

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA  
CUENCA DEL RÍO PIURA DURANTE EL PERÍODO 2014 AL  
2016”**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER**

**LEYLA MARILU YOLANDA GUZMAN VELASQUEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**DRA. BLGA. CLAUDIA MABEL PALACIOS ZAPATA**

**PIURA – PERÚ**

**2018**

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA  
CUENCA DEL RÍO PIURA DURANTE EL PERÍODO 2014 AL  
2016”**

---

**LEYLA MARILU YOLANDA GUZMAN VELASQUEZ**

**BACHILLER**

---

**DRA. BLGA. CLAUDIA MABEL PALACIOS ZAPATA**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**PÁGINA DE FIRMAS**

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO PIURA DURANTE EL PERÍODO 2014 AL 2016”**

**APROBADO EN CONTENIDO Y ESTILO**

---

**MAG. ING. VÍCTOR GERARDO RUIDÍAS ÁLAMO**

**PRESIDENTE**

---

**MAG. ING. LUIS ÁNGEL VIGNOLO FARFÁN**

**MIEMBRO/SECRETARIO**

---

**MAG. ING. ANTIA RANGEL VEGA**

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Eduardo y Marilú que son mi fortaleza para seguir adelante, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para ser mejor cada día.

A mis hermanos Lalo y Ayrton por el cariño y apoyo que me brindan cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios y a la Virgen que siempre me acompañan. A mis padres, Eduardo y Marilú, las personas que más amo y me siento orgullosa. Ellos que siempre están ahí impulsándome a salir adelante y ser cada día mejor.

A mis hermanos, Ayrton y Lalo, que a pesar de todo, siempre han estado dispuestos a apoyarme en lo que necesitaba.

A mis tíos, Reyna, Lucero y Ramiro, que con cada palabra, preocupación y apoyo me motivan para ser mejor. Y como olvidar a mis maestros, que fueron mi guía durante cinco años de mi carrera.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	II
PÁGINA DE FIRMAS .....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE SIGLAS .....	XII
ÍNDICE DE CUADROS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XVI
RESUMEN EJECUTIVO .....	XVII
ABSTRACT .....	XVIII
INTRODUCCIÓN .....	19
CAPÍTULO I .....	21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.1.    DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	21
1.1.1.    Caracterización del Problema .....	21
1.1.1.1. Mundial .....	21
1.1.1.2. Nacional.....	22
1.1.1.3. Local .....	22
1.1.2.    Definición del Problema .....	23
1.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	23
1.2.1.    Problema Principal .....	23
1.2.2.    Problemas Secundarios .....	23
1.3.    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
1.3.1.    Objetivo General .....	24

1.3.2.	Objetivos Específicos .....	24
1.4.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
1.4.1.	Justificación de la investigación .....	24
1.4.1.1.	Justificación Teórica .....	24
1.4.1.2.	Justificación Metodológica .....	25
1.4.1.3.	Justificación Práctica .....	25
1.4.2.	Importancia de la investigación .....	25
1.5.	LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN .....	26
CAPÍTULO II .....		27
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN .....		27
2.1.	MARCO REFERENCIAL .....	27
2.1.1.	Antecedentes de la Investigación.....	27
2.1.1.1.	Internacionales .....	27
2.1.1.2.	Nacionales .....	28
2.1.1.3.	Locales .....	29
2.1.2.	Referencias Históricas .....	30
2.2.	MARCO LEGAL .....	31
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	33
2.4.	MARCO TEÓRICO .....	37
CAPÍTULO III .....		39
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....		39
3.1.	TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	39
3.1.1.	Tipo de la investigación.....	39
3.1.2.	Nivel de la Investigación.....	39
3.2.	MÉTODO .....	39
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	39

3.4.	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION .....	40
3.4.1.	Hipótesis General.....	40
3.4.2.	Hipótesis Específicas .....	40
3.5.	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.6.	COBERTURA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN .....	41
3.6.1.	Universo .....	41
3.6.2.	Población .....	41
3.6.3.	Muestra .....	41
3.6.4.	Muestreo .....	41
3.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN	41
3.7.1.	Técnicas.....	41
3.7.2.	Instrumentos .....	41
3.8.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	42
3.8.1.	Medidas Estadísticas .....	42
3.8.2.	Representación .....	42
CAPÍTULO IV.....		43
ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....		43
4.1.	PRESENTACION DE RESULTADOS .....	43
4.1.1.	Ubicación Geográfica de la Cuenca Piura.....	43
4.1.2.	Demarcación Hidrográfica.....	44
4.1.3.	Demarcación Política .....	44
4.1.4.	Demarcación Administrativa.....	47
4.1.5.	Unidades hidrográficas.....	47
4.1.5.1.	Sub Cuenca Chignia.....	47
4.1.5.2.	Sub Cuenca Huarmaca.....	47
4.1.5.3.	Sub Cuenca Pata – Pusmalca .....	48



4.1.5.4. Sub Cuenca Bigote.....	48
4.1.5.5. Sub Cuenca Corral del Medio.....	48
4.1.5.6. Sub Cuenca Las Gallegas .....	49
4.1.5.7. Sub Cuenca Charanal–Las Damas .....	49
4.1.5.8. Sub Cuenca Yapatera.....	49
4.1.5.9. Sub Cuenca Sancor.....	49
4.1.5.10. Sub Cuenca San Francisco- Carneros.....	50
4.1.5.11. Sub Cuenca Guarabo- Río Seco de Hualas.....	50
4.1.5.12. Sub Cuenca La Matanza – Totoritas.....	50
4.1.5.13. Sub Cuenca Tablazo Margen Izquierda .....	51
4.1.5.14. Sub Cuenca Bajo Piura .....	51
4.1.6. Zonificación de la Cuenca Piura.....	51
4.1.6.1. Zona Baja .....	52
4.1.6.2. Zona Media.....	52
4.1.6.3. Cuenca Alta .....	52
4.1.7. Climatología .....	52
4.1.7.1. Temperatura .....	56
4.1.7.2. Humedad Relativa .....	57
4.1.7.3. Evaporación.....	57
4.1.8. Aspectos Socioeconómicos .....	57
4.1.9. Aspectos Biológicos de la Cuenca Piura.....	59
4.1.9.1. Ecología.....	60
4.1.10. Análisis de los derechos de Uso de Agua.....	64
4.1.11. Uso actual del agua .....	65
4.1.11.1. Uso poblacional del Agua.....	65
4.1.11.2. Uso Pecuario.....	67

4.1.11.3. Uso Agrícola.....	68
4.1.11.4. Uso Acuícola y Pesquero .....	69
4.1.11.5. Uso energético .....	70
4.1.11.6. Uso Industrial .....	70
4.1.11.7. Uso Minero.....	71
4.1.11.8. Uso Recreativo.....	71
4.1.12. Demanda de Agua en la Cuenca .....	71
4.1.12.1. Demanda de Uso Poblacional de Agua .....	72
4.1.12.2. Demanda de Uso Pecuario .....	73
4.1.12.3. Demanda de Uso Agrícola .....	73
4.1.12.4. Demanda de Uso Acuicola y Pesquero.....	76
4.1.12.5. Demanda de Uso Energético .....	76
4.1.12.6. Demanda de Uso Industrial.....	77
4.1.12.7. Demanda de Uso Minero .....	77
4.1.12.8. Demanda de Uso Recreativo .....	77
4.1.12.9. Demanda de Uso Medio Ambiental.....	78
4.1.13. Calidad de Agua de la Cuenca Piura .....	79
4.1.13.1. Monitoreo realizado en el año 2011 .....	80
4.1.13.2. Monitoreo realizado en el año 2012 .....	80
4.1.13.3. Monitoreo realizado en el año 2013 .....	81
4.2.    ANALISIS DE LOS MONITOREOS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PIURA DURANTE EL PERIÓDO 2014 AL 2016 .....	81
4.2.1.    Monitoreo realizado en el año 2014 .....	85
4.2.1.1. PARÁMETROS QUE EXCEDEN LOS ECA .....	85
4.2.1.2. PUNTOS DE MONITOREO QUE EXCEDEN LOS ECA .....	89
4.2.2.    Monitoreo realizado en el año 2015 .....	92

4.2.2.1. PARÁMETROS QUE EXCEDEN LOS ECA .....	92
4.2.2.2. PUNTOS DE MONITOREO QUE EXCEDEN EL ECA .....	96
4.2.3. Monitoreo realizado en el año 2016 .....	97
4.2.3.1. PARÁMETROS QUE EXCEDEN EL ECA .....	97
4.2.3.2. PUNTOS DE MONITOREO QUE EXCEDEN EL ECA .....	101
4.3. ANALISÍS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PIURA DURANTE EL PERIÓDO 2014 AL 2016 .....	105
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	106
4.4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUE EXCEDEN EL ECA DURANTE EL PERIODO EVALUADO .....	106
4.4.1.1. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO .....	106
4.4.1.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES .....	107
4.4.1.3. ALUMINIO .....	108
4.4.1.4. ARSÉNICO .....	109
4.4.1.5. HIERRO.....	109
4.4.1.6. FÓSFORO .....	110
4.4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO QUE EXCEDEN EL ECA AGUA DURANTE EL PERIODO EVALUADO.....	111
4.4.3. IDENTIFICACIÓN DEL AÑO DE MAYOR CONTAMINACIÓN	116
4.5. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS.....	117
CONCLUSIONES .....	119
RECOMENDACIONES .....	121
BIBLIOGRAFIA .....	123
LINCOGRAFIA.....	126
ANEXOS .....	128

## ÍNDICE DE SIGLAS

<b>ANA</b>	: Autoridad Nacional del Agua
<b>FAO</b>	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
<b>OEFA</b>	: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
<b>MINAM</b>	: Ministerio del Ambiente
<b>ECA</b>	: Estándar de Calidad Ambiental
<b>OMS</b>	: Organización Mundial de la Salud
<b>WWAP</b>	: Programa Mundial de Evaluación de Recursos Hídricos
<b>ALA</b>	: Autoridad Local del Agua
<b>AAA</b>	: Autoridad Administrativa del Agua
<b>INEI</b>	: Instituto Nacional de Estadística
<b>MINAGRI</b>	: Ministerio de Agricultura y Riego
<b>DCPRH</b>	: Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos
<b>INRENA</b>	: Instituto Nacional de Recursos Naturales
<b>PMGRH</b>	: Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos
<b>JASS</b>	: Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento
<b>DREM</b>	: Dirección Regional de Energía y Minas
<b>INDECOPI</b>	: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA PIURA.....	44
CUADRO 2: COMUNIDADES CAMPESINAS DE LA CUENCA PIURA .....	58
CUADRO 3: ZONAS DE VIDA EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA DEL RÍO PIURA.....	61
CUADRO 4: USO POBLACIONAL DE AGUA EN EL SISTEMA MEDIO Y BAJO PIURA.....	67
CUADRO 5: LICENCIAS POBLACIONALES.....	67
CUADRO 6: RESUMEN DE USOS EXISTENTES (LICENCIAS) EN LA CUENCA PIURA.....	71
CUADRO 7: DEMANDA DE AGUA PARA USO ENERGÉTICO AL AÑO 2014 .....	76
CUADRO 8: PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA PIURA.....	82
CUADRO 9: PARÁMETROS EVALUADOS.....	84
CUADRO 10: PARÁMETROS DEL AÑO 2014 QUE EXCEDEN EL ECA .....	85
CUADRO 11: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO QMINA1 – AÑO 2014 .....	89
CUADRO 12: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO QMINA1 – AÑO 2014 .....	90
CUADRO 13: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RPIUR2 – AÑO 2014 .....	90
CUADRO 14: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RBIGO1 – AÑO 2014 .....	91
CUADRO 15: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RCORR1 – AÑO 2014 .....	91
CUADRO 16: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO QSFRANC – AÑO 2014 .....	91
CUADRO 17: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RPIUR4 – AÑO 2014 .....	92
CUADRO 18: PARÁMETROS DEL AÑO 2015 QUE EXCEDEN EL ECA .....	92

CUADRO 19: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO QMINA1 – AÑO 2015 .....	96
CUADRO 20: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RCANC2 – AÑO 2015 .....	96
CUADRO 21: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RCORR1 – AÑO 2015 .....	97
CUADRO 22: PARÁMETROS DEL AÑO 2016 QUE EXCEDEN EL ECA .....	97
CUADRO 23: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO QMINA1 – AÑO 2016 .....	102
CUADRO 24: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RCANC2 – AÑO 2016 .....	102
CUADRO 25: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RPIUR2 – AÑO 2016 .....	102
CUADRO 26: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RBIGO1 – AÑO 2016 .....	103
CUADRO 27: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RCORR1 – AÑO 2016 .....	103
CUADRO 28: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RPIUR3 – AÑO 2016 .....	104
CUADRO 29: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO RPIUR4 – AÑO 2016 .....	104
CUADRO 30: CUADRO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO PIURA DEL 2014 AL 2016.....	105
CUADRO 31: COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO PIURA 2014 AL 2016 .	112
CUADRO 32: PARÁMETROS DEL AÑO 2014 QUE EXCEDEN EL ECA .....	113
CUADRO 33: PARÁMETROS DEL AÑO 2015 QUE EXCEDEN EL ECA .....	114
CUADRO 34: PARÁMETROS DEL AÑO 2016 QUE EXCEDEN EL ECA .....	115
CUADRO 35: PARÁMETROS EXCEDIDOS POR CADA AÑO .....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: UBICACIÓN POLITICA DE LA CUENCA .....	46
FIGURA 2: MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS .	55
FIGURA 3: MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA PIURA .....	83

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: DQO – AÑO 2014 .....	86
GRÁFICO 2: COLIFORMES TERMOTOLERANTES – AÑO 2014.....	86
GRÁFICO 3: ALUMINIO – AÑO 2014 .....	87
GRÁFICO 4: ARSÉNICO – AÑO 2014 .....	87
GRÁFICO 5: HIERRO – AÑO 2014 .....	88
GRÁFICO 6: FÓSFORO TOTAL – AÑO 2014 .....	88
GRÁFICO 7: DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO – AÑO 2015 .....	93
GRÁFICO 8: COLIFORMES TERMOTOLERANTES – AÑO 2015.....	93
GRÁFICO 9: ALUMINIO – AÑO 2015.....	94
GRÁFICO 10: ARSÉNICO – AÑO 2015 .....	94
GRÁFICO 11: HIERRO – AÑO 2015 .....	95
GRÁFICO 12: FÓSFORO TOTAL.....	95
GRÁFICO 13: DQO – AÑO 2016 .....	98
GRÁFICO 14: FÓSFORO TOTAL – AÑO 2016.....	99
GRÁFICO 15: COLIFORMES TERMOTOLERANTES – AÑO 2016.....	99
GRÁFICO 16: ALUMINIO – AÑO 2016.....	100
GRÁFICO 17: ARSÉNICO – AÑO 2016 .....	100
GRÁFICO 18: HIERRO – AÑO 2016 .....	101
GRÁFICO 19: DQO DEL AÑO 2014 AL 2016.....	107
GRÁFICO 20: COLIFORMES TERMOTOLERANTES DEL AÑO 2014 AL 2016 .....	108
GRÁFICO 21: CONCENTRACIÓN DE ALUMINIO DEL AÑO 2014 AL 2016	108
GRÁFICO 22: CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO DEL AÑO 2014 AL 2016	109
GRÁFICO 23: CONCENTRACIÓN DE HIERRO DEL AÑO 2014 AL 2016 ...	110
GRÁFICO 24: FÓSFORO DEL AÑO 2014 AL 2016 .....	111



## **RESUMEN EJECUTIVO**

Cada año la Autoridad Nacional del Agua realiza un monitoreo de la calidad de agua de la cuenca del Río Piura, detallando que se encuentra muy contaminada. Lo que no proporciona es una comparación de cómo ha avanzado o disminuido la contaminación del agua en la cuenca del Río Piura durante el periodo 2014 al 2016.

La presente investigación se centra básicamente en la realización de un análisis comparativo de la calidad de agua de la cuenca del Río Piura durante los años 2014, 2015 y 2016. Teniendo como objetivos: Hacer un exhaustivo análisis comparativo de la calidad de agua de la cuenca del Río Piura durante el año 2014 al 2016, conocer el parámetro que produce mayor contaminación del agua en la cuenca del Río Piura, durante el periodo del 2014 al 2016 e identificar el año de mayor contaminación del agua de la cuenca del Río Piura, en el periodo evaluado.

Este trabajo se realiza mediante el análisis de información proporcionada por la Autoridad Nacional del Agua.

## **ABSTRACT**

Each year, the National Water Authority conducts a monitoring of the water quality of the Piura River basin, detailing how polluted the water in this basin is. There is no comparison of how water pollution has advanced or decreased in the Piura River Basin during 2014 to 2016.

The present research is basically focused on the performance of a comparative analysis of the water quality of the Río Piura basin during the years 2014, 2015 and 2016. With the following objectives: To make an exhaustive comparative analysis of the water quality of the basin From the Piura River during 2014 to 2016, to know the parameter that produces the greatest water pollution in the Piura River basin during the period from 2014 to 2016 and identify the year of mayor water pollution in the basin of the Piura River, In the period evaluated.

This work is done by analyzing the information provided by the National Water Authority.

## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es una característica de vital trascendencia en el consumo humano y uso agrícola e industrial, de ahí que su preservación y manejo debe ser una constante preocupación de usuarios y autoridades.

La cantidad y calidad de agua para consumo humano son factores indispensables para el desarrollo sustentable de la humanidad, debe ser proporcionada a cada habitante del planeta como un derecho humano. Lamentablemente, la calidad del agua del mundo está cada vez más amenazada con el aumento de la población, la expansión de las actividades industriales y agrícolas, mientras que el cambio climático amenaza con alterar el ciclo hidrológico global.

La situación de los ríos en el mundo simboliza la crisis del agua dulce que desde hace muchos años aqueja a nuestro planeta. Más de la mitad de los ríos del mundo están contaminados.

Un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señala que, a nivel nacional se observa la disminución de la calidad del agua. Esto a causa de los vertimientos de la industria, la minería ilegal (pequeña minería) y los pasivos ambientales localizados en las nacientes de las

cuencas, así como, por las aguas utilizadas por las municipalidades y la agricultura.

En Piura tenemos dos grandes ríos, los cuales se encuentran con un alto grado de contaminación. Río Chira que se encuentra contaminado debido a las aguas servidas de los miles de domicilios de Sullana y distritos que van directamente a esta fuente de agua y por otro lado tenemos el Río Piura.

El estado de la calidad de agua en la parte alta y media de la cuenca del Río Piura también se encuentra alterado con la presencia de coliformes termotolerantes que superan los estándares de calidad ambiental de agua para el consumo directo.

Ríos contaminados, autoridades haciéndose de la vista gorda y toda una población indiferente ante la contaminación de sus aguas naturales.

El área de estudio corresponde a la cuenca del Río Piura, donde si se realizan los monitoreos de este recurso natural, sin embargo no existe un análisis comparativo de la calidad de agua en un periodo determinado, en este caso analizaremos los años 2014, 2015 y 2016.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

##### **1.1.1. Caracterización del Problema**

###### **1.1.1.1. Mundial**

A medida que crece la población, aumenta también el número de países que enfrentan condiciones de escasez de agua y deterioro de su calidad. La cual afecta el bienestar de la población mundial. La disminución de agua dulce en adecuada calidad y cantidad está surgiendo como uno de los problemas más críticos que enfrenta la humanidad, el gran problema de contaminación afecta significativamente su calidad.

La situación de los ríos en el mundo simboliza la crisis del agua dulce que desde hace muchos años aqueja a nuestro planeta.

Según el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), el Río De La Plata ubicado entre Argentina y Uruguay es uno de los más importantes de América y es el tercer río más contaminado del mundo. Bacterias como enterococos y escherichia coli se acumulan en este, a lo que se suma la presencia de metales pesados como cromo y plomo.

### **1.1.1.2. Nacional**

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) somos el 8° país del mundo en reservas de agua dulce (2% del planeta), sin embargo la calidad del servicio de agua y saneamiento es muy deficiente.

Un estudio efectuado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en 129 de las 159 cuencas hídricas del país permitió conocer que todos los ríos analizados están contaminados, en diversos sectores, con coliformes termotolerantes (fecales) y metales pesados.

Los principales ríos contaminados son el Chumbao, Chincheros y Santos Tomás (Apuímac), Ragra (Pasco), Lurín, Mala y Cañete (Lima), Santa (Áncash), Chira (Piura), Virú (La Libertad), Nanay e Itaya (Loreto), Huallaga (San Martín) y Tumbes. Todos presentan altos niveles de coliformes.

### **1.1.1.3. Local**

La cuenca del Río Piura se encuentra en situación crítica debido a la contaminación.

Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) el Río Piura ha sufrido una degradación en su entorno ambiental reflejándose en el deterioro de la calidad debido a las continuas descargas de aguas residuales domésticas, hospitalarias e industriales, a la libre disposición de residuos sólidos en su cauce, trayendo como consecuencia la acumulación de sustancias tóxicas que alteran la calidad química y física de las aguas del Río Piura, de sus riberas y lecho, y ponen en grave riesgo la salud y la vida de los pobladores.

### **1.1.2. Definición del Problema**

EL Río Piura presenta un alto grado de contaminación a lo largo de toda su cuenca, desde la parte alta hasta la parte baja, se encuentra alterado con la presencia de coliformes termotolerantes que superan los estándares de calidad ambiental de agua.

Esto se produce debido a las aguas residuales domésticas, hospitalarias e industriales. Así como también a los arrastres de lluvias, fertilizantes y residuos sólidos

Estos vertimientos producen la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, afectando directamente el ecosistema natural, como su fauna, su flora y causando impactos ambientales negativos para la salud y bienestar de la comunidad piurana en su conjunto.

Por lo expuesto, se debe considerar tal situación como crítica debido a que este recurso es usado para consumo humano; así como para actividades agrícolas básicamente riego de cultivos de tallo corto como hortalizas y frutales.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema Principal**

¿Existe un análisis comparativo de la calidad del agua de la cuenca del Río Piura en el periodo 2014 al 2016?

### **1.2.2. Problemas Secundarios**

**PE<sub>1</sub>** ¿Cuáles son los parámetros que producen mayor contaminación del agua en la Cuenca del Río Piura, durante el periodo del 2014 al 2016?

**PE<sub>2</sub>** ¿Cuáles son los puntos de monitoreo donde existe mayor contaminación del agua en la cuenca del Río Piura, durante el periodo del 2014 al 2016?

**PE<sub>3</sub>** ¿Cuál es el año de mayor contaminación del agua de la cuenca del Río Piura, en el periodo evaluado?

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Realizar el análisis comparativo de la calidad del agua de la cuenca del Río Piura, durante el periodo 2014 al 2016.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

**OE<sub>1</sub>** Conocer los parámetros que producen mayor contaminación del agua en la cuenca del Río Piura, durante el periodo del 2014 al 2016.

**OE<sub>2</sub>** Identificar los puntos de monitoreo donde existe mayor contaminación del agua en la cuenca del Río Piura, durante el periodo del 2014 al 2016.

**OE<sub>3</sub>** Identificar el año de mayor contaminación del agua de la cuenca del Río Piura, en el periodo del 2014 al 2016.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Justificación de la investigación**

##### **1.4.1.1. Justificación Teórica**

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente, el parámetro y el año de mayor contaminación durante el periodo evaluado (2014 al 2016).

Cuyos resultados nos darán a conocer en qué estado de contaminación se encuentra la cuenca del Río Piura y como se



viene deteriorando su calidad, sirviendo esto como aporte a las ciencias ambientales.

#### **1.4.1.2. Justificación Metodológica**

Se realizará el análisis de datos, este es un proceso que consiste en inspeccionar y transformar datos con el objetivo de resaltar información útil.

Este examina datos en bruto con el propósito de sacar conclusiones sobre la información. El análisis de datos se centra en la inferencia, el proceso de derivar una conclusión basándose solamente en lo que conoce el investigador.

#### **1.4.1.3. Justificación Práctica**

La presente investigación “*Análisis Comparativo de la Calidad de Agua de la Cuenca del Río Piura durante el Periodo 2014 al 2016*” se realiza porque existe la necesidad de conocer los valores de contaminación de la cuenca del Río Piura durante tres años consecutivos. Asimismo es importante conocer la calidad de agua que nos ofrece esta cuenca, que viene siendo afectada por los vertimientos de aguas residuales y metales pesados de las actividades poblacionales e industriales.

#### **1.4.2. Importancia de la investigación**

El presente trabajo contribuirá con un valioso aporte a la Ciencia Ambiental, por esta razón se presenta este proyecto de tesis relacionado al tema de cuencas, el cual a su vez tiene relación con el medio ambiente y servirá como aporte para el mejoramiento del desarrollo tanto local, regional como nacional.

Asimismo esta investigación es importante para tener un conocimiento claro del deterioro de la calidad de agua en los

últimos años de la cuenca del Río Piura y de su vistosa contaminación y alteración de los parámetros ECA.

#### **1.5. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación podría estar limitada por la no disponibilidad oportuna de la información relacionada al tema la cual sería proporcionada por las instituciones y/u organismos especializados (ANA, Proyecto Especial Chira Piura, Junta de Usuarios)

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1.1. Antecedentes de la Investigación**

##### **2.1.1.1. Internacionales**

Según Olivares Calzado, Naranjo López, López del Castillo y Morell Bayard de la Unidad Básica de Proyectos e Investigaciones de Santiago de Cuba, Cuba. (2012) con su investigación: “Valoración de la calidad del agua del Río San Juan de Santiago de Cuba asociado a un foco de contaminación industrial”, pudieron darse cuenta del grado de contaminación del río San Juan, mediante muestreos de macroinvertebrados bentónicos y mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua.

El muestreo se realizó en dos localidades: A y B; la localidad A ubicada aguas arriba del foco de contaminación y la localidad B

ubicada aguas abajo del foco de contaminación. Tomándose como foco de contaminación la empresa de Combinado de lácteos de Santiago de Cuba.

Los resultados mostraron una elevada concentración de coliformes fecales en ambas localidades asimismo los análisis de la localidad B aguas abajo, arrojaron una gran concentración de cloruros, nitritos, nitratos, amoníaco y un alto nivel de turbiedad, producto del vertimiento del combinado lácteo al río.

Los investigadores llegaron a la conclusión que el impacto sobre el río San Juan en Cuba es demasiado alto y estas aguas están siendo afectadas tanto por el combinado lácteo como por la misma población.

#### **2.1.1.2. Nacionales**

En un monitoreo realizado por la Autoridad Nacional del Agua en el año 2011, de calidad de aguas de la Cuenca Quilca-chili en Arequipa, se realizaron los siguientes análisis: físicos, químicos y microbiológicos; para la categoría 1-A2 "Poblacional y Recreacional, donde se encontraron concentraciones de aluminio ligeramente elevadas en la Cuenca del río Chili. Se presentaron altas concentraciones de Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, DBO5, DQO. Aceites y Grasas, debido a las descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento.

En tal ocasión concluyeron que la contaminación del Rio Chili se debe a los vertimientos por parte de la Escuela Técnica PNP y de los centros recreativos cercanos a este. Además de la existencia de botaderos de residuos sólidos y del desarrollo de actividades agropecuarias.

### 2.1.1.3. Locales

- En el “Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chira – Piura” elaborada por la consultora INCLAM Ingeniería del Agua y el Centro de Investigación Social y Educación Popular ALTERNATIVA (Agosto 2012) se concluye lo siguiente:

Los valores que superan los ECA en el monitoreo, son el aluminio, hierro, manganeso y, en menor medida, el níquel, pero el parámetro que más contamina en la Cuenca Chira-Piura es el de coliformes termotolerantes, es decir estas aguas no están aptas para el riego ni para el consumo sin previo tratamiento.

Estos valores fueron más elevados en la parte baja de la cuenca y los principales causantes de esta contaminación es la población debido deficiencias sanitarias que tienen.

- En el trabajo de investigación “Diagnóstico de la calidad de agua superficial en la cuenca del Río Piura en las localidades de la Afiladera, Ocoto Bajo y el Papayo - Departamento de Piura”, realizado por Lourdes Karolina Montalban Nima (Octubre 2016), en el cual la investigadora realiza monitoreos de la calidad de agua en tres localidades.

Este monitoreo le permitió comprobar la presencia de contaminantes que limitan el uso del recurso hídrico, dañando y destruyendo nuestros ecosistemas de agua dulce. La localidad de la Afiladera sobrepasa el parámetro de aceites y grasas, así como también el de coliformes, mientras que en el caso de Ocoto bajo y el Papayo sobrepasan los parámetros de PH concluyendo que una de las principales razones de contaminación de los puntos de monitoreo en la localidad de La Afiladera, Ocoto Bajo y El Papayo, son el vertimiento de residuos sólidos y aguas residuales domésticas; además de no contar con un sistema de alcantarillado.

### 2.1.2. Referencias Históricas

❖ Un artículo publicado por Javier Doménech en la revista El Sevier en noviembre del 2002 nos habla que la contaminación que puede sufrir el agua por vertidos inadecuados va a ser, independiente de su origen urbano, industrial o agrícola, principalmente de tipo biológico o químico. Contaminación biológica: son tres los grupos de microorganismos que se pueden encontrar frecuentemente en el agua contaminada: virus, bacterias y protozoos; y cuatro los tipos de enfermedad de transmisión hídrica: las transmitidas a través del agua, las relacionadas con la higiene y el agua, las producidas por contacto con el agua y las transmitidas por vectores de hábitat acuático. Contaminación química: puede ser provocada por componentes orgánicos o inorgánicos, y su descripción y clasificación es extensa.

❖ Revista Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia Colombia cuyos autores: Briñez A, Karol J.; Guarnizo G, Juliana C.; Arias V., Samuel A en el año 2012 publicaron sobre la calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. Como indicador de contaminación del agua, se encontró la presencia de coliformes y *Escherichia coli* en 13 municipios, entendiendo que según la normatividad estas son las características con mayor puntaje de evaluación en el IRCA (Índice de Riesgo de Calidad de Agua).

❖ Un artículo de la OMS publicado en el año 2014 por Christine Marie George, Laura Sima, M Helena Jahuiria Arias, Jana Mihalic, Lilia Z Cabrera, David Danz, William Checkley & Robert H Gilman. Revela que hay presencia de arsénico por encima del límite establecido por la Organización Mundial de la

Salud (OMS) en el agua potable en algunos distritos de Perú, lo cual supone una amenaza para la salud pública que requiere mayor investigación y acción.

## **2.2. MARCO LEGAL**

La presente investigación se sustenta en la normatividad vigente establecido para la gestión de los recursos hídricos en el Perú.

### **MAXIMA LEY**

❖ **Constitución Política del Perú** (1993); Capítulo II Del Ambiente y los Recursos Naturales Art. 2º inc.22º, 66º, 67º, 68º, 69º.

### **LEYES**

- ✓ **Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338**, regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta.
- ✓ **Decreto Supremo. N° 001-2010-AG**, Aprueba el Reglamento de la Ley de Recurso Hídricos.
- ✓ **Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA**, que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- ✓ **Resolución Jefatural N° 030-2016-ANA**, que aprueba la Clasificación de Cuerpos de Agua Marino-Costeros.

- ✓ **Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM**, Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua- ECA y establecen disposiciones complementarias para su aplicación.
- ✓ **Decreto Supremo N° 006-2010-AG**, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- ✓ **Resolución Jefatural N° 202-2011 O-ANA**, que aprueba la clasificación de Cuerpos de Aguas Superficiales y Marino - Costeros.
- ✓ **Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA**, que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial.
- ✓ **Decreto Supremo N° 001-2010-AG** del 24 de marzo de 2010, aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos”, a través del cual establece el artículo 126° referido al Protocolo para el Monitoreo de la Calidad de las Aguas, que la Autoridad Nacional del Agua deberá aprobar.
- ✓ **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM** de fecha 31 de julio de 2008, aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- ✓ **Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM** del 19 de diciembre de 2009, aprueba Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental.



- ✓ **Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA** del 22 de marzo de 2010, aprueba la Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marinos.
- ✓ **Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE** publicado el 30 de abril de 2008, aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de harina y acetite de pescado y normas complementarias.
- ✓ **Decreto Supremo N° 037-2008-PCM**, publicado el 14 de mayo de 2008, establecen Límites Máximos Permisibles de efluentes líquidos para el Subsector Hidrocarburos.
- ✓ **Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM** publicado del 17 de marzo de 2010, aprueba LMP para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.
- ✓ **Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM** publicado el 21 de agosto de 2010, aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades Minero-Metalúrgicas.

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **CUENCA HIDROGRÁFICA:**

Una cuenca hidrográfica es toda el área de terreno que contribuye al flujo de agua en un río o quebrada. También se conoce como el área de captación o área de terreno de donde provienen las aguas de un río, quebrada, lago, laguna, humedal, estuario, embalse, acuífero, manantial o pantano.

En la cuenca hidrográfica, se distinguen por lo general tres sectores característicos: alto, medio y bajo, los cuales en función a las características topográficas del medio pueden influir en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos.

#### CONTAMINACIÓN:

Presencia en el ambiente de cualquier agente químico, físico o biológico nocivos para la salud o el bienestar de la población, de la vida animal o vegetal. Esta degradación del medio ambiente por un contaminante externo puede provocar daños en la vida cotidiana del ser humano y alterar las condiciones de supervivencia de la flora y la fauna.

#### MONITOREO:

Es un proceso de control continuo que requiere procedimientos, con la finalidad de identificar problemas y requerimientos, y tomar las medidas necesarias para alcanzar los resultados esperados.

#### AGUAS SUPERFICIALES:

Son aquellas que se encuentran sobre la superficie del suelo. Esta se produce por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas.

Pueden presentarse en forma correntosa, como en el caso de corrientes, ríos y arroyos, o quietas si se trata de lagos, reservorios, embalses, lagunas, humedales, estuarios, océanos y mares.

#### CALIDAD DE AGUA:

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. Se utiliza con mayor

frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra los cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable.

#### AGUAS RESIDUALES:

Se consideran aguas residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios).

Las aguas residuales son el resultado del uso doméstico o industrial del agua, son llamadas también negras o cloacales. El agua usada constituye un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente adquieren.

#### ECAAs AGUA:

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

#### DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO:

La DQO es “la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en dióxido de carbono y agua”. La DQO se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l). Cuanto mayor es la DQO más contaminante es la muestra.

#### DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO:

La demanda biológica de oxígeno o demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de dioxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida.

Es la materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación

#### MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA:

Es aquella evaluación que se le hace al agua para verificar si la calidad del recurso cumple con las condiciones para los usos requeridos.

#### METALES PESADOS:

Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua destacamos mercurio, níquel, cobre, plomo y cromo.

El incremento de concentración en las aguas de estos compuestos se debe principalmente a contaminación puntual de origen industrial o minero.

#### ARSÉNICO:

El arsénico es un elemento natural de la corteza terrestre; ampliamente distribuido en todo el medio ambiente, está presente en el aire, el agua y la tierra. En su forma inorgánica es muy tóxico. El arsénico está presente de forma natural en niveles altos en las aguas subterráneas de varios países. Su mayor amenaza para la salud pública reside en la utilización de agua contaminada para beber, preparar alimentos y regar cultivos alimentarios.

#### HIERRO:

El hierro o fierro es un elemento químico de número atómico 26 situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Fe (del latín fĕrrum)<sup>1</sup> y tiene una masa atómica de 55,6 u.

#### FÓSFORO:

El fósforo es un elemento químico de número atómico 15 y símbolo P. El nombre proviene del griego φῶς [*fos*] 'luz' y φόρος [*foros*] 'portador'. Es un no metal multivalente perteneciente al grupo del nitrógeno (Grupo 15 (VA): nitrogenoideos)

#### COLIFORMES FECALES O TERMOTOLERANTES:

Es un grupo de bacterias que resisten altas temperaturas y que se encuentran casi exclusivamente en las heces de personas y animales, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Entre los coliformes más importantes se encuentra la E.coli, enterobacter, klebsiella y citrobacter. El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana en el agua

## 2.4. MARCO TEÓRICO

*Según el 3<sup>er</sup> Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo «El agua en un mundo en constante cambio». WWAP, 2009.* Por contaminación se entiende generalmente una presencia de sustancias químicas o de otra naturaleza en concentraciones superiores a las condiciones naturales. Entre los contaminantes más importantes se encuentran los microbios, los nutrientes, los metales pesados, los químicos orgánicos, aceites y sedimentos; el calor también puede ser un agente contaminante, al elevar la temperatura del agua. Los contaminantes constituyen la principal causa de la degradación de la calidad de agua en el mundo.

*En una conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo de 2015, se expresó: "Para abordar los retos relacionados con el agua es necesario cambiar la forma en que evaluamos, gestionamos y utilizamos nuestros recursos hídricos. El progreso exige la participación de una amplia*

gama de actores de la sociedad, forzándolos a incorporar el agua a sus procesos de toma de decisiones y respuestas”

*Según un estudio realizado por Veolia y el IFPRI (2015): “Se prevé que el deterioro de la calidad del agua aumente rápidamente en los próximos decenios, lo que, a su vez, aumentará los riesgos para la salud humana, el desarrollo económico y los ecosistemas”*

*Según Ban Ki-moon, Secretario General de Naciones Unidas: “Nuestros indispensables recursos hídricos han demostrado tener una gran capacidad de recuperación, pero son cada vez más vulnerables y están más amenazados. A fin de obtener el agua que necesita para la alimentación, las materias primas y la energía, nuestra población creciente tiene que competir cada vez más con la demanda de agua de la propia naturaleza para sostener unos ecosistemas en grave peligro, así como los servicios de los que dependemos. Un día tras otro vertemos millones de toneladas de aguas residuales sin tratar y de desechos industriales y agrícolas en los sistemas hídricos del mundo. El agua limpia escasea y escaseará aún más a medida que avance el cambio climático. Y los pobres son las primeras y mayores víctimas de la contaminación, de la escasez de agua y de la falta de un saneamiento adecuado”*

## **CAPÍTULO III**

### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

#### **3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. Tipo de la investigación**

Descriptiva y de análisis.

##### **3.1.2. Nivel de la Investigación**

Descriptiva y explicativa.

#### **3.2. MÉTODO**

Analítico.

#### **3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

No Experimental.

### **3.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION**

#### **3.4.1. Hipótesis General**

La elaboración del análisis comparativo de la calidad de agua superficial en la cuenca del Río Piura en el periodo del 2014 al 2016, en el Departamento de Piura permitirá determinar la situación actual de la calidad de agua en el ámbito de influencia de la cuenca.

#### **3.4.2. Hipótesis Específicas**

**HE<sub>1</sub>** El conocer los parámetros que produce mayor contaminación del agua en la cuenca del Río Piura, durante el periodo del 2014 al 2016, nos permitirá proponer alternativas de solución para mejorar la calidad del agua.

**HE<sub>2</sub>** Al identificar los puntos de mayor contaminación del agua en la cuenca del Río Piura, durante el periodo del 2014 al 2016, se podrá hacer una mejor gestión de la calidad del agua.

**HE<sub>3</sub>** La identificación del año de mayor contaminación del agua de la cuenca del Río Piura, en el periodo evaluado, nos dará a conocer la época de mayor riesgo ambiental.

### **3.5. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**

#### **Variable Independiente:**

Análisis comparativo de la calidad de agua superficial en la cuenca del Río Piura en el periodo del 2014 al 2016.

#### **Variable Dependiente**

Situación actual de la calidad de agua en el ámbito de influencia de la cuenca.



## **3.6. COBERTURA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.6.1. Universo**

Departamento de Piura

### **3.6.2. Población**

La población corresponde a las personas que habitan en las provincias de: Piura, Morropón, Sechura, Ayabaca y Huancabamba.

### **3.6.3. Muestra**

Distrito de Piura, Castilla, Catacaos, La Arena, La Unión, Cura Mori, El Tallan, Tambogrande, Chulucanas, Buenos Aires, Chalaco, La Matanza, Santo Domingo, Santa Catalina de Mossa, Morropón, San Juan de Bigote, Salitral, Yamango, Sechura, Bernal, Rinconada Llicuar, Bellavista de la Unión, Cristo Nos Valga, Vice, Frías, Canchaque, Huarmaca, San Miguel del Faique y Lalaquí.

### **3.6.4. Muestreo**

Monitoreos de la calidad de agua de la cuenca Piura

## **3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN**

### **3.7.1. Técnicas**

- Investigación documental
- Recopilación de información
- Análisis de la información

### **3.7.2. Instrumentos**

- Documentación
- Resultados de los monitoreos de la calidad del agua de la Autoridad Nacional Agua del año 2014 al 2016
- Revisión de documentos

- Recopilación de información por internet
- Estándares Calidad Agua para el recurso hídrico

### **3.8. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

#### **3.8.1. Medidas Estadísticas**

Dada la naturaleza de la presente investigación no se recurrirá a medida estadística alguna.

#### **3.8.2. Representación**

Se realizará los análisis comparativos de los resultados de los monitoreos de calidad del agua de la Cuenca del Río Piura realizados en el periodo 2014 al 2016.

## **CAPÍTULO IV**

# **ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1. PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **4.1.1. Ubicación Geográfica de la Cuenca Piura**

La cuenca del Río Piura ocupa una superficie de 10 872 Km<sup>2</sup> y se ubica en la Costa Norte del Perú en el Departamento de Piura, comprendida entre las coordenadas geográficas 4°41' y 5°49' de latitud sur y los meridianos 79°26' y 81°5' de longitud Oeste, más detalles se muestran en el siguiente cuadro.

## CUADRO 1: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA PIURA

SISTEMA	DATUM	COMPONENTES	VALOR	VALOR
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	HORIZONTAL WGS	LONGITUD	79°26'4"	81°5'19"
		LATITUD SUR	4°41'28"	5°49'50"
ALTITUD	VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR	m.s.n.m.	0 msnm	3,668

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua*

### 4.1.2. Demarcación Hidrográfica

La cuenca del Río Piura pertenece a la Vertiente del Pacífico y tiene sus límites con las siguientes cuencas:

Por el Norte : Cuenca Chira

Por el Este : Cuenca Chamaya

Por el Sur : Cuenca Cascajal e Intercuenca 13779

Por el Oeste : Intercuenca 1379

### 4.1.3. Demarcación Política

Desde el punto de vista de la división política, la cuenca del Río Piura comprende a 5 provincias del Departamento de Piura (actualmente parte de la Región Piura); las provincias a su vez comprenden a 29 distritos distribuidos de la siguiente manera:

**Provincia de Piura** : Piura, Castilla, Catacaos, La Arena, La Unión, Cura Mori, El Tallan y Tambogrande.

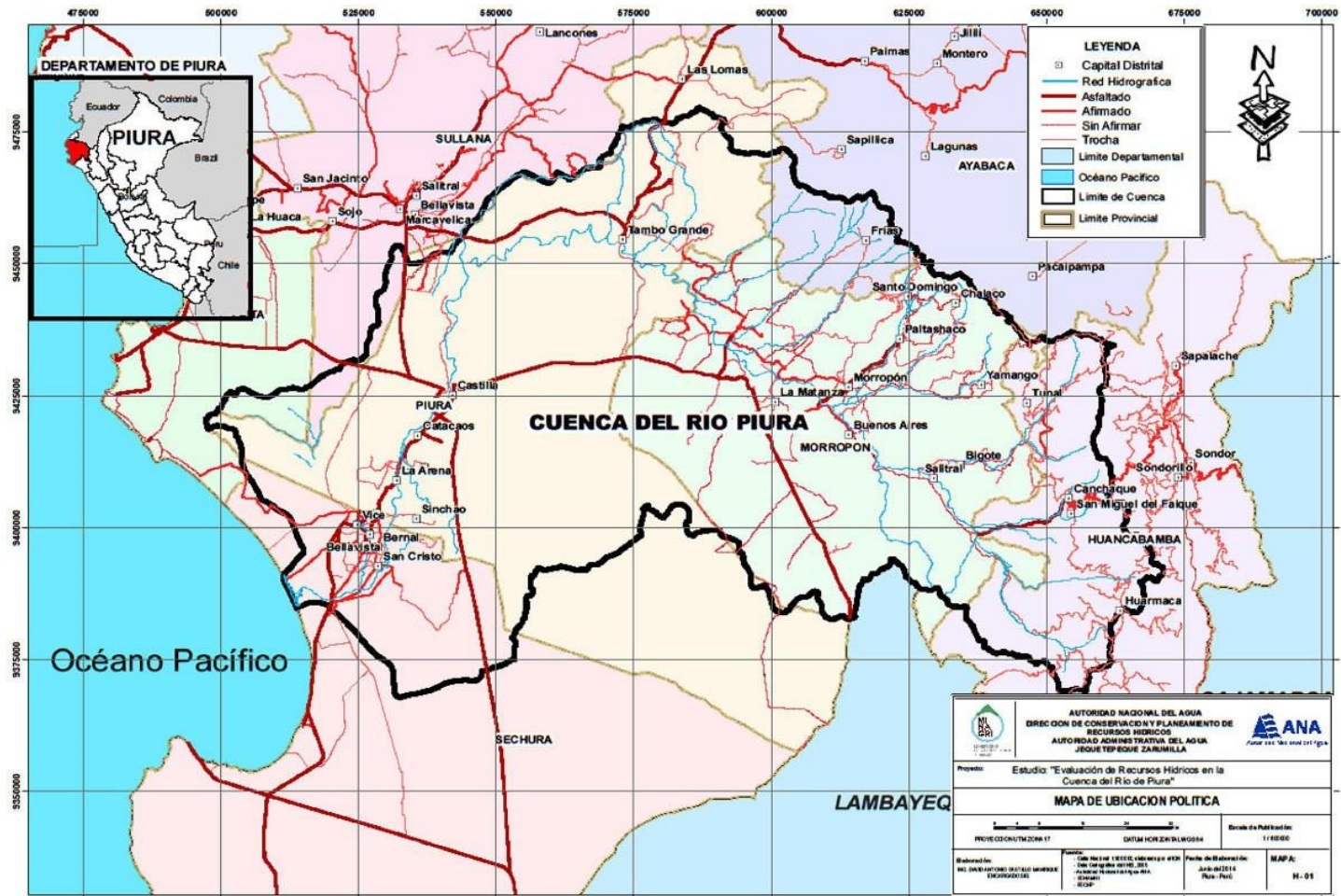
**Provincia de Morropón** : Chulucanas, Buenos Aires, Chalaco, La Matanza, Santo Domingo, Santa Catalina de Mossa, Morropón, San Juan de Bigote, Salitral y Yamango.

**Provincia de Sechura** : Sechura, Bernal, Rinconada Llicuar, Bellavista de la Unión, Cristo Nos Valga y Vice.

**Provincia de Ayabaca** : Frías

**Provincia de Huancabamba:** Canchaque, Huarmaca, San Miguel del Faique y Lalaquí.

**FIGURA 1: UBICACIÓN POLITICA DE LA CUENCA**



Fuente: Autoridad Nacional del Agua

#### **4.1.4. Demarcación Administrativa**

Los recursos hídricos en el ámbito territorial de la cuenca del Río Piura son gestionados principalmente por la ALA Alto Piura Huancabamba y la ALA Medio Bajo Piura y en menor proporción por la ALA San Lorenzo, bajo la dirección de la AAA Jequetepeque-Zarumilla.

#### **4.1.5. Unidades hidrográficas**

La cuenca del Río Piura tiene un área total de 10 872,1 Km<sup>2</sup>, el perímetro una longitud total de 655,4 Km y la altitud media es de 464,9 msnm. El cauce del Río Piura presenta una longitud de recorrido de 243 Km, presenta una pendiente promedio de 0,8% y las descargas son continuas durante todo el año.

El Río Piura, cuyos principales tributarios provienen de zonas montañosas y colinosas de la margen derecha, se origina por la unión de los Ríos Bigote y Canchaque - Huarmaca y tiene tributarios como los ríos: Corrales, Charanal, Yapatera, Seco, Sancor y San Francisco.

La cuenca del Río Piura cuenta con 14 subcuencas descritas a continuación.

##### **4.1.5.1. Sub Cuenca Chignia**

Se ubica en el extremo sur de la Cuenca, comprendida en el Distrito de Huarmaca; el curso principal nace de la confluencia de las quebradas Ladrillo y San Martín, aguas abajo se denomina Río Chignia hasta su confluencia con el Río Huarmaca.

##### **4.1.5.2. Sub Cuenca Huarmaca**

La Sub Cuenca Huarmaca también ubicada al extremo sur de la cuenca del Río Piura, se encuentra dentro de la jurisdicción del

Distrito Huarmaca; su curso principal resulta de la unión de las quebradas Cashapite y Overal.

#### **4.1.5.3. Sub Cuenca Pata – Pusmalca**

Está constituida por dos microcuencas, las cuales nacen en las partes altas de los distritos de San Miguel del Faique y Canchaque, desembocan en forma paralela en el río denominado Canchaque frente al centro poblado Serrán en el Distrito de Salitral.

#### **4.1.5.4. Sub Cuenca Bigote**

Es la sub cuenca de mayor extensión de la parte alta, comprende a los distritos de Canchaque, Lalaquiz, San Juan de Bigote y Salitral; el curso principal nace de la confluencia de las quebradas Pache y Payaca, aguas abajo recibe los aportes de las quebradas San Lorenzo por la margen derecha y Singocate por la margen izquierda; desemboca en el Río Piura aguas abajo de Salitral; en el ámbito de esta subcuenca se considera a las quebradas Secas Jaguay, Mangamanga y Tabernas, las cuales desembocan directamente al Río Piura, formando conos aluviales agrícolas que son regados con aguas del Río Bigote.

#### **4.1.5.5. Sub Cuenca Corral del Medio**

Comprende a los distritos de Yamango, Chalaco, parte de Buenos Aires, parte de Santa Catalina de Mosa y parte de Morropón. Su sistema hidrográfico comprende a 2 ríos principales: Chalaco y Piscan; antes de su desembocadura en el Río Piura, se une con el Río La Gallega. En la intersección de los ríos Chalaco y Piscan se tiene previsto construir un embalse para satisfacer las demandas de agua del Medio Piura.



Al ámbito de la Subcuenca Corral del Medio se le ha integrado la Quebrada El Carrizo porque sus áreas agrícolas de la parte baja son abastecidas por del Río Corral del Medio.

#### **4.1.5.6. Sub Cuenca Las Gallegas**

Comprende los distritos de Santo Domingo, Santa Catalina de Mosa y Morropón. El curso principal del río se inicia de la confluencia de la Quebrada Santo Domingo y el Río Ñoma; antes de su desembocadura en el Río Piura se une con el Río Corral de Medio. Al ámbito de esta Subcuenca se le ha integrado la Quebrada el Cerezo.

#### **4.1.5.7. Sub Cuenca Charanal–Las Damas**

Comprende a los distritos de Frías, Santo Domingo y Chulucanas. El río más importante de esta subcuenca asociada, es el Río Charanal, que nace en las alturas de Quinchayo con el nombre de la Quebrada Huaitaco, aguas abajo se denomina Río San Jorge. Al desembocar al Río Piura se tiende a unir con el Río Las Damas, debido a que conforman un solo valle que comparten las aguas para riego.

#### **4.1.5.8. Sub Cuenca Yapatera**

Comprende a los distritos de Frías y Chulucanas. El río principal nace en las inmediaciones del Cerro Cachiris, tomando el nombre inicial de Río de Frías, desemboca en el Río Piura cerca de la ciudad de Chulucanas. A este ámbito de sub cuenca se integra la Quebrada Guanábano que desemboca directamente en el Río Piura, pero que comparte las aguas de riego con el Río Yapatera.

#### **4.1.5.9. Sub Cuenca Sancor**

Comprende a los distritos de Frías y Chulucanas. El río principal nace de la confluencia de las quebradas Geraldo y Socha, desemboca en el Río Piura cerca al poblado de Paccha.

#### **4.1.5.10. Sub Cuenca San Francisco- Carneros**

Comprende al distrito de Tambogrande. El sistema hidrológico comprende a las quebradas San Francisco, Carneros y a las quebradas secas ubicadas en la margen derecha del Río Piura; tomando como límite el Canal de Derivación Daniel Escobar. Esta subcuenca comprende al sistema de Riego Regulado de San Lorenzo, en la parte correspondiente a la Cuenca del Río Piura.

#### **4.1.5.11. Sub Cuenca Guarabo- Río Seco de Hualas**

Comprende a los distritos de Salitral y Buenos Aires. El sistema hidrográfico está conformado por las quebradas Garabo y el Río Seco de Hualas, estas quebradas de la margen izquierda del Río Piura no tiene un régimen hidrológico regular, solo se activan durante los fenómenos del Niño y afectan a los centros poblados, las áreas agrícolas de las comisiones de regantes: Serrán; Malacasí y Buenos Aires; además a las vías de comunicación del sector.

#### **4.1.5.12. Sub Cuenca La Matanza – Totoritas**

Su área de influencia está comprendida en el Distrito de La Matanza. El sistema hidrográfico está constituido por una quebrada seca que se inicia en la divisoria Ñaupe, tomando el nombre de Quebrada Tortolitas, en su desembocadura se le denomina Quebrada de La Matanza. Esta se activa en los fenómenos del Niño afectando a las áreas agrícolas de las comisiones de regantes Pabur y Vicus, lo mismo que a las vías de comunicación y centros poblados.

#### **4.1.5.13. Sub Cuenca Tablazo Margen Izquierda**

Comprendida en los distritos de Chulucanas, Tambogrande y Castilla. El ámbito de esta subcuenca es el área comprendida entre la línea divisoria de la Subcuenca La Matanza, el cauce del Río Piura, una línea que une la Toma Los Ejidos con la señal Geodésica SE-BASE PIURA y la línea divisoria con la Cuenca Cascajal. El sistema hidrográfico de esta subcuenca está constituida por una diversidad de causas erráticos que no desembocan en un curso principal, por tanto no se pueden delimitar espacios de microcuencas; solo tienen escorrentía durante los fenómenos del Niño.

#### **4.1.5.14. Sub Cuenca Bajo Piura**

Comprende a los distritos de Piura, Castilla, Catacaos, La Arena, Cura Mori, El Tallan, La Unión, Vice, Bernal, Rinconada Llicuar, Cristo Nos Valga y Sechura. El ámbito de esta Subcuenca comprende a la Cuenca Baja del Río Piura que cuenta con sistema de riego regulado. El sistema hidrográfico principal es el Río Piura, donde vierten sus aguas las quebradas secas de ambos márgenes que son activadas en los fenómenos del Niño, la desembocadura original del río que era por el Estuario de San Pedro, a variado con el tiempo, en la actualidad el río desemboca sus excedentes de agua por el Estuario de Virrilá, después de haberse formado las lagunas: Ramón, Ñapique y Las Salinas.

#### **4.1.6. Zonificación de la Cuenca Piura**

De acuerdo al Diagnóstico de la cuenca del Río Piura, realizado por el Equipo Técnico Inter Institucional – ETI, ha definido la zonificación de la Cuenca Piura de la siguiente manera:

#### **4.1.6.1. Zona Baja**

Desde la desembocadura en el mar hasta una línea coincidente por tramos con la cota 50 msnm, esta zona baja se caracteriza por las escasas precipitaciones menores a 100 mm anuales, por conformar un gran desierto con vegetación típica de bosque seco, con relieve plano y de clima cálido y seco.

#### **4.1.6.2. Zona Media**

Entre las cotas 50 y 350 msnm, esta parte de la cuenca corresponde a la zona media de relieve ondulado, clima seco, bosque seco y con precipitaciones que varían entre 100 y 500 mm anuales.

#### **4.1.6.3. Cuenca Alta**

Entre los 350 y 3,650msnm, de topografía abrupta con ríos de altas pendiente y valles en forma de "V", en esta zona de la cuenca el clima varía de templado a sub-húmedo y las precipitaciones varían entre 500 y 1000mm anuales, la vegetación varía desde bosque seco en las partes bajas hasta la vegetación arbustiva propia de los páramos.

#### **4.1.7. Climatología**

La cuenca del Río Piura es una de las cuencas más cálidas de la costa peruana, a lo largo de todo el año se presenta una sensación térmica templada y la humedad no es muy elevada, encontrándose en el orden de 70.7%, la mayor parte de su superficie es seca y no presenta precipitaciones importantes, lo contrario sucede en la parte alta de la cuenca (divisorias), donde se encuentran los lugares más fríos y donde la precipitación es mucho mayor, en esta zona la variabilidad de la humedad

relativa es mayor, esto debido a la marcada diferencia entre la época húmeda y la seca.

En la cuenca del Río Piura, se han llegado a identificar los siguientes tipos climáticos: Clima Cálido en Chulucanas, Morropón, Miraflores y Tejedores; las temperaturas medias fluctúan entre 28 y 32°C con precipitaciones entre 163 y 410 mm/año, Clima Templado Cálido en Chusis que es la zona más cercana al mar, la temperatura se estima una fluctuación de 20.7 a 26.9°C. La precipitación anual es baja teniendo un promedio anual multianual de 63 mm. Clima Templado Frio que comprende la zona de Huarmaca; en este ámbito la temperatura media fluctúa entre 17 y 18.6°C, y la precipitación anual se encuentra por encima de los 1,000 mm/año, siendo esta la zona más húmeda de la Cuenca Piura.

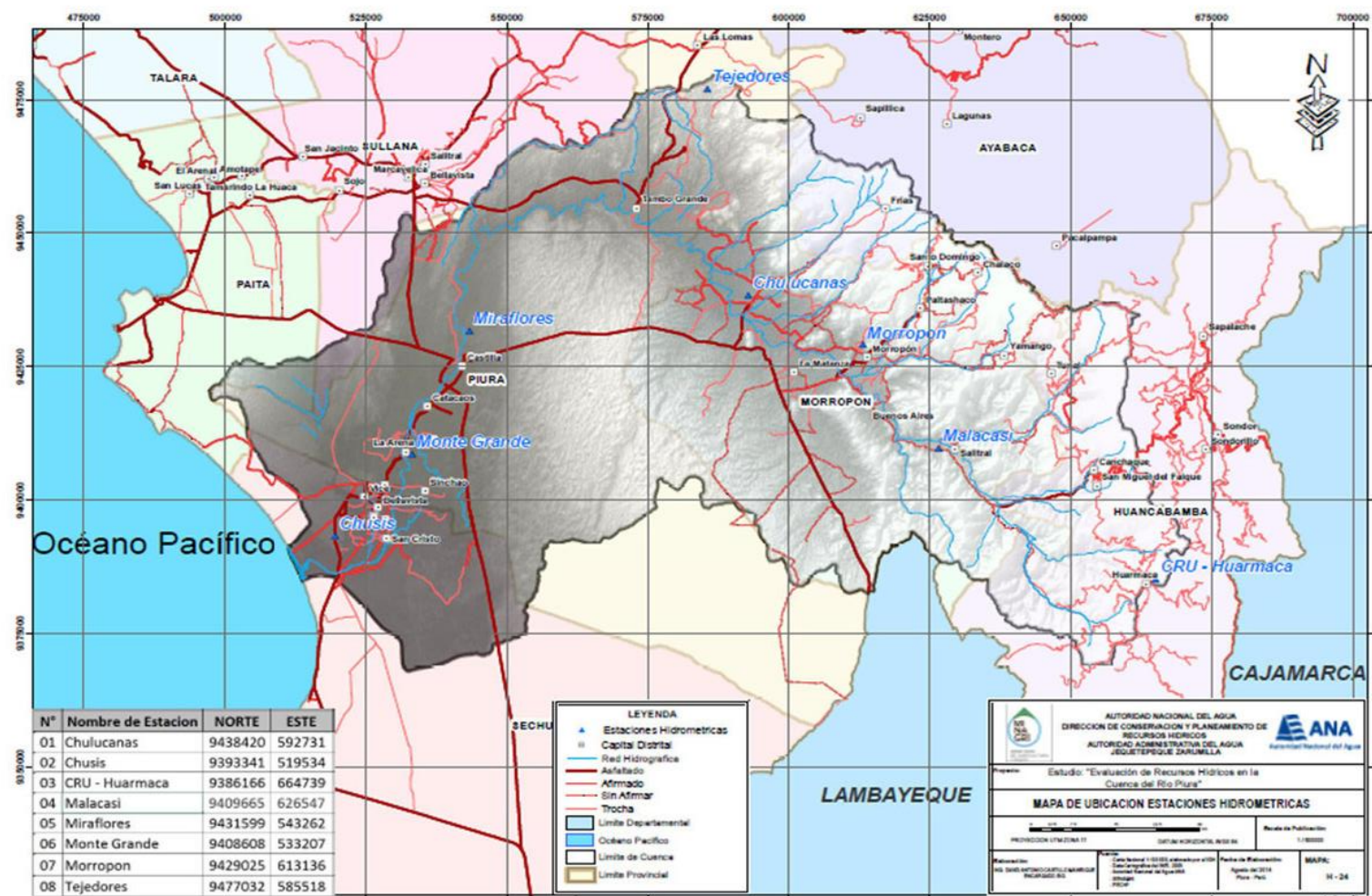
Cabe mencionar, que en la zona denominada como la meseta andina, sector en la margen derecha del Río Piura, es donde ocurren la mayor parte de las precipitaciones en la temporada húmeda, elevando notoriamente el caudal del Río Piura.

En la Cuenca del Río Piura se distribuye una red de estaciones climatológicas, donde la información que estas contienen no es suficiente debido a que muchas dejaron de funcionar por diversos motivos, por tal razón presenta una baja densidad de estaciones climáticas con cortos e incompletos periodos de registro. Sin embargo es posible obtener información de fuentes alternativas, registros históricos para diferentes variables climáticas en lugares donde no existen o carecen de información. Actualmente instituciones científicas en todo el mundo generan y distribuyen información climática georeferenciada. Como es el caso del modelo climático de la

CRU (Climatic Research Unit).

Los parámetros climatológicos como son la temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa, velocidad del viento y evapotranspiración; son los de mayor importancia para los objetivos del presente estudio, la información proporcionada por el Climatic Research Unit (CRU), para completar o corregir algunas estaciones que tienen deficiencias en la medición de los parámetros climatológicos o en el caso de que no se cuente con información en algunas zonas de la Cuenca Piura.

**FIGURA 2: MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS**



Fuente: Autoridad Nacional del Agua

#### **4.1.7.1. Temperatura**

##### **4.1.7.1.1. Temperatura Media**

La cuenca media y baja del Río Piura presenta una temperatura media poco variable, la temperatura media anual que se presenta en la estación Chusis es 23.4 °C y el mayor valor se observa en Malacasi con una temperatura media anual de 25.3 °C, en el alto Piura las temperaturas descienden, tal y como se observa en la estación Huarmaca la cual ha sido corregida con datos de CRU.

##### **4.1.7.1.2. Temperatura Máxima**

En la cuenca del Río Piura las temperaturas máximas en casi todas las estaciones consideradas, son altas, teniendo una variación no menor a los 25.0 °C ni superior a 34.0 °C, el periodo más cálido se presenta entre los meses de noviembre a abril, los demás meses disminuye ligeramente, la temperatura máxima observada es de 34.0 °C en los meses de febrero y marzo en la estación Miraflores. La estación Huarmaca que ha sido corregida con data del CRU, presenta una temperatura máxima de 22.6°C en diciembre y enero, que representa a la zona alta de Piura.

##### **4.1.7.1.3. Temperatura Mínima**

La temperatura mínima a lo largo de la cuenca del Río Piura, presenta una variación estacional, observándose rangos mayores en los meses de verano (enero - marzo) y disminuyendo en los meses de invierno (junio - agosto), la temperatura mínima registrada en la parte baja de la cuenca es de 15.7°C en agosto en la estación Tejedores y la mínima registrada para la parte alta es de 14°C en julio en la estación CRU-Huarmaca, el promedio anual de temperatura mínima



para toda la cuenca es de 18.3 °C.

#### **4.1.7.2. Humedad Relativa**

Este parámetro ha sido registrado a lo largo de la cuenca del Río Piura, en 9 estaciones meteorológicas ubicadas en los principales pueblos de esta región, la estación Chusis es la más húmeda con 89.6% en el mes de agosto, y es la que presenta un régimen más homogéneo durante todo el año, menor humedad se presenta en enero con 61.8% en la estación Tejedores, el resto de estaciones presentan un similar comportamiento y ocupan la mayor superficie de la cuenca, sus valores se encuentran entre el 60% y 80% de humedad, la humedad relativa promedio en toda la cuenca es de 70.7%

#### **4.1.7.3. Evaporación**

Los valores de evaporación en la cuenca Piura, son medidos en tanques evaporímetros clase "A". Debido a la incidencia directa de la radiación solar por su ubicación geográfica, en las zonas bajas de las cuencas alcanzan aproximadamente 2 500 mm/ año, en la zona media varía de 2 350 a 2 500 mm/año y en la zona alta se registra una variación promedio anual de 1 100 a 1 350 mm/año.

#### **4.1.8. Aspectos Socioeconómicos**

La cuenca del Río Piura se encuentra asentado en el Departamento de Piura y está ubicado en la parte Nor Occidental del Perú, en una extensión de 10 872 km<sup>2</sup>, equivalente al 0,9% del territorio nacional y comprende las provincias de Ayabaca, Huancabamba, Morropón, Piura y Sechura.

La Cuenca Piura, una de las mayores poblaciones en el ámbito de la AAA Jequetepeque-Zarumilla, alberga 946 696 habitantes que representa el 28% de toda la AAA, según el último Censo del año 2007 donde el 49.69 % son hombres y el 50.41 % son mujeres.

La principal actividad de Piura es la agricultura, siendo los cultivos de mayor producción; en la zona baja: limón, mango, tamarindo, cocotero, espárrago, pasto elefante, alfalfa, arroz, maíz amarillo duro, maíz choclo, hortalizas, frijol castilla, entre otros; cultivos de la zona media: papayo, tuna, tamarindo, cocotero, limonero, mango, palto, café, cacao, plátano, gramalote, arroz, maíz amiláceo, maíz amarillo duro, trigo, ají paprika, yuca, frijoles, camote, algodón; cultivos de la zona alta: maracuyá, palto, lúcuma, café, granadilla, maíz amiláceo, arveja, pasto elefante, frijol, ajo, trigo, maíz amarillo duro, cacao, mamey, pasto elefante, caña de azúcar, naranja, mango ciruelo.

Se han identificado a 44 comunidades campesinas en el ámbito de la Cuenca Piura, tal como se muestra a continuación en el cuadro 2.

## CUADRO 2: COMUNIDADES CAMPESINAS DE LA CUENCA PIURA

COMUNIDAD CAMPESINA
SEÑOR CAUTIVO DE PROGRESO ALTO
SAN JUAN BAUTISTA DE CATACAOS
CASTILLA
SEÑOR DE LOS MILAGROS DE CRUZ DE CAÑA
APOSTOL JUAN BAUTISTA DE LOCUTO
SAN MARTIN DE SECHURA
MARIANO MELGAR
TUNAL ZAPAYAL
TUPAC AMARU DE LLICSA GRANDE CERRO LIMA Y ZAPOTAL
CASTRO POZO DE GERALDO
TUPAC AMARU DE PARIHUANAS
24 DE JUNIO LAS CUEVAS
MARIA ANGELA ALVARADO ZETA
LOS ALTOS DE POCLUS
SIMIRIS
JOSE CARLOS MARIATEGUI
SAN ANDRES DE GUAYAQUIL

COMUNIDAD CAMPESINA
MISQUIS
SAN JOSE
ABAD BERRU GONZAGA DE SAN PEDRO
JOSE IGNACIO TAVARA PASAPERA
CARLOS AUGUSTO RIVERA DEL RIO SECO ALTO
ANGELA MARIA ZETA
CHACHACOMAL Y COLETAS
GERALDO LUCUMO
TUNAL ZAPAYAL
TOTAL TINGOS
COCA - MAMBLUQUE Y SAN CRISTOBAL
TAMBOYA
SANTA CATALINA DE MOZA
SILAHUA
CARACUCHO JACANACAS
LANCHE
YAMANGO
CHALACO TRIGOPAMPA
SAN FRANCISCO BAJO
LAS VEGAS EL TUTUMO Y EL MANGO
SANTA ROSA DE SOCCHA
LLACUAS COLLONAYUC
CHALPA MOLULO
SEGUNDA
Olmos - Lote 5
Olmos - Lote 4
JUAN VELASCO ALVARADO-FRANCO

*Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI- Autoridad Nacional del Agua ANA*

#### **4.1.9. Aspectos Biológicos de la Cuenca Piura**

La Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos - DCPRH, de la Autoridad Nacional del Agua, dentro del Estudio `Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Piura, consideró necesario realizar la descripción del medio biológico (flora y fauna) en la Cuenca Piura, así como su ubicación espacial dentro del ámbito de estudio. Este comprende 5 provincias del Departamento de Piura (Huancabamba, Morropón, Ayabaca, Piura y Sechura), a su vez, la Cuenca del Río Piura está comprendida por 14 subcuencas, las cuales son: Chignia, Huarmaca, Pata – Pusalca, Bigote, Corral del Medio, Las Gallegas, Charanal – Las Damas, Yapatara, Sancor, San Francisco – Carneros, Guarabo – Río

Seco de Hualas, La Matanza – Totoritas, Tablazo Margen Izquierda y Bajo Piura.

Para este estudio realizaron la identificación del medio biológico considerando al Río Piura y sus principales afluentes, que comprenden a los ríos: Canchaque, Huarmaca, Pusalca, Bigote, Chalpa, Chignia, Corrales, Charanal, Yapatera, Sancor y la Quebrada San Francisco.

El conocimiento de la vegetación es necesario para innumerables actividades de investigación y desarrollo por su importancia como componente fundamental del sistema ecológico. La vegetación es captadora y transformadora de energía solar, puerta de entrada de la energía y de la materia a la cadena trófica, almacén de energía, proveedora de refugio de la fauna, agente reductor de la contaminación atmosférica y del ruido, fuente de materia prima para el hombre, fuente de bienestar espiritual y cultural por su valor estético, recreativo y educativo (Matteucci & Colma, 1982).

En la actualidad, la conservación de los recursos naturales (agua, flora, fauna, suelo, etc.) y su uso sostenible es una prioridad ante la problemática ambiental que enfrenta el planeta. El conocimiento de la diversidad de especies de flora y fauna es urgente; además de necesaria para el desarrollo de proyectos específicos que beneficien a la población de las comunidades de las subcuencas, además que sean de utilidad para la conservación del entorno natural.

#### **4.1.9.1. Ecología**

En base a la cartografía recopilada del Instituto Nacional de

Recursos Naturales INRENA, se presenta la ecología de la cuenca Piura elaborado según el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida propuesto por el Dr. Leslie R. Holdridge. En el caso de la Cuenca del Río Piura las zonas de vida son variadas y se han identificado 13 zonas de vida y 1 zona de transición (Matorral desértico - Premontano Tropical / Matorral desértico - Tropical)

**CUADRO 3: ZONAS DE VIDA EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA DEL RÍO PIURA**

ZONAS DE VIDA	SÍMBOLO	ÁREA	ÁREA (%)
Desierto desecado - Premontano Tropical	(dd-PT)	417.4	3.8
Desierto superárido - Tropical	(ds-T)	1631.0	15.0
Desierto superárido - Premontano Tropical	(ds-PT)	1427.8	13.1
Matorral desértico - Tropical	(md-T)	1762.0	16.2
Desierto perárido - Premontano Tropical	(dp-PT)	765.4	7.0
Monte espinoso - Tropical	(mte-T)	1023.2	9.4
Matorral desértico - Premontano Tropical	(md-	68	0.6
Matorral desértico - Premontano Tropical / matorral	-	1259.5	11.6
Monte espinoso - Premontano Tropical	(mte-	831.7	7.6
Bosque seco - Premontano Tropical	(bs-PT)	1039.2	9.6
Bosque seco - Montano Bajo Tropical	(bs-	325.1	3.0
Bosque húmedo - Montano Bajo Tropical	(bh-	234.1	2.2
Bosque húmedo - Montano Tropical	(bh-MT)	20	0.2
Bosque muy húmedo - Montano Tropical	(bmh-	67	0.6
<b>TOTAL</b>	<b>10872.1</b>	<b>100.0</b>	

*Fuente: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN*

#### **4.1.9.1.1. Desierto Desecado - Premontano Tropical (dd - PT)**

Se distribuye sobre la franja del litoral, entre el nivel 0 msnm, sobre una extensión superficial de 417.4 Km<sup>2</sup> que representa el 3.8% del área total de la cuenca.

#### **4.1.9.1.2. Desierto superárido - Tropical (dS - T)**

Se distribuye sobre el nivel 100 msnm, sobre una extensión

superficial de 1 631.0 Km<sup>2</sup> que representa el 15.0% del área total de la cuenca.

#### **4.1.9.1.3.Desierto superárido - Premontano Tropical (dS - PT)**

Se distribuye sobre el nivel 0 msnm, sobre una extensión superficial de 1 427.8 Km<sup>2</sup> que representa el 13,1% del área total de la cuenca. Posee una topografía plana, los principales centros poblados se ubican en este piso, en donde tenemos a Sechura, Catacaos, Castilla y Piura. También tenemos a las áreas agrícolas que conforman las Junta de Usuarios Medio y Bajo Piura y la Junta de Sechura.

#### **4.1.9.1.4.Matorral desértico - Tropical (md - T)**

Se distribuye sobre el nivel 200 msnm en una franja ubicada en la margen izquierda del Río Piura y sobre una extensión superficial de 1 762.0 Km<sup>2</sup> que representa el 16.2% del área total de la cuenca. Posee una topografía plana a ondulada, el principal centro poblado es Tambogrande.

#### **4.1.9.1.5.Desierto perárido - Premontano Tropical (dp - PT)**

Se distribuye sobre el nivel 100 msnm, sobre una extensión superficial de 765.4 Km<sup>2</sup> que representa el 7.0% del área total de la cuenca.

#### **4.1.9.1.6.Monte espinoso -Tropical (me - T)**

Se distribuye sobre el nivel 300 msnm en una franja ubicada en la margen derecha del Río Piura y sobre una extensión superficial de 1 023.2 Km<sup>2</sup> que representa el 9.4% del área total de la cuenca. Posee una topografía ondulada y laderas moderadas, aquí se ubica el centro poblado de San Juan de Bigote.

#### **4.1.9.1.7. Matorral desértico - Premontano Tropical / Matorral desértico – Tropical**

Se distribuye sobre el nivel 200 msnm, sobre una extensión superficial de 1 259.5 Km<sup>2</sup> que representa el 11.6% del área total de la cuenca. Posee una topografía ondulada, los principales centros poblados que se ubican en este piso son Chulucanas, Morropón, La Matanza, Buenos Aires y Salitral. También tenemos a las áreas agrícolas que conforman la Junta de Usuarios Alto Piura.

#### **4.1.9.1.8. Monte espinoso - Premontano Tropical (me - PT)**

Se distribuye sobre el nivel 500 msnm sobre una extensión superficial de 1 023.2 Km<sup>2</sup> que representa el 9.4% del área total de la cuenca. Posee una topografía de laderas con fuerte pendiente, aquí se ubica el centro poblado Paltashaco, Yamango y Tunal.

#### **4.1.9.1.9. Bosque seco - Premontano Tropical (bs - PT)**

Se distribuye sobre el nivel 1 000 msnm sobre una extensión superficial de 1 039.2 Km<sup>2</sup> que representa el 9.6% del área total de la cuenca. Posee una topografía con fuerte pendiente, aquí se ubican los centros poblados Frías, Santo Domingo, Canchaque y San Miguel del Faique.

#### **4.1.9.1.10. Bosque seco - Montano Bajo Tropical (bs-MBT)**

Se ubica entre los 2 000 msnm abarca la cabecera de cuenca de los principales afluentes del Río Piura por la margen derecha. El relieve varía de suave a ondulado, típico de laderas. Ocupa una extensión superficial de 325.1 Km<sup>2</sup> que representa el 3.0% del área total de la cuenca.

**4.1.9.1.11. Bosque húmedo - Montano Bajo Tropical (bh - MBT)**

Se distribuye entre los 2 500 y 3 000 msnm, sobre una extensión superficial de 234.1 Km<sup>2</sup> que representa el 2.2% del área total de la cuenca. Posee un clima húmedo frío y abarca a la cabecera de la subcuenca Alto Piura.

**4.1.9.1.12. Bosque húmedo - Montano Tropical (bh - MT)**

Se distribuye sobre los 3 000 msnm en las cabeceras de los ríos Yapatera, Charanal y Chalaco, sobre una pequeña extensión superficial de 20.6 Km<sup>2</sup> que representa el 0.2% del área total de la cuenca, posee un clima húmedo frío.

**4.1.9.1.13. Bosque muy húmedo - Montano Tropical (bmh - MT)**

Se distribuye sobre los 3 000 msnm en las cabeceras de los ríos Corrales, Bigote y Pusmalca, sobre una extensión superficial de 67.1 Km<sup>2</sup> que representa el 0.6% del área total de la cuenca, posee un clima húmedo frío, característicos de las partes altas de la cuenca Piura.

**4.1.10. Análisis de los derechos de Uso de Agua**

Según la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, existen tres clases de Uso de Agua; Uso Primario, Poblacional y Productivo.

El uso primario consiste en la utilización directa y efectiva de la misma, en las fuentes naturales y cauces públicos de agua, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias. Comprende el uso de agua para la preparación de alimentos, el consumo directo y el aseo personal; así como su uso en ceremonias culturales, religiosas y rituales.

El uso poblacional consiste en la captación del agua de una



fuente o red pública, debidamente tratada, con el fin de satisfacer las necesidades humanas básicas: preparación de alimentos y hábitos de aseo personal. Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional.

El uso productivo del agua consiste en la utilización de la misma en procesos de producción o previos a los mismos. Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional, entre los tipos de uso productivo del agua tenemos los siguientes: agrario (pecuario y agrícola); acuícola y pesquero; energético; industrial; medicinal; minero; recreativo; turístico y de transporte.

Para el presente estudio se ha recopilado información pertinente proporcionada por la Administración Local de Agua Alto Piura Huancabamba también información proporcionada por la Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque Zarumilla, identificando los usos agrarios así como usos no agrarios.

Se ha tomado como fuente actualizada de información el estudio 'Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca Chira - Piura' proporcionado por el Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos - PMGRH.

#### **4.1.11. Uso actual del agua**

##### **4.1.11.1. Uso poblacional del Agua**

###### **4.1.11.1.1. Sistema Medio y Bajo Piura**

En el sistema medio y bajo Piura se registra un total de 75 licencias, 5 de uso poblacional de las cuales solo 4 tienen como punto de captación superficial el Río Piura y canal. Las restantes pertenecen a licencias subterráneas.

Se puede mencionar entre las entidades y empresas que poseen dichas licencias poblacionales a: EPS Grau SA, Centro de Abastecimiento Agua Bayóvar Gobierno Regional Piura, Ecoacuícola, Municipalidad Distrital de Castilla y principales Juntas Administradoras de Agua Potable de centros poblados y caseríos del Bajo Piura.

En el Sistema Medio y Bajo Piura las licencias poblacionales de agua subterránea y superficial suman un volumen total de agua de 98.00 Hm<sup>3</sup>, estas licencias son mostradas en el cuadro N° 4.

#### **4.1.11.1.2. Sistema Alto Piura**

En el Sistema Alto Piura se registra un total de 178 derechos de uso poblacional siendo de este total 30 autorizaciones, 147 licencias y 1 permiso. Si se tiene en cuenta el tipo de fuente se establece un total de 96 derechos de uso poblacional superficiales y 82 derechos de uso cuya fuente es subterránea. Entre sus principales beneficiarios se tiene a EPS Grau SA y las Juntas Administradoras de Servicios y Saneamiento (JASS) de los principales caseríos del Alto Piura.

En el Sistema Alto Piura las licencias poblacionales hacen un total de volumen de agua de 7.54 Hm<sup>3</sup>. Se presenta a continuación en el cuadro con el número de licencias según el estudio `Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca Chira – Piura, proporcionado por el PMGRH.

## CUADRO 4: USO POBLACIONAL DE AGUA EN EL SISTEMA MEDIO Y BAJO PIURA

Empresa	Tipo de Fuente	Tipo de Derecho	Volumen (Hm <sup>3</sup> )
E.P.S Grau S.A	Subterránea	Licencia	23.08
Centro de Abastecimiento Agua Bayobar Gobierno Regional de Piura	Subterránea	Licencia	0.31
JASS del Anexo Pozo de los Ramos	Subterránea	Licencia	0.12
JASS de la Jurisdicción Chatito y Montegrande	Subterránea	Licencia	0.14
Asociación General de Usuarios de Agua y Saneamiento de Vice (Aguas de Vice)	Subterránea	Licencia	0.21
Municipalidad Distrital de Cristo Nos Valga	Subterránea	Licencia	0.11
JASS de los Anexos de la Panamericana	Subterránea	Licencia	5.64
Junta Administradora de Agua Potable del Caserío Vega de Chilco	Subterránea	Licencia	0.06
JASS Centro Poblado de San Clemente	Subterránea	Licencia	0.11
JASS Distrito de Bellavista	Subterránea	Licencia	0.05
Municipalidad Distrital de Bernal	Subterránea	Licencia	0.21
JASS de los Caseríos La Piedra, Paredones, y Anexo Patio Central	Subterránea	Licencia	0.16
Municipalidad Distrital de La Arena	Subterránea	Licencia	0.78
JASS Cucungará	Subterránea	Licencia	0.16
NUEVA JASS - Integral del Sector Panamericana	Subterránea	Licencia	0.04
JASS Centro Poblado Villa Pedregal Grande	Subterránea	Licencia	0.14
JASS Simbilá	Subterránea	Licencia	0.13
JASS Cumbira Buenos Aires	Subterránea	Licencia	0.05
JASS Centro Poblado Casagrande – Chaquira	Subterránea	Licencia	0.12
Administradora de Servicio de Saneamiento La Legua	Subterránea	Licencia	0.13
Administradora del Servicio de Agua Potable de San Jacinto	Subterránea	Licencia	0.05
JASS de los Caseríos Pampa de los Silva y Pampa Chica	Subterránea	Licencia	1.00
JASS Caserío Miraflores	Subterránea	Licencia	0.04
Junta Administradora de Agua Potable del Caserío Loma Negra	Subterránea	Licencia	0.11
Junta Administradora de Agua Potable de Los Caseríos Río Viejo Sur, Río Viejo Centro, Alto De La Cruz, Alto Carrillo Y El Peñal	Subterránea	Licencia	0.10
Junta Administradora de Servicios De Saneamiento Agua Potable Vichayal Río Viejo	Subterránea	Licencia	0.22
JASS Monte Castillo	Subterránea	Licencia	0.16
JASS Centro Poblado Nuevo Tallan	Subterránea	Licencia	0.08
JASS El Tallan	Subterránea	Licencia	0.07
JASS Caserío de Miraflores	Subterránea	Licencia	0.02
Municipalidad Distrital de Rinconada Licuar	Subterránea	Licencia	0.11
Renny Christopher Roque Rodríguez	Subterránea	Licencia	0.09
ECOACUICOLA	Subterránea	Licencia	0.13
E.P.S. GRAU S.A.	Subterránea	Licencia	63.00
Armando Burneo Seminario	Subterránea	Licencia	0.05
Comité Agua Potable Curumuy	Subterránea	Licencia	0.32
Rommel Mercado Rodríguez	Subterránea	Licencia	1.58
<b>Total</b>			<b>98.00</b>

*Fuente: Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos*

## CUADRO 5: LICENCIAS POBLACIONALES

Cantidad de Derechos	Tipo de Derecho	Volumen (Hm <sup>3</sup> )
178	Licencia	7.54

*Fuente: Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos*

### 4.1.11.2. Uso Pecuario

Si se considera lo referente al uso pecuario en la Cuenca Piura, solo se cuenta con una licencia de uso para este sector, la cual pertenece al Sistema Medio y Bajo Piura, exactamente en la zona de Los Ejidos, cuyo tipo de fuente es subterránea con pozo a tajo abierto. Dicha licencia les otorga un caudal de 60 l/s,

consumiéndolo un volumen anual de 3.15 m<sup>3</sup>, en cuanto al Sistema Alto Piura no se tiene registrado algún tipo de uso pecuario.

#### **4.1.11.3. Uso Agrícola**

En el uso agrícola, la distribución de derechos de uso se realiza también por sistemas de riego, las cuales son: Chira, San Lorenzo, Medio, Bajo y Alto Piura, para nuestro caso analizaremos el Sistema de Riego Alto Piura, Medio y Bajo Piura.

##### **4.1.11.3.1. Uso Agrícola Sistema Medio y Bajo Piura**

Entrando al área de influencia de la cuenca del Río Piura se tiene el Sistema Medio y Bajo Piura, conformado por un total de 12 Comisiones de Usuarios las cuales son: Medio Piura Margen Derecha, Medio Piura Margen Izquierda, Castilla-Tacalá, Puyuntalá, La Bruja, Palo Parado, Cumbibira, Shaz, Casarana, Sinchao Parte Alta Chato y Seminario. Además parte del sistema Medio y Bajo Piura está integrado el Sector de Riego Sechura, el cual posee como comisiones de usuarios: Parte Alta, San Andrés, Mañuela Margen Izquierda y Mañuela Margen Derecha.

Aquí se cuenta con un registro de 79042 licencias de uso, siendo el total de predios de 77485. El área total que abarca el sistema es de 55060.71 ha, de las cuales están bajo riego 50973 ha.

Con respecto al tipo de fuente 75846 de las licencias que representan el 96% toman el agua del sistema regulado conformado por la red de canales y laterales de diferentes órdenes, que provienen del trasvase del Río Chira (presa

Poechos) al Río Piura (Curumuy), 1308 licencias lo hacen desde puntos directos de toma del Río Piura, 1398 licencias usan en forma combinada el sistema regulado con el superficial. También se cuenta con datos que tienen 91 licencias para aguas servidas, otorgadas por la autoridad de aguas. El distrito con mayor número de licencias de uso es La Arena 15 con un total de 16689.

#### **4.1.11.3.2. Uso Agrícola Sistema Alto Piura**

El sistema Alto Piura está conformado por 10 comisiones de usuarios: Bigote, Serrán, Malacasí, Ingenio-Buenos Aires, La Gallega Morropón, Pabur, Charanal, Yapatera y Sancor y Vicús. Se ha registrado un total de 22630 licencias de uso, para un número de predios que asciende a 16821, dichos predios en su totalidad integran un área total de 41601.72 ha de las cuales están bajo riego un área de 29357.36 ha. Si se habla del tipo de fuente que poseen los predios para obtener el recurso hídrico se tiene que 9290 son puntos superficiales de agua, 767 provienen de acuíferos y 5630 son licencias combinadas (superficiales y subterráneas).

#### **4.1.11.4. Uso Acuícola y Pesquero**

Existe una licencia de uso acuícola otorgada, para el Sistema Medio y Bajo Piura cedida a la empresa ECOACUICOLA S.A.C. que para el año 2011 ha, registrando un total de 9,46 Hm<sup>3</sup> anuales. En lo concerniente al uso pesquero no se registra licencias de uso para dicho tipo de uso en la Cuenca Chira-Piura., en el caso del Sistema Alto Piura Huancabamba no se ha registrado ningún tipo de uso y demanda acuícola y pesquero.

#### **4.1.11.5. Uso energético**

En cuanto al uso energético del agua en la cuenca, se tiene a las centrales hidroeléctricas de Chalaco, Santo Domingo, Canchaque y Curumuy, siendo la más importante la C.H de Curumuy, que para producir 64.895 MWH de energía eléctrica emplea 639.398 MMC por año, según el `Resultado del Primer Monitoreo de la Calidad del Agua de la Cuenca del Río Piura del 19 al 24 de octubre del 2011

#### **4.1.11.6. Uso Industrial**

En este tipo de uso productivo existe un gran número de licencias de uso, el cual está distribuido a través de los diferentes sistemas de riego en la Cuenca Piura.

##### **4.1.11.6.1. Uso Industrial Sistema Medio y Bajo Piura**

En cuanto al Sistema Medio y Bajo Piura se puede precisar que existe un total de 16 derechos de uso productivo industrial, de las cuales 5 son licencias, cuya fuente en su totalidad es subterránea; 4 permisos de uso, de las cuales sus fuentes son superficial (3), marina (1) y 7 autorizaciones, cuyas fuentes son superficiales.

##### **4.1.11.6.2. Uso Industrial Sistema Alto Piura**

Según información proporcionada por el Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos en el Sistema Alto Piura se registran 5 autorizaciones de uso industrial en la provincia de Huancabamba, pero estas no son tomadas en cuenta en la cuenca Piura, debido a que están fuera del ámbito de la cuenca hidrográfica, por lo tanto no existe demanda industrial en este ámbito.

#### 4.1.11.7. Uso Minero

En cuanto al uso minero existen dentro del área en estudio empresas dedicadas a este rubro como por ejemplo la Empresa Minera Misky Mayo la cual cuenta con un derecho formalizado.

#### 4.1.11.8. Uso Recreativo

En parte baja y media de la cuenca Piura se cuentan con 3 licencias de uso recreativo registradas, en el caso del sector de Alto Piura Huancabamba no se cuenta con ningún tipo de uso recreativo; de estas licencias, 2 son de uso recreacional para la Federación Departamental de Fútbol de Piura y 1 licencia superficial pertenece a la Municipalidad Distrital de Castilla, la cual tiene como fuente el Canal Biaggio Arbulu y son utilizadas para el riego de áreas verdes del Distrito de Castilla.

**CUADRO 6: RESUMEN DE USOS EXISTENTES (LICENCIAS) EN LA CUENCA PIURA**

Sistema	Poblacio	Pecua	Agricol	Acuic	Pesqu	Energeti	Industria	Miner	Recreat
Medio y Bajo	6	1	79042	1	0	0	16	0	3
Alto Piura	178	0	22630	0	0	0	5	0	0
Sub Total	184	1	101672	1	0	0	21	0	3
<b>Total</b>	<b>1018</b>								

*Fuente: Proyecto de Modernización de la Gestión de Recursos Hídricos*

#### 4.1.12. Demanda de Agua en la Cuenca

La determinación del uso y demanda del agua en la cuenca del Río Piura tiene como principal objetivo la determinación del balance hídrico con énfasis en el consumo de agua con fines agrícolas.

La demanda hídrica superficial en la cuenca del Río Piura está representada en forma relevante por las demandas hídricas para

riego y en menor grado las demandas poblacionales e industriales. El consumo agrícola es el de mayor significación no solo por ser notablemente superior respecto a los otros, sino por su importancia socio-económica.

Respecto a la estimación de las demandas agrícolas que se presentan, se recomienda tomar los resultados como una primera aproximación, en consideración que son necesarios estudios específicos de eficiencia de riego y los valores de referencia de la demanda agrícola, que actualmente se utilizan en los estudios y planes de gestión en la cuenca Piura, provienen del Programa de Formalización de Derechos de Uso de Agua - PROFODUA que fue elaborada en el año 2005.

La demanda industrial no es muy significativa, de acuerdo a estudios realizados anteriormente, se registran 5 autorizaciones de Uso Industrial, pero se encuentran en la provincia de Huancabamba, quedando prácticamente fuera de la cuenca del Río Piura, y por estar fuera de este ámbito, no se ha considerado la demanda industrial en la cuenca.

En cuanto a la demanda energética, actualmente existen 5 centrales hidroeléctricas - CH, entre las que se encuentran la CH Canchaque, CH Chalaco, CH Huancabamba; CH Santo Domingo y CH Curumuy. Estas hidroeléctricas están ubicadas en la parte alta de la cuenca del Río Piura, donde se concentra la mayor cantidad de recurso hídrico aprovechable para la generación de energía eléctrica a través de los caudales máximos que ocurren en época de avenidas.

#### **4.1.12.1. Demanda de Uso Poblacional de Agua**

Se tiene dentro del área de estudio una demanda formalizada a nivel de cuenca para uso poblacional de 2298.33 l/s según registros del RADA - Administración Local de Agua Alto Piura Huancabamba y según datos proporcionados por la Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque Zarumilla - V, en el caso



del Sistema Alto Piura Huancabamba se tiene una demanda formalizada de 49.85 l/s en cuanto a JASS (Junta Administradora de Servicios de Saneamiento) según registros del RADA y en cuanto a un uso general poblacional que incluye JASS, Municipalidades, Proyectos de Agua Potable se tiene una demanda formalizada de 161.64 l/s.

#### **4.1.12.2. Demanda de Uso Pecuario**

Si se considera lo referente al uso pecuario en la Cuenca Chira-Piura, solo se cuenta con una licencia de uso para este sector, la cual pertenece al Sistema Medio y Bajo Piura, exactamente en la zona de Los Ejidos, cuyo tipo de fuente es subterránea con pozo a tajo abierto. Dicha licencia les otorga un caudal de 60 l/s, consumiéndose un volumen anual de 1.89 Hm<sup>3</sup>, en cuanto al Sistema Alto Piura no se tiene registrado ningún tipo de uso.

#### **4.1.12.3. Demanda de Uso Agrícola**

En el uso agrícola, la distribución de derechos de uso se realiza también por sistemas de riego, las cuales son: Chira, San Lorenzo, Medio y Bajo Piura y Alto Piura y para este caso se analizará el Sistema de Riego Alto Piura.

##### **4.1.12.3.1. Demanda de Uso Agrícola Sistema Medio Bajo Piura**

La Junta de Usuarios Medio y Bajo Piura en lo que respecta a su demanda mensual en promedio es de 32.62 Hm<sup>3</sup>, en promedio anual la Junta de Usuarios tiene una demanda de 391.46 Hm<sup>3</sup>.

##### **4.1.12.3.2. Demanda de Uso Agrícola Sistema Alto Piura**

El Sistema Alto Piura está conformado por 10 comisiones de usuarios: Bigote, Serrán, Malacasi, Ingenio-Buenos

Aires, La Gallega Morropón, Pabur, Charanal, Yapatera y Sancor y Vicús, los cuales conforman un total de 49 bloques de riego, los que a su vez forman 16821 predios, estos en su totalidad integran un área total de 41601.72 ha de las cuales están bajo riego un área de 19678.25 ha. La demanda para los 49 bloques de riego conformados están distribuidos en las diez (10) Comisiones de Usuarios, según como se describe a continuación:

**Comisión de Usuarios Serran:**

Está conformada por 05 bloques de riego y con un área bajo riego de 913.76 ha, dichos bloques son abastecidos con agua proveniente de los ríos Huarmaca, Chignia, Pata y Pusalca.

**Comisión de Usuarios Bigote:**

Está conformada por 05 bloques de riego y con un área bajo riego de 2848.71 hectáreas, abastecidos con agua proveniente de los ríos Bigote y Singocate.

**Comisión de Usuarios Malacasí:**

Está conformada por 2 bloques de riego y con un área bajo riego de 675.0 hectáreas, abastecidos con agua proveniente del Río Piura.

**Comisión de Usuarios El Ingenio – Buenos Aires:**

Está conformada por 7 bloques de riego y con un área bajo riego de 1891.50 hectáreas, abastecidos con agua de los ríos Piscal, Chalaco, Piura (bombeo) y el principal Corral del Medio (Rio Corrales).

**Comisión de Usuarios La Gallega - Morropón:**

Está conformada por 8 bloques de riego con un área bajo riego de 2957.00 hectáreas, abastecidos con agua proveniente del Río La Gallega.

**Comisión de Usuarios Pabur:**

Está conformada por 8 bloques de riego y con un área bajo riego de 1985.25 hectáreas, abastecidos con agua proveniente del Río Piura.

**Comisión de Usuarios Charanal:**

Está conformada por 5 bloques de riego y con un área bajo riego de 1673.37 hectáreas estas se abastecen con agua proveniente del Río Charanal y Quebrada Las Damas.

**Comisión de Usuarios Yapatera:**

Está conformada por 3 bloques de riego y con un área bajo riego de 4121.74 hectáreas y se abastecen con agua proveniente del Río Yapatera.

**Comisión de Usuarios Sancor:**

Está conformada por 4 bloques y con un área bajo riego de 1719.92 hectáreas y son abastecidos con agua proveniente de los ríos Sancor y Río Seco.

**Comisión de Usuarios Vicus:**

Está conformada por 2 bloques y con un área bajo riego de 892.00 hectáreas que se abastecen con agua proveniente del Río Piura (bombeo) y aguas subterráneas.

Para la distribución de áreas unitarias por bloque de riego se ha tenido que recopilar información proporcionada por la Administración Local de Agua Alto Piura Huancabamba y además se ha tomado como referencia el estudio 'Actualización de la Propuesta de Asignación de Agua en Bloques (Volúmenes Anuales Y Mensuales) Para la Formalización de Derechos de Uso de Agua en el Valle Alto Piura ejecutado por el INRENA en el año 2005.

#### 4.1.12.4. Demanda de Uso Acuicola y Pesquero

Para el sector acuícola para el Sistema Medio y Bajo Piura, se tiene una demanda formalizada de 9.46 Hm<sup>3</sup>/anuales destacándose la empresa ECOACUICOLA S.A.C, en el caso del Sistema Alto Piura Huancabamba no se ha registrado ningún tipo de uso y demanda acuícola y pesquero.

#### 4.1.12.5. Demanda de Uso Energético

Actualmente, existen 5 centrales hidroeléctricas que usan el agua con fines energéticos, se tiene dentro del área de influencia una demanda no formalizada para uso energético de 15729 l/s al año 2014 según la Autoridad Administrativa del Agua JZ - V, se puede destacar entre la más importante a la empresa Sindicato Energético SA C.H. Curumuy la cual demanda un caudal de 14.659 l/s (Ver Cuadro N° 4.19) y tiene una producción de 64.895 MWH de energía eléctrica según el 'Resultado del Primer Monitoreo de la Calidad del Agua de la Cuenca Chira - Piura del 19 al 24 de octubre del 2011. Los volúmenes de agua que aparecen en el siguiente Cuadro son los correspondientes a los volúmenes entregados en el año 2014 en lo que las C.H se encuentran en proceso de formalización

**CUADRO 7: DEMANDA DE AGUA PARA USO ENERGÉTICO AL AÑO 2014**

Nombre del Usuario	Volumen Otorgado	Caudal	Estado
ELECTRONOROESTE S.A. C.H.	6,912,000.00	0.219	En Proceso de
ELECTRONOROESTE S.A. C.H.	8,398,000.00	0.266	En Proceso de
ELECTRONOROESTE S.A. C.H.	16,070,400.0	0.510	En Proceso de
ELECTRONOROESTE S.A. C.H. SANTO	2,355,696.00	0.075	En Proceso de
SINDICATO ENERGETICO S.A. C.H.	462,300,099.8	14.659	En Proceso de

*Fuente: Autoridad Administrativa del Agua JZ - V*

#### **4.1.12.6. Demanda de Uso Industrial**

Según información proporcionada por el Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos en el Sistema Alto Piura se registran 5 autorizaciones de uso industrial en la provincia de Huancabamba, pero estas no son tomadas en cuenta en la Cuenca Piura, debido a que están fuera del ámbito de la cuenca hidrográfica, por lo tanto no existe demanda industrial en este ámbito.

#### **4.1.12.7. Demanda de Uso Minero**

En cuanto al uso minero existen dentro del área en estudio empresas dedicadas a este rubro como por ejemplo la Empresa Minera Misky Mayo, la cual cuenta con un derecho formalizado. Se ha recopilado información del volumen otorgado en el año 2014 proporcionado por la Autoridad Administrativa del Agua JZ - V. En general para la Cuenca Chira - Piura la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM) no cuenta con estadísticas del uso del agua para las actividades mineras.

Según el `Resultado del Primer Monitoreo de la Calidad del Agua de la Cuenca Chira - Piura del 19 al 24 de octubre del 2011\_ en la cuenca baja existe actividad minera de explotación, se registra un consumo de  $0.57 \text{ Hm}^3$  por año en el Centro Minero de Bayobar lo que equivaldría a una demanda de 18.07 l/s.

#### **4.1.12.8. Demanda de Uso Recreativo**

En la Cuenca del Río Piura se cuentan con 3 licencias de Uso Recreativo, estas se encuentran registradas en el Sistema Medio y Bajo Piura, en el caso del Sistema Alto Piura Huancabamba no se cuenta con ningún tipo de uso recreativo; de estas licencias 2 son de uso productivo recreacional subterráneo 1 para la Federación Departamental de Fútbol de Piura y 1 licencia superficial la cual tiene como fuente el Canal Biaggio Arbulu la cual pertenece a la

Municipalidad Distrital de Castilla y las aguas son utilizadas para el regadío de áreas verdes del Distrito de Castilla.

#### **4.1.12.9. Demanda de Uso Medio Ambiental**

Los requerimientos hídricos para fines ambientales. Básicamente se trata de que la demanda ambiental hídrica considere el mantenimiento de caudales y niveles de acuíferos y lagos, para la protección de ecosistemas y de los valores paisajísticos y turísticos asociados.

La expresión caudal ecológico, referida a un río o a cualquier otro cauce de agua corriente, es una expresión que puede definirse como el agua necesaria para preservar los valores ecológicos en el cauce del mismo, como: los hábitats naturales que cobijan una riqueza de flora y fauna, las funciones ambientales como dilución de polutantes o contaminantes, amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos y la preservación del paisaje.

Todo proyecto que conlleve la derivación de agua de cauces hídricos naturales (agua potable, riego, hidroeléctricas, etc.), deben considerar la conservación del caudal ecológico aguas abajo de las obras, para evitar la alteración de los corredores ecológicos constituidos por estos cauces hídricos.

Esto implica que después de los usos de agua para consumo humano, aprovechamiento agrícola, industrial, minero e Hidroenergético hay que mantener un caudal para la naturaleza, que sirve para conservar la biodiversidad y las funciones ambientales.

En los ríos donde se construyen estructuras hidráulicas de captación (bocatomas), o regulación (embalses), se considera como caudal ecológico, el flujo aguas abajo de dichas estructuras, cuya cantidad debe permitir la vida acuática en el río, en condiciones adecuadas, así como también satisfacer las

necesidades de las poblaciones, animales y vegetales si fuera el caso. Este caudal también debe permitir la dilución de efluentes, la conducción de sólidos y el mantenimiento de las características estéticas y paisajistas del medio.

Para el caso de la Cuenca Piura existe una Presa Derivadora Ejidos ubicado en el cauce del Río Piura que pertenece al Sistema Medio y Bajo Piura y los caudales ambientales establecidos se consideran a partir de este punto hacia aguas debajo de la cuenca.

De acuerdo al Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chira-Piura, desarrollado por el Consorcio INCLAM y aprobado por el PMGRH- ANA; el caudal del Río Piura destinado para el uso medioambiental es de 1 m<sup>3</sup>/s para los años 2007, 2008 y 2009, reduciéndose este caudal a 0.5 m<sup>3</sup>/s en los años 2010 y 2011.

#### **4.1.13. Calidad de Agua de la Cuenca Piura**

Los principales problemas en la cuenca están relacionados a la contaminación del agua, debido a la presencia de vertimientos de aguas residuales industriales, domésticas y municipales localizadas en el tramo comprendido entre la naciente de la cuenca y la desembocadura, abarcando básicamente el Distrito de Canchaque, las ciudades de Morropón, Chulucanas, Catacaos y la ciudad de Piura.

Otro de los problemas que más afectan la calidad de las aguas de la Cuenca Piura es la disposición inadecuada de residuos sólidos y desmontes en las aguas, sobretodo cerca de los centros urbanos. Estos vertimientos se producen sin ningún cuidado y en forma desordenada, especialmente cerca de las ciudades e industrias. Los botaderos de esta cuenca se concentran en lugares como Chulucanas (sector Lagunas y sector Campanas),

La Matanza, Buenos Aires, San Juan de Bigote y La Greda.

Se cuenta con una red de estaciones de monitoreo de calidad del agua en la Cuenca Piura, desde el año 2011 al 2013; asimismo se han identificado fuentes contaminantes como son los vertimientos no autorizados de aguas residuales domésticas e industriales.

Los monitoreos realizados desde el año 2011 al 2013 presentaron las siguientes condiciones:

#### **4.1.13.1. Monitoreo realizado en el año 2011**

En el monitoreo realizado en el segundo semestre del año 2011, no hubo agua en los puntos de monitoreo ubicados en los ríos Chignia, Huarmaca y Piura, por lo que no se pudo tomar las muestras de aguas superficiales para su análisis, además no se midió los parámetros: oxígeno disuelto para la Categoría 1-A2; pH, temperatura y oxígeno disuelto para la categoría 3 y oxígeno disuelto para la categoría 4, debido a problemas con el equipo de medición. En el mes de octubre de 2011, las aguas del Río Piura solo llegaban hasta la parte media (Malingas).

#### **4.1.13.2. Monitoreo realizado en el año 2012**

En el monitoreo realizado en el primer semestre del año 2012 se muestrearon los siguientes cuerpos de agua: Quebrada Sitán, Río Pusmalca, Quebrada Mina o Puente Fierro, Río Canchaque, Piura, Bigote, Chignia, Huarmaca, Corrales y la Quebrada San Francisco en época de avenida. Para el caso del monitoreo en el segundo semestre del año 2012, que comprende la época de estiaje, el Río Piura mostró un mínimo caudal, el cual es producto de excedencias de los riegos.



#### **4.1.13.3. Monitoreo realizado en el año 2013**

Para el caso del monitoreo en el año 2013, se realizó en época de avenida, se muestrearon los siguientes cuerpos de agua: Quebrada Sitán, Río Puzmalca, Quebrada Mina o Puente Fierro, Río Canchaque, Piura, Bigote, Chignia, Huarmaca, Corrales y la Quebrada San Francisco.

#### **4.2. ANALISIS DE LOS MONITOREOS DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PIURA DURANTE EL PERÍODO 2014 AL 2016**

La Autoridad Nacional del Agua realiza cada año monitoreos a la Cuenca Piura, contratando los servicios de laboratorios acreditados por INACAL, donde ellos realizan el análisis de muestras del monitoreo realizado al agua superficial en la Cuenca Piura.

A partir de los informes de ensayo proporcionados por la Autoridad Nacional del Agua – ANA, se realizará la investigación.

Los análisis se han realizado en los siguientes puntos de monitoreo mostrados a continuación:

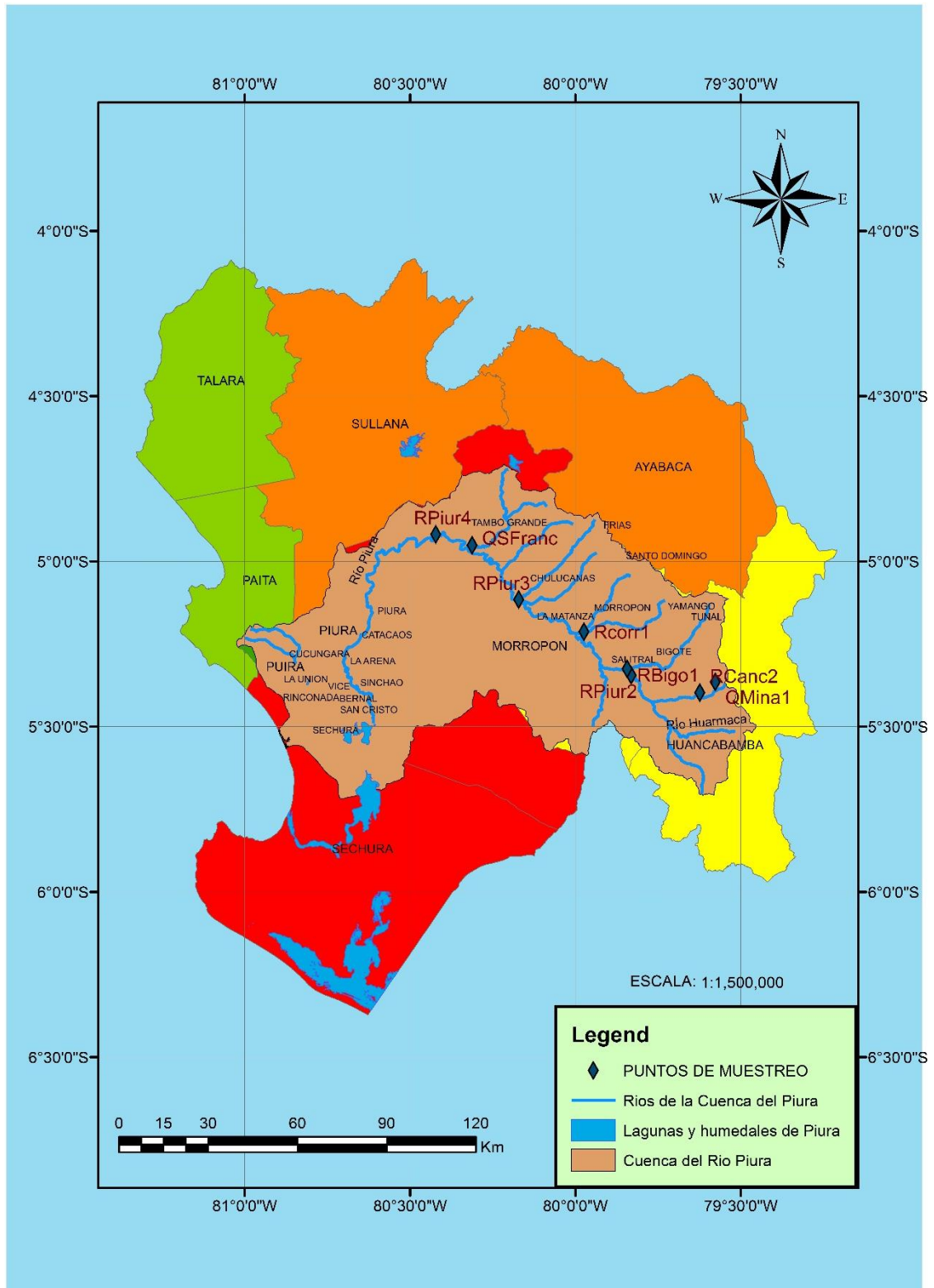
**CUADRO 8: PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA PIURA**

N°	Código	Descripción	Distrito	Provincia	Coordenadas UTM (WGS-84)	
					Este	Norte
1	1378QMina1	Quebrada Puente Fierro o Mina, captación agua potable Palambra	Canchaque	Huancabamba	657713	9406850
2	1378RCanc2	Río Canchaque, 300 m aguas arriba del Puente La Afiladera	Canchaque-caserío Santa Rosa	Huancabamba	652500	9403269
3	1378RPiur2	Río Piura, 100 m aguas arriba del Puente Salitral	Salitral	Morropón	629531	9409101
4	1378RBigo1	Río Bigote, antes de unirse con el Río Piura	Bigote	Morropón	628188	9411277
5	1378RCorr1	Río Corrales, antes de tributar en el río Piura	Buenos Aires	Morropón	613706	9423723
6	1378 QSFranc	Quebrada San Francisco 750 m antes de la desembocadura del Río Piura.	Tambogrande	Piura	576281	9452687
7	1378RPiur3	Río Piura, 100 m aguas arriba del Puente Nacara	Chulucanas	Morropón	591872	9434509
8	1378RPiur4	Río Piura, frente a la localidad de Ocoto Bajo	Tambogrande	Piura	564086	9456344

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua*

A continuación se muestra un Mapa de la ubicación de los puntos de monitoreo de la Calidad de Agua en la Cuenca Piura, este fue elaborado con el programa ArcGIS, el cual nos permitió ubicar cada punto a partir de las coordenadas UTM.

**FIGURA 3: MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA PIURA**



Fuente: Elaboración Propia

En los monitoreos realizados por la autoridad competente se han analizado 30 parámetros de calidad de agua. Los cuales serán comparados con los ECA – Agua y se podrá identificar los parámetros que exceden y superan el Estándar de Calidad Ambiental. A continuación en el siguiente cuadro se especifica los parámetros evaluados en los monitoreos.

### CUADRO 9: PARÁMETROS EVALUADOS

N°	Parámetro	Unidad
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L
2	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L
3	Fosfato	mg/L
4	Fósforo Total	mg/L
5	Nitrógeno Amoniacal	mg/L
6	Nitratos	mg/L
7	Sólidos Suspendidos Totales (TSS)	mg/L
8	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL
9	Aluminio (Al)	mg/L
10	Arsénico (As)	mg/L
11	Boro (B)	mg/L
12	Bario (Ba)	mg/L
13	Berilio (Be)	mg/L
14	Calcio (Ca)	mg/L
15	Cadmio (Cd)	mg/L
16	Cobalto (Co)	mg/L
17	Cromo (Cr)	mg/L
18	Cobre (Cu)	mg/L
19	Hierro (Fe)	mg/L
20	Potasio (K)	mg/L
21	Litio (Li)	mg/L
22	Magnesio (Mg)	mg/L
23	Manganeso (Mn)	mg/L
24	Sodio (Na)	mg/L
25	Niquel (Ni)	mg/L
26	Plomo (Pb)	mg/L

N°	Parámetro	Unidad
27	Antimonio (Sb)	mg/L
28	Selenio (Se)	mg/L
29	Zinc (Zn)	mg/L
30	Mercurio (Hg)	mg/L

Fuente: *Elaboración Propia*

Para este estudio se creyó conveniente seleccionar solo los parámetros que exceden por cada año, sin embargo los resultados de cada año con todos los parámetros anteriormente mencionados se encuentran en el Anexo N°4, Anexo N°5 y Anexo N°6.

#### 4.2.1. Monitoreo realizado en el año 2014

##### 4.2.1.1. PARÁMETROS QUE EXCEDEN LOS ECA

**CUADRO 10: PARÁMETROS DEL AÑO 2014 QUE EXCEDEN EL ECA**

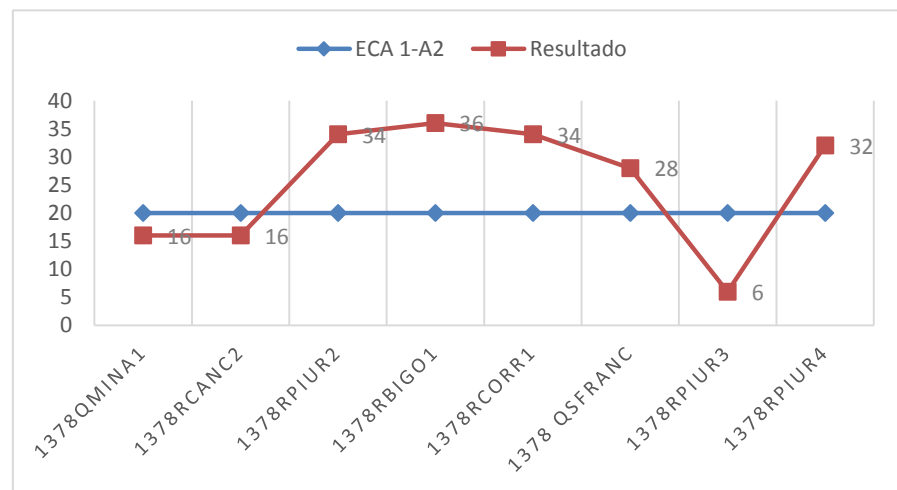
Parámetro / Punto	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Coliformes Termotolerantes	Aluminio (Al)	Arsénico (As)	Hierro (Fe)	Fósforo Total
Unidad	mg/L	NMP/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ECA (Cat 1-A2)	20	2000	0.2	0.01	1	0.15
1378QMina1	16	13	<b>0.4324</b>	0.0071	0.3547	0.042
1378RCanc2	16	<b>7900</b>	<b>2.0411</b>	<b>0.0398</b>	<b>1.2377</b>	0.032
1378RPiur2	<b>34</b>	49	0.045	0.0035	0.11075	0.033
1378RBigo1	<b>36</b>	230	0.1075	0.0014	0.18842	0.024
1378RCorr1	<b>34</b>	49	0.0282	0.0015	0.20167	0.07
1378 QSFrac	<b>28</b>	130	0.0244	0.0034	0.06224	0.088
1378RPiur3	6	130	0.197	0.003	0.25892	0.072
1378RPiur4	<b>32</b>	79	0.1178	0.0039	0.12341	0.116

Fuente: *Elaboración Propia*

##### 4.2.1.1.1. Demanda Química de Oxígeno

Los valores reportados cumplieron con el ECA – Agua para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional”, a excepción de las estaciones de monitoreo identificadas como 1378RPIur2, 1378RBigo1, 1378RCorr1, 1378QSFranc y 1378RPIur4 donde se presentaron niveles altos de DQO.

**GRÁFICO 1: DQO – AÑO 2014**

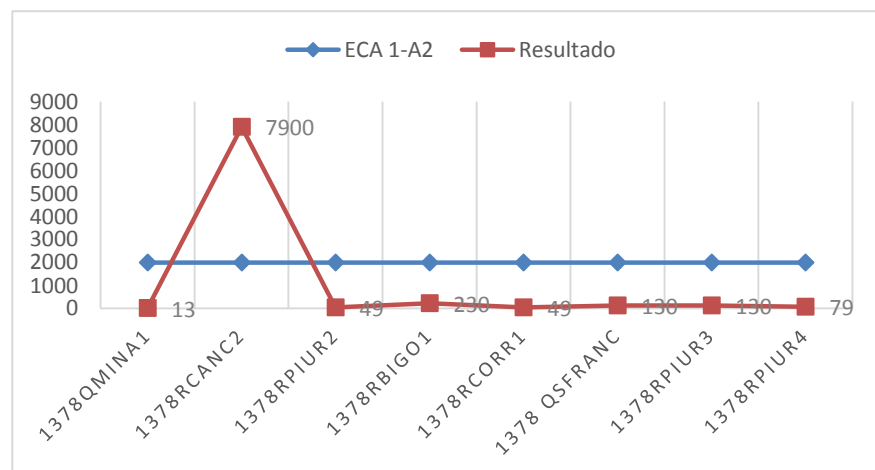


Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.1.1.2. Coliformes Termotolerantes

Los valores cumplieron con el ECA – Agua para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional”, a excepción del punto de monitoreo RCan2, donde excede enormemente los valores ECA-Agua.

**GRÁFICO 2: COLIFORMES TERMOTOLERANTES – AÑO 2014**

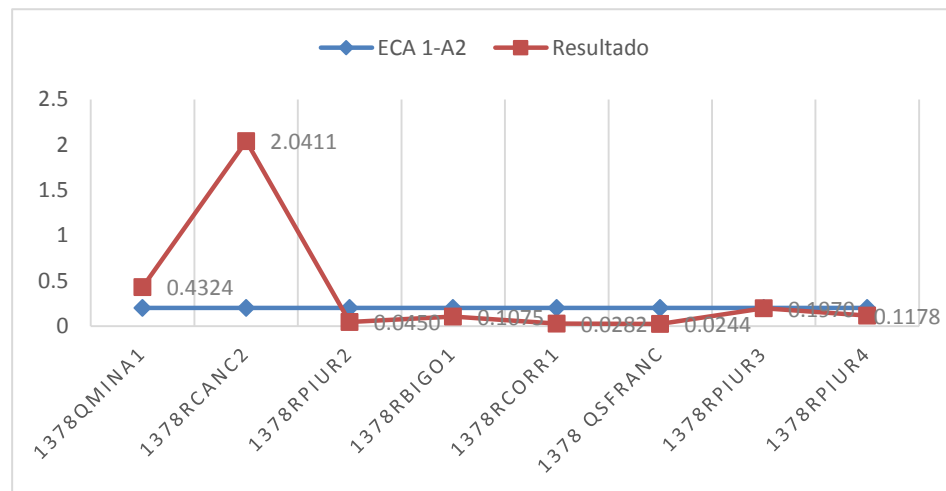


Fuente: Elaboración Propia

### 4.2.1.1.3. Aluminio

Los valores reportados cumplieron con los valores ECA-Agua a excepción de la parte alta de la Cuenca Piura en el punto de monitoreo 1378RCanc2 donde excede los valores ECA-Agua.

**GRÁFICO 3: ALUMINIO – AÑO 2014**

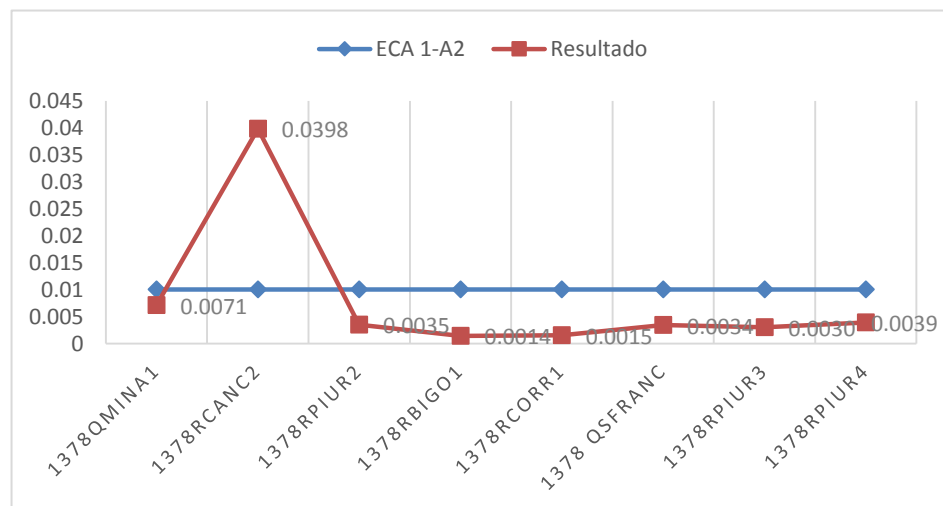


Fuente: Elaboración Propia

### 4.2.1.1.4. Arsénico

La concentración de Arsénico cumple con el ECA-Agua para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional”, a excepción del punto de monitoreo RCanc2 que supera el valor ECA-Agua.

**GRÁFICO 4: ARSÉNICO – AÑO 2014**

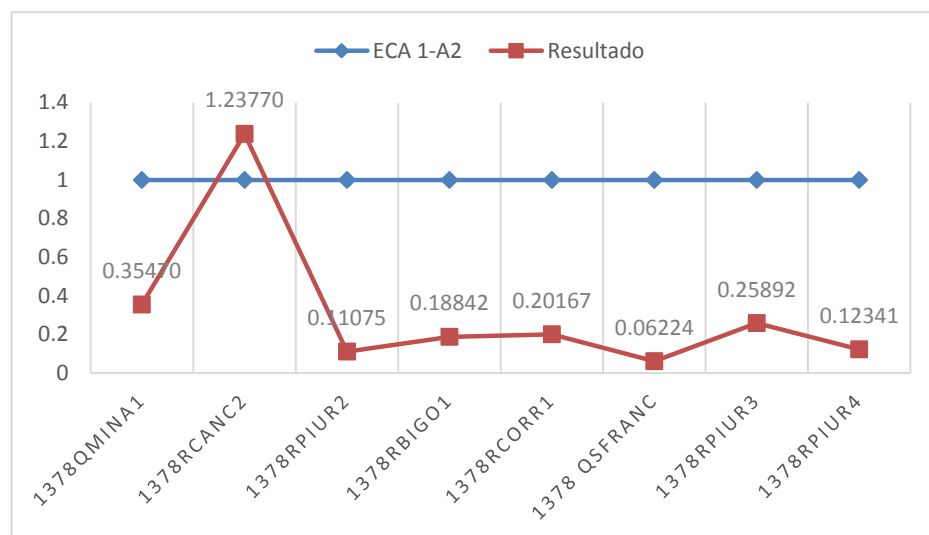


Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.1.1.5. Hierro

Los valores cumplen con el ECA-Agua, a excepción del punto de monitoreo RCanc2 que supera el valor ECA-Agua.

**GRÁFICO 5: HIERRO – AÑO 2014**

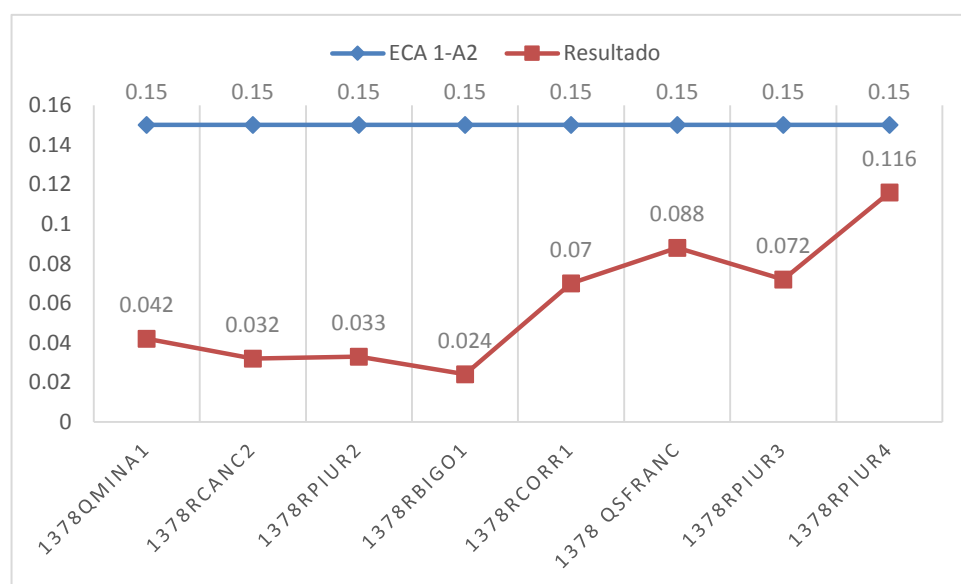


Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.1.1.6. Fósforo Total

Todos los valores están por debajo del ECA-Agua.

**GRÁFICO 6: FÓSFORO TOTAL – AÑO 2014**



Fuente: Elaboración Propia



## 4.2.1.2. PUNTOS DE MONITOREO QUE EXCEDEN LOS ECA

### 4.2.1.2.1.QMina1

En el punto de monitoreo de la Quebrada Mina o Puente Fierro el parámetro que excede el valor ECA-Agua es el Aluminio donde se encontró una concentración de 0.4324 mg/L, lo que significa que excede en un 116,2% la concentración de aluminio para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional” – Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

**CUADRO 11: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
QMINA1 – AÑO 2014**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378QMina1
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.4324

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

### 4.2.1.2.2.RCan2

En el punto de monitoreo Rio Canchaque, 300 metros aguas arriba del Puente La Afiladera, los parámetros que exceden el valor ECA-Agua estos son: coliformes termotolerantes, con una concentración de 7900 NMP/100 mL, el cual excede en un 295% el ECA-Agua; Aluminio, con una concentración de 2.0411 mg/L, el cual excede en un 920.6% el valor ECA-Agua recomendado; Arsénico con una concentración de 0.0398 mg/L excediendo en un 298% el ECA-Agua y Hierro con una concentración de 1.2377 mg/L excediendo en un 23.8% el ECA-Agua.

**CUADRO 12: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
QMINA1 – AÑO 2014**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RCanc2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	7900
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	2.0411
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.0398
Hierro (Fe)	mg/L	1	1.2377

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

#### 4.2.1.2.3.RPiur2

En la estación de monitoreo Río Piura, 100 metros aguas arriba del Puente Salitral, el único parámetro que supera el ECA-Agua es el de la Demanda Química de Oxígeno con un valor de 34 mg/L, excediendo en un 70% el ECA-Agua recomendado.

**CUADRO 13: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RPIUR2 – AÑO 2014**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RPiur2
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	34

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

#### 4.2.1.2.4.RBigo1

En la estación de monitoreo Río Bigote, antes de unirse con el Río Canchaque, el parámetro que supera el ECA-Agua es la Demanda Química de Oxígeno con una concentración de 36 mg/L, excediendo en un 80% el ECA-Agua.

**CUADRO 14: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RBIGO1 – AÑO 2014**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RBigo1
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	36

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

**4.2.1.2.5.RCorr1**

En la estación de monitoreo Río Corrales, antes de tributar con el Río Piura, el parámetro que supera el ECA-Agua es la Demanda Química de Oxígeno con un valor de 34 mg/L, excediendo en un 70% el ECA-Agua.

**CUADRO 15: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RCORR1 – AÑO 2014**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RCorr1
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	34

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

**4.2.1.2.6.RCorr1**

En la estación de monitoreo Quebrada San Francisco, 700 metros antes de la desembocadura del Río Piura, el parámetro que supera el ECA-Agua es la Demanda Química de Oxígeno con una concentración de 28 mg/L, excediendo en un 40% el ECA-Agua.

**CUADRO 16: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
QSFRANC – AÑO 2014**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378 QSFranc
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	28

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

#### 4.2.1.2.7.RPiur4

En la estación de monitoreo Río Piura, frente a la localidad de ocoto Bajo, el parámetro que supera el ECA-Agua es la Demanda Química de Oxígeno con una concentración de 32 mg/L, excediendo en un 60% el ECA-Agua.

**CUADRO 17: PARAMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RPIUR4 – AÑO 2014**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RPiur4
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	32

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

#### 4.2.2. Monitoreo realizado en el año 2015

##### 4.2.2.1. PARÁMETROS QUE EXCEDEN LOS ECA

**CUADRO 18: PARÁMETROS DEL AÑO 2015 QUE EXCEDEN EL ECA**

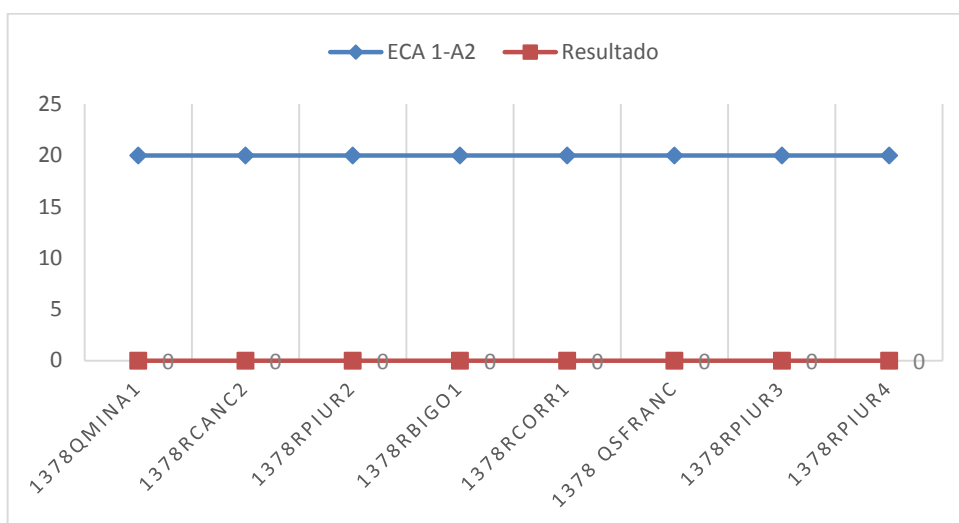
Parámetro Punto	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Coliformes Termotolerantes	Aluminio (Al)	Arsénico (As)	Hierro (Fe)	Fósforo Total
Unidad	mg/L	NMP/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ECA (Cat 1-A2)	20	2000	0.2	0.01	1	0.15
1378QMiná1	N.D	490	0.13	<b>0.027</b>	0.087	0.017
1378RCanc2	N.D	<b>2300</b>	0.13	0.006	0.19	0.048
1378RPiur2	N.D	790	0.19	N.D	0.247	0.036
1378RBigo1	N.D	1300	0.05	N.D	0.123	0.052
1378RCorr1	N.D	<b>3300</b>	<b>0.97</b>	N.D	<b>1.488</b>	0.07
1378 QSFranc	N.D	490	0.06	N.D	0.088	0.126
1378RPiur3	N.D	23	0.08	N.D	0.118	0.082
1378RPiur4	N.D	4.5	0.06	0.002	0.089	0.107

*Fuente: Elaboración Propia*

##### 4.2.2.1.1.Demanda Química de Oxígeno

Todos los valores están por debajo del ECA – Agua para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional”.

**GRÁFICO 7: DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO – AÑO 2015**

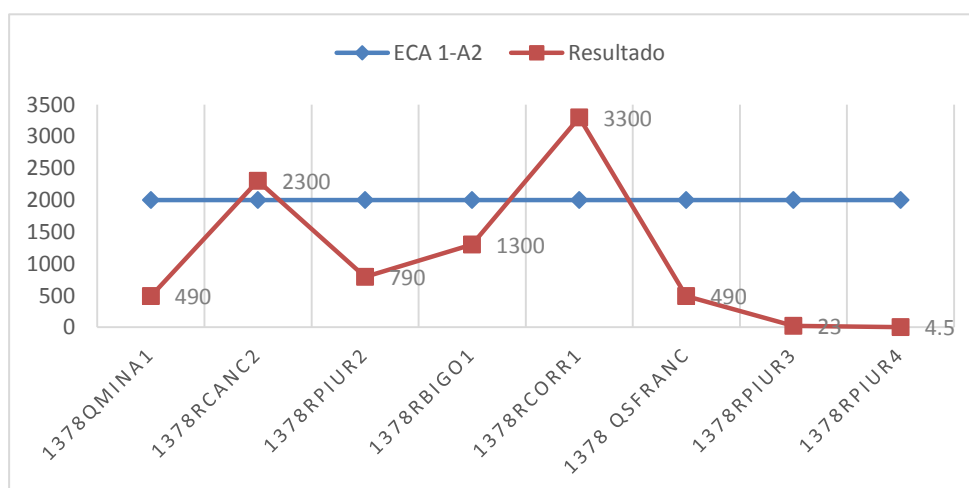


Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.1.2. Coliformes Termotolerantes

Los valores cumplieron con el ECA – Agua para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional”, a excepción de los puntos de monitoreo RCan2 y RCorr1, donde exceden los valores ECA-Agua.

**GRÁFICO 8: COLIFORMES TERMOTOLERANTES – AÑO 2015**



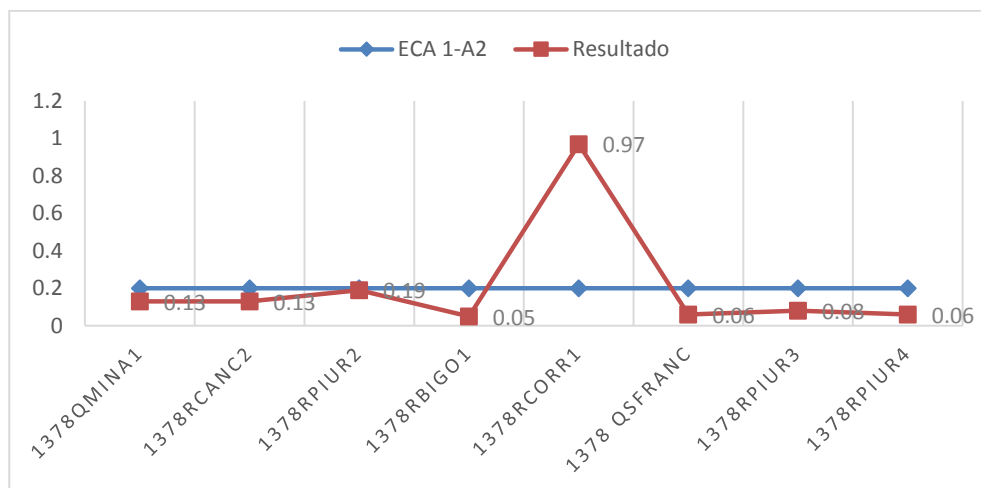
Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.1.3. Aluminio

Los valores cumplen con el ECA-Agua, a excepción del punto 1378RCorr1 donde se registró altas concentraciones de Aluminio,

esta estación de monitoreo presenta valores que superan el ECA- Agua para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional”

**GRÁFICO 9: ALUMINIO – AÑO 2015**

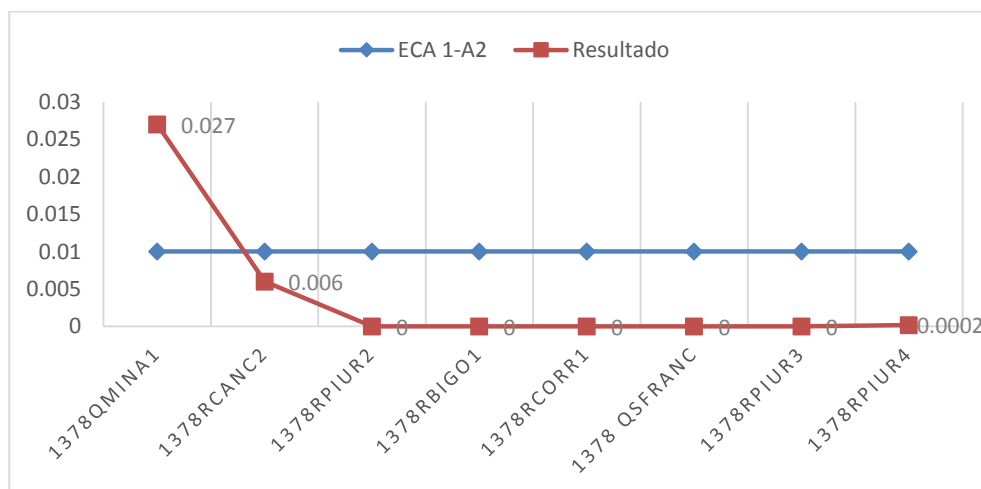


Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.1.4. Arsénico

Las concentraciones excesivas de Arsénico en la Cuenca Piura solo se registra en el punto de monitoreo QMina1. Los demás puntos si cumplen con el ECA-Agua para la categoría 1-A2.

**GRÁFICO 10: ARSÉNICO – AÑO 2015**

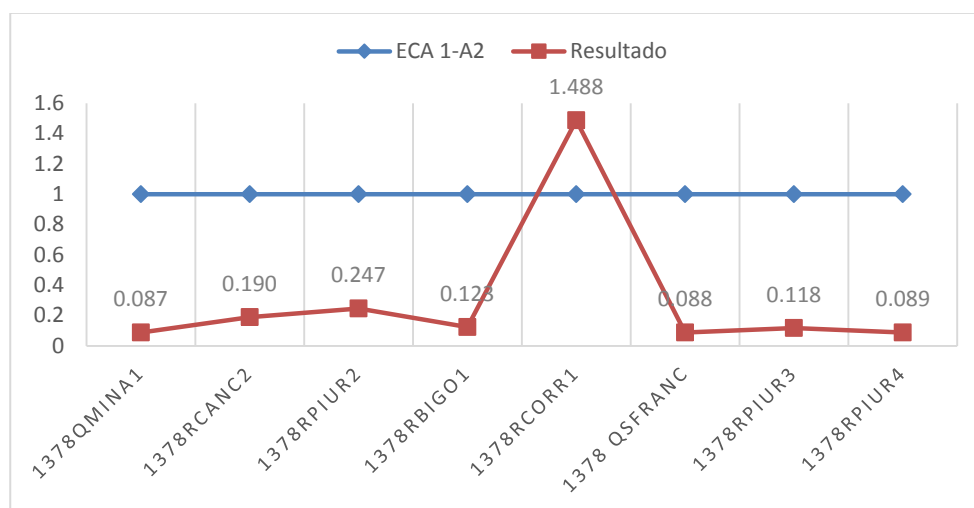


Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.2.1.5. Hierro

Las concentraciones de Hierro (Fe) superan los valores ECA-Agua para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional” en la estación 1378RCorr1.

**GRÁFICO 11: HIERRO – AÑO 2015**

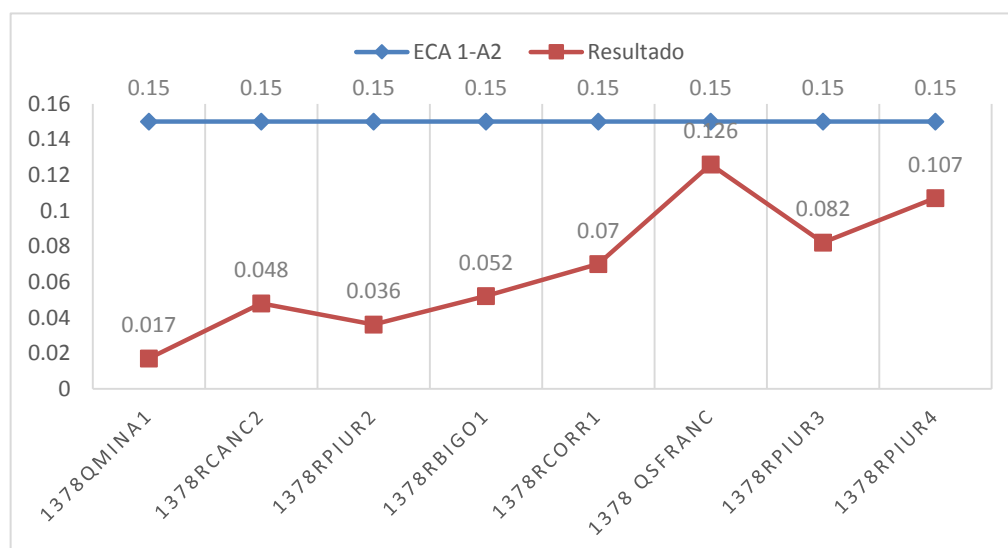


Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.1.6. Fósforo Total

Todos los valores están por debajo del ECA – Agua para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional”.

**GRÁFICO 12: FÓSFORO TOTAL**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.2. PUNTOS DE MONITOREO QUE EXCEDEN EL ECA

##### 4.2.2.2.1.QMina1

En el punto de monitoreo de la Quebrada Mina o Puente Fierro el parámetro que excede el valor ECA-Agua es el Arsénico donde se encontró una concentración de 0.0270 mg/L, lo que significa que excede en un 170% la concentración de arsénico para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional” – Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

**CUADRO 19: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
QMINA1 – AÑO 2015**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378QMina1
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.027

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

##### 4.2.2.2.2.RCan2

En el punto de monitoreo Río Canchaque, 300 metros aguas arriba del Puente La Afiladera, el parámetro que excede el valor ECA-Agua es el de coliformes termotolerantes, con una concentración de 2300 NMP/100 mL, el cual excede en un 15% el ECA-Agua

**CUADRO 20: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RCANC2 – AÑO 2015**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RCan2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	2300

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

##### 4.2.2.2.3.RCorr1

En la estación de monitoreo Río Corrales, antes de tributar con el Río Piura, los parámetros que exceden el valor ECA-Agua estos son: coliformes termotolerantes, con una concentración de 3300



NMP/100 mL, el cual excede en un 65% el ECA-Agua; Aluminio, con una concentración de 0.97 mg/L, el cual excede en un 385% el valor ECA-Agua recomendado y Hierro con una concentración de 1.488 mg/L excediendo en un 48.8% el ECA-Agua.

**CUADRO 21: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RCORR1 – AÑO 2015**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RCorr1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	3300
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.97
Hierro (Fe)	mg/L	1	1.488

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

#### 4.2.3. Monitoreo realizado en el año 2016

##### 4.2.3.1. PARÁMETROS QUE EXCEDEN EL ECA

**CUADRO 22: PARÁMETROS DEL AÑO 2016 QUE EXCEDEN EL ECA**

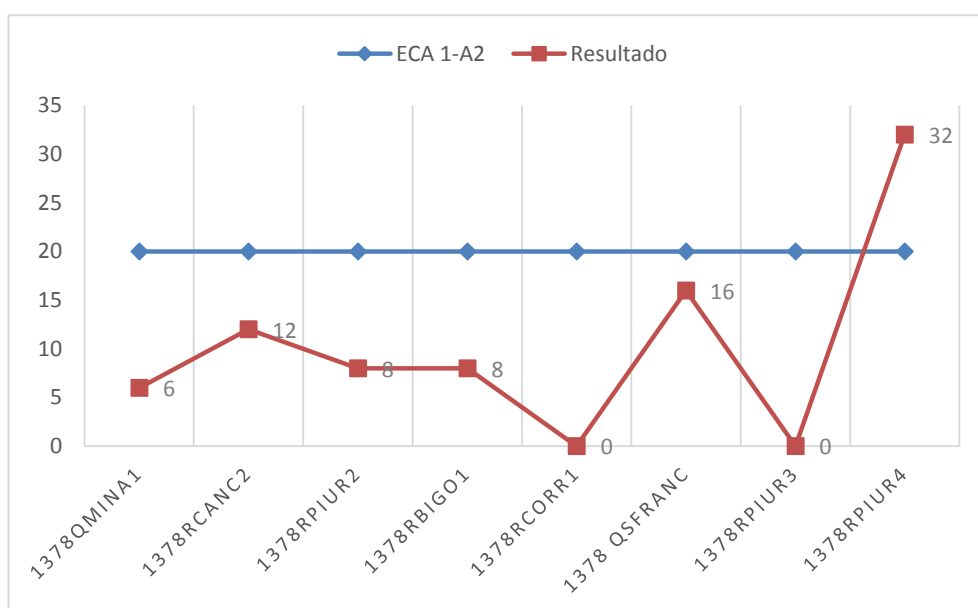
Parámetro / Punto	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Coliformes Termotolerantes	Aluminio (Al)	Arsénico (As)	Hierro (Fe)	Fósforo Total
Unidad	mg/L	NMP/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ECA (Cat 1-A2)	20	2000	5	0.01	1	0.15
1378QMina1	6	33	0.43	<b>0.031</b>	0.301	N.D
1378RCanc2	12	1300	1.361	N.D	<b>1.603</b>	0.01
1378RPiur2	8	<b>3300</b>	3.834	N.D	<b>5.606</b>	0.107
1378RBigo1	8	230	<b>7.414</b>	N.D	<b>18.11</b>	<b>0.254</b>
1378RCorr1	N.D	<b>13000</b>	2.42	N.D	<b>3.551</b>	0.052
1378 QSFranc	16	330	0.436	N.D	0.404	0.054
1378RPiur3	N.D	<b>4900</b>	<b>6.132</b>	N.D	<b>11.7</b>	<b>0.174</b>
1378RPiur4	32	<b>11000</b>	4.326	N.D	<b>7.297</b>	0.085

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.2.3.1.1. Demanda Química de Oxígeno

Los puntos de monitoreo 1378QMina1, 1378RCan2, 1378RPiur2, 1378RBigo1, 1378RCorr1, 1378QSFranc y 1378RPiur3 cumplen con el valor ECA-Agua recomendado, a excepción del punto 1378RPiur4 que excede el valor ECA.

**GRÁFICO 13: DQO – AÑO 2016**

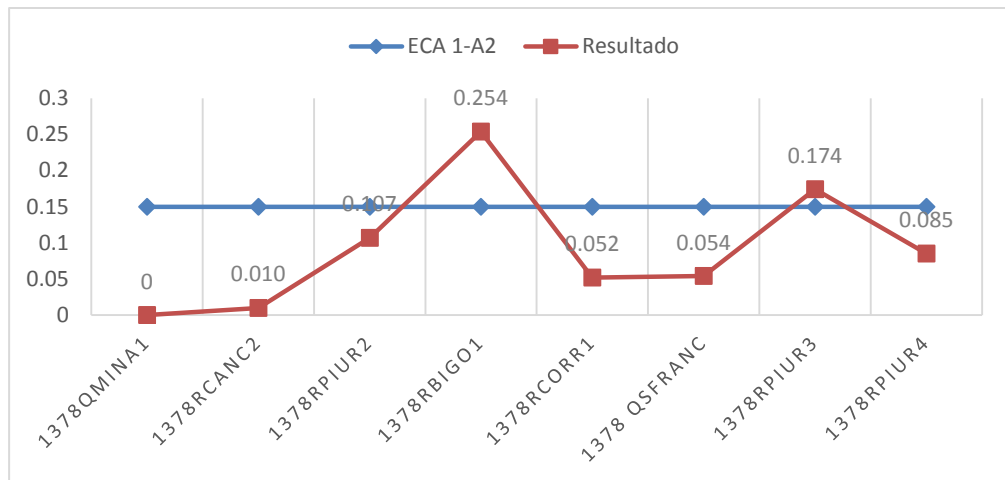


Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3.1.2. Fósforo Total

Los valores reportados para la concentración de Hierro cumplieron con los ECA-Agua para la categoría 1-A2 Poblacional y Recreacional-Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, a excepción de los puntos de monitoreo RBigo1 y RPiura3, donde superan al valor ECA-Agua.

**GRÁFICO 14: FÓSFORO TOTAL – AÑO 2016**

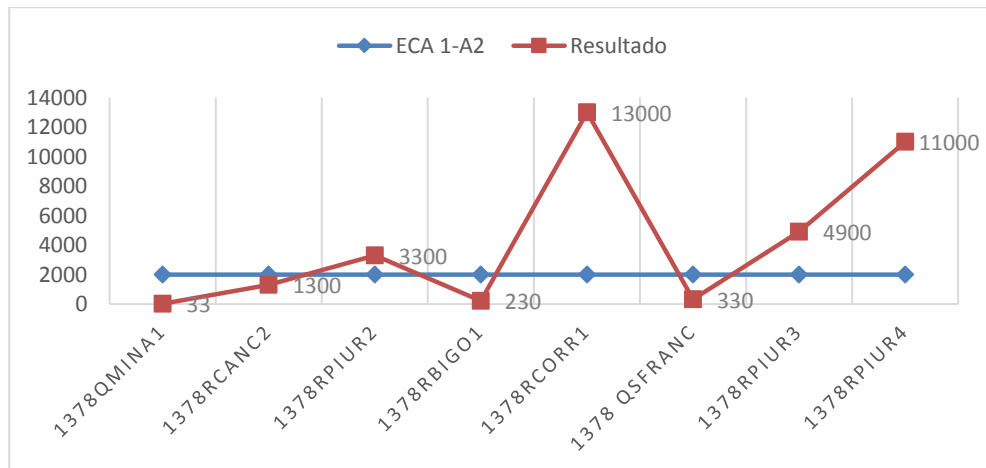


Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.3.1.3. Coliformes Termotolerantes

Se registró que la presencia de Coliformes termotolerantes fueron mayores al valor del ECA-Agua para la categoría 1-A2, en las estaciones de monitoreo RCorr1 y RPIur4.

**GRÁFICO 15: COLIFORMES TERMOTOLERANTES – AÑO 2016**

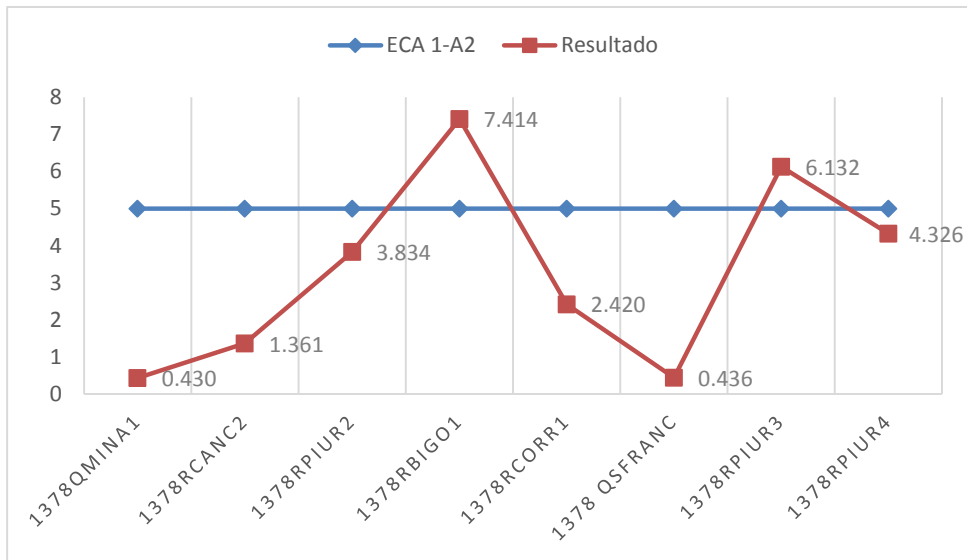


Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3.1.4. Aluminio

La presencia elevada de Aluminio total se registra en dos puntos de monitoreo RBigo1 y RPIur3, los demás puntos si cumplen con los valores ECA-Agua.

**GRÁFICO 16: ALUMINIO – AÑO 2016**

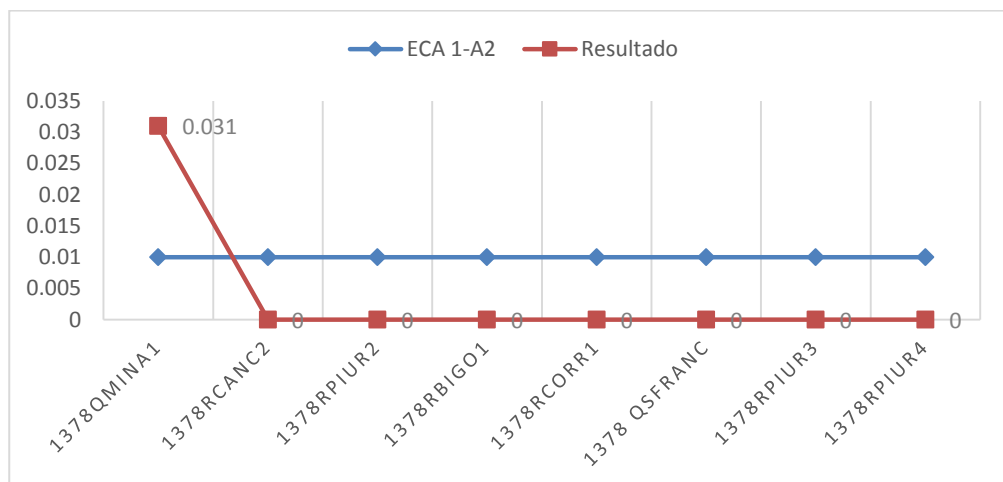


Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3.1.5. Arsénico

Los valores reportados para la concentración de Arsénico se encuentran por debajo de los valores límites de detección del laboratorio a excepción del punto de monitoreo QMina1 que supera el valor ECA-Agua para la categoría 1-A2 Poblacional y Recreacional- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

**GRÁFICO 17: ARSÉNICO – AÑO 2016**

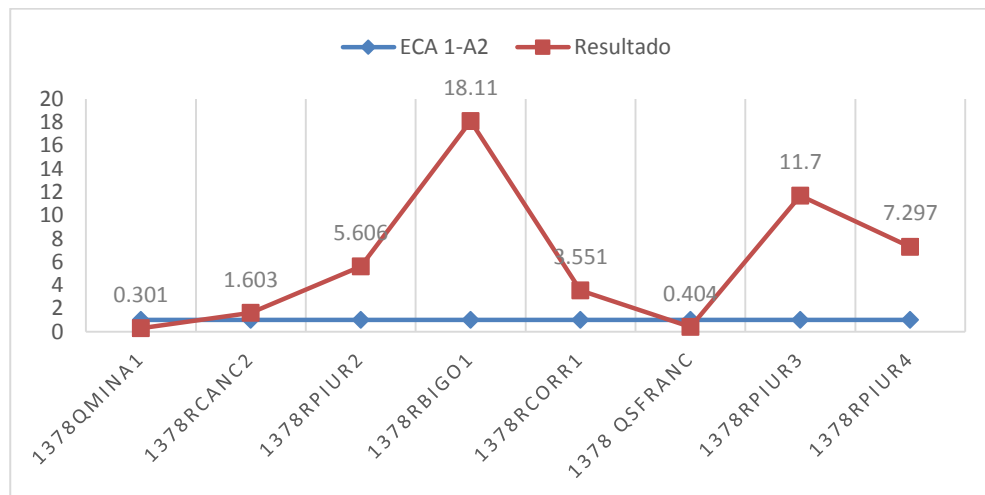


Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3.1.6. Hierro

Los valores reportados para la concentración de Hierro en los puntos QMina1 y QSFranc cumplieron con el ECA-Agua para la categoría 1-A2- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, a excepción de los puntos de monitoreo RCan2, RBigo1, RCorr1, RPiur2, RPiur3 y RPiur4, superan el valor ECA-Agua.

**GRÁFICO 18: HIERRO – AÑO 2016**



*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.3.2. PUNTOS DE MONITOREO QUE EXCEDEN EL ECA

##### 4.2.3.2.1. QMina1

En el punto de monitoreo de la Quebrada Mina o Puente Fierro el parámetro que excede el valor ECA-Agua es el Arsénico donde se encontró una concentración de 0.031 mg/L, lo que significa que excede en un 210% la concentración de aluminio para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional” – Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

**CUADRO 23: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
QMINA1 – AÑO 2016**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378QMin1
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.031

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

**4.2.3.2.2.1378RCan2**

En el punto de monitoreo Río Canchaque, 300 metros aguas arriba del Puente La Afiladera el parámetro que excede el valor ECA-Agua es el Hierro con una concentración de 1.603 mg/L, el cual excede en un 60.3% el valor ECA-Agua recomendado.

**CUADRO 24: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RCANC2 – AÑO 2016**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RCanc2
Hierro (Fe)	mg/L	1	1.603

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

**4.2.3.2.3.RPiur2**

En la estación de monitoreo Río Piura, 100 metros aguas arriba del Puente Salitral, los parámetros que superan el ECA-Agua son: Coliformes termotolerantes con un valor de 3300 NMP/100mL, el cual excede en un 65% el ECA-Agua recomendado y Hierro con una concentración de 5.606 mg/L excediendo en un 460.6% el valor ECA-Agua.

**CUADRO 25: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RPIUR2 – AÑO 2016**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RPiur2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	3300
Hierro (Fe)	mg/L	1	5.606

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

#### 4.2.3.2.4.RBigo1

En la estación de monitoreo Río Bigote, antes de unirse con el Río Canchaque, los parámetros que superan el ECA-Agua son los siguientes: Fósforo con una concentración de 0.254 mg/L, excediendo en un 69.3% el ECA-Agua; Aluminio con una concentración de 7.414 mg/L, que excede en un 48.3% el ECA-Agua y Hierro con una concentración de 18.11 mg/L el cual excede en un 1711% el valor ECA-Agua.

**CUADRO 26: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RBIGO1 – AÑO 2016**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RBigo1
Fósforo Total	mg/L	0.15	0.254
Aluminio (Al)	mg/L	5	7.414
Hierro (Fe)	mg/L	1	18.11

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

#### 4.2.3.2.5.RCorr1

En la estación de monitoreo Río Corrales, antes de tributar con el Río Piura, los parámetros que superan el ECA-Agua son: Coliformes termotolerantes con un valor de 13000 NMP/100mL, excediendo en un 550% el ECA-Agua y Hierro con una concentración de 3.551 excediendo en un 255.1% el ECA-Agua.

**CUADRO 27: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RCORR1 – AÑO 2016**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RCorr1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	13000
Hierro (Fe)	mg/L	1	3.551

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

#### 4.2.3.2.6.RPiur3

En el punto de monitoreo Río Piura, 100 metros aguas arriba del Puente Nacara, los parámetros que superan el ECA-Agua son los siguientes: Fósforo con una concentración de 0.174 mg/L, excediendo en un 16% el ECA-Agua; Coliformes Termotolerantes con una concentración de 4900 NMP/100mL, el cual excede en un 145% el valor ECA-Agua; Aluminio con una concentración de 5 mg/L, que excede en un 22.6% el ECA-Agua y Hierro con una concentración de 11.7 mg/L el cual excede en un 1070% el valor ECA-Agua.

**CUADRO 28: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RPIUR3 – AÑO 2016**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RPiur3
Fósforo Total	mg/L	0.15	0.174
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	4900
Aluminio (Al)	mg/L	5	6.132
Hierro (Fe)	mg/L	1	11.7

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*

#### 4.2.3.2.7.RPiur4

En la estación de monitoreo Río Piura, frente a la localidad de Ocoto Bajo, los parámetros que superan el ECA-Agua son: Coliformes Termotolerantes con una concentración de 11000 NMP/100mL, excediendo en un 450% el ECA-Agua y Hierro con un valor de 7.297 mg/L excediendo en 629.7% el valor ECA.

**CUADRO 29: PARÁMETROS EXCEDIDOS EN EL PUNTO  
RPIUR4 – AÑO 2016**

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Resultado
			1378RPiur4
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	11000
Hierro (Fe)	mg/L	1	7.297

*Fuente: Autoridad Nacional del Agua - Elaboración Propia*



### 4.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO PIURA DURANTE EL PERÍODO 2014 AL 2016

A continuación se presenta un cuadro resumen con los parámetros y puntos de monitoreo que exceden el ECA-Agua durante los años 2014, 2015 y 2016.

A partir de este cuadro y con la información recopilada se procederá a analizar los datos y determinar los parámetros que producen mayor contaminación, los puntos de monitoreo más contaminados y finalmente identificar el año de mayor contaminación en la Cuenca Piura.

**CUADRO 30: CUADRO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO PIURA DEL 2014 AL 2016**

PUNTO DE MONITOREO	Parámetro	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Coliformes Termotolerantes	Aluminio (Al)	Arsénico (As)	Hierro (Fe)	Fósforo Total
	Unidad	mg/L	NMP/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	ECA	20	2000	0.2 (2014 - 2015) 5 (2016) *	0.01	1	0.15
QMina1	2014	16	13	0.4324	0.0071	0.3547	0.042
	2015	N.D	490	0.13	0.027	0.087	0.017
	2016	6	33	0.43	0.031	0.301	N.D
RCanc2	2014	16	7900	2.0411	0.0398	1.2377	0.032
	2015	N.D	2300	0.13	0.006	0.19	0.048
	2016	12	1300	1.361	N.D	1.603	0.01
RPiur2	2014	34	49	0.0450	0.0035	0.11075	0.033
	2015	N.D	790	0.19	N.D	0.247	0.036
	2016	8	3300	3.8340	N.D	5.606	0.107
RBigo1	2014	36	230	0.1075	0.0014	0.18842	0.024
	2015	N.D	1300	0.05	N.D	0.123	0.052
	2016	8	230	7.414	N.D	18.11	0.254
RCorr1	2014	34	49	0.0282	0.0015	0.20167	0.07
	2015	N.D	3300	0.97	N.D	1.488	0.07
	2016	N.D	13000	2.42	N.D	3.551	0.052

PUNTO DE MONITOREO	Parámetro	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Coliformes Termotolerantes	Aluminio (Al)	Arsénico (As)	Hierro (Fe)	Fósforo Total
	Unidad	mg/L	NMP/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	ECA	20	2000	0.2 (2014 - 2015) 5 (2016) *	0.01	1	0.15
QSFrnc	2014	28	130	0.0244	0.0034	0.06224	0.088
	2015	N.D	490	0.06	N.D	0.088	0.126
	2016	16	330	0.436	N.D	0.404	0.054
RPIur3	2014	6	130	0.1970	0.003	0.25892	0.072
	2015	N.D	23	0.08	N.D	0.118	0.082
	2016	N.D	4900	6.132	N.D	11.7	0.174
RPIur4	2014	32	79	0.1178	0.0039	0.12341	0.116
	2015	N.D	4.5	0.06	0.002	0.089	0.107
	2016	32	11000	4.326	N.D	7.297	0.085

(N.D) : No detectable al nivel de cuantificación que se requiera para hacer el análisis

(\*) 0.2 mg/L es el ECA-Agua para el año 2014 y 2015, para el año 2016 el ECA-Agua fue modificado siendo el nuevo valor ECA 5 mg/L

(  ) : Parámetro excedido en el año 2014

(  ) : Parámetro excedido en el año 2015

(  ) : Parámetro excedido en el año 2016

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

##### 4.4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUE EXCEDEN EL ECA DURANTE EL PERIODO EVALUADO

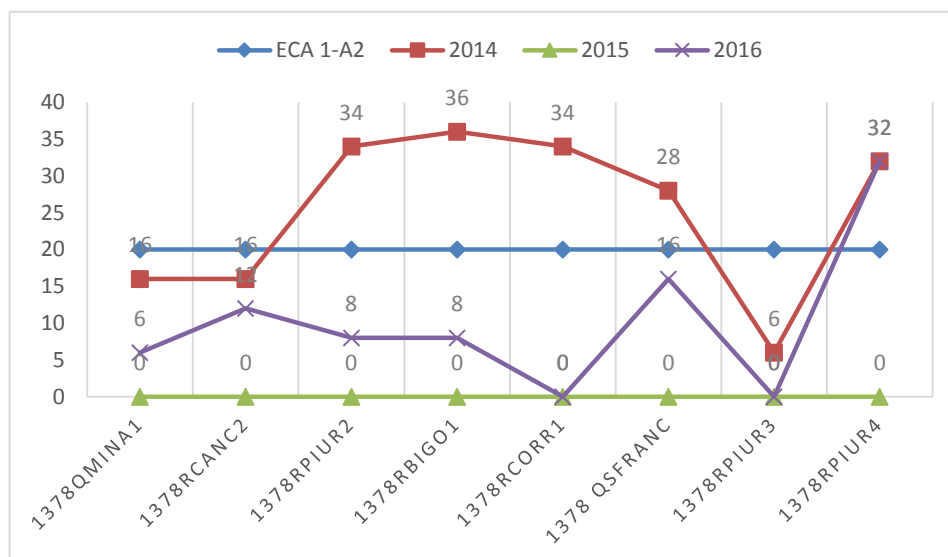
###### 4.4.1.1. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO

Para la demanda química de oxígeno existen cinco puntos que superan el ECA-Agua establecido para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional” durante el periodo estudiado y son los siguientes:

- RPIur2
- RBigo1
- RCorr1
- QSFranc
- RPIur4

A continuación se muestra en el siguiente gráfico el comportamiento del DQO durante los años 2014,2015 y 2016.

**GRÁFICO 19: DQO DEL AÑO 2014 AL 2016**



Fuente: Elaboración Propia

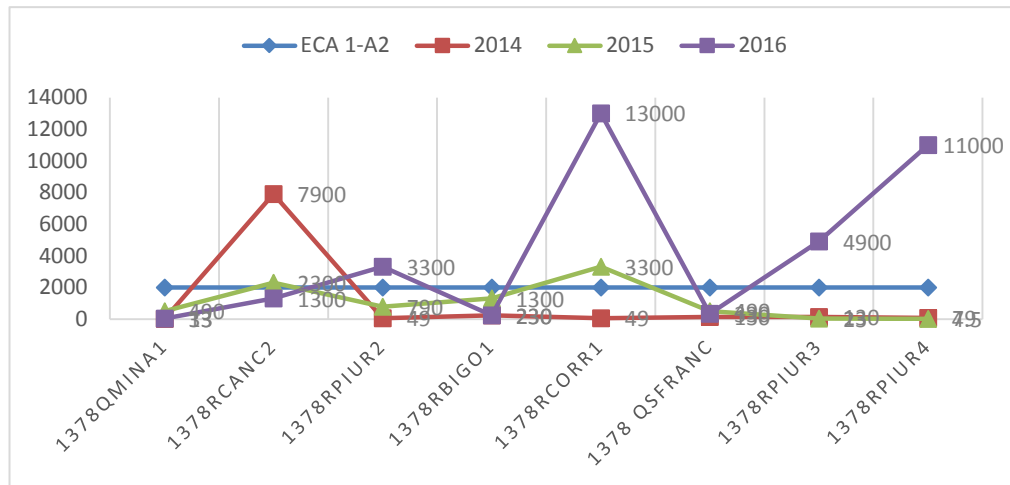
#### 4.4.1.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Para la concentración de coliformes termotolerantes existen cinco puntos que superan el ECA-Agua establecido para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional” durante el periodo evaluado y son los siguientes:

- RCanc2
- RPiur2
- RCorr1
- RPiur3
- RPiur4

A continuación en el siguiente gráfico se muestra el comportamiento del parámetro Coliformes Termotolerantes durante los años 2014,2015 y 2016.

**GRÁFICO 20: COLIFORMES TERMOTOLERANTES DEL AÑO 2014 AL 2016**



Fuente: Elaboración propia

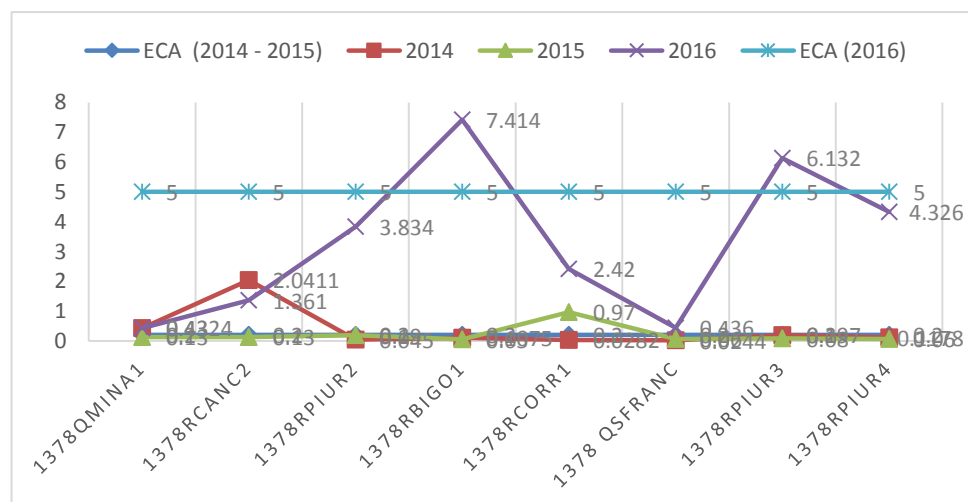
#### 4.4.1.3. ALUMINIO

Durante el periodo evaluado los puntos de monitoreo que exceden la concentración de aluminio para el año 2014 al 2016 son:

- QMina1
- RCanc2
- RBigo1

A continuación en el siguiente gráfico se muestra el comportamiento del aluminio durante los años 2014,2015 y 2016.

**GRÁFICO 21: CONCENTRACIÓN DE ALUMINIO DEL AÑO 2014 AL 2016**



Fuente: Elaboración propia

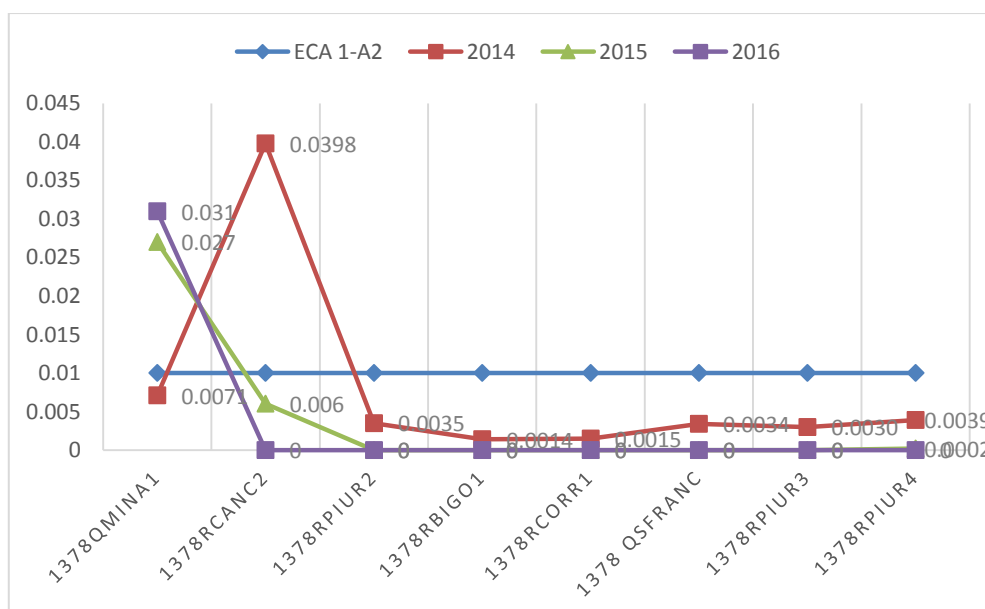
#### 4.4.1.4. ARSÉNICO

Para el arsénico las concentraciones más elevadas durante el periodo de tiempo 2014 al 2016 se dieron en dos puntos de monitoreo:

- QMina1
- RCanc2

A continuación en el siguiente gráfico se muestra el comportamiento del arsénico durante los años 2014,2015 y 2016.

**GRÁFICO 22: CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO DEL AÑO 2014 AL 2016**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1.5. HIERRO

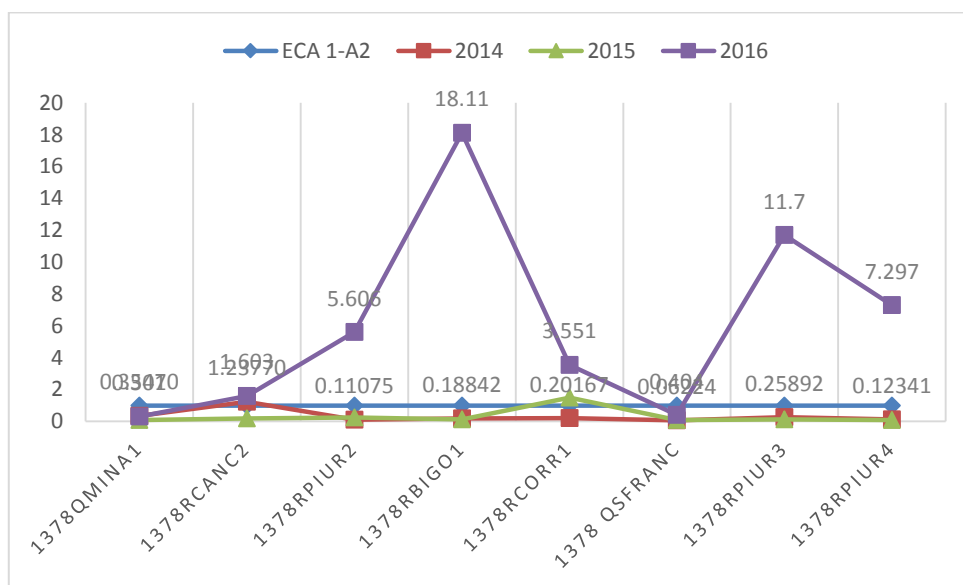
Durante el periodo 2014 al 2016 los puntos de monitoreo que exceden la concentración de hierro para el valor ECA-Agua son seis:

- RCanc2
- RPIUR2
- RBigo1
- RCorr1

- RPiur3
- RPiur4

A continuación en el siguiente gráfico se muestra el comportamiento del hierro durante los años 2014,2015 y 2016.

**GRÁFICO 23: CONCENTRACIÓN DE HIERRO DEL AÑO 2014 AL 2016**



Fuente: Elaboración propia

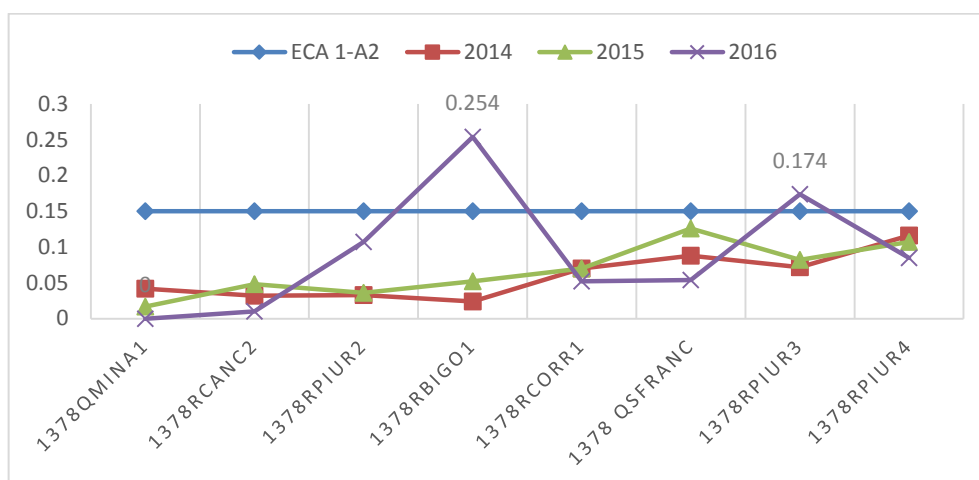
#### 4.4.1.6. FÓSFORO

Para la concentración de fósforo total existen dos puntos que exceden el ECA-Agua establecido para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional” durante el periodo estudiado y son los siguientes:

- RBigo1
- RPiur3

A continuación en el siguiente gráfico se muestra el comportamiento del parámetro fósforo total durante los años 2014,2015 y 2016.

**GRÁFICO 24: FÓSFORO DEL AÑO 2014 AL 2016**



*Fuente: Elaboración propia*

Según lo analizado el parámetro que produce mayor contaminación es el hierro, ya que es el que se encuentra contaminando seis de los ocho puntos de monitoreo de la Cuenca Piura. Seguido de la demanda química de oxígeno (DQO) y los coliformes termotolerantes que se encuentran excediendo en cinco de los ocho puntos de monitoreo.

#### **4.4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO QUE EXCEDEN EL ECA AGUA DURANTE EL PERIODO EVALUADO**

En el cuadro siguiente, se presenta en resumen los puntos de monitoreo con la relación de parámetros que exceden los valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua) de Categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional” durante el periodo 2014 al 2016.

**CUADRO 31: COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO PIURA 2014 AL 2016**

PUNTO DE MONITOREO	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE AGUA
1378QMina1	Quebrada Puente Fierro o Mina, captación agua potable Palambra	Aluminio (2014) Arsénico (2015 - 2016)
1378RCanc2	Río Canchaque, 300 m aguas arriba del puente La Afiladera	C. Termotolerantes (2014-2015) Aluminio (2014) Arsénico (2014) Hierro (2014 y 2016)
1378RPiur2	Río Piura, 100 m aguas arriba del Puente Salitral	DQO (2014) C. Termotolerantes (2016) Hierro (2016)
1378RBigo1	Río Bigote, antes de unirse con el río Piura	DQO (2014) Fósforo (2016) Aluminio (2016) Hierro (2016)
1378RCorr1	Río Corrales, antes de tributar en el río Piura	DQO (2014) C. Termotolerantes (2015-2016) Aluminio (2015) Hierro (2015-2016)
1378 QSFranc	Quebrada San Francisco 750 m antes de la desembocadura del Río Piura.	DQO (2014)
1378RPiur3	Río Piura, 100 m aguas arriba del Puente Nacara	Fósforo (2016) C. Termotolerantes (2016) Aluminio (2016) Hierro (2016)
1378RPiur4	Río Piura, frente a la localidad de Ocoto Bajo	DQO (2014 y 2016) C. Termotolerantes (2016) Hierro (2016)

*Fuente: Elaboración Propia*



Los puntos de monitoreo que presentan mayor contaminación son: RCanc2, RBigo1, RCorr1 y RPiur3, donde cada punto presenta cuatro parámetros excedidos.

**CUADRO 32: PARÁMETROS DEL AÑO 2014 QUE EXCEDEN EL ECA**

Parámetro Punto	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Coliformes Termotolerantes	Aluminio (Al)	Arsénico (As)	Hierro (Fe)	Fósforo Total
Unidad	mg/L	NMP/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
<b>ECA (Cat 1-A2)</b>	20	2000	0.2	0.01	1	0.15
1378QMina1	16	13	<b>0.4324</b>	0.0071	0.3547	0.042
1378RCanc2	16	<b>7900</b>	<b>2.0411</b>	<b>0.0398</b>	<b>1.2377</b>	0.032
1378RPiur2	<b>34</b>	49	0.045	0.0035	0.11075	0.033
1378RBigo1	<b>36</b>	230	0.1075	0.0014	0.18842	0.024
1378RCorr1	<b>34</b>	49	0.0282	0.0015	0.20167	0.07
1378 QSFranc	<b>28</b>	130	0.0244	0.0034	0.06224	0.088
1378RPiur3	6	130	0.197	0.003	0.25892	0.072
1378RPiur4	<b>32</b>	79	0.1178	0.0039	0.12341	0.116

*Fuente: Elaboración Propia*

En el punto de monitoreo QMina1 “Quebrada Mina o Puente Fierro” el parámetro que excede el valor ECA-Agua es el Aluminio. Este exceso se debe a la composición geológica de la zona, ya que hablamos de un suelo arcilloso, el cual posee una fracción importante de este mineral.

En el punto de monitoreo RCanc2 “Rio Canchaque”, los parámetros que exceden el valor ECA-Agua son: coliformes termotolerantes, Aluminio, Arsénico y Hierro.

La alta concentración de coliformes termotolerantes en este punto se debe a que no existe ninguna planta de tratamiento para aguas residuales domésticas en esta localidad, por lo que estas aguas van directamente al río, la población cercana a este punto es bastante considerable. Existen muchos centros poblados ubicados alrededor de este punto (Santa Rosa,

La Esperanza, Canchaque, El Faique, Pampa Minas, Agua Blanca, Pusmalca, Maraypampa, Agua Azul, Huabal).

La presencia de Aluminio, Arsénico y Hierro en el punto de monitoreo RCanc2 se debe a dos razones: A la composición geológica de los suelos y al pasivo ambiental que dejó la mina Turmalina, ubicada en el distrito de Canchaque, provincia de Huancabamba.

El exceso de DQO en los puntos RPiur2, RBigo1, RCorr1, QSFranc y RPiur4 se debe al exceso de materia orgánica que debe ser oxidada por medios químicos.

**CUADRO 33: PARÁMETROS DEL AÑO 2015 QUE EXCEDEN EL ECA**

Parámetro / Punto	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Coliformes Termotolerantes	Aluminio (Al)	Arsénico (As)	Hierro (Fe)	Fósforo Total
Unidad	mg/L	NMP/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ECA (Cat 1-A2)	20	2000	0.2	0.01	1	0.15
1378QMina1	N.D	490	0.13	<b>0.027</b>	0.087	0.017
1378RCanc2	N.D	<b>2300</b>	0.13	0.006	0.19	0.048
1378RPiur2	N.D	790	0.19	N.D	0.247	0.036
1378RBigo1	N.D	1300	0.05	N.D	0.123	0.052
1378RCorr1	N.D	<b>3300</b>	<b>0.97</b>	N.D	<b>1.488</b>	0.07
1378 QSFranc	N.D	490	0.06	N.D	0.088	0.126
1378RPiur3	N.D	23	0.08	N.D	0.118	0.082
1378RPiur4	N.D	4.5	0.06	0.002	0.089	0.107

*Fuente: Elaboración Propia*

En el punto QMina1 “Quebrada Puente Fierro o Mina” No existe población cercana. Y el exceso de arsénico es debido a la geología de la zona, que por erosión, es decir por desgaste de la corteza terrestre llega a las aguas del río Piura.

La alta concentración de coliformes termotolerantes en el punto RCanc2 “Río Canchaque” se debe a los centros poblados existentes, mencionados anteriormente.

En el punto RCorr1 “Río Corrales” hay altas concentraciones de coliformes termotolerantes debido al arrastre de excretas de animales de los centro poblados de Buenos Aires, Maray y Linderos de Maray.

A pesar de existir una laguna de oxidación en Morropón, el alcantarillado solo cubre al 41% de la población por lo que solo una parte de las aguas servidas de la población van hacia estas lagunas de oxidación y la otra parte vierte sus aguas directamente al río.

En el punto RCorr1 “Río Corrales” el Aluminio y el Hierro exceden por geoquímica de la Cuenca Piura, además en este año se intensificó la actividad agrícola.

**CUADRO 34: PARÁMETROS DEL AÑO 2016 QUE EXCEDEN EL ECA**

Parámetro Punto	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Coliformes Termotolerantes	Aluminio (Al)	Arsénico (As)	Hierro (Fe)	Fósforo Total
Unidad	mg/L	NMP/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ECA (Cat 1-A2)	20	2000	5	0.01	1	0.15
1378QMina1	6	33	0.43	<b>0.031</b>	0.301	N.D
1378RCanc2	12	1300	1.361	N.D	<b>1.603</b>	0.01
1378RPiur2	8	<b>3300</b>	3.834	N.D	<b>5.606</b>	0.107
1378RBigo1	8	230	<b>7.414</b>	N.D	<b>18.11</b>	<b>0.254</b>
1378RCorr1	N.D	<b>13000</b>	2.42	N.D	<b>3.551</b>	0.052
1378 QSFranc	16	330	0.436	N.D	0.404	0.054
1378RPiur3	N.D	<b>4900</b>	<b>6.132</b>	N.D	<b>11.7</b>	<b>0.174</b>
1378RPiur4	32	<b>11000</b>	4.326	N.D	<b>7.297</b>	0.085

*Fuente: Elaboración Propia*

El exceso de fósforo en el punto RBigo1 y RPiur3 se debe al uso de fertilizantes, que en estados iniciales aplican fertilizantes con altos contenidos de fósforo.

La alta concentración de aluminio, arsénico y hierro se debe a la composición geológica del suelo, que por arrastre llegan a las aguas superficiales del río Piura.

El exceso de coliformes termotolerantes en RPiur2, RCorr1, RPiur3 y RPiur4 se debe a la presencia de heces de humanos y de animales.

#### 4.4.3. IDENTIFICACIÓN DEL AÑO DE MAYOR CONTAMINACIÓN

**CUADRO 35: PARÁMETROS EXCEDIDOS POR CADA AÑO**

	2014	2015	2016
Parámetros	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	-	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Termotolerantes
	Aluminio (Al)	Aluminio (Al)	Aluminio (Al)
	Arsénico (As)	Arsénico (As)	Arsénico (As)
	Hierro (Fe)	Hierro (Fe)	Hierro (Fe)
	-	-	Fósforo Total

Fuente: Elaboración propia

En el 2014 los parámetros que exceden son: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes Termotolerantes, Aluminio (Al), Arsénico (As) y Hierro (Fe), mientras que en el 2015 la DQO y el Fósforo total cumplen con el ECA-Agua, sin embargo los parámetros que si superan el ECA establecido son: Coliformes Termotolerantes, Aluminio (Al), Arsénico (As) y Hierro (Fe). En el año 2016 los parámetros que superan el ECA-Agua son: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes Termotolerantes, Aluminio (Al), Arsénico (As), Hierro (Fe) y Fósforo total.

Por tanto es en el año 2016 donde se observa que la contaminación es mayor ya que es el año donde más parámetros exceden el ECA-Agua permitido para esta categoría, son seis los parámetros que superan los ECA-Agua establecidos para la categoría 1-A2 "Poblacional y Recreacional".

#### 4.5. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS

De lo hasta aquí desarrollado a lo largo de la presente investigación, con la información expuesta y presentada, se ha podido demostrar las hipótesis planteadas al inicio del presente trabajo.

H.G: La elaboración del análisis comparativo de la calidad de agua superficial en la cuenca del Río Piura en el periodo del 2014 al 2016, en el Departamento de Piura permitirá determinar la situación actual de la calidad de agua en el ámbito de influencia de la cuenca.

- Se logró determinar la situación actual de la calidad de agua de la cuenca del Río Piura

*∴Se valida la Hipótesis General como Afirmativa*

H.E 1: El conocer los parámetros que producen mayor contaminación del agua en la cuenca del Río Piura, durante el periodo del 2014 al 2016, que permitirá proponer alternativas de solución para mejorar la calidad del agua.

- Conocido el parámetro más contaminante se propone alternativas de solución para mejorar la calidad del agua.

*∴Se valida la Hipótesis Específica 1 como Afirmativa*

H.E 2: Al identificar los puntos de mayor contaminación del agua en la cuenca del Río Piura, durante el periodo del 2014 al 2016, se podrá hacer una mejor gestión de la calidad del Agua.

- Se logrará hacer una mejor gestión de la calidad de agua, gracias a que los resultados obtenidos serán compartidos con las autoridades competentes.

*∴Se valida la Hipótesis Específica 2 como Afirmativa*

H.E 3: La identificación del año de mayor contaminación del agua de la cuenca del Río Piura, en el periodo evaluado, nos dará a conocer la época de mayor riesgo ambiental.

- Se logró conocer la época de mayor riesgo ambiental

*∴ Se valida la Hipótesis Específica 3 como Afirmativa*

## CONCLUSIONES

- ❖ La situación actual de la Cuenca Piura respecto a su calidad de agua es crítica, las causas principales de esta deficiente calidad son la falta de tratamiento de las aguas residuales domésticas que son vertidas directamente a la cuenca, el uso de sustancias contaminantes de distintas actividades productivas y a la composición geológica de la zona.
- ❖ Según lo analizado el parámetro que produce mayor contaminación es el hierro, ya que es el que se encuentra contaminando seis de los ocho puntos de monitoreo de la Cuenca Piura. Seguido de la demanda química de oxígeno (DQO) y los coliformes termotolerantes que se encuentran excediendo en cinco de los ocho puntos de monitoreo.

- ❖ Los puntos de monitoreo donde existe mayor contaminación del agua en la Cuenca del Río Piura son: RCanc2, RBigo1, RCorr1 y RPiur3; esto debido a la falta de tratamiento de aguas residuales domésticas, al uso de fertilizantes en la actividad agrícola y por la geología de la zona.
  
- ❖ El año de mayor contaminación del agua en la Cuenca del Río Piura es el 2016 ya que es el año donde más parámetros exceden el ECA-Agua permitido para esta categoría, son seis los parámetros que superan los ECA-Agua establecidos para la categoría 1-A2 “Poblacional y Recreacional”.



## RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda la implementación de plantas de tratamiento que evite la descarga de aguas contaminadas directamente al río así como también la implementación de sistema de control biológico evitando el uso de agroquímicos.
- ❖ Se recomienda asesoría técnica para los agricultores en el uso de fertilizantes orgánicos ya que no contienen químicos en su composición y ayudan a mejorar la estructura del suelo.
- ❖ Se recomienda el trabajo de capacitación constante (talleres y charlas) con las poblaciones del área de influencia que les permita conocer sus fortalezas y sus debilidades.

- ❖ Se recomienda reforestar las partes altas de la cuenca evitando la erosión de suelos y los deslizamientos de tierra ante los fuertes periodos lluviosos en la región Piura.

## BIBLIOGRAFIA

- **BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS CHIRA Y PIURA** - Ing. Héctor Vera Arévalo, Ing. Julia Acuña A., Ing. Jorge Yerrén S., Dirección General de hidrología y Recursos Hídricos (Año 2000)
  
- **DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA CHIRA – PIURA** elaborada por la consultora INCLAM Ingeniería del Agua y el Centro de Investigación Social y Educación Popular ALTERNATIVA (agosto 2012).
  
- **EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS - Elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas**, publicado en el 2006 por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización

de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

- **EL AGUA UNA RESPONSABILIDAD COMPARTIDA** - 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, realizado por 24 organismos especializados de la ONU que constituyen ONU – Agua (marzo 2006)
- Informe **CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL** elaborado por Luis Angel Marroquin Pichiya - Universidad San Carlos de Guatemala Facultad de Agronomía (Mayo 2013)
- Informe realizado por la Autoridad Nacional del Agua “**TERCER MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS DE LA CUENCA QUILCACHILI DEL 5 AL 9 DE DICIEMBRE DEL 2011**” en Arequipa en coordinación con la Autoridad Administrativa del Agua Caplina – Ocoña. Blga Gladys Burga Ramírez.
- Trabajo de investigación **DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RÍO PIURA EN LAS LOCALIDADES DE LA AFILADERA, OCOTO BAJO Y EL PAPAYO - DEPARTAMENTO DE PIURA**, realizado por Lourdes Karolina Montalban Nima en octubre del 2016.
- **VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SAN JUAN DE SANTIAGO DE CUBA ASOCIADO A UN FOCO DE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL** - Graciela Olivares Calzado, Carlos Naranjo López, Pedro López del Castillo, Alina Morell Bayard. De la **Unidad Básica de Proyectos e Investigaciones, Santiago de Cuba, Cuba**. (septiembre - diciembre, 2012, p. 99-111)

- **VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL PERU** – Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos ANA (noviembre 2012)

## LINCOGRAFIA

- DIARIO EL COMERCIO – Julio Talledo Vilela (15/06/17)  
<http://elcomercio.pe/peru/cien-rios-contaminados-coliformes-metales-262889>
  
- <https://fororiodelaplata.wordpress.com/2009/07/29/el-rio-de-la-plata-el-tercer-rio-mas-contaminado-del-mundo/>
  
- DIARIO LA REPÚBLICA – Frank García (27/06/13)  
<http://larepublica.pe/27-06-2013/comprueban-alto-grado-de-contaminacion-de-rio-piura>
  
- EL REGIONAL PIURA – Hung Dinh (03/06/14)  
<http://elregionalpiura.com.pe/index.php/regionales/piura/2598-analizan-contaminacion-en-las-cuencas-de-los-rios-chira-y-piura>

- <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/aguasresiduales.html>
- <http://www.sstp.mx/que-es-el-agua-residual.html>
- <http://www.facsa.com/el-agua/calidad/Metales%20pesados#.WY3a9FXyjIU>
- <http://blogs.gestion.pe/sostenibilidadaplicada/2016/06/el-agua-es-para-todos.html>

## **ANEXOS**



# ANEXO 01: INFORME DE ENSAYO AÑO 2014

000003



## ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Peru S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN  
CON REGISTRO N° LE-011



Registro N° LE-011

INFORME DE ENSAYO N° 1403428

**Solicitante:** AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
**Domicilio Legal:** Calle Los Petirrojos N° 355 Urb. El Palomar San Isidro  
**Tipo de Muestra:** Agua Superficial  
**Plan de Muestreo:** Muestra proporcionada por el Cliente  
**Solicitud de Análisis:** MAR-428  
**Procedencia de la Muestra:** Cuenca Piura  
**Fecha de Ingreso:** 2014-03-20  
**Código ENVIROLAB PERU:** 1403428  
**Referencia:** Cadena de Custodia de fecha: 2014-03-20

Código de Lab.:	1403428-01	Fecha de Muestreo:	2014-03-19	Descripción:	1378RBigo 1
Análisis	Método de Referencia	Límite de Cuantificación	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
DBO <sub>5</sub>	EPA 405.1	3	N.D. ✓	mg/L	2014-03-20
DQO	EPA 410.1	6	36 ✓	mg/L	2014-03-24
Fosfato	EPA 365.3	0.007	0.089 ✓	mg/L	2014-03-20
Fósforo Total	EPA 365.3	0.009	0.024 ✓	mg/L	2014-03-21
N - Amoniacal	SM 4500NH <sub>3</sub> -F	0.01	0.01 ✓	mg/L	2014-03-20
N - Nitrito	EPA 352.1	0.05	0.18 ✓	mg/L	2014-03-20
N - Nitrito	EPA 354.1	0.005	0.026 ✓	mg/L	2014-03-20
Sólidos Totales en Suspensión	SM 2540-D	1	5 ✓	mg/L	2014-03-25
*Coliformes Termotolerantes	SM 9221 E1	...	230 ✓	NMP/100mL	2014-03-20

\*\*\*

"N.D." Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.  
Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

La muestra llegó preservada en frío al Laboratorio.  
Nota: La fecha de muestreo es dato proporcionado por el Cliente.

**Observaciones:**  
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.  
- Los métodos subcontratados en la matriz indicada, son acreditados por el SNA.  
- Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.  
- Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el informe de Ensayo.

Page 1 / 13

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU

# ANEXO 02: INFORME DE ENSAYO AÑO 2015



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INDECOPI - SNA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 092945-2015 CON VALOR OFICIAL

2015

**RAZÓN SOCIAL** : AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
**DOMICILIO LEGAL** : CALLE LOS PETIRROJOS (EX DICIETE) N° 355, URB. EL PALOMAR SAN ISIDRO - LIMA - PERÚ  
**SOLICITADO POR** : AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
**REFERENCIA** : CUENCA PIURA  
**PROCEDENCIA** : CUENCA PIURA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2015-07-02/03/04/05  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2015-07-02/03/04/05  
**MUESTREADO POR** : AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA


### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Acetres y grasas (HEM)	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry. 2010	0.5 <sup>(b)</sup>	mg/L
Cianuro WAD	SM 4500-CN <sup>1</sup> E. Cyanide. Weak Acid Dissociable Cyanide/Colorimetric Method.	0.006	mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00	mg/L
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SM 5220 D. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	mg/L
Fósforo Total o fósforo (P)	SM 4500-P E. Phosphorus. Ascorbic Acid Method.	0.010	P mg/L
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	SM 4500-P E. Phosphorus. Ascorbic Acid Method.	0.030	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/L
Nitratos	SM 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.030	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L
Nitratos	SM 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E. Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method.	0.030	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L
Nitrógeno Amoniacal / NH <sub>3</sub>	SM 4500-NH <sub>3</sub> -D. Nitrogen. Ammonia-Selective Electrode Method.	0.020 <sup>(b)</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/L
Nitrógeno total (NTK)	SM 4500-N <sub>org</sub> -B. Nitrogen (Organic). Macro-Kjeldahl Method.	1.00	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SM 2540 D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Silicio(SiO <sub>2</sub> ), Plata, Sodio, Estroncio, Tallo, Estaño, titanio, Vanadio, Zinc).	EPA Method 200.7, Rev.4.4. ENMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994	---	mg/L
*Mercurio (Hg)	SAG-120201- Método validado. Arrastre de vapor frío -ICP	0.0001	Hg mg/L
Numeración de Coliformes Fecales	SM 9221 E. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.8 <sup>(b)</sup>	NMP/100mL

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

(b) Expresado como límite de detección del método.

L.C.: Límite de cuantificación.

  
Bilga. Marina Vargas Cornejo  
Jefe de Laboratorio de  
Microbiología y Parasitología  
C.B.P. N° 10135  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

  
Quim. Beribeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Cod. FI 02 / Versión: 04 / FE: 04/2012

\* El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI/SNA  
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd Edition 2012. - EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana  
OBSERVACIONES: Esta prohibida la reproducción total o parcial del presente documento o menor que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S. A. C. Solo es válido para las muestras realizadas en el presente informe.  
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio

Página 1 de 7

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Rios Norte - Lima 01 - Perú Central Telefónica: 511-425-7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109\*1133  
Website: www.sagperu.com E-mail: sagperu@sagperu.com, laboratorio@sagperu.com



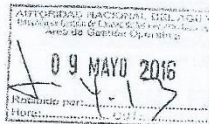
# ANEXO 03: INFORME DE ENSAYO AÑO 2016

000001

## NSF ENVIROLAB S.A.C.

NSF ENVIROLAB S.A.C.

C 6771/2016/LAB



San Miguel, 09 de Mayo del 2016

Señores

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**

**Juan Carlos Castro**

**Director de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos**

Calle Los Petirrojos N° 355, Urb. El Palomar

San Isidro

Presente

Atención: Srta. Paola Chinen

Estimado:

La presente es para hacerle llegar los Informes Finales y Anexos

- J-00213755 (1604187); procedencia: Cuenca Piura
- J-00213781 (1604318); procedencia: Cuenca Piura
- J-00213785 (1604354); procedencia: Cuenca Piura
- J-00213804 (1604412); procedencia: Cuenca Piura

Fecha de muestreo 2016-04-05/06/07/08.

- ❖ El presente documento consta de 49 páginas.

Sin otro particular, agradecemos la atención debida a la presente y quedo de Usted.

Atentamente

**Paola Caycho Yaya**  
División de Laboratorio



My/ANA - DGCRH
Fase a: <u>GOCRH</u>
Acción: _____
09 MAYO 2016
Recibido por: _____

ANA - DGCRH
GOGRH
Pase a: <u>Lic. B. Parcial</u>
Acción: <u>conocimiento</u>
<u>Y J. N. B.</u>
Fecha: <u>9.5.16</u>

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
VENTANILLA UNICA
RECEPCIÓN
09 MAY 2016
Recibido por: _____
Hora: <u>12:45</u> Fotos: <u>43</u>
CUT: <u>6444</u>
LA RECEPCIÓN NO IMPLICA CONFIRMACIÓN

Tel: (511) 616-5400

Fax: (511) 616-5418

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU  
Email: [envirolab@envirolabperu.com.pe](mailto:envirolab@envirolabperu.com.pe)

Web: [www.envirolabperu.com.pe](http://www.envirolabperu.com.pe)

## ANEXO 04: RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA 2014

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Puntos de Monitoreo							
			1378QMiua 1	1378RCanc 2	1378RPiur2	1378RBigo 1	1378RCorr 1	1378 QSFranc	1378RPiur3	1378RPiur4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	16	16	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>28</b>	6	<b>32</b>
Fosfato	mg/L	**	0.109	0.053	0.136	0.089	0.250	0.274	0.208	0.344
Fósforo Total	mg/L	0.15	0.042	0.032	0.033	0.024	0.07	0.088	0.072	0.116
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	2	0.01	N.D	N.D	0.01	0.02	0.05	0.03	0.02
Nitratos	mg/L	10	0.82	0.19	N.D	0.18	N.D	0.10	0.10	0.14
Sólidos Suspendidos Totales (TSS)	mg/L	**	73	N.D	2	5	N.D	7	11	18
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	13	<b>7900</b>	49	230	49	130	130	79
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	<b>0.4324</b>	<b>2.0411</b>	0.0450	0.1075	0.0282	0.0244	0.1970	0.1178
Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.0071	<b>0.0398</b>	0.0035	0.0014	0.0015	0.0034	0.0030	0.0039
Boro (B)	mg/L	0.5	0.0125	0.0076	0.0499	0.027	0.0256	0.3562	0.0341	0.0587
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0055	0.0139	0.0233	0.0117	0.0594	0.0716	0.0219	0.033
Berilio (Be)	mg/L	0.04	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Calcio (Ca)	mg/L	**	8.0911	8.0648	52.2271	23.0484	29.7080	197.9	32.0548	53.5974
Cadmio (Cd)	mg/L	0.003	0.00030	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cobalto (Co)	mg/L	**	0.0035	0.0011	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	N.D
Cromo (Cr)	mg/L	0.05	0.00055	0.00122	0.00020	0.00031	0.00018	N.D	0.00044	0.00020
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.08326	0.00860	0.00289	0.00195	0.00197	0.00116	0.00159	0.00153
Hierro (Fe)	mg/L	1	0.35470	<b>1.23770</b>	0.11075	0.18842	0.20167	0.06224	0.25892	0.12341
Potasio (K)	mg/L	**	0.912	0.943	1.664	1.036	1.465	3.847	1.473	1.960
Litio (Li)	mg/L	**	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.0035	N.D	N.D
Magnesio (Mg)	mg/L	**	2.5552	1.8305	16.8514	10.5164	9.1053	60.0124	11.8828	19.4269
Manganeso (Mn)	mg/L	0.4	0.0463	0.0340	0.0411	0.0452	0.2087	0.1038	0.0338	0.1038
Sodio (Na)	mg/L	**	3.8723	2.3119	34.2646	19.1685	24.6999	530.9	30.9754	77.4468
Niquel (Ni)	mg/L	0.025	0.0006	0.0005	N.D	0.0002	0.0003	0.0003	N.D	N.D
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	0.00052	0.00220	0.00013	0.00014	0.00011	0.00007	0.00026	0.00016
Antimonio (Sb)	mg/L	0.006	0.0003	0.0005	0.00019	0.00026	0.00011	0.00015	0.00012	0.00017
Selenio (Se)	mg/L	0.05	N.D	N.D	0.0007	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Zinc (Zn)	mg/L	5	0.027	0.005	0.001	0.006	0.002	0.004	0.004	0.004
Mercurio (Hg)	mg/L	0.002	0.0013	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

(\*\*) : No presenta valor para la Sub Categoría

(N.D) : No detectable al nivel de cuantificación que se requiera para hacer el análisis

ECA-AGUA según D.S N° 002-2008-MINAM

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 05: RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA 2015

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Puntos de Monitoreo							
			1378QMina 1	1378RCanc 2	1378RPlur2	1378RBigo 1	1378RCorr 1	1378 QSFranc	1378RPlur3	1378RPlur4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Fosfato	mg/L	**	N.D	0.120	0.075	0.119	0.141	0.366	0.195	0.302
Fósforo Total	mg/L	0.15	0.017	0.048	0.036	0.052	0.07	0.126	0.082	0.107
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	2	N.D	N.D	N.D	N.D	0.022	N.D	N.D	0.048
Nitratos	mg/L	10	0.230	0.237	0.198	0.325	0.123	0.350	0.077	0.160
Sólidos Suspendidos Totales (TSS)	mg/L	**	N.D	6.96	14.44	4.27	58.4	3.34	6.65	4.92
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	490	<b>2300</b>	790	1300	<b>3300</b>	490	23	4.5
Aluminio (Al)	mg/L	0.2	0.13	0.13	0.19	0.05	<b>0.97</b>	0.06	0.08	0.06
Arsénico (As)	mg/L	0.01	<b>0.0270</b>	0.006	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.002
Boro (B)	mg/L	0.5	0.006	0.013	0.069	0.052	0.019	0.365	0.064	0.182
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.004	0.006	0.024	0.016	0.026	0.066	0.033	0.065
Berilio (Be)	mg/L	0.04	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Calcio (Ca)	mg/L	**	8.12	10.97	49.56	38.14	20.38	146.64	55.37	144.02
Cadmio (Cd)	mg/L	0.003	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cobalto (Co)	mg/L	**	N.D	N.D	N.D	N.D	0.0003	N.D	N.D	N.D
Cromo (Cr)	mg/L	0.05	N.D	N.D	N.D	N.D	0.001	N.D	N.D	N.D
Cobre (Cu)	mg/L	2	0.0006	0.0098	N.D	N.D	0.0016	N.D	N.D	N.D
Hierro (Fe)	mg/L	1	0.087	0.190	0.247	0.123	<b>1.488</b>	0.088	0.118	0.089
Potasio (K)	mg/L	**	0.75	1.00	1.58	0.96	1.15	2.25	1.55	2.27
Litio (Li)	mg/L	**	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Magnesio (Mg)	mg/L	**	1.38	3.85	17.99	16.53	7.12	46.25	21.71	55.03
Manganeso (Mn)	mg/L	0.4	0.0047	0.0166	0.0548	0.0850	0.1343	0.1053	0.0190	0.3310
Sodio (Na)	mg/L	**	2.14	4.50	32.74	24.48	14.59	299.81	51.68	245.88
Niquel (Ni)	mg/L	0.025	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Antimonio (Sb)	mg/L	0.006	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Selenio (Se)	mg/L	0.05	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Zinc (Zn)	mg/L	5	0.010	0.016	0.002	N.D	0.005	0.046	N.D	0.008
Mercurio (Hg)	mg/L	0.002	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

(\*\*) : No presenta valor para la Sub Categoría

(N.D) : No detectable al nivel de cuantificación que se requiera para hacer el análisis

ECA-AGUA según D.S N° 002-2008-MINAM

*Fuente: Elaboración Propia*

## ANEXO 06: RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA 2016

Parámetro	Unidad	ECA (Cat 1-A2)	Puntos de Monitoreo							
			1378QMiná1	1378RCanc2	1378RPiur2	1378RBigo1	1378RCorr1	1378 QSFranc	1378RPiur3	1378RPiur4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5	N.D	5	4	4	N.D	N.D	N.D	N.D
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	6	12	8	8	N.D	16	N.D	32
Fosfato	mg/L	**	N.D	N.D	0.060	N.D	0.037	0.050	0.092	0.039
Fósforo Total	mg/L	0.15	N.D	0.010	0.107	<b>0.254</b>	0.052	0.054	<b>0.174</b>	0.085
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	**	N.D	N.D	0.06	0.08	0.03	0.05	0.07	0.04
Nitratos	mg/L	50	0.39	0.42	1.12	1.11	0.51	0.93	0.92	0.82
Sólidos Suspendidos Totales (TSS)	mg/L	1000	115	44	201	416	117	29	364	457
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	33	1300	<b>3300</b>	230	<b>13000</b>	330	<b>4900</b>	<b>11000</b>
Aluminio (Al)	mg/L	5	0.430	1.361	3.834	<b>7.414</b>	2.420	0.436	<b>6.132</b>	4.326
Arsénico (As)	mg/L	0.01	<b>0.031</b>	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Boro (B)	mg/L	2.4	0.009	0.013	0.039	0.030	0.031	0.150	0.040	0.047
Bario (Ba)	mg/L	1	0.005	0.018	0.046	0.047	0.055	0.065	0.062	0.079
Berilio (Be)	mg/L	0.04	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Calcio (Ca)	mg/L	**	7.915	8.902	27.34	17.00	11.33	76.40	19.37	33.80
Cadmio (Cd)	mg/L	0.005	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	0.00046	0.00031
Cobalto (Co)	mg/L	**	N.D	N.D	N.D	0.008	0.002	N.D	0.006	0.006
Cromo (Cr)	mg/L	0.05	N.D	N.D	0.007	0.021	0.006	N.D	0.019	0.010
Cobre (Cu)	mg/L	2	N.D	0.042	0.008	0.019	0.006	N.D	0.016	0.015
Hierro (Fe)	mg/L	1	0.301	<b>1.603</b>	<b>5.606</b>	<b>18.11</b>	<b>3.551</b>	0.404	<b>11.7</b>	<b>7.297</b>
Potasio (K)	mg/L	**	0.80	1.35	2.46	2.44	1.83	2.36	2.89	3.04
Litio (Li)	mg/L	**	N.D	0.001	0.004	0.009	0.002	0.003	0.006	0.004
Magnesio (Mg)	mg/L	**	1.500	3.222	8.914	10.02	4.432	19.86	8.965	10.31
Manganeso (Mn)	mg/L	0.4	0.010	0.059	0.133	0.273	0.091	0.134	0.249	0.350
Sodio (Na)	mg/L	**	2.49	4.24	16.66	11.63	8.94	138.8	13.63	29.81
Niquel (Ni)	mg/L	**	N.D	N.D	N.D	0.015	N.D	N.D	0.010	0.008
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	N.D	N.D	N.D	N.D	0.006	N.D	0.023	N.D
Antimonio (Sb)	mg/L	0.02	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Selenio (Se)	mg/L	0.04	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Zinc (Zn)	mg/L	5	0.008	0.021	0.019	0.038	0.033	0.008	0.047	0.034
Mercurio (Hg)	mg/L	0.002	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

(\*\*) : No presenta valor para la Sub Categoría

(N.D) : No detectable al nivel de cuantificación que se requiera para hacer el análisis

Parámetros modificados según D.S N° 015-2015-MINAM (   )

Fuente: Elaboración Propia

### ANEXO 07: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	METODOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS
Problema principal	Objetivo General	Hipótesis general						
No existe un análisis comparativo de la calidad del agua de la Cuenca del Rio Piura en el periodo 2014 al 2016.	Realizar el análisis comparativo de la calidad del agua de la Cuenca del Rio Piura, durante el periodo 2014 al 2016.	La elaboración del análisis comparativo de la calidad de agua superficial en la cuenca del río Piura en el periodo del 2014 al 2016, en el Departamento de Piura permitirá determinar la situación actual de la calidad de agua en el ámbito de influencia de la cuenca.	<u>Variable Independiente:</u> Elaboración del análisis comparativo de la calidad de agua superficial en la cuenca del río Piura en el periodo del 2014 al 2016	Identificación de fuentes contaminantes	ECA Agua	En la presente investigación se empleará el método analítico.	- Investigación documental	- Documentación
			<u>Variable Dependiente:</u> Situación actual de la calidad de agua en el ámbito de influencia de la cuenca.	Resultados análisis de calidad del agua	Monitoreo Calidad Del Agua		- Observación directa	- Resultados de Monitoreo
							- Recopilación de información	- Revisión de documentos
							- Análisis de Información	- Recopilación de Información
								- Estándares de Calidad Ambiental del Agua

