 3   | 4   | 5   |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/100 mL       | 51       | 0         | 17       | 14 | 29 | 46 | 9           | 6  | 11 | 18  | 11                   | 10  | 25  | 14  |

Tingo María, 01 de noviembre de 2019

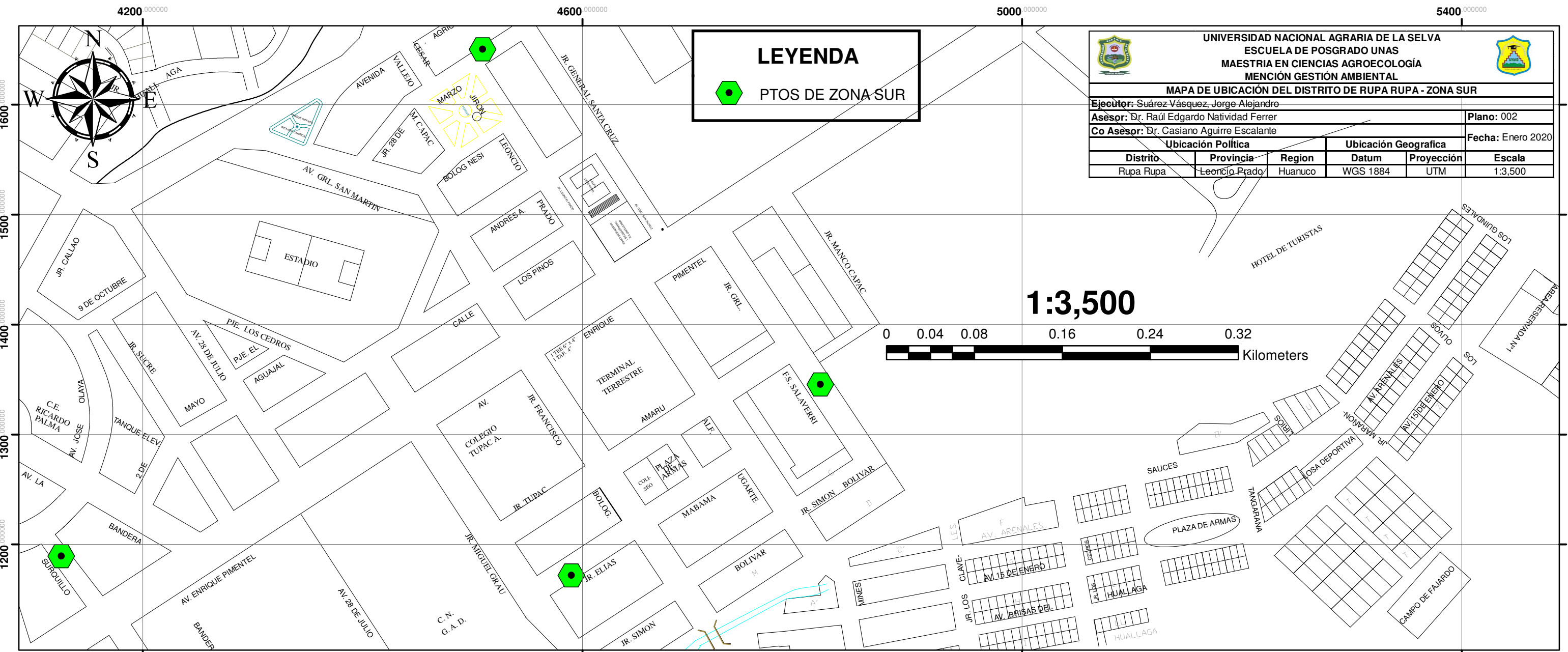


Dr. M. C. César López López  
Jefe del Laboratorio de Microbiología General

# MAPA DE UBICACIÓN - PLANTA DE CAPTACIÓN



# MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE RUPA RUPA - ZONA SUR



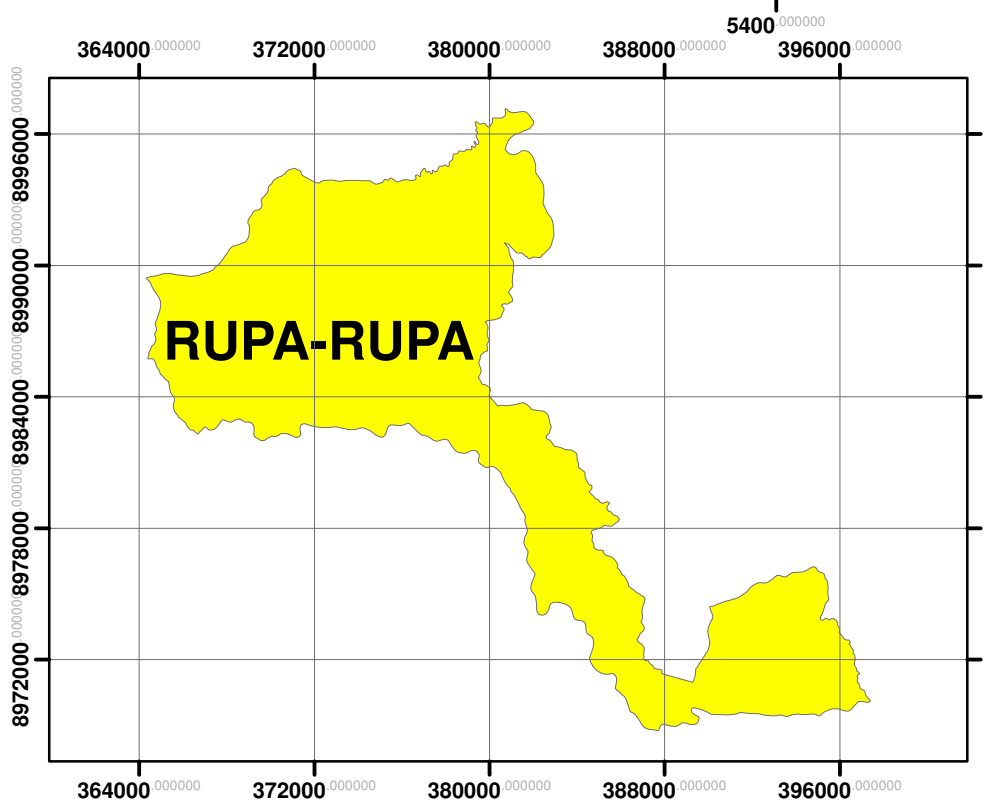
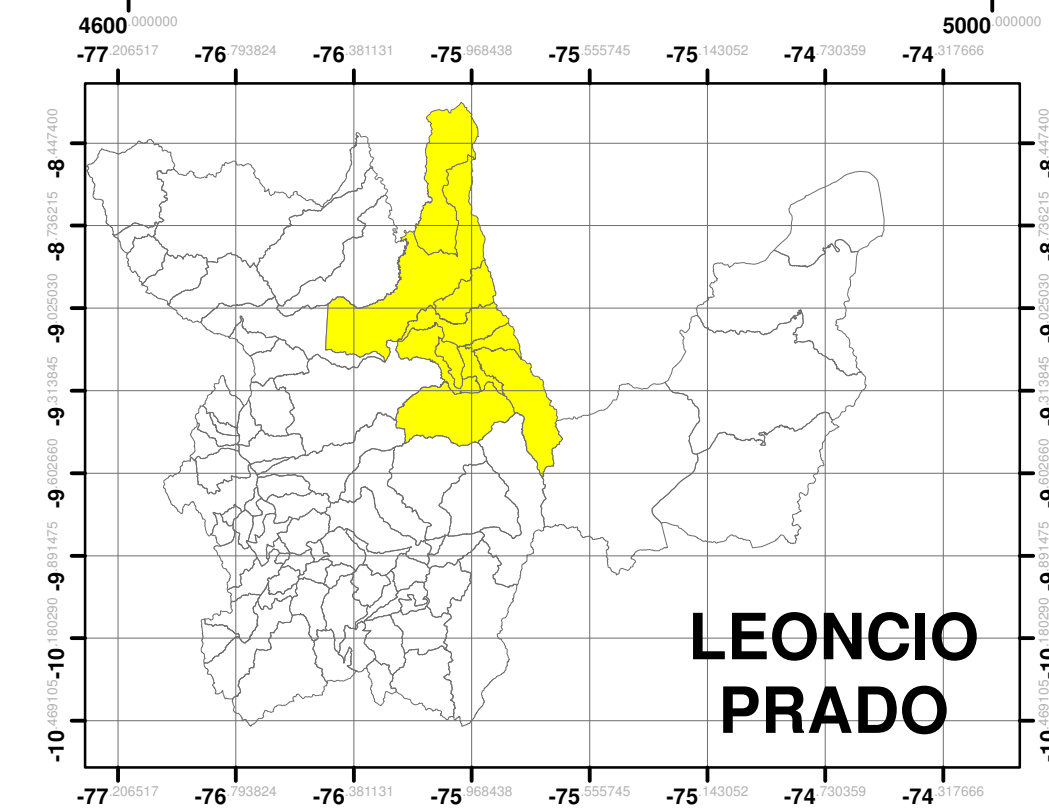
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 ESCUELA DE POSGRADO UNAS  
 MAESTRIA EN CIENCIAS AGROECOLOGÍA  
 MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL

**MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE RUPA RUPA - ZONA SUR**

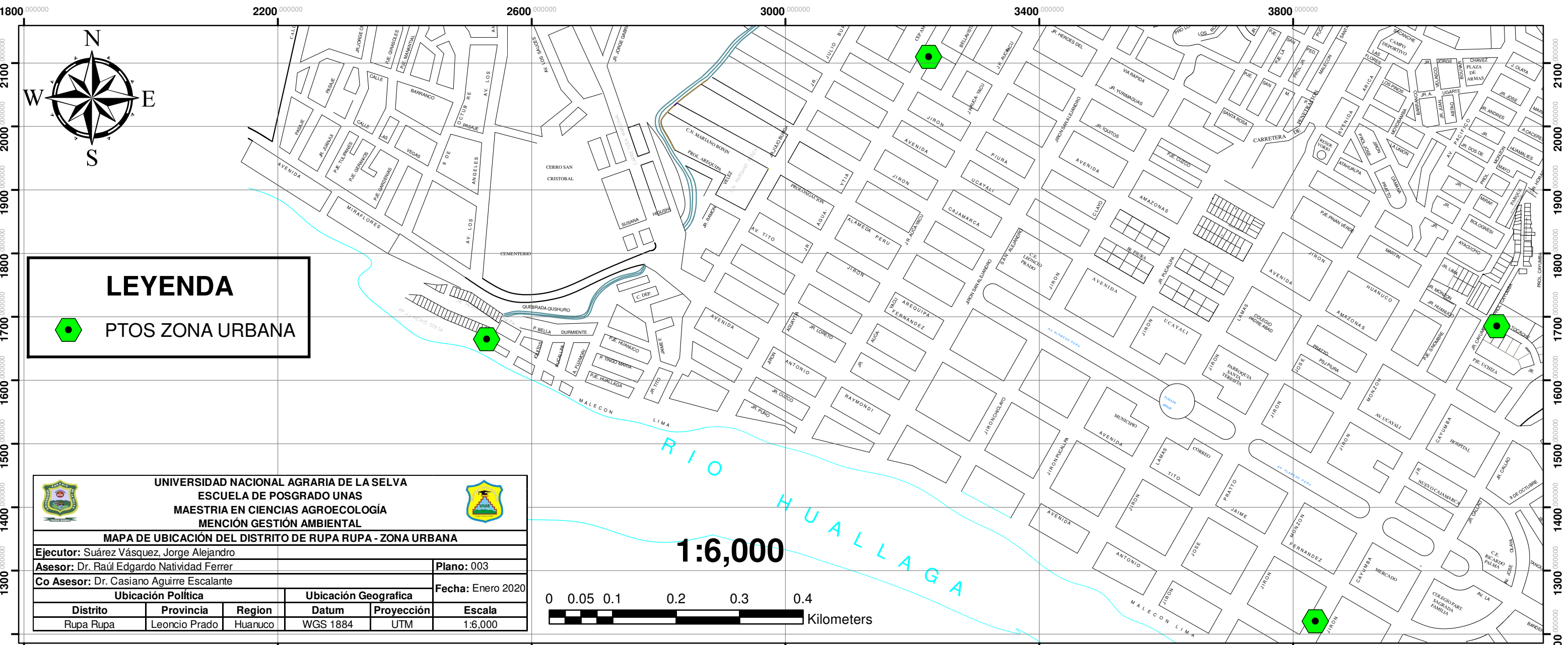
Ejecutor: Suárez Vásquez, Jorge Alejandro  
 Asesor: Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer  
 Co Asesor: Dr. Casiano Aguirre Escalante

Plano: 002  
 Fecha: Enero 2020

| Ubicación Política |               | Ubicación Geográfica |          |            |         |
|--------------------|---------------|----------------------|----------|------------|---------|
| Distrito           | Provincia     | Region               | Datum    | Proyección | Escala  |
| Rupa Rupa          | Leoncio Prado | Huanuco              | WGS 1984 | UTM        | 1:3,500 |



# MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE RUPA RUPA - ZONA URBANA



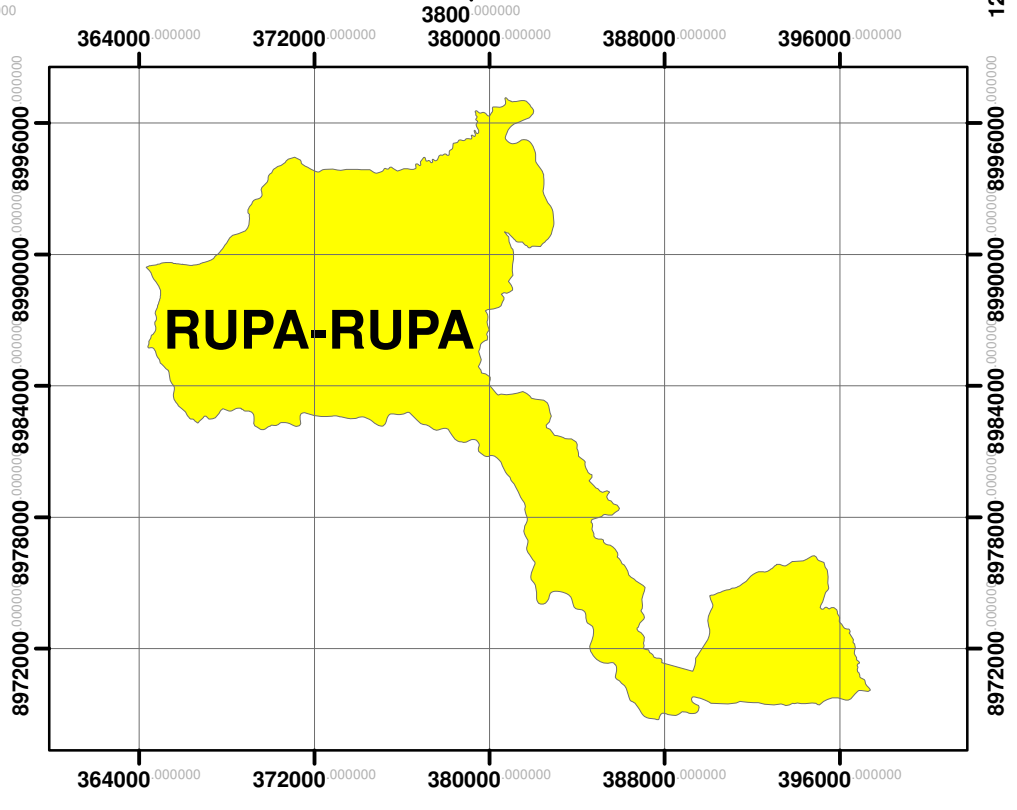
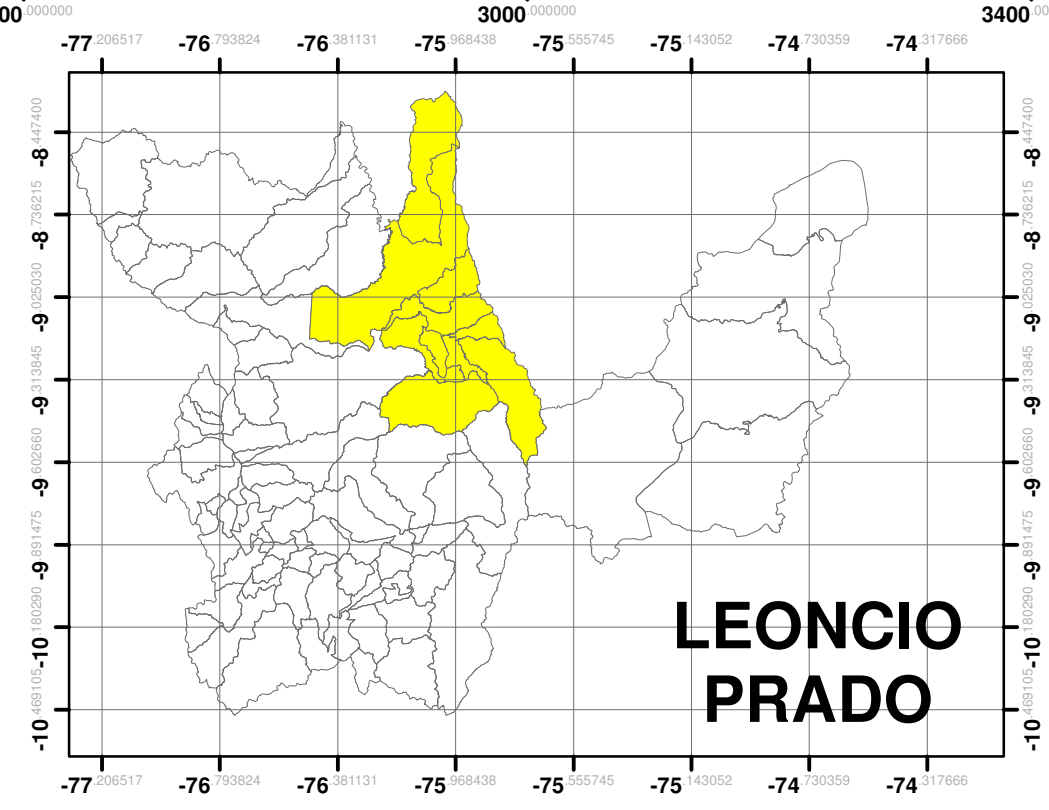
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 ESCUELA DE POSGRADO UNAS  
 MAESTRIA EN CIENCIAS AGROECOLOGIA  
 MENCION GESTION AMBIENTAL

**MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE RUPA RUPA - ZONA URBANA**

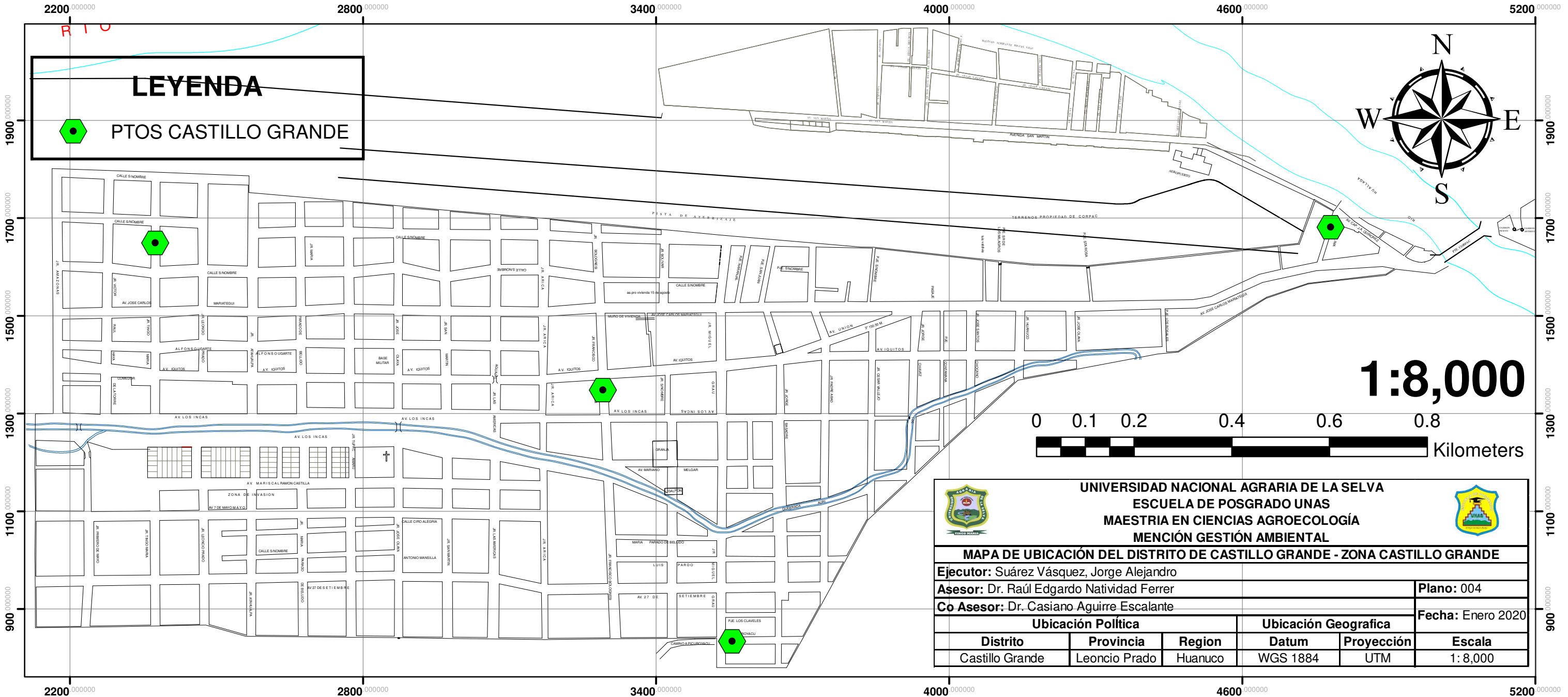
Ejecutor: Suárez Vásquez, Jorge Alejandro  
 Asesor: Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer  
 Co Asesor: Dr. Casiano Aguirre Escalante

Plano: 003  
 Fecha: Enero 2020

| Ubicación Política |               |         | Ubicación Geográfica |            |         |
|--------------------|---------------|---------|----------------------|------------|---------|
| Distrito           | Provincia     | Region  | Datum                | Proyección | Escala  |
| Rupa Rupa          | Leoncio Prado | Huanuco | WGS 1884             | UTM        | 1:6,000 |



# MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE CASTILLO GRANDE - ZONA CASTILLO GRANDE



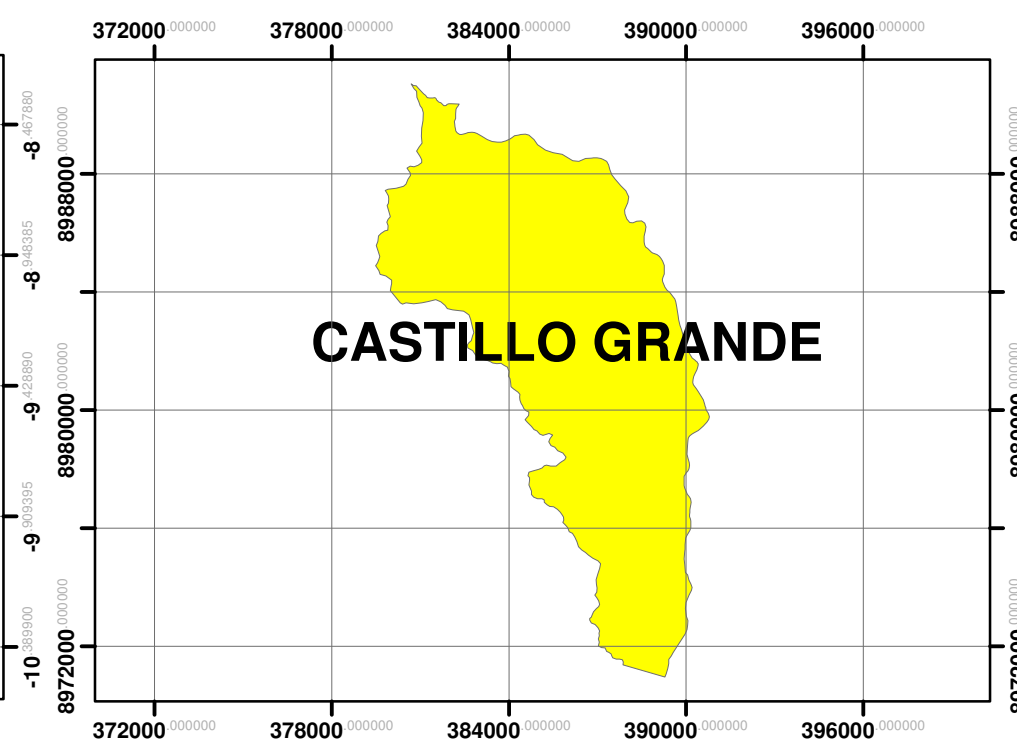
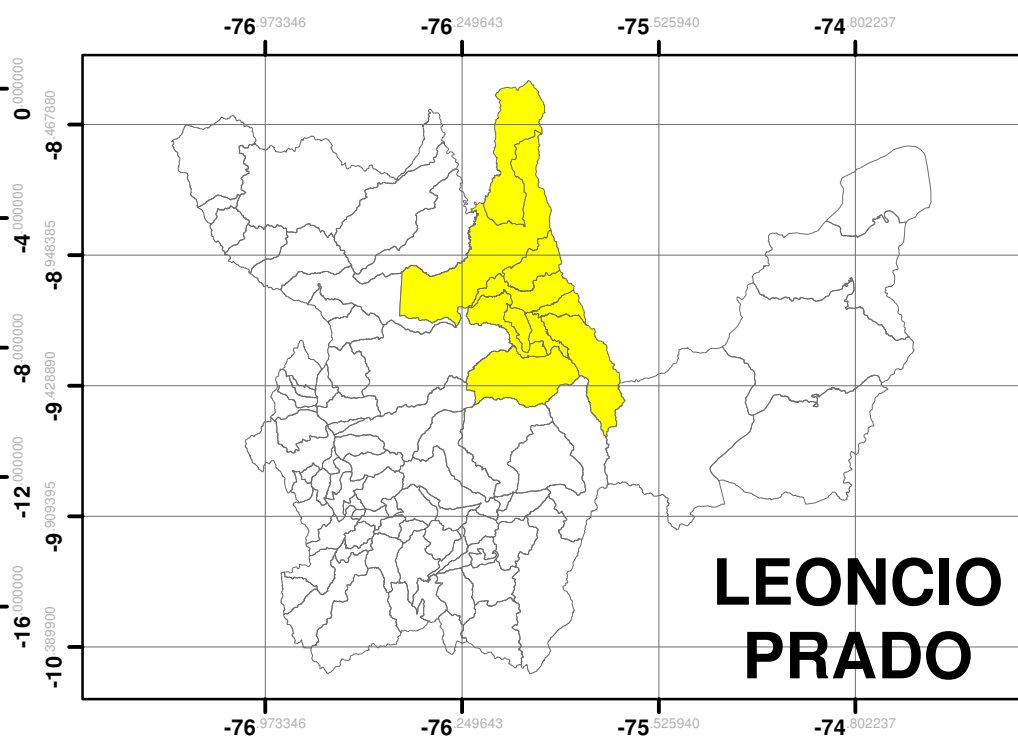
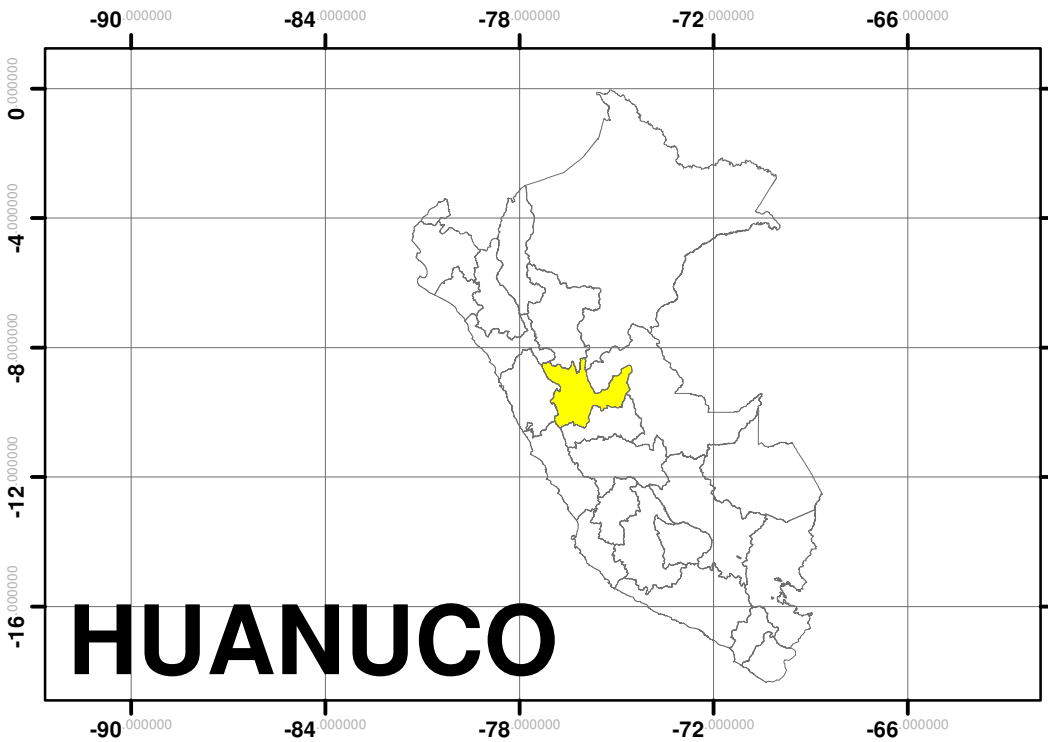
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 ESCUELA DE POSGRADO UNAS  
 MAESTRIA EN CIENCIAS AGROECOLOGÍA  
 MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL

**MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE CASTILLO GRANDE - ZONA CASTILLO GRANDE**

Ejecutor: Suárez Vásquez, Jorge Alejandro  
 Asesor: Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer  
 Co Asesor: Dr. Casiano Aguirre Escalante

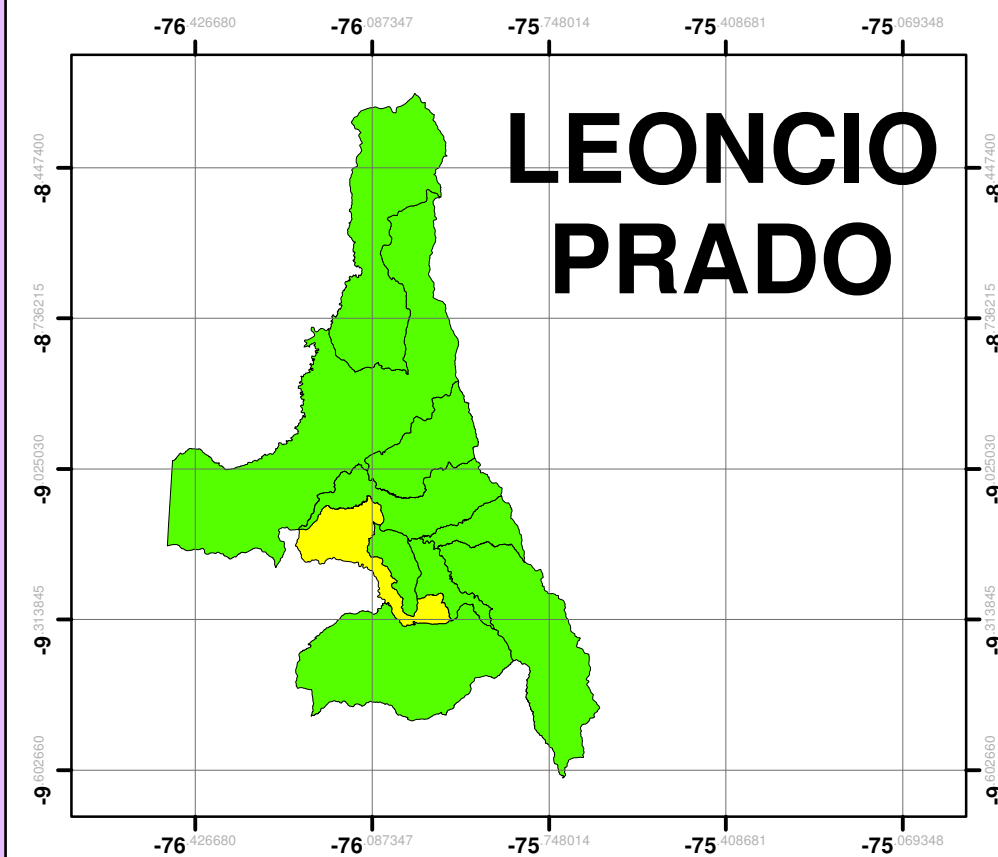
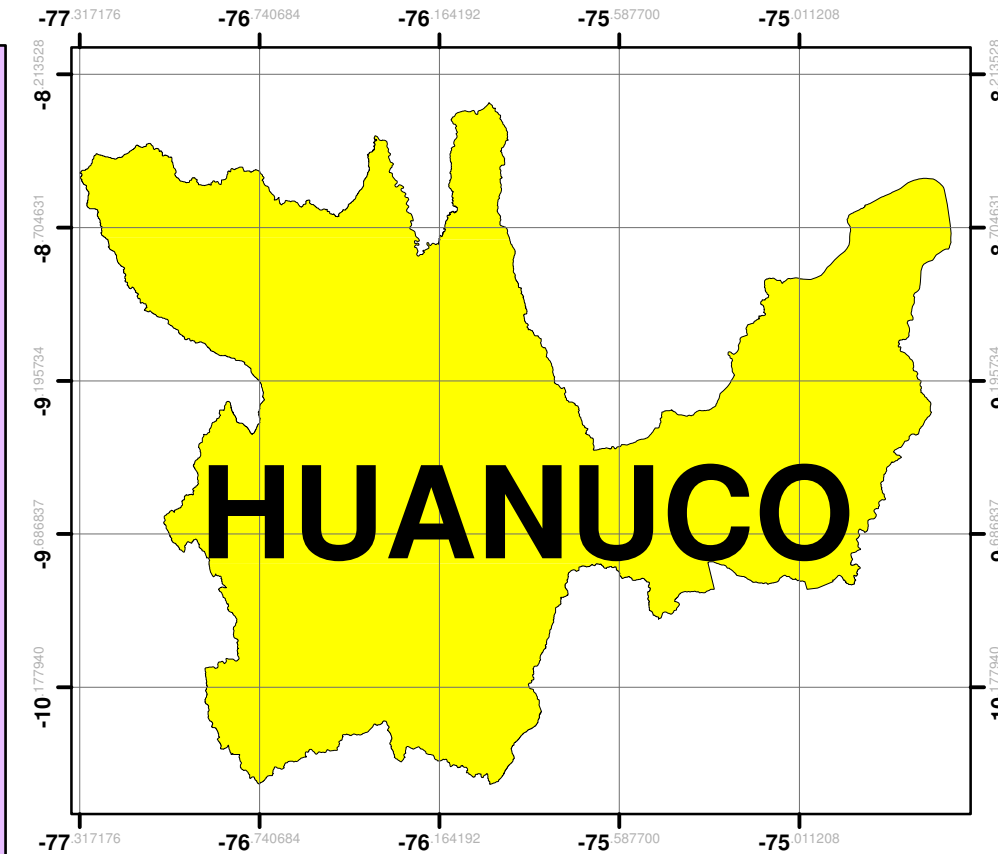
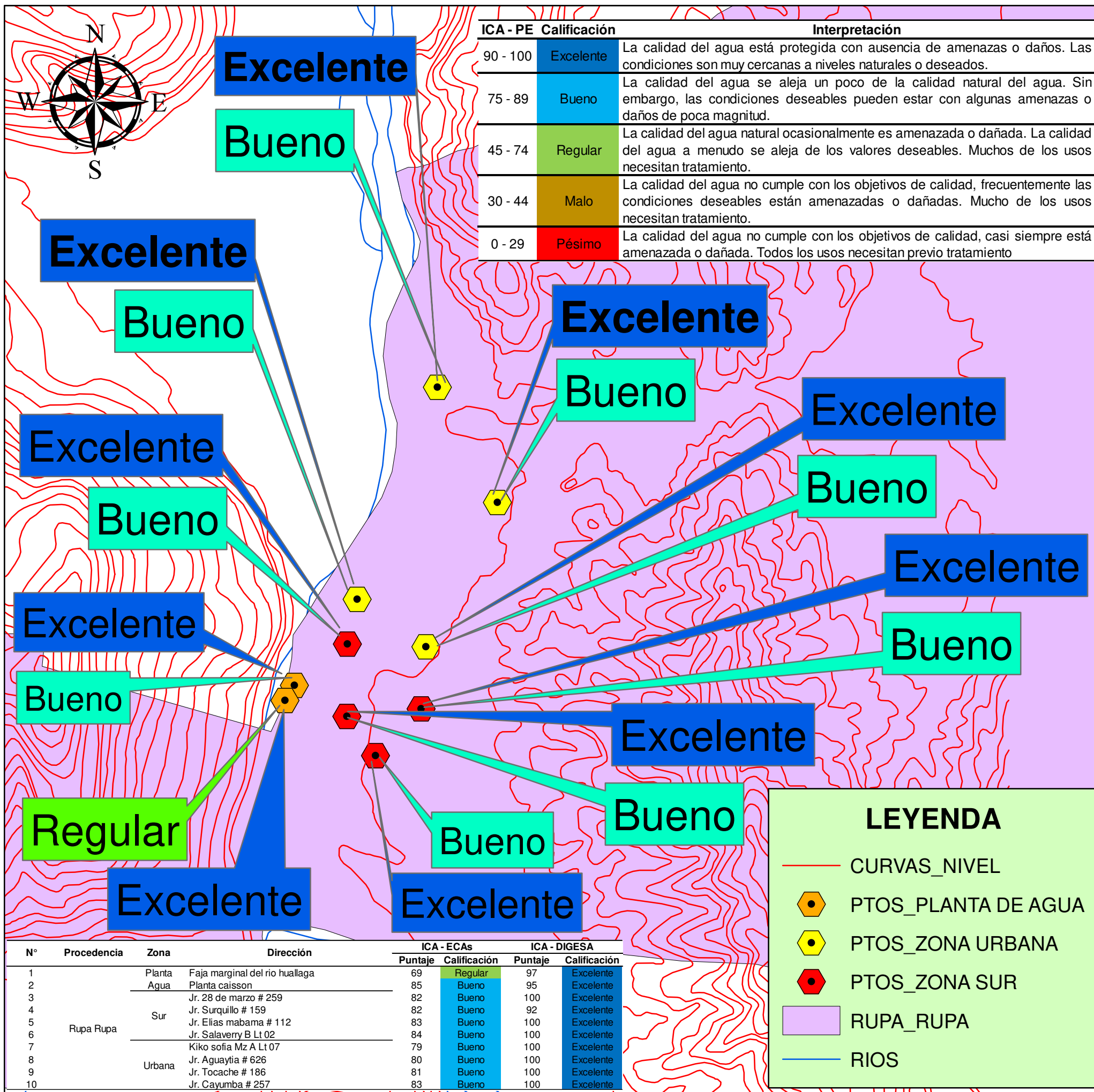
|                    |               |         |                      |            |          |
|--------------------|---------------|---------|----------------------|------------|----------|
| Ubicación Política |               |         | Ubicación Geográfica |            |          |
| Distrito           | Provincia     | Region  | Datum                | Proyección | Escala   |
| Castillo Grande    | Leoncio Prado | Huanuco | WGS 1884             | UTM        | 1: 8,000 |

Plano: 004  
 Fecha: Enero 2020





# MAPA DEL ICA DEL DISTRITO DE RUPA RUPA - ZONA PLANTA DE AGUA - SUR - URBANO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 ESCUELA DE POSGRADO UNAS  
 MAESTRIA EN CIENCIAS AGROECOLOGIA  
 MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL

**MAPA DEL ICA DEL DISTRITO DE RUPA RUPA - ZONA PLANTA DE AGUA - SUR - URBANO**

Ejecutor: Suárez Vásquez, Jorge Alejandro  
 Asesor: Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer  
 Co Asesor: Dr. Casiano Aguirre Escalante

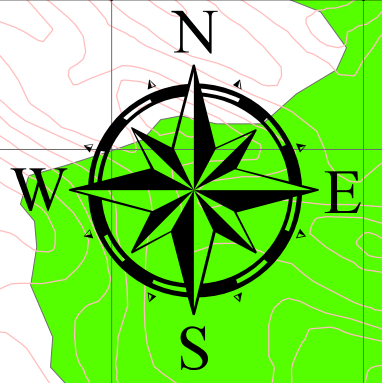
Plano: 005  
 Fecha: Enero 2020

| Ubicación Política |               | Ubicación Geográfica |          |            |
|--------------------|---------------|----------------------|----------|------------|
| Distrito           | Provincia     | Region               | Datum    | Proyección |
| Rupa Rupa          | Leoncio Prado | Huanuco              | WGS 1884 | UTM        |

Escala: 1:25,000

# MAPA DEL ICA DEL DISTRITO DE CASTILLO GRANDE - CASTILLO GRANDE

385000 386000 387000 388000 389000 390000 391000 392000



| ICA - PE | Calificación | Interpretación   |
|----------|--------------|--|
| 90 - 100 | Excelente    | La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.                                      |
| 75 - 89  | Bueno        | La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.    |
| 45 - 74  | Regular      | La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseados. Muchos de los usos necesitan tratamiento. |
| 30 - 44  | Malo         | La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Mucho de los usos necesitan tratamiento.  |
| 0 - 29   | Pésimo       | La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento                              |

**Bueno**  
**Excelente**

**Bueno**  
**Excelente**

**Bueno**  
**Excelente**

**Bueno**  
**Excelente**

**LEYENDA**

- PTOS CASTILLO GRANDE
- CURVAS\_NIVEL
- DELIMITACION

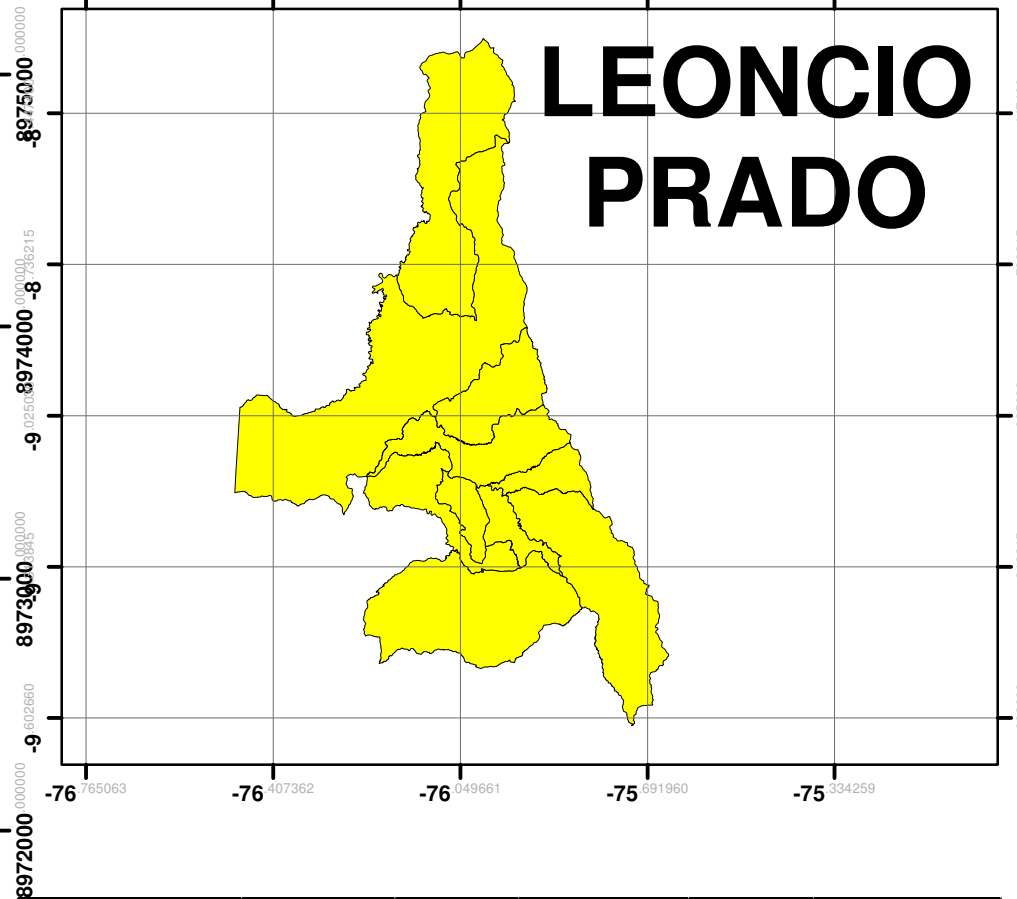
| N° | Procedencia     | Zona            | Dirección                                     | ICA - ECAs |              | ICA - DIGESA |              |
|----|-----------------|-----------------|---|------------|--------------|--------------|--------------|
|    |                 |                 |   | Puntaje    | Calificación | Puntaje      | Calificación |
| 11 |                 |                 | Jr. Miguel Grau / Picuruyacu                  | 82         | Bueno        | 97           | Excelente    |
| 12 | Castillo Grande | Castillo Grande | Jr. Francisco Bolognesi / Av. Unión           | 77         | Bueno        | 97           | Excelente    |
| 13 | Castillo Grande | Castillo Grande | Jr. Jose Carlos Mareategui / Psj. Tingo María | 83         | Bueno        | 100          | Excelente    |
| 14 |                 |                 | Los Laureles                                  | 79         | Bueno        | 100          | Excelente    |

385000 386000 387000 388000 389000 390000 391000 392000

-77.096319 -76.481858 -75.967397 -75.252936 -74.638475



-76.765063 -77.096319 -76.407362 -76.481858 -76.049661 -75.967397 -75.691960 -75.252936 -75.334259 -74.638475



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
ESCUELA DE POSGRADO UNAS  
MAESTRIA EN CIENCIAS AGROECOLOGIA  
MENCION GESTION AMBIENTAL

MAPA DEL ICA DEL DISTRITO DE CASTILLO GRANDE - ZONA CASTILLO GRANDE

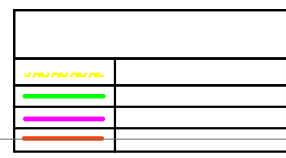
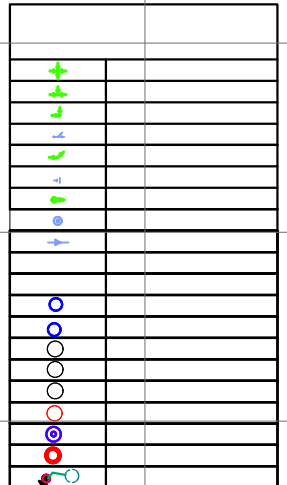
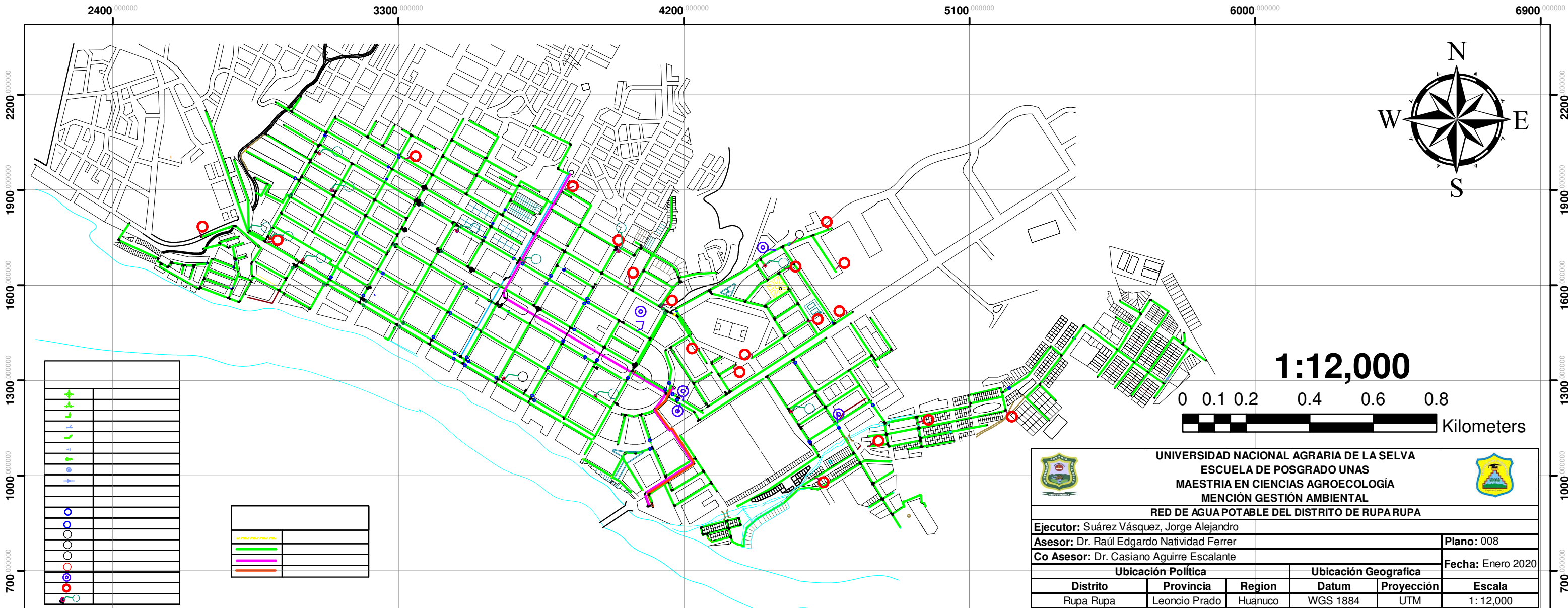
Ejecutor: Suárez Vásquez, Jorge Alejandro  
Asesor: Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer  
Co Asesor: Dr. Casiano Aguirre Escalante

Plano: 006  
Fecha: Enero 2020

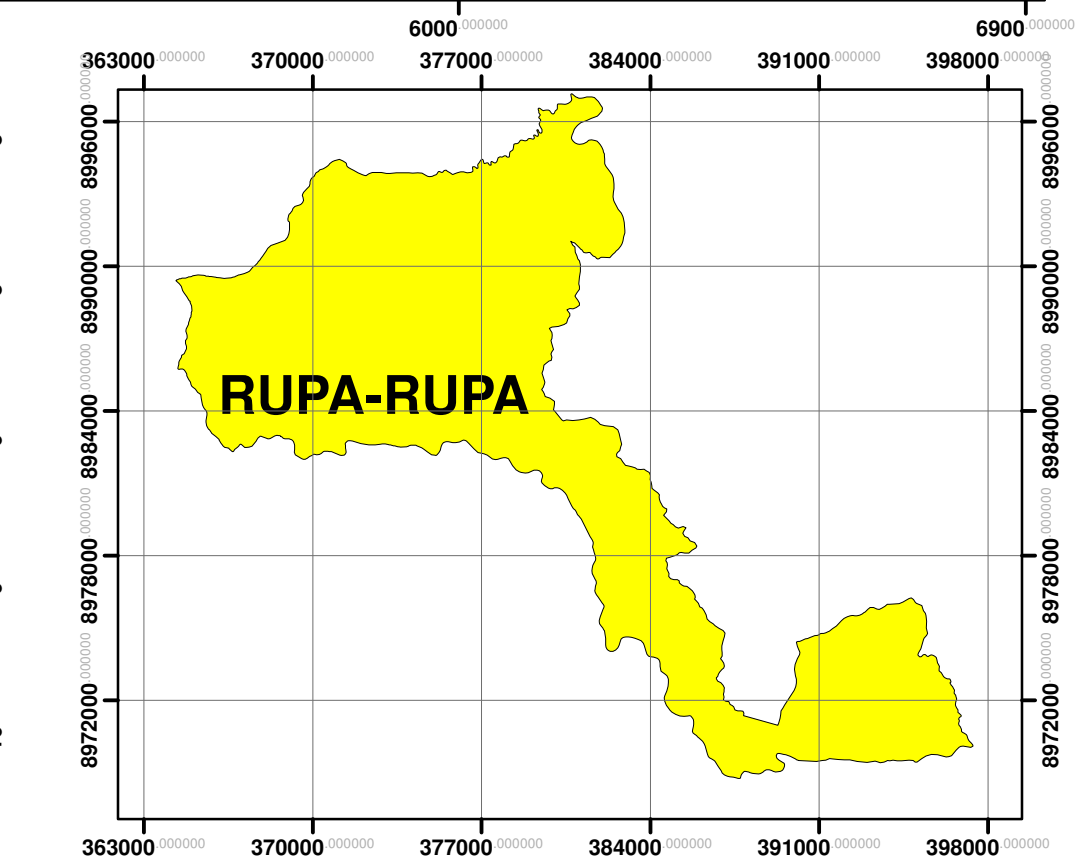
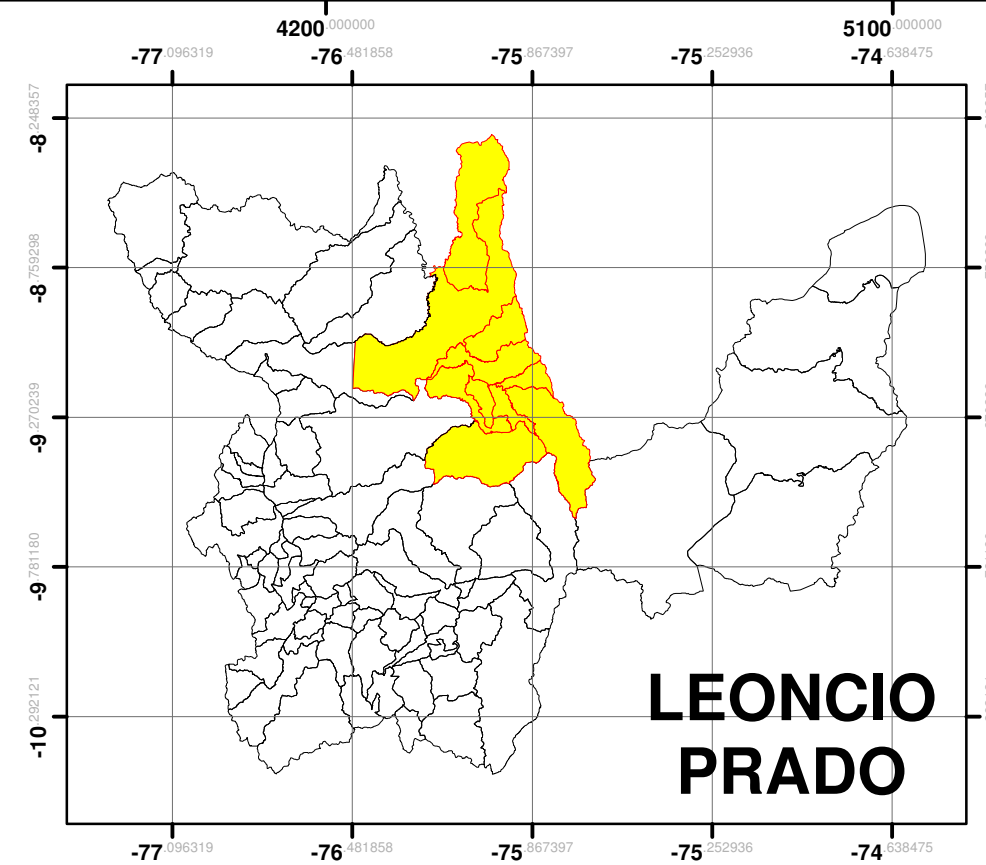
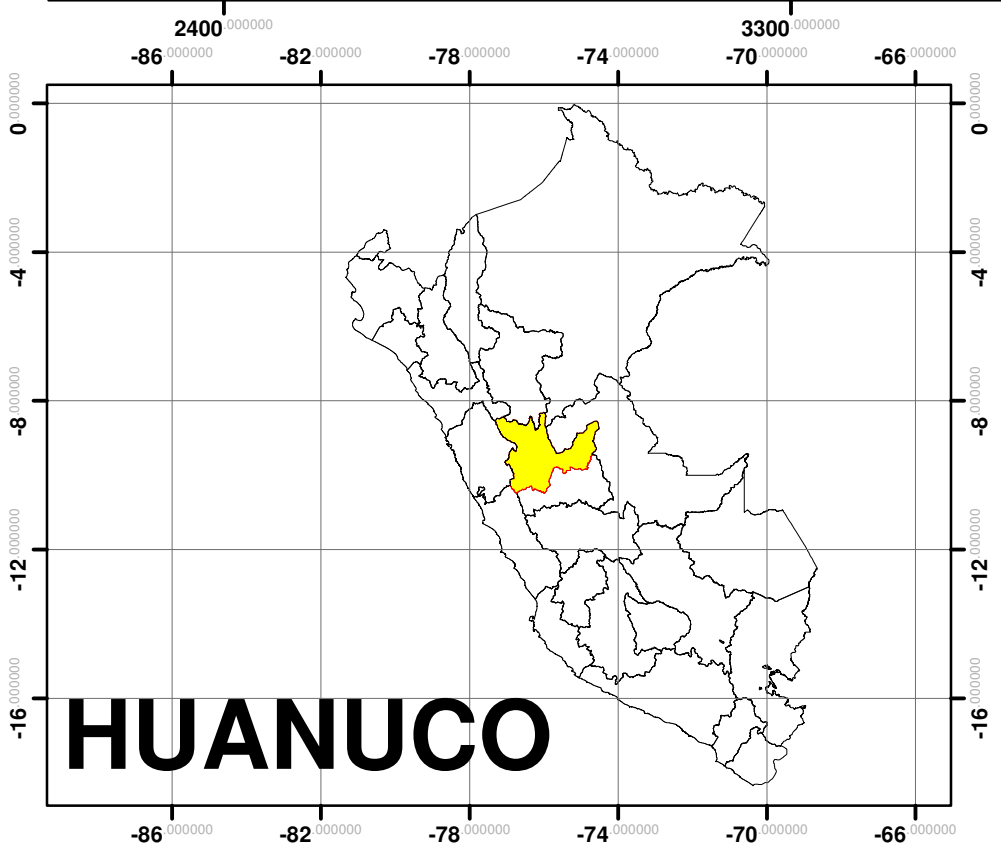
| Ubicación Política |               |         | Ubicación Geografica |            |           |
|--------------------|---------------|---------|----------------------|------------|-----------|
| Distrito           | Provincia     | Region  | Datum                | Proyección | Escala    |
| Castillo Grande    | Leoncio Prado | Huanuco | WGS 1884             | UTM        | 1: 30,000 |



# RED DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE RUPA RUPA

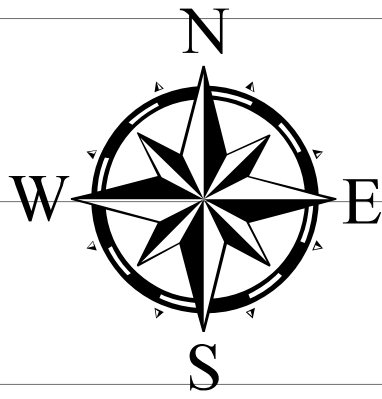


|  |               | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA</b><br><b>ESCUELA DE POSGRADO UNAS</b><br><b>MAESTRIA EN CIENCIAS AGROECOLOGÍA</b><br><b>MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL</b> |                      |                          |           |
|--|---------------|--|----------------------|--------------------------|-----------|
| <b>RED DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE RUPA RUPA</b> |               |  |                      |                          |           |
| <b>Ejecutor:</b> Suárez Vásquez, Jorge Alejandro     |               |  |                      | <b>Plano:</b> 008        |           |
| <b>Asesor:</b> Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer     |               |  |                      | <b>Fecha:</b> Enero 2020 |           |
| <b>Co Asesor:</b> Dr. Casiano Aguirre Escalante      |               |  |                      |                          |           |
| Ubicación Política                                   |               |  | Ubicación Geográfica |                          |           |
| Distrito   | Provincia     | Region   | Datum                | Proyección               | Escala    |
| Rupa Rupa  | Leoncio Prado | Huanuco  | WGS 1884             | UTM                      | 1: 12,000 |



# RED DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE CASTILLO GRANDE

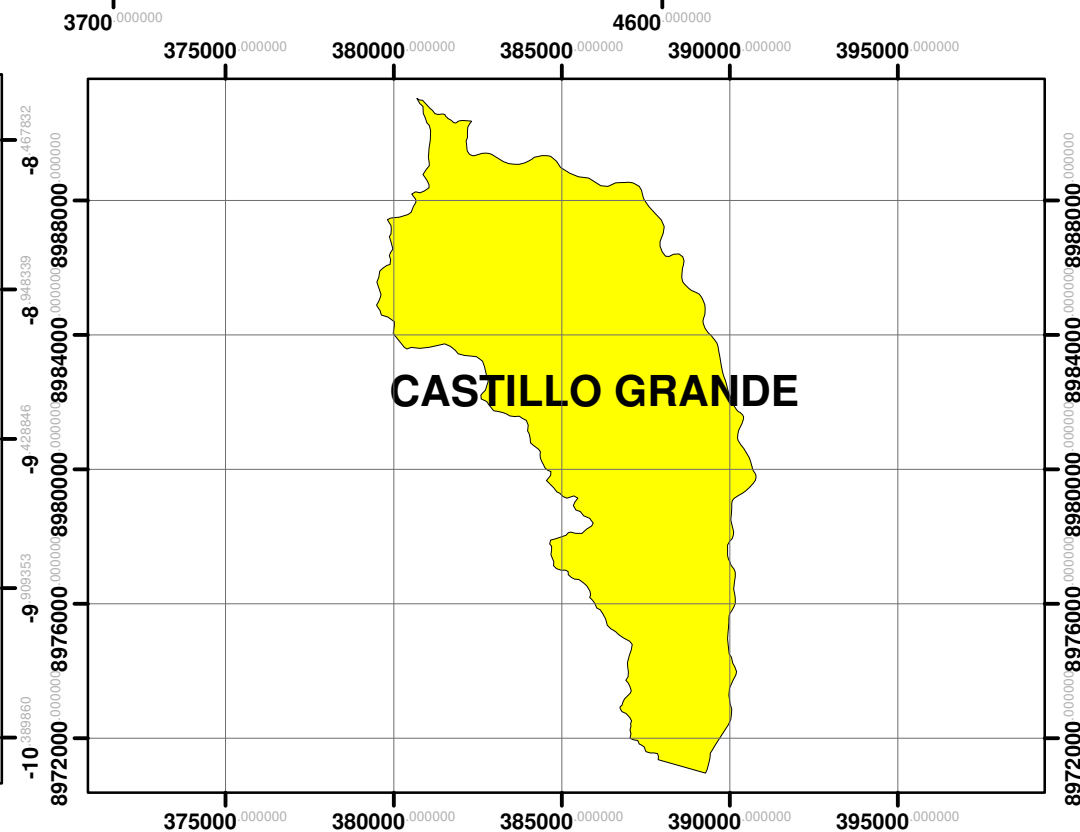
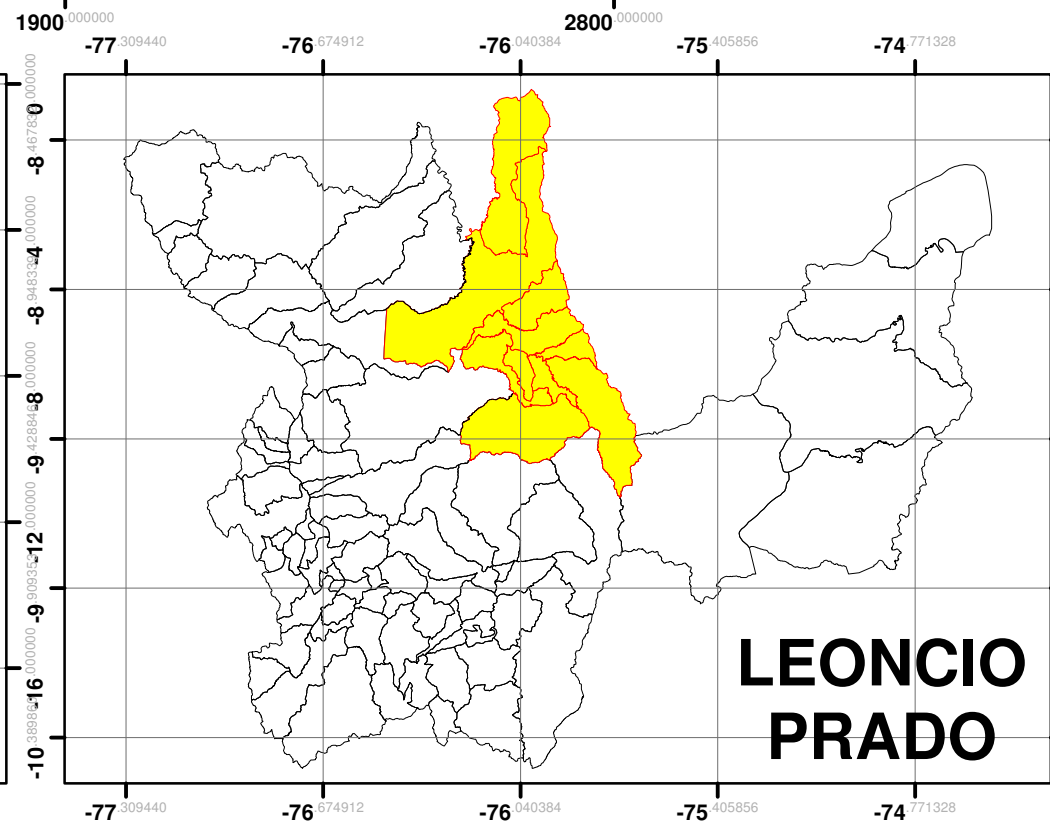
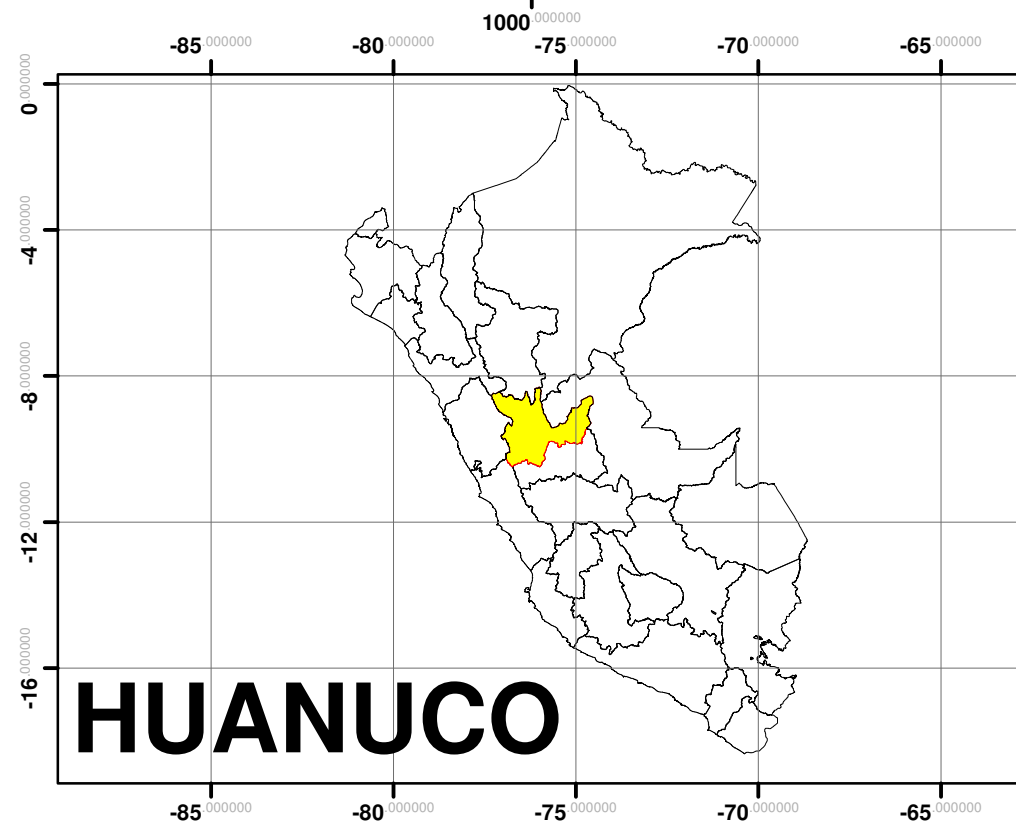
1000 000000 1900 000000 2800 000000 3700 000000 4600 000000



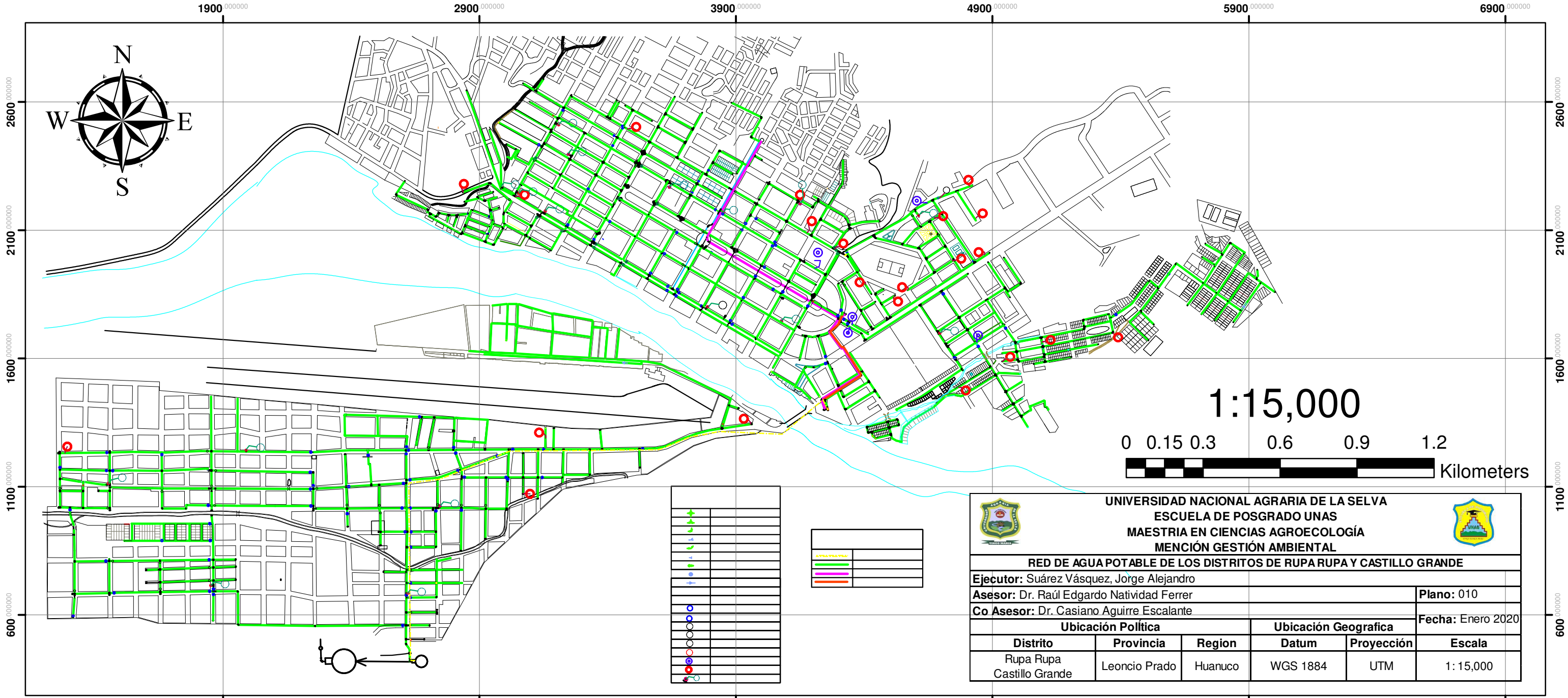
**1:12,400**



|  |                  |  |                             |                   |               |                          |  |
|--|------------------|--|-----------------------------|-------------------|---------------|--------------------------|--|
|  |                  | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA</b><br><b>ESCUELA DE POSGRADO UNAS</b><br><b>MAESTRIA EN CIENCIAS AGROECOLOGÍA</b><br><b>MENCION GESTIÓN AMBIENTAL</b> |                             |                   |               |                          |  |
| <b>RED DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE CASTILLO GRANDE</b> |                  |  |                             |                   |               |                          |  |
| <b>Ejecutor:</b> Suárez Vásquez, Jorge Alejandro           |                  |  |                             |                   |               | <b>Plano:</b> 009        |  |
| <b>Asesor:</b> Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer           |                  |  |                             |                   |               | <b>Fecha:</b> Enero 2020 |  |
| <b>Co Asesor:</b> Dr. Casiano Aguirre Escalante            |                  |  |                             |                   |               |                          |  |
| <b>Ubicación Política</b>                                  |                  |  | <b>Ubicación Geográfica</b> |                   |               |                          |  |
| <b>Distrito</b>  | <b>Provincia</b> | <b>Region</b>  | <b>Datum</b>                | <b>Proyección</b> | <b>Escala</b> |                          |  |
| Castillo Grande  | Leoncio Prado    | Huanuco  | WGS 1984                    | UTM               | 1:12,400      |                          |  |



# RED DE AGUA POTABLE DE LOS DISTRITOS DE RUPA RUPA Y CASTILLO GRANDE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 ESCUELA DE POSGRADO UNAS  
 MAESTRIA EN CIENCIAS AGROECOLOGÍA  
 MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL

**RED DE AGUA POTABLE DE LOS DISTRITOS DE RUPA RUPA Y CASTILLO GRANDE**

Ejecutor: Suárez Vásquez, Jorge Alejandro  
 Asesor: Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer  
 Co Asesor: Dr. Casiano Aguirre Escalante

Plano: 010  
 Fecha: Enero 2020

| Ubicación Política           |               |         | Ubicación Geográfica |            |           |
|------------------------------|---------------|---------|----------------------|------------|-----------|
| Distrito                     | Provincia     | Region  | Datum                | Proyección | Escala    |
| Rupa Rupa<br>Castillo Grande | Leoncio Prado | Huanuco | WGS 1884             | UTM        | 1: 15,000 |

