



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS

**“DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL
AGUA DEL RIO TABLACHACA EN LA
PROVINCIA DE PALLASCA, ANCASH”**

PRESENTADO POR LA BACHILLER

KAREN EDUVIJES TEJADA TAPAHUASCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

LIMA - PERÚ

2017

DEDICATORIA

A mis padres, que sin importar las circunstancias siempre me brindaron su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida y por ser el más grande ejemplo de dedicación y empeño.

A mi hija, por la comprensión y apoyo en esos momentos en que los problemas física o de química aplicada dejaron de ser los más complicados de resolver.

A mis hermanos, por sus sinceros deseos y aliento constante.

A mis profesores que en algún momento me dieron sabios consejos que los tendré en cuenta al momento de ejercer mi profesión.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi directora de tesis, por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Diagnóstico de la calidad de las aguas del río Tablachaca en la provincia de Pallasca”, comprende la identificación de las fuentes contaminantes, propuesta de los puntos de control para establecer la Red de Monitoreo, muestreo de agua de las lagunas ubicadas en cabecera de sub cuenca, de los cursos de aguas superficiales que tributan al río Tablachaca y su incidencia en el ambiente y en la calidad de las aguas parte medio baja del río Santa al cual entrega el río Tablachaca; es una investigación desarrollada bajo un nivel medio de investigación descriptiva, con diseño de investigación de campo, una población conformada por el sistema de recolección y análisis en laboratorio de las aguas de los cuerpos lenticos y loticos de la subcuenca del Tablachaca y una muestra representada por las aguas del río Tablachaca.

La problemática de la calidad del agua a nivel nacional es preocupante, lo que ha generado que se promuevan en las cuencas del país acciones de prevención y control de la contaminación de los cuerpos de agua orientadas a la evaluación de la calidad del río, entre los que se incluye al río Tablachaca, sus principales afluentes y lagunas de la cuenca.

El crecimiento poblacional en las zonas rurales de la serranía de nuestro país y el incremento considerable de las aguas residuales domésticas que son vertidas a los afluentes del río Tablachaca, el crecimiento de la agricultura y el uso de agroquímicos contaminantes, el asentamiento de campamentos mineros y actividades de extracción de minerales son fuente generadora de grandes volúmenes de vertimientos con potenciales sustancias contaminantes.

Por todo lo anterior, el objetivo del presente trabajo de investigación es diagnosticar el estado de la calidad del agua del río Tablachaca, a través del análisis y evaluación de los parámetros de calidad del agua y sedimentos; que

permita conocer, mantener y mejorar su calidad. La ejecución del trabajo ha sido planificado en tres etapas: Identificación de las fuentes contaminantes, propuestas de los puntos de control para la conformación de la red de monitoreo y la ejecución del monitoreo de la calidad del agua y sedimentos del río Tablachaca; lo que se justifica, porque va a permitir tomar acciones adecuadas que contribuyan a la recuperación, protección, y conservación de las aguas del río Tablachaca; y definir políticas para el desarrollo de proyectos con manejo racional y sostenible.

Elaborar el diagnóstico de la calidad del agua del río Tablachaca es de suma importancia, porque, por ser el último afluente y uno de los tributarios más importante del río Santa en su tramo final hasta su desembocadura; va a permitir conocer el grado de incidencia sobre la calidad del agua de este último.

En el ámbito de la sub cuenca del río Tablachaca se ha identificado 33 fuentes contaminantes, se ha propuesto la red de monitoreo la misma que consta de 16 puntos de control y realizado el muestreo de las aguas cuyos resultados físicos, químicos, bacteriológicos y de sedimento, han sido comparados con los valores Estándar de Calidad Ambiental para Agua; presentando también recomendaciones a mediano y corto plazo, para disminuir los efectos sobre el ecosistema del vertido de aguas residuales de las diversas actividades realizadas. Establecer de medidas preventivas para asegurar la protección y conservación del área de estudio.

La autora

ABSTRACT

This research paper entitled "Diagnosis of the quality of the waters of the river in the province Tablachaca Pallasca" involves identifying pollution sources, the proposal to establish checkpoints Monitoring Network, the water sampling lagoons located at the head of sub basin, surface water courses taxed Tablachaca River and its impact on the environment and on water quality means lower part of the Santa River which delivers Tablachaca river; is a research developed under a medium level of descriptive research design with field research, a population consisting of the collection system and laboratory analysis of water from the lentic and lotic bodies of the basin of Tablachaca and a sample represented by Tablachaca the waters of the river.

The issue of water quality is a concern nationwide, which has generated that are promoted in the country's watersheds prevention and control of pollution of water bodies aimed at evaluating the quality of the river, between the Tablachaca included the river, its major tributaries and lakes in the basin.

The population growth in rural areas of the mountains of our country and the considerable increase in domestic wastewater are discharged into the tributaries of Tablachaca river, the growth of agriculture and the use of polluting chemicals, the settlement of mining camps and mining activities are a source of large volumes of effluents with potential pollutants.

Given the above, the objective of this research is to diagnose the state of water quality Tablachaca river, through the analysis and evaluation of the parameters of water quality and sediments; that allows to know, maintain and improve its quality. The execution of the work has been planned in three stages: Identification of pollution sources, proposals checkpoints shaping network monitoring and implementation of monitoring water quality and river sediments Tablachaca; which it is justified because it will allow to take appropriate actions that contribute to the recovery, protection and conservation

of the waters of the river Tablachaca; and define policies for the development of projects with rational and sustainable management.

Make the diagnosis of water quality of river Tablachaca is very important, because, as the last tributary and one of the most important tributaries of the Santa River in its final section to its mouth; It will allow to know the degree of impact on water quality of the latter. Make the diagnosis of water quality of river Tablachaca is very important, because, as the last tributary and one of the most important tributaries of the Santa River in its final section to its mouth; It will allow to know the degree of impact on water quality of the latter.

In the field of sub Tablachaca river basin, its tributaries and natural water bodies has been identified 33 pollution sources, it has proposed the same monitoring network consisting of 16 checkpoints and carried out sampling of waters whose physical, chemical, bacteriological and sediment results were compared with values of Environmental Quality Standard for Water; also presenting recommendations to short and medium term, to reduce the effects on the ecosystem of the discharge of wastewater from the various activities undertaken. Establish preventive measures to ensure the protection and conservation of the study area.

The autor

INTRODUCCIÓN

Al realizar un análisis diacrónico de la civilización humana y su interacción con el medio ambiente, destaca el impacto negativo de las urbes y actividades que desarrolla el hombre sobre éste, caracterizado por la modificación irreversible de sus características y deterioro progresivo de sus valores primigenios. Es así que en pleno siglo XXI, el recurso agua es motivo de preocupación de los científicos, de especialistas expertos en la materia, de políticos y gobernantes, y de toda la humanidad que ha empezado a reconocer y comprender la importancia que tiene el vital recurso para garantizar la vida en el planeta.

A pesar que los ríos han sido utilizados como sumideros, gracias a los volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales de actividades mineras, industriales, domésticas, agrícolas, etc. que reciben. Sin embargo, frecuentemente las descargas de agua contaminada superan la capacidad de auto regeneración y los ríos se deterioran, lo cual conlleva a la pérdida de la calidad del agua, la desaparición de flora y fauna, y la consecuente destrucción del ecosistema fluvial por la interrupción de las cadenas alimenticias.

La contaminación de los recursos hídricos en el Perú por la actividad antropogénica principalmente la minera, es una problemática que se viene presentando en todos los cursos de agua superficial que se encuentran dentro del ámbito de influencia de grandes ciudades, centros poblados, de minas en operación, cierre o en abandono tanto a escala distrital, provincial o regional que ha traído como consecuencia el deterioro de la calidad de las aguas y la desaparición de animales y vegetales en su medio ambiente, principalmente las especies hidrobiológicas, por lo que es necesario realizar monitoreos permanentes de la calidad del agua.

En la sub cuenca del río Tablachaca, se asientan ciudades de la provincia de Santiago de Chuco del departamento de la Libertad y en el departamento de

Ancash la provincia de Pallasca, que vierten aguas residuales poblacionales sin tratamiento, y en donde desde hace mucho tiempo atrás se vienen desarrollando actividades mineras; explotando yacimientos polimetálicos, oro, carbón, tungsteno y algunos no metálicos, que han traído como consecuencia la degradación de la calidad de las aguas del río Tablachaca. Evidencias de una intensa actividad minera pasada, lo constituyen diversos pasivos ambientales los cuales actualmente no están siendo manejados ambientalmente ni por la empresa privada ni por el Estado; motivo que ha impulsado el desarrollo de la presente tesis de investigación respecto al estado de la calidad del agua de este cuerpo receptor.

Basado en esta problemática, se ha realizado esta investigación que es el resultado de múltiples trabajos de campo realizados durante dos años, lo cual permitió identificar las fuentes contaminantes y elaborar la propuesta de la red de monitoreo para la vigilancia y control de la calidad del agua en la sub cuenca del río Tablachaca; realizado un análisis de la situación actual de la calidad del agua del río Tablachaca y de sus afluentes principales, el cual constituye el ámbito de estudio, de donde se ha obtenido concentraciones por encima de lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad del Agua respecto a la Categoría III referido al Riego de Vegetales y Bebida de Animales, razón por la cual la presente tesis ha propuesto que es necesario realizar monitoreos periódicos de la calidad de las aguas del río Tablachaca.

Finalmente, la presente investigación pretende contribuir con la gestión integral del recurso hídrico a través de la propuesta planteada, teniendo a la Autoridad Nacional del Agua como ente rector y máxima autoridad técnico normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vii

CAPÍTULO I

PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.	Descripción de la realidad problemática	01
1.1.1.	Caracterización del problema	02
1.1.2.	Definición del problema	03
1.2.	Formulación del problema	04
1.2.1.	Problema general	04
1.2.2.	Problemas específicos	05
1.3.	Objetivos de la investigación	05
1.3.1.	Objetivo general	05
1.3.2.	Objetivos específicos	05
1.4.	Justificación de la investigación	06
1.4.1.	Justificación Teórica	06
1.4.2.	Justificación Metodológica	07
1.4.3.	Justificación Práctica	07
1.5.	Importancia de la investigación	08
1.6.	Limitaciones de la Investigación	09

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	Marco Referencial	10
2.1.1.	Antecedentes de la Investigación	10
2.1.2.	Referencias Históricas	12
2.2.	Marco legal	13

2.3.	Marco Conceptual	14
2.3.1.	El agua	14
2.3.2.	El ciclo del agua	14
2.3.3.	Escorrentía	15
2.3.4.	Cuenca hidrográfica	15
2.3.5.	¿Qué es una sub cuenca?	16
2.3.6.	Calidad del agua	16
2.3.7.	Concepto y tipo de contaminación del agua	17
2.3.8.	Fuentes y tipos de contaminación del agua superficial	20
2.3.9.	Efectos de la contaminación del agua	23
2.3.10.	Química elemental del agua	23
2.3.11.	Características físicas	24
2.3.12.	Características químicas	27
2.3.13.	Características microbiológicas	34
2.4.	Marco teórico	35
2.4.1.	Monitoreo de la calidad del agua	35
2.4.2.	Metales pesados en el agua	35
2.4.3.	Tipos de interacción de los metales pesados en las sustancias suspendidas y sedimentos en los cuerpos de agua	37
2.4.4.	Movilidad relativa y biodisponibilidad	37

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo y nivel de la Investigación	40
3.1.1.	Tipo de la Investigación	40
3.1.2.	Nivel de la Investigación	41
3.2.	Método de la Investigación	42
3.2.1.	Metodología de Revisión / recopilación de información	42
3.2.2.	Metodología de trabajo de campo	42
3.2.3.	Metodología de análisis de muestras	45
3.2.4.	Metodología para la elaboración del informe final	46

3.3.	Diseño de la Investigación	47
3.4.	Hipótesis de la Investigación	48
3.4.1.	Hipótesis General	48
3.4.2.	Hipótesis Específicas	48
3.5.	Variables de la Investigación	49
3.5.1.	Variable Independiente	49
3.5.2.	Variable Dependiente	49
3.6.	Cobertura del Estudio de Investigación	49
3.6.1.	Universo	49
3.6.2.	Población	50
3.6.3.	Muestra	51
3.6.4.	Muestreo	51
3.7.	Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos	51
3.7.1.	Técnicas de la Investigación	51
3.7.2.	Instrumentos de la Investigación	53
3.7.3.	Fuentes de Recolección de Datos	54

CAPÍTULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.	Desarrollo del trabajo, presentación de resultados	55
4.1.1.	Descripción de la sub cuenca	55
4.1.2.	Resultados parciales	62
4.1.3.	Resultados generales	97
4.2.	Comprobación de la hipótesis	106
4.2.1.	Comprobación de la hipótesis general	106
4.2.2.	Comprobación de las hipótesis específicas	106
4.3.	Contrastación de hipótesis	107
4.4.	Discusión de resultados	107
	CONCLUSIONES	147
	RECOMENDACIONES	152
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154
	ANEXOS	156

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1.	Indicadores físicos y sus efectos provocados por la contaminación del agua.	27
TABLA N° 2.	Indicadores químicos y sus efectos provocados por la contaminación del agua.	33
TABLA N° 3.	Movilidad relativa de algunos elementos.	39
TABLA N° 4.	Delimitación geográfica de la sub cuenca del río Tablachaca	56
TABLA N° 5.	Ubicación política de la sub cuenca del río Tablachaca	60
TABLA N° 6.	Fuentes Contaminantes Directas: Aguas residuales domésticas e industriales vertidas a cuerpos naturales de agua de la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.	67
TABLA N° 7.	Fuentes Contaminantes Difusa: Aguas residuales domésticas percoladas a terrenos, de la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.	70
TABLA N° 8.	Pasivos ambientales de actividades mineras en la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.	74
TABLA N° 9.	Botaderos de residuos sólidos identificados en la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.	75
TABLA N° 10.	Servicio de análisis de laboratorio	79
TABLA N° 11.	Resumen de los parámetros que superaron los ECA-Agua en la sub cuenca Tablachaca - año 2013.	82
TABLA N° 12.	Resumen de los parámetros que superaron los ECA-Agua en el río Santa - año 2013.	84
TABLA N° 13.	Resultados de los metales obtenidos en los sedimentos de la sub cuenca Tablachaca – Año 2013	86
TABLA N° 14.	Resultados de análisis de metales en los sedimentos del río Santa – año 2013	88

TABLA N° 15.	Resumen de los parámetros que superaron los ECA-Agua en la sub cuenca Tablachaca - año 2014.	91
TABLA N° 16.	Resumen de los parámetros que superaron los ECA-Agua en el río Santa - año 2014.	93
TABLA N° 17.	Resultados de los metales obtenidos en los sedimentos de la subcuenca Tablachaca – Año 2014	94
TABLA N° 18.	Resultados de análisis de metales en los sedimentos del río Santa – año 2014	96
TABLA N° 19.	Fuentes Contaminantes identificadas en la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.	98
TABLA N° 20.	Propuesta de la Red de Puntos para el Monitoreo de la Calidad del Agua en la Subcuenca del río Tablachaca	99
TABLA N° 21.	Resultados del Monitoreo de la calidad del agua en la sub cuenca del Río Tablachaca, años 2013 - 2014.	101
TABLA N° 22.	Resultados del Monitoreo de la calidad del agua en la sub cuenca del Río Tablachaca, años 2013 - 2014.	102
TABLA N° 23.	Resultados del Monitoreo de la calidad del agua en la sub cuenca del Río Tablachaca, años 2013 - 2014.	104
TABLA N° 24.	Parámetros que incumplieron los ECA – Agua.	148

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1.	Mapa de la cuenca del río Santa, mostrando la Sub cuenca del río Tablachaca.	57
FIGURA N° 2.	Mapa de Unidades Hidrográficas de la cuenca Santa.	58
FIGURA N° 3.	Mapa de Ubicación Política de la subcuenca del río Tablachaca	59
FIGURA N° 4.	Laguna Quepina, mostrando la presencia de plantas acuáticas sumergidas en el fondo de la laguna.	109
FIGURA N° 5.	Toma de muestras en el río Pelagatos, donde se evidencia piedras y sedimento con una tonalidad parduzca.	110
FIGURA N° 6.	Toma de los parámetros de campo en el río Pampas, donde se aprecian piedras de las orillas de color parduzco.	112
FIGURA N° 7.	Laguna Challhuacocha. Se observa bofedales en las orillas de esta laguna.	113
FIGURA N° 8.	Toma de muestras de sedimentos en la laguna Llamacocha (LLlam), donde se aprecia abundantes macrófitas acuáticas emergentes.	115
FIGURA N° 09.	Toma de muestras de sedimentos en el río Huandoval (RHuan). Se observa el agua turbia	117
FIGURA N° 10.	Río Cabana en el punto RCaba, se aprecia el río con agua muy turbia.	120
FIGURA N° 11.	Agua procedente del río Cabana, donde se observa agua muy turbia y de apariencia negruzca.	120
FIGURA N° 12.	Río Ancos en el punto RAnchos, se aprecia agua con elevada turbiedad y con apariencia negruzca.	122
FIGURA N° 13.	Río Tablachaca en el punto RTabla1.	123
FIGURA N° 14.	Río Tablachaca en el punto RTabla2.	124
FIGURA N° 15.	Río Tablachaca en el punto RTabla4.	124

FIGURA N° 16.	Comportamiento espacial bacteria <i>Escherichia coli</i> en la matriz agua del río Tablachaca y sus tributarios, noviembre - 2013.	127
FIGURA N° 17.	Comportamiento espacial del Aluminio en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.	128
FIGURA N° 18.	Comportamiento espacial del Aluminio en la matriz sedimento correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre - 2013.	129
FIGURA N° 19.	Comportamiento espacial del Arsénico en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre - 2013.	130
FIGURA N° 20.	Comportamiento espacial del Arsénico en la matriz sedimento correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre - 2013.	131
FIGURA N° 21.	Comportamiento espacial del boro en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.	132
FIGURA N° 22.	Comportamiento espacial del Hierro en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.	133
FIGURA N° 23.	Comportamiento espacial del Manganeseo en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.	134
FIGURA N° 24.	Comportamiento espacial del Níquel en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.	135
FIGURA N° 25.	Comportamiento espacial de los Coliformes Fecales en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre - 2013.	136
FIGURA N° 26.	Río Santa, en el punto RSant9	136

FIGURA N° 27.	Comportamiento espacial de la bacteria Escherichia Coli en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	137
FIGURA N° 28.	Comportamiento espacial del Fósforo Total en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	138
FIGURA N° 29.	Comportamiento espacial del Aluminio Total en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	139
FIGURA N° 30.	Comportamiento espacial del Aluminio en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	140
FIGURA N° 31.	Comportamiento espacial del Arsénico Total en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	141
FIGURA N° 32.	Comportamiento espacial del Arsénico en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	142
FIGURA N° 33.	Comportamiento espacial del Hierro en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	143
FIGURA N° 34.	Comportamiento espacial del Manganeso en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	144
FIGURA N° 35.	Comportamiento espacial del Cadmio en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	145
FIGURA N° 36.	Comportamiento espacial del Plomo en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	146
FIGURA N° 37.	Comportamiento espacial del Zinc en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.	146

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La salud de los seres humanos, la vida silvestre y los ecosistemas dependen de los suministros adecuados de agua limpia, como recurso natural importante para el desarrollo social y económico de la sociedad; sin embargo en los últimos años se ha observado un crecimiento poblacional, y en la actualidad con el incremento de la actividad minera, agrícola, industrial y la creciente tendencia de satisfacer las necesidades del ser humano, a lo largo de las cuencas bajas de los ríos se aprecia un deterioro ambiental, físico y biológico, así como la población expuesta al riesgo ambiental por contaminantes.

Los ríos son fuentes principales de agua y constituyen parte esencial del ciclo hidrológico. En su recorrido desde que nace hasta su desembocadura, las aguas superficiales de los ríos pueden transportar y acumular contaminantes, impactados por fuentes puntuales y difusas que se ven afectados por descargas de aguas residuales domésticas y agrícolas sin tratar, por actividades mineras, industriales y por residuos sólidos dispuestos en botaderos cercanos a los ríos. Estas materias actúan perjudicando la calidad del agua, de forma que la hacen inútil para muchos de los usos que se llevan a cabo diariamente.

El río Tablachaca el cual no es ajeno a la problemática que se viene desarrollando es uno de los tributarios más importantes del río Santa, y una de las subcuencas de mayor extensión que forma parte de la Cuenca del río Santa, este último en donde el uso que se le da al agua es para consumo humano, agricultura e industria, a la vez sirve como cuerpo receptor y medio de transporte de desechos domésticos y que tiene que ver con la afectación de la calidad del agua provocada por

actividades antrópicas, entre ellas las actividades mineras de manera que un gran volumen de vertimientos generados son evacuados directamente al río, sin ningún tipo de tratamiento.

1.1.1. Caracterización del problema.

La preocupante problemática del agua en cuanto a su calidad aunada a la falta de políticas socioeconómicas, estrategias y acciones para garantizar la sostenibilidad de la sub cuenca hidrográfica del río Tablachaca, el no tener inventariados las fuentes contaminantes y la inexistencia de una red de monitoreo para evaluar la calidad del agua y de los sedimentos en la sub cuenca del río Tablachaca; han generado que la Autoridad Nacional del Agua asignado por ley como el ente rector técnico normativo y gestor de las actividades que se promueven en las cuencas del país, realice acciones de prevención y control de la contaminación de los cuerpos de agua, a través de un conjunto de actividades orientadas a la evaluación de la calidad del río Tablachaca y sus principales afluentes; comprometiendo la participación de entes de desarrollo como los Gobiernos Regionales y Locales, los Consejos de Recursos Hídricos de Cuencas, instituciones y organizaciones existentes o potenciales, en la vigilancia y monitoreo de la calidad del agua del río Tablachaca.

En los últimos años se ha dado un crecimiento poblacional en las zonas rurales de la serranía de nuestro país, generando un incremento considerable de las aguas residuales domésticas que son vertidas al río Tablachaca, la modernización de la agricultura para obtener mayores rendimientos de producción han traído como consecuencia que se incremente el uso de productos agroquímicos contaminantes que en gran parte

terminan en el cauce del río Tablachaca como cuerpo receptor natural; la actividad minera que ha crecido considerablemente durante estos últimos años también son fuente generadora de grandes volúmenes de vertimientos con potenciales sustancias contaminantes.

1.1.2. Definición del Problema

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relacionados con la disponibilidad de la misma, sin embargo, se le ha brindado menos atención.

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (FAO 1993).

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS1999).

El agua, desde la óptica del estudio de su calidad, es fundamental para mantener un “desarrollo sustentable”, esto es, satisfacer las necesidades de las presentes generaciones sin

comprometer la satisfacción de las necesidades de futuras generaciones.

En este concepto de desarrollo sustentable, se precisa el monitoreo de los cuerpos naturales de agua superficial a través del análisis de muestras de agua y sedimentos, con la finalidad de evaluar el estado de la calidad de las aguas en la sub cuenca del río Tablachaca.

En la sub cuenca del río Tablachaca existe una intensa actividad minera polimetálica; de modo que un gran volumen de vertimientos generados son evacuados, algunos de ellos directamente al río, otros a través de canchas de relaves, a pesar de ello, no se tiene información de la ejecución de trabajos destinados a la identificación de fuentes contaminantes, como tampoco se conoce de la existencia de una red de monitoreo que permita muestrear la calidad de las aguas en el río Tablachaca.

Por lo tanto el problema a investigar es: *“No se ha realizado un inventario de fuentes contaminantes que permita proponer una red de monitoreo para el muestreo permanente, análisis y diagnóstico de la calidad de las aguas del río Tablachaca”*.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General.

¿Es posible diagnosticar el estado de la calidad del agua del río Tablachaca, a través del análisis y evaluación de los parámetros de calidad del agua y sedimentos?

1.2.2. Problemas Específicos.

- ¿Será relevante identificar las fuentes contaminantes en la sub cuenca del río Tablachaca?
- ¿Es factible proponer una red de monitoreo en el río Tablachaca, que facilite la ejecución de muestreos permanentes de la calidad del agua?
- ¿Es posible realizar monitoreos de parámetros de calidad del agua y sedimentos en el río Tablachaca que permitan su análisis y evaluación para determinar un diagnóstico del estado de la calidad de sus aguas?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General.

Diagnosticar el estado de la calidad del agua del río Tablachaca, a través del análisis y evaluación de los parámetros de calidad del agua y sedimentos; que permita conocer, mantener y mejorar su calidad.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Identificar las fuentes contaminantes en la sub cuenca del río Tablachaca.
- Proponer una red de monitoreo en el río Tablachaca, como base para la ejecución de muestreos periódicos de la calidad del agua y de sedimentos.
- Realizar monitoreos de parámetros de calidad del agua y sedimentos en el río Tablachaca que permitan su análisis y evaluación para determinar un diagnóstico del estado de la calidad de sus aguas.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La contaminación del agua es uno de los principales problemas a nivel local, regional y mundial que afectan al planeta y del cual nadie está fuera de su alcance.

En el Perú existe a nivel nacional 3 vertientes y 106 cuencas que sirven de desarrollo para las comunidades rurales y urbanas, y entre ellas tenemos a la sub cuenca del río Tablachaca la cual es afectada por el desmedido crecimiento poblacional, e incremento de actividades industriales y mineros, disminuyendo cada vez las zonas de terreno agrícola y generando un inadecuado manejo de residuos sólidos y de efluentes con sustancias contaminantes que son vertidos a los ríos, contaminando el agua y desaparición de la flora y fauna acuática.

1.4.1. Justificación Teórica.

Desde el punto de vista teórico, el presente trabajo de investigación se justifica porque hace un análisis de los conceptos y teorías de autores y expertos en la materia. La definición de calidad de agua implica que esta debe encontrarse libre de organismos patógenos, sustancias químicas, impurezas y cualquier tipo de contaminación que cause problemas a la salud humana (O.M.S, 2003).

Los diagnósticos elaborados en la región, referentes a la calidad del agua de río han sido enfocados principalmente en la cuenca del río Santa. Es por eso, que ante la ausencia de un inventario de fuentes contaminantes en la sub cuenca del río Tablachaca y de una red de monitoreo en el río; el presente trabajo de investigación se ha encaminado a la obtención de información real y confiable; identificando las fuentes contaminantes

existentes en la sub cuenca, proponer una red de monitoreo y la ejecución de muestreos periódicos de la calidad del agua y sedimentos, como mínimo dos veces al año.

La implementación de la red de monitoreo y el muestreo periódico del agua y sus sedimentos será de gran utilidad para conocer la influencia de las fuentes contaminantes de la sub cuenca del Tablachaca sobre la calidad de las aguas del río y contribuirá para que las instituciones y empresas involucradas con el agua en cuanto a su protección, conservación y uso, definan políticas para el desarrollo de proyectos para el manejo racional de las aguas del río Tablachaca.

1.4.2. Justificación Metodológica.

Metodológicamente, el trabajo de investigación se justifica por que ha sido elaborado de acuerdo a la normatividad vigente en materia de aguas que tiene como ente rector técnico normativo a la Autoridad Nacional del Agua, utilizando metodologías establecidas en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Cuerpos Naturales de Agua Superficial, y proponiendo como mínimo dos monitoreos al año, no habiendo limitante para el número máximo de monitoreos. Se compararon los resultados obtenidos con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (MINAM, 2008).

1.4.3. Justificación Práctica.

La toma de conocimiento por parte de la población, de los resultados del diagnóstico de la calidad del agua del río Tablachaca en la provincia de Pallasca – Ancash, va a permitir tomar acciones adecuadas que contribuyan a la recuperación,

protección, y conservación de las aguas del río Tablachaca; y definir políticas para el desarrollo de proyectos con manejo racional y sostenible.

1.5. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

El agua es un recurso indispensable para los seres vivos sin excepción. Su importancia estriba en que una agua de óptima calidad es fuente de vida e indispensable en la vida diaria. El deterioro de la calidad del agua causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, reduciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por el agua de calidad.

Elaborar el diagnóstico de la calidad del agua del río Tablachaca es de suma importancia, porque, por ser el último afluente y uno de los tributarios más importante del río Santa en su tramo final hasta su desembocadura; va a permitir conocer el grado de incidencia sobre la calidad del agua de este último. Con mayor razón si se tiene en consideración que son las aguas de la cuenca baja del río Santa, las que en mayores volúmenes se captan para darle múltiples usos como el Agrario (Agrícola, y Pecuario) e Hidroenergético entre los que se encuentran los Proyectos Especiales CHAVIMOCHIC y CHINECAS; uso poblacional que tiene como operadores a SEDACHIMBOTE S.A. en la provincia del Santa y SEDALIB S.A. en la provincia de Trujillo; usos industriales de procesamiento de productos hidrobiológicos, entre los que destacan los Establecimientos Industriales Pesqueros asentados en la provincia del Santa.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Entre las limitaciones que se presentaron en la realización de la investigación, se debe mencionar lo siguiente:

- Hermetismo de parte de los pobladores de la zona para brindar información relacionada con actividades mineras informales que son fuente de contaminación en la sub cuenca del río Tablachaca.
- La poca o casi nula información sobre las referencias relacionadas con la calidad del agua del río Tablachaca.
- La inaccesibilidad a ciertos puntos del río Tablachaca debido a lo escabroso de su geografía.
- Inexistencia de datos históricos relacionados con la calidad del agua del río Tablachaca que puedan ser comparados con los resultados obtenidos de la presente investigación.
- Limitaciones presupuestales para la realización de otros monitoreos de la calidad del agua del río Tablachaca, en diferentes estaciones del año.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. Antecedentes de la investigación

No existe abundante información de trabajos de investigación relacionados con la calidad del agua superficial y sedimentos en la sub cuenca del río Tablachaca, generalmente los estudios han sido priorizados a nivel de la cuenca del río Santa.

En el documento de trabajo denominado “Diagnóstico de la Calidad del Agua de la Vertiente del Pacífico – Cuenca del río Santa”, realizado en el año 1994 por el Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA del Ministerio de Agricultura; se hace referencia a muestreos realizados en el año 1981 a los vertimientos de la Cía. Minera Fermín Málaga Santolalla e hijos y Cía. Minera Pushaquilca S.A. asentadas en la sub cuenca del río Tablachaca, en el distrito de Pampas de la provincia de Pallasca.

Sergio Byron Morera Julca (2010) en su trabajo de investigación “Dinámica de la Producción de Sedimentos en la Cuenca del río Santa” para optar el Grado de Magíster Scientiae en Recursos Hídricos, desarrollado dentro del marco del Proyecto HIBAM en convenio con la UNALAM y el proyecto Especial CHAVIMOCHIC, resalta la alta y muy compleja variabilidad en la producción de sedimentos, en el que su mayor aportante es el río Tablachaca.

En otros departamentos del Perú también se han realizado trabajos de investigación sobre la calidad del agua superficial de los ríos.

El estudio químico del agua tiene una vital importancia desde hace tiempo atrás, que han hecho que se realicen trabajos desde 1837. Walling y Webb (1986) desarrollaron un trabajo que busca las condiciones naturales que debe tener la composición del agua en ríos no contaminados, artículo que también describe el transporte de materiales disueltos en ríos, recogiendo información de análisis efectuados desde el siglo XIX sobre 496 ríos de diferentes continentes.

Andriulo y Cols. (1998) estudiaron el efecto de la calidad del agua en el suelo tras 11 años de riego y consideraron que la sola medición del pH del suelo es un buen indicador del impacto producido: A mayor valor, superior problemática generada.

- **Calidad del agua**

La contaminación del agua se puede definir como la adición de sustancias extrañas que deterioran su calidad, es decir su aptitud para los usos múltiples como de bebida, agrícola, pecuario, recreativos, hidroenergético, entre otros. Un contaminante puede ser de origen inorgánico como plomo, mercurio, detergentes; o de origen biológico como los ocasionados por microorganismos provenientes de aguas residuales domésticas.

Desde el punto de vista ecológico, la calidad de agua de un ecosistema acuático natural depende fundamentalmente de los aportes naturales dados por la lluvia y por la naturaleza geoquímica del terreno. (Roldán G, 1992).

- **Fuentes contaminantes**

Entre las principales fuentes contaminantes se mencionan la generación de residuos sólidos y efluentes generados por la actividad minera, la agricultura, aguas residuales domésticas. El arrastre de sedimentos en épocas de avenidas que enturbia el agua y degrada el hábitat.

Sin embargo, es la contaminación provocada por el hombre la que está poniendo en riesgo la calidad del agua, por el exceso de carga orgánica que agota el oxígeno y la presencia de sustancias tóxicas y metales pesados.

2.1.2. Referencias históricas

Se dice que el 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua (Singh 1989).

La distribución de metales pesados en los sedimentos de grandes ríos sirven a un mejor entendimiento del ciclo exógeno de los elementos a través de procesos fluviales, así como a la influencia de procesos antropogénicos (Singh et al, 2003).

Las concentraciones de metales pesados en los ríos son el resultado de competencias de influencia en la cuenca, de su geología, alteración química y física, diagénesis, textura de sedimento y geoquímica acuosa de metales individuales (Rollinson, 1993). Generalmente los cambios aguas abajo de la

concentración de metales pesados en los sedimentos de los ríos son controlados por las características geoquímicas de sus tributarios y están relacionadas a la geología superficial **(Singh et al, 2003)**.

Un aspecto importante del estudio de la contaminación acuática, es la aplicación de programas de vigilancia y monitoreo, cuya actividad principal está destinada a mitigar la contaminación actual, eliminarla o impedirla en el futuro; y debe estar dirigida a evaluar durante un tiempo determinado el estado de ciertos parámetros que se consideren indicativos del proceso de deterioro de las aguas por la contaminación **(Millones, 1995)**.

Son muchos los ríos y lagunas del país, donde han ocurrido desastres por contaminación; el caso más notable es la contaminación del río Mantaro, donde el alto grado de polución química de sus aguas ha motivado la desaparición de flora y fauna de éste río, en la mayor parte de su recorrido **(OSASA, 1984)**.

2.2. MARCO LEGAL

- Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos” y su Reglamento
- Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente”
- D.S. N° 002-2008-MINAM, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua).
- Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM. Aprueban disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino Costeros.

- Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. El agua

El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la nación (**Ley de Recursos Hídricos 29338**).

El agua es la sustancia más abundante, puesto que cubre un poco más de las 3/4 partes a la superficie terrestre, es indispensable para la vida y está constituido en gran parte en los seres vivos. El agua en la vida de los seres humanos tiene una gran importancia; desde tiempos muy remotos ha sido utilizada para múltiples propósitos, así como para la bebida, el uso doméstico, el transporte marino, para la agricultura y la pesca; por lo tanto nuestras vidas se encuentran totalmente dependientes de esta sustancia (**Solano, 1997**).

2.3.2. El ciclo del agua

Sin lugar a dudas que entre los recursos naturales conocidos, uno de los más importantes es el agua, cuyo objeto principal es el tema del presente trabajo de investigación por jugar un papel primordial en el desarrollo de los seres vivos. El agua es un elemento dinámico que cambia constantemente su composición a través del ciclo hidrológico. El agua que alimenta los ríos es mezcla de aguas superficiales con subterráneas, dependiendo el predominio de unas u otras, de la cantidad de lluvia caída.

2.3.3. Escorrentía

La escorrentía es el agua proveniente de la precipitación, que circula sobre la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (UNESCO, 1982). Se produce cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración del suelo.

Se llama escorrentía directa a la que pasa después de haber llovido y escorrentía superficial aquella que alcanza el punto considerado, habiendo circulado siempre sobre la superficie del terreno.

La escorrentía es afectada por factores meteorológicos como tipo, duración e intensidad de la lluvia, la dirección y velocidad de la tormenta; y con respecto a la cuenca, los factores fisiográficos tales como, superficie, forma, elevación, pendiente, tipo, uso del suelo y cobertura vegetal.

2.3.4. Cuenca hidrográfica

Según (Ramakrishna 1997), una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. Los límites de la cuenca o divisoria de aguas se definen naturalmente y corresponde a las partes más altas que encierra el río.

La cuenca hidrográfica es la unidad de análisis y planificación para darle el enfoque integrado al estudio del recurso hídrico superficial y subterráneo. Es el territorio o espacio de terreno limitado por cerros, partes elevadas y montañas, de los cuales se configura una red de drenaje superficial, que en presencia de

precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar (Faustino 2001). En una cuenca hidrográfica se da el deterioro de los suelos, bosques y agua, daño a las aguas superficiales, los cuales de se reflejan como una respuesta inmediata de la cuenca a las alteraciones en la ocurrencia temporal del flujo y el deterioro de la calidad de las aguas de ríos. Los recursos naturales de una cuenca (agua, suelo, biodiversidad) son renovables si se pueden reemplazarse por la vía natural o mediante la intervención humana. Por el contrario, son no renovables cuando no se les puede reemplazar en un periodo de tiempo significativo en términos de las actividades humanas a que están sometidos (Ramakrishna 1997).

2.3.5. ¿Qué es una sub cuenca?

Una sub cuenca es toda área en la que su drenaje va a directamente al río principal de la cuenca. También se puede definir como una subdivisión de la cuenca. En una cuenca puede haber varias sub cuencas.

2.3.6. Calidad del agua

El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria.

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza 1976).

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (FAO 1993).

El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las agua para su eliminación (Sáenz 1999).

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS 1999).

2.3.7. Concepto y tipos de contaminación del agua

La contaminación del agua es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica (Gallego 2000). Dado que el agua rara

vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua (Sagardoy 1993).

Las categorías de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de fuentes puntuales y no puntuales. Éstas afectan y alteran las características naturales de los recursos hídricos, ocasionalmente por actividades naturales, pero en su mayoría el mayor de los impactos es de carácter antropogénico (FAO 1993).

- **Contaminación puntual:** Es aquella que descarga sus aguas en un cauce natural, proviene de una fuente específica conocida. En este punto el agua puede ser medida, tratada o controlada. Este tipo de contaminación está generalmente asociada a las industrias y las aguas negras municipales. La contaminación puntual es fácil de eliminar, si se cuenta con los medios para almacenar el agua vertida contaminada y tratarla. Generalmente se utilizan tanques de sedimentación, donde se depositan los sedimentos en el fondo y luego se trata con químicos el agua para ser vertida a las aguas naturales. El sedimento luego se utiliza como abono orgánico y se estabiliza en un lugar seguro.
- **Contaminación difusa:** Es el tipo de contaminación producida en un área abierta, sin ninguna fuente específica; este tipo de contaminación está generalmente asociada a actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales. Su control es más difícil debido a su naturaleza intermitente y su mayor cobertura.

Entre las fuentes de mayor dificultad de controlar, y que causan mayor impacto, se encuentran las fuentes no puntuales de contaminación, caso de parcelas donde fluye el agua sobre la superficie de la tierra arrastrando nutrientes, fertilizantes, plaguicidas y otros contaminantes aplicados en las actividades agropecuarias y forestales (FAO 1993). Este tipo de contaminación es causado por escorrentías de tierras agropecuarias, silvicultura, y ocupación urbana. No se produce de un lugar específico y único, sino que resulta de la escorrentía, precipitación y percolación, se presenta cuando la tasa a la cual los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua, exceden los niveles naturales (Villegas 1995).

Las fuentes puntuales de contaminación se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo arrastrado por el agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos, y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La repercusión de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces, aves, mamíferos y salud humana. La característica principal de estas fuentes es que responden a las condiciones hidrológicas (Ongley 1997). Como ejemplo de este tipo de contaminación se pueden mencionar las actividades industriales y la contaminación de origen doméstico como excretas humanas, grasas, y jabones (Repetto y Moran 2001).

La principal fuente no puntual es la agricultura mientras que las puntuales son las aguas negras y los desechos industriales (Albert, 1997). Las aguas superficiales son más vulnerables a la contaminación que las aguas subterráneas porque se usan como destino final de residuos domésticos, aguas residuales

industriales tratadas y no tratadas, siendo también receptoras de los desechos de la agricultura y la ganadería.

2.3.8. Fuentes y tipos de contaminación del agua superficial

Las fuentes de contaminación de las aguas superficiales pueden ser naturales y antropogénicas. Normalmente las fuentes de contaminación natural son muy dispersas y no provocan concentraciones altas de polución, mientras que las antropogénicas en cambio se concentran en zonas concretas y es mucho más peligrosa que la natural.

Algunas fuentes de contaminación naturales en el agua son por ejemplo el mercurio que se encuentra naturalmente en la corteza de la tierra y en los océanos el cual contamina la biosfera mucho más que el procedente de la actividad humana, otro ejemplo son las emanaciones volcánicas que contienen gases de nitrógeno y azufre que al ponerse en contacto con el agua la contaminan. En la actualidad la contaminación más importante, sin duda es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso del agua, una gran generación de residuos muchos de los cuales van a parar al agua y el uso de medios de transportes fluviales y marítimos que en mucha ocasión son causa de contaminación de las aguas. Las fuentes antropogénicas de la contaminación son más importantes como causas de problemas de salud pública, su naturaleza y el tipo de contaminantes que emiten son variados (Albert, 1997).

- **Contaminación por aguas residuales domésticas y urbanas.**

Contaminación esencialmente orgánica y biológica, formada por las aguas residuales domiciliarias y de establecimientos comerciales a las que debe sumarse una contaminación cada vez más intensa por productos químicos de uso domésticos, tales como los detergentes en sus diversas versiones (Custodio & Llamas, 2001). Estas aguas son responsables de la alteración de la calidad de las aguas naturales que en algunos llegan a no ser aptas para consumo humano, ya que disminuyen el contenido de oxígeno, aumentan los sólidos en suspensión, compuestos inorgánicos disueltos (en especial compuestos de fósforo y nitrógeno) y bacterias dañinas.

- **Contaminación por aguas residuales industriales**

Se originan al descargar las aguas residuales industriales sin tratar a los cuerpos de aguas. Esta contaminación es variada como las industrias que las origina y son especialmente insalubres y nocivas (Custodio & Llamas, 2001). Las características de las aguas residuales industriales difieren bastante dependiendo del tipo de actividad que desarrolle la industria y el impacto que causan depende no sólo de sus características comunes, sino también de su contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas específicas.

- **Contaminación por actividades Agrícolas**

Son la fuente de muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas superficiales, estos contaminantes incluyen a los plaguicidas, los fertilizantes y los sedimentos procedentes de la erosión de las tierras de cultivo. La agricultura, es una de las pocas actividades donde se

descargan deliberadamente en el medio ambiente productos químicos para acabar con algunas formas de vida, es al mismo tiempo causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos. Es causa por la descarga de contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales y subterráneas y es víctima por el uso de aguas residuales, aguas superficiales y subterráneas que contaminan a su vez los cultivos y transmiten enfermedades a los consumidores y trabajadores agrícolas.

- **Fertilizantes**

Son la fuente principal de contaminación con nitratos y fosfatos y estos tienen una influencia negativa en la vida acuática (Albert, 1997). Los principales problemas de contaminación por fertilizantes se centran en el nitrógeno y su acumulación en forma de nitratos (NO_3^-). Los nitratos son, en general muy poco retenidos en los suelos y lixivian hacia lugares más bajos, produciendo la contaminación de los acuíferos o contaminan por escorrentía las aguas superficiales. El fósforo es otro de los elementos que forman parte de los fertilizantes. Suele ser retenido en forma de compuestos insolubles de Fe^{3+} y Al^{3+} en suelos ácidos y Ca^{2+} en suelos alcalinos (Orozco et al. 2005).

El exceso de nutrientes provoca un crecimiento exagerado de algas y otras plantas acuáticas que al morir se depositan en los fondos de los lagos y ríos aumentando la carga de la materia orgánica y disminuyendo los niveles de oxígeno ya que este es consumido por los microorganismos durante la descomposición (Eutrofización).

- **Agentes patógenos**

Los agentes patógenos son bacterias, virus, protozoarios y parásitos que llegan a los cursos de agua a través de las descargas de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, drenaje de lluvias y las escorrentías que fluyen por los corrales de ganado. También la práctica de la defecación al aire libre en las zonas rurales, constituye una fuente de contaminación de las aguas superficiales. La contaminación de tipo bacteriológico es debida fundamentalmente a los desechos humanos y animales de sangre caliente, ya que los agentes patógenos se encuentran en las heces, orina y fluidos corporales y son origen de muchas enfermedades hídricas (Orozco et al. 2004).

2.3.9. Efectos de la contaminación del agua

Los metales pesados, plaguicidas y compuestos químicos que contaminan el agua, producen efectos más notorios e importantes de la contaminación del agua relacionados con la salud humana, estos efectos son diferentes en cada individuo dependiendo de la concentración del contaminante y del tipo de organismo presente en el agua, los cuales pueden provocar intoxicaciones, enfermedades infecciosas y crónicas e incluso la muerte.

2.3.10. Química elemental del agua

El agua, por naturaleza es el disolvente universal y muy potente que puede ser afectada por variables como la presión, temperatura y concentración.

Las aguas superficiales comprenden un complejo sistema de ríos, lagos, lagunas, humedales, mares y otros cuerpos de agua, que pueden contener diversas clases de sólidos en suspensión en distintas proporciones. La composición física y química de las aguas superficiales se debe a la presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles que se encuentran en estado iónico en el agua y que pueden ser de origen natural o antropogénico. Sus características físicas y químicas dependen de varios factores, siendo los tres principales: el ambiente climático, el ambiente geológico y la acción del hombre o contaminación (Custodio & Llamas, 2001).

Entre los principales constituyentes de las aguas superficiales están los iones fundamentales que se encuentran en concentraciones mayores como los cationes, Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}), Sodio (Na^+) y los aniones Sulfato (SO_4^{2-}), Cloruros (Cl^-) y Bicarbonatos (HCO_3^-).

2.3.11. Características físicas

- **pH**

El pH es una expresión de la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de un líquido; matemáticamente es el logaritmo base 10 del recíproco de la concentración iónica de hidrógeno en moles por litro de disolución y puede variar entre 0 y 14. A través de los valores del pH podemos conocer si se están produciendo alteraciones en el agua por fenómenos externos, ya que las aguas en su estado natural presentan valores de pH entre 6,5 y 8,5 unidades donde valores de pH mayores al punto de equilibrio, indican un incremento en el grado de alcalinidad y una disminución de los valores, indican incremento de la acidez en el agua.

- **Turbidez**

Es un estimador simple de los sólidos en suspensión. La turbiedad es la propiedad que tiene el agua de desviar la luz de su recorrido en línea recta, como resultado del choque de los rayos de luz que viajan en línea recta con las partículas suspendidas.

La turbiedad en el agua es causada por la presencia de materia suspendida como la arcilla, la arena, la materia orgánica finamente dividida, las algas microscópicas y otros organismo microscópicos. Su principal causa la constituyen los procesos erosivos y extractivos y su efecto sobre los ecosistemas acuáticos se manifiesta en la reducción de la penetración de luz y con ello, el impedimento de la fotosíntesis, provocando que el oxígeno no se libere, el cual es necesario para los organismos aeróbicos (Ramírez y Viña, 1998).

- **Sólidos**

Los sólidos totales constituyen la materia suspendida (No filtrable) o disuelta (Filtrable) presentes en las aguas naturales y residuales.

Los sólidos totales disueltos (STD) es la materia disuelta en el agua y comprenden las sales inorgánicas y pequeñas cantidades de materia orgánica. Los STD en el agua pueden deberse a fuentes naturales, descargas de efluentes de aguas servidas, descargas de desechos industriales y escurrimientos urbanos.

Los sólidos suspendidos Totales (SST) presentes en las aguas naturales, nos indican la presencia de sustancias

solubles e insolubles expresada en mg.l^{-1} presentes en el agua. Los sólidos suspendidos corresponden a arcillas, limos, materia orgánica finamente dividida o incluso plancton y otros microorganismos (Ramírez y Viña, 1998).

- **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica (CE) o conductividad específica es una medida de la capacidad del agua de conducir la corriente eléctrica, esta propiedad está en relación con la cantidad de sólidos disueltos ya que estos son en su mayoría compuestos iónicos de calcio y magnesio, valencias y temperatura de medición y se expresa en $\mu\text{S.cm}^{-1}$. En las aguas superficiales las modificaciones importantes de la conductividad pueden variar rápidamente en el curso del día. Un agua natural ya sea de río, lago, embalse, manantial o un pozo pueden tener una conductividad entre 50 y 500 $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

Las características físicas del agua son buenos indicadores de la calidad del agua, que se utilizan para evaluar más que todo las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua.

TABLA N° 1. Indicadores físicos y sus efectos provocados por la contaminación del agua.

Parámetro	Efecto
pH	pH ácidos indican contaminación por vertidos mineros o industriales.
Turbidez	Indica erosión y la presencia de materia suspendida.
Conductividad	Indica la presencia de iones disueltos.
Sólidos Suspendidos	Indican contaminación por descargas de aguas residuales, domesticas e industriales y erosión.
Oxígeno Disuelto	Niveles bajos de oxígeno disuelto indica contaminación por materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.

Fuente: (OMS, 1984 & Rodier, 1981)

2.3.12. Características Químicas

- **Magnesio**

El magnesio es un metal alcalinotérreo y posee un solo estado de oxidación Mg^{2+} , se origina de la meteorización de rocas, particularmente de minerales de silicato de magnesio y dolomitas. Es un elemento común en las aguas naturales, donde las concentraciones de Magnesio oscilan entre 1 y 100 ppm (Custodio & Llamas, 2001). El magnesio tiene propiedades similares a las del ion calcio debido a su contribución a la dureza del agua; sin embargo, el comportamiento geoquímico es sustancialmente diferente al comportamiento del calcio porque es más soluble y algo más difícil de precipitar. Es esencial para la nutrición animal y vegetal en los cuerpos de aguas naturales.

- **Sodio**

Es el más abundante del grupo de los metales alcalinos, se encuentra en gran número de minerales, siendo el principal de ellos la sal de roca (Cloruro de sodio). Está presente en el agua debido a la alta solubilidad de sus sales y a la abundancia de depósitos minerales (OPS, 1987); generalmente se encuentra en asociación con los cloruros, indicando su origen común. La mayoría del sodio encontrado en los ríos proviene de la meteorización de las rocas de NaCl. Una fracción importante del sodio en las aguas superficiales es de origen antropogénico, aportado por las escorrentías de las aguas residuales domésticas y de los fertilizantes. Alrededor del 28 % del sodio en los ríos a nivel mundial es de origen antropogénico (Allan, 1995). La solubilidad del ion sodio es muy elevada y difícil de precipitar. Las concentraciones de sodio en fuentes naturales se encuentran entre 1 y 150 ppm (Custodio & Llamas, 2001).

- **Potasio**

Es el menos abundante de los principales cationes en las aguas de los ríos y es el elemento menos variable. Aproximadamente el 90 % se origina de la meteorización del material silicio, en los feldespatos no alterados, en las partículas de mica, en la illita o en minerales arcillosos. La solubilidad del ion potasio es muy elevada y difícil de precipitar, es afectado por el cambio de bases y es absorbido de forma muy poco reversible por las arcillas en formación, para formar parte de su estructura, circunstancias que lo diferencian del sodio. Las concentraciones del ion potasio varían de 0.1 a 10 ppm en agua dulce y solo muy raramente se puede tener salmueras de hasta 100,000 ppm (Custodio & Llamas, 2001).

- **Calcio**

Es el más abundante catión en los ríos, se origina casi por completo de la meteorización de las rocas sedimentarias carbonatadas. La concentración de calcio conjuntamente con la de magnesio es utilizada para caracterizar las aguas duras y blandas. Es un metal alcalino-térreo, es el principal constituyente de muchas rocas minerales comunes y tiene un solo estado de oxidación Ca^{2+} . Su comportamiento en los sistemas naturales acuosos está gobernado por la disponibilidad de los sólidos más solubles que contienen calcio y por el equilibrio que involucra las especies de bióxido de carbono o por la disponibilidad de azufre en la forma de sulfatos. La presencia de calcio proviene del paso del agua a través de depósitos de caliza, dolomita, yeso y pizarras yesíferas. Las concentraciones de calcio varían de 10 y 250 ppm en aguas dulces, pudiendo llegar a 600 ppm en aguas selenitosas (Custodio & Llamas, 2001).

- **Sulfatos**

Los sulfatos llegan al medio acuático por una variedad de fuentes, especialmente por medio de la meteorización de rocas sedimentarias y por la polución (fertilizantes, desechos de una multiplicidad de industrias y actividades mineras). El bióxido de azufre atmosférico (SO_2), que se forma por la combustión de los derivados del petróleo puede contribuir al contenido de sulfatos del agua superficial. El sulfato disuelto se considera como un soluto permanente del agua, la mayoría son solubles en agua, con excepción de los sulfatos de plomo, bario y estroncio. Existe una correlación inversa entre los sulfatos y los bicarbonatos, especialmente en las aguas con baja alcalinidad (Allan, 1995).

La concentración de sulfatos en la mayoría de las aguas dulces es muy baja, aunque son comunes los niveles entre 20 y 50 mg.l⁻¹ en la zona oriental de los E.U.A, Canadá y la mayor parte de Europa (OPS, 1987). Las concentraciones del Sulfato en agua dulce varían entre 2 y 150 ppm (Custodio & Llamas, 2001).

- **Hierro**

El Hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. En el agua se presenta principalmente en los estados bivalente y trivalente (ferroso y férrico), en estado mineral (sales ferrosas = Fe²⁺ y sales férricas = FeCl₃ o hidróxido = Fe (OH)₃) y en estado orgánico (coloides); en las aguas de superficie se presenta en estado férrico (Fe III). La presencia del hierro en las aguas naturales puede ser consecuencia de la disolución de rocas y minerales, del drenaje ácido de las minas, de lixiviaciones en rellenos, de sistemas de alcantarillados o industrias que elaboran hierro (Rodier, 1981; OPS, 1987). El hierro se encuentra en solución en forma de sales minerales, solo en aguas con pH neutros o ácidos y desprovistos de oxígeno. Las concentraciones del hierro varían entre 0 y 10 ppm, siendo menos de 0.50 ppm en aguas aireadas. Con pH entre 5 y 8 rara vez llega a 50 ppm, en aguas muy ácidas puede llegar a 100 ppm (Custodio & Llamas, 2001).

- **Boro**

El Boro juega un papel importante en la fisiología de los vegetales, no existe más que excepcionalmente en las aguas de distribución, es más frecuente encontrarlo en aguas residuales. Cantidades del orden del miligramo por litro no representan inconvenientes, pero concentraciones

por encima de ella, debe considerarse con circunspección, dada la afinidad considerable del boro para el sistema nervioso. El boro puede afectar prácticamente a todos los cultivos, la tolerancia es dependiente de la planta. Generalmente las concentraciones menores de 1 mg.l^{-1} pueden afectar sólo a los cultivos sensibles como: Palto, cebolla, toronja, limonero, naranjo entre otros, provocando quemaduras en las hojas o clorosis. Las concentraciones entre 1 y 2 mg.l^{-1} afectan además a cultivos como frijoles, ajonjolí, ajo, trigo y maní. Debido a la acción del boro sobre las plantas, el agua de irrigación no deberá contener más de un 1 mg.l^{-1} (Rodier, 1981).

El análisis químico del Boro se utiliza para determinar la calidad del agua de riego, la tolerancia de los cultivos y establecer la calidad para el uso en fertirrigación.

- **Oxígeno disuelto**

Es un gas que se encuentra libre en la naturaleza o combinado formando compuestos químicos con otros elementos.

El Oxígeno disuelto en los ecosistemas acuáticos es un parámetro importante a la hora de evaluar la calidad del agua y esencial para el metabolismo de todos los organismos acuáticos con respiración aerobia. Las propiedades de solubilidad del oxígeno así como su distribución, son necesarias para comprender la distribución, el comportamiento y el crecimiento fisiológico de los organismos acuáticos (Wetzel, 1981).

La solubilidad del Oxígeno disuelto en el agua está influenciada por la salinidad, la presión barométrica (altitud) y la temperatura y adicionalmente de otros factores como: re oxigenación atmosférica, fotosíntesis, respiración vegetal y animal y demanda béntica y bioquímica de oxígeno en el agua (Ramírez y Viña, 1998). Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Es un parámetro que representa la materia orgánica biodegradable. Es la más usada para determinar la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Se da cuando ciertas sustancias presentes en las aguas residuales, al verterse a un curso de agua, captan el oxígeno existente debido a la presencia de sustancias químicas reductoras. Esta es una medida de la estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral como el hierro, nitritos, amoniac, sulfuro y cloruros.

- **Nitrógeno**

El nitrógeno se presenta en formas reducidas orgánicas y amoniacales en las aguas naturales, también puede existir en forma de nitrógeno nitroso y nítrico independientemente del nitrógeno gaseoso (forma neutra). En las aguas superficiales se encuentra en forma de nitrógeno inorgánico disuelto (NID) como son el NH_4^+ , NO_3^- y el NO_2^- , las principales formas del nitrógeno orgánico disuelto (NOD)

disponibles en los ecosistemas acuáticos son la urea, el ácido úrico y aminoácidos.

El nitrógeno encontrado en las aguas superficiales proviene de residuos orgánicos, vertidos urbanos (desechos de origen humano o animal), industriales (cervecerías, mataderos y azúcares), así como del lavado de los suelos enriquecidos con abonos nitrogenados que por escorrentía superficial llegan a los cuerpos de agua y de la difusión desde la atmósfera. Además es importante señalar que el aporte atmosférico llega de los óxidos nitrosos como resultado de la contaminación industrial.

TABLA N° 2. Indicadores químicos y sus efectos provocados por la contaminación del agua.

Parámetro	Efecto
Nitrógeno Total	Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización.
Nitratos	Indican contaminación agrícola y actividad bacteriológica.
Nitritos	Indican detergentes y fertilizantes.
Amonio	Indican contaminación con fertilizantes y heces fecales.
Fósforo Total	Su exceso en el agua provoca eutrofización.
Cloruros	Indican salinidad y actividad bacteriológica

Fuente: (OMS, 1984 & Rodier, 1981)

2.3.13. Características Microbiológicas

- **Bacterias coliformes**

Son un grupo de bacterias en forma de bastón, Gram negativos, anaeróbicas facultativas, capaz de desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes (tensoactivos) que tengan propiedades similares inhibitorias del crecimiento y fermentan la lactosa produciendo ácido y gas a 35 °C ó 37 °C en un período de 48 horas. En su mayor parte se encuentran en el tracto digestivo del intestino del hombre y de otros animales de sangre caliente. Entre ellos se encuentran los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebssiella*, *Yersinia* y *Serratia* (OMS, 1984).

- **Coliformes Termotolerantes**

Son bacterias coliformes con la salvedad que son termo resistentes, es decir que crecen a una temperatura entre 44 y 45 °C (CAPRE, 1993). Comprende el género *Escherichia* y en menor grado los géneros *Klebssiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

- ***Escherichia coli*** fermenta la lactosa y otros sustratos adecuados como el manitol a 44-45 °C con producción de gas y que también producen indol a partir del triptófano a 37 °C (CAPRE, 1993). Es la bacteria más representativa en el grupo de los Coliformes Termotolerantes, debido a que su origen es específicamente fecal, están siempre presente en grandes cantidades en las heces de humanos, de los animales y de los pájaros, rara vez se encuentra en el agua o el suelo que no hayan sufrido algún tipo de contaminación fecal (OMS, 1987).

La presencia de Coliformes Termotolerantes y *Escherichia coli* es considerada como un indicador específico de contaminación fecal y de la posible presencia de patógenos entéricos.

2.4. MARCO TEÓRICO

2.4.1. Monitoreo de la calidad del agua

En el mundo se formulan preguntas concernientes a la protección del medio ambiente, tales como ¿qué calidad de efluente es necesario para la protección ambiental? Un programa de monitoreo de la calidad de aguas superficiales ayuda a absolver tales preguntas. No obstante, debe reconocerse que el programa de monitoreo será específico y puntual; y que los diferentes tipos de fuentes contaminantes, actividades antropogénicas, etapa o nivel de desarrollo, geología, hidrología y topografía determinarán en conjunto el referido programa. Para garantizar la obtención de resultados consistentes y confiables de un programa de monitoreo, es importante contar con un grupo homogéneo de personas, debidamente capacitadas, que tengan bajo su responsabilidad el monitoreo de calidad de agua. El motivo para realizar el muestreo y el monitoreo de la calidad del agua es garantizar la protección del medio ambiente del área en estudio.

2.4.2. Metales pesados en el agua

El impacto sufrido en un cuerpo de agua por los metales descargados, teóricamente puede medirse en el agua, así como en las partículas suspendidas y en los sedimentos. Sin embargo, en la práctica se observa, que el análisis del agua da un cuadro

poco claro del grado de la contaminación del cuerpo de agua; factores como variaciones de caudal, diferente ponderación de las zonas o emisiones locales, originan variaciones temporales muy fuertes en los valores de contaminación.

Normalmente, mientras que las concentraciones de los iones principales como HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{+2} , Mg^{+2} y Na^+ varían solo muy poco y cuando lo hacen la variación es gradual; las concentraciones de los metales pesados varían en más de un orden de magnitud en 24 horas.

También las concentraciones de los metales pesados en partículas suspendidas medidas muestran grandes cambios en cortos períodos de tiempo. Esto se debe a que cada medición de las concentraciones en el agua equivale a una “fotografía” de la situación, la cual puede ser falseada por emisiones limitadas en el tiempo o lugar.

El análisis de sedimentos tiene las siguientes ventajas frente al análisis de aguas:

- a) **Ventajas analíticas:** Por lo general, el contenido de los elementos en los sedimentos y partículas en suspensión son varias veces mayores que en el agua.
- b) **Compuestos insolubles:** Una parte de los contaminantes metálicos es insoluble, incluso es emitida como sólido. En los efluentes, producto de los procesos de la minería, sólo en caso de aguas ácidas la porción metálica en solución es alta.

Algunos componentes si bien son emitidos en solución, pasan a la fase sólida muy rápidamente y son difícilmente detectadas en el agua.

2.4.3. Tipos de interacción de los metales pesados en las sustancias suspendidas y sedimentos en los cuerpos de agua.

El contenido de metales pesados en los cuerpos de agua tiene dos componentes: el contenido natural y la porción antropogénica. Además del contenido de los metales pesados es importante saber la “disponibilidad” (grado para el cual los contaminantes están libres para ser tomados), y así conocer el posible potencial tóxico de un metal pesado determinado.

El tipo de interacción entre los metales pesados y los sedimentos, está relacionado estrechamente con la especie química en la cual el metal se encuentra cuando llega al agua.

Los diferentes tipos de interacciones entre los metales pesados y sedimentos, representan los mecanismos para el enriquecimiento en metales pesados de los sedimentos, los que se pueden estudiar en los siguientes estados:

- Intercambio Iónico
- Precipitación y Co precipitación
- Formación de Quelatos.

2.4.4. Movilidad Relativa y Biodisponibilidad.

- **Movilidad del metal en el ambiente superficial**

La movilidad se refiere a la capacidad de un elemento para moverse entre fluidos después de su disolución. Es difícil predecir la movilidad de un elemento cuantitativamente en ambientes superficiales. Más bien la movilidad puede ser considerada en un sentido relativo

comparando empíricamente el comportamiento de elementos bajo condiciones de cambios ambientales semejante como en las barreras geoquímicas. Por ejemplo, toma en cuenta la tendencia de los elementos para ser adsorbidos hacia oxi hidróxidos o para precipitar.

Los criterios para las distinciones de movilidad son deducidos por la abundancia de los elementos, antes que ser basados sobre la solubilidad absoluta. Para elementos redox-sensibles, la forma más oxidada se asume estar presente. Esto es importante porque algunos elementos redox-sensible, tienen diferentes movilidades y características tóxicas.

Por ejemplo, cromo (VI), la forma más tóxica, es más móvil en suelos que cromo (II). Bajo condiciones ácidas el Fe permanece disuelto, pero precipita cuando las condiciones se tornan alcalinas. Elementos semejantes como Cu y As se tornan mucho menos móviles bajo estas condiciones si suficiente precipitado rico en Fe está presente y cuando se alcanza el pH óptimo para adsorción, que es diferente para diferentes elementos y substratos.

En la movilidad relativa generalizada de elementos bajo condiciones reductantes. Por ejemplo: Cu y Zn se tornan mucho menos móviles cuando el sulfuro de hidrógeno está presente, porque ellos forman sulfuros minerales insolubles.

La reducción de pH sucede (aparte de las descargas de aguas ácidas) cuando las reacciones bioquímicas aumentan la concentración de CO₂ en el agua las reacciones bioquímicas aumentan la concentración de CO₂ en el agua

(descomposición de las sustancias orgánicas). Si el oxígeno se agota, la sustancia orgánica se descompone anaeróbicamente y se aumenta la concentración de CO₂ y H₂S en el agua, produciéndose una mayor disminución del pH.

El bajo contenido de oxígeno en las aguas juega un papel importante en los procesos de movilización de metales pesados y no debe ser subestimado. Mientras la movilización de los metales se limite al sistema sedimento-agua de poro, no existe un daño directo para la calidad de agua sobrenadante. Esta situación cambia de golpe, si se remueven grandes cantidades de sedimento en un corto lapso. Por ejemplo en época de grandes caudales o inundaciones. (Ver Tabla N.º 1).

TABLA N.º 3. Movilidad relativa de algunos elementos.

Movilidad Relativa	pH de Medio Ambiente	
	Acidez	Alcalinidad
Muy Móvil	Cl, S, Ca, Mg, Na	Cl
Móvil	Ag, As, Cd, Co, Cu, Ni, Zn	Mo, Se, V, U
Poco Móvil	Si, P, K, Fe, Mn, Mo, Se, V, U	Si, P, K, S, Ca, Mg
Inmóvil	Al, Ti, Sn, W, Nb, Ta, Cr, Zr, Th	Al, Ti, Sn, W, Nb, Ta, Cr, Zr, Th, Ag, As, Cd, C, Cu, Ni, Zn, Fe, Mn

Fuente: Jara M.INGEMMET, 2002

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.

Para Méndez (2007, p. 228), al desarrollar el tipo de investigación se debe considerar “el nivel de conocimiento científico (observación, descripción, explicación) al que espera llegar el investigador, se debe formular el tipo de estudio”.

3.1.1. Tipo de la investigación

Chávez (2007, p. 133), expresa que el tipo de investigación “se determina de acuerdo con el tipo de problema que el lector desea solucionar, objetivos que pretenda lograr y disponibilidad de recursos”. Por su parte, Tamayo (2007), refiere a las investigaciones descriptivas como el registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos; trabajando así, sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta.

La metodología de la investigación es un proceso continuo (Leedy, 1993), dinámico que se va desarrollando y en este sentido la metodología se modifica. Para cada tipo de estudio tiene que diseñarse un tipo específico de metodología de investigación.

La presente tesina se define como una investigación de tipo analítico - descriptiva; desarrollada en tres etapas de trabajo teniendo para cada una de ellas su propia metodología de estudio que tiene como objetivo diagnosticar las condiciones de

campo y el estado de la calidad del agua del río Tablachaca, a través del análisis y evaluación de los parámetros de calidad del agua y sedimentos. Por su naturaleza la investigación es: según la tendencia, cuantitativo; según la orientación, aplicada; según el tiempo de ocurrencia, retrospectivo y según el análisis y alcance de sus resultados, correlacional.

3.1.2. Nivel de la investigación

Arias, F (2006), dice que “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura y comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. (p.24).

Por el nivel de conocimiento científico y el nivel medio de complejidad en el que se miden de forma independiente las variables, de acuerdo al objetivo que se pretende que consiste en diagnosticar y caracterizar la calidad de las aguas del río Tablachaca, por el diseño y la metodología aplicada; aun considerando que casi no se han realizado investigaciones sobre la calidad del agua del río Tablachaca del que prácticamente no se dispone de mucha información; el presente trabajo de investigación en el que se ha desarrollado actividades de identificación de fuentes contaminantes a nivel de sub cuenca, propuesta de una red de monitoreo y muestreo de la calidad del agua; se enmarca como una Investigación Descriptiva Longitudinal de corte Correlacional

3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.

De acuerdo con Schmelkes, (1988) esta sección detalla el procedimiento de investigación que se utilizará "...se tiene que explicar lo que se va a realizar para lograr el objetivo de investigación, cómo se hará y con quién se efectuará"

3.2.1. Metodología de Revisión / Recopilación de información

La primera etapa de trabajo para diagnosticar la calidad de las aguas del río Tablachaca comprende la recopilación de la información **primaria y secundaria** correspondiente al área de estudio tanto en gabinete como en campo. La información obtenida en gabinete incluye cartas nacionales, mapas, planos, acceso al programa informático Google Earth, estudios similares de entidades públicas, visita de campo para el reconocimiento del área de estudio que permitió la ubicación de la confluencia de los ríos que tributan al río Tablachaca, ubicación probable de los sitios de muestreo, y de las estaciones de aforos. La recolección de información en instituciones como la Autoridad Nacional del Agua, SENAMHI, permitió la obtención de datos climatológicos, geológicos, hidrológicos y uso del suelo en la subcuenca; así como de autores de revistas científicas de universidades nacionales.

3.2.2. Metodología de Trabajo de Campo

El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos, indumentaria de protección y personal capacitado; y contar con la logística para el desarrollo del trabajo de campo. Comprende entrevistas y muestreos en la época seca y lluviosa para el análisis del agua

y sedimentos del río Tablachaca con parámetros biológicos, físicos y químicos.

Comprende:

- La identificación en la sub cuenca del río Tablachaca, de las fuentes contaminantes procedentes de actividades de saneamiento y mineras.
- La identificación en la sub cuenca del río Tablachaca, de las fuentes contaminantes difusas percoladas a terrenos de cultivo y pastos.
- La identificación de botaderos de residuos sólidos y pasivos mineros que afectan directa e indirectamente a las fuentes superficiales de agua.
- La toma de las muestras de agua y de sedimentos para ensayos en laboratorio y mediciones de parámetros de campo en los puntos de la red de monitoreo propuestos en el río Tablachaca, en los ríos tributarios aguas arriba de la confluencia y en los cuerpos lenticos de la subcuenca del río Tablachaca. Para esta etapa de trabajo se utilizará de obligatorio cumplimiento el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial aprobado por la Autoridad Nacional del Agua mediante Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, el cual permitirá orientar el monitoreo de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas; en donde se debe considerar los siguientes aspectos:
 - Red de Monitoreo y puntos de control.
 - Parámetros de calidad de los recursos hídricos.
 - Frecuencia de monitoreo.
 - Medición de condiciones hidrográficas y dinámicas en cuerpos naturales de agua.

- Desarrollo del monitoreo.
- Aseguramiento y control de la calidad.

a) Selección de los puntos de monitoreo y estaciones de aforos.

Los puntos de monitoreo para la recolección de muestras de agua y de sedimentos para la evaluación de los parámetros físicos, químicos y biológicos se seleccionarán de acuerdo a los criterios de: influencia directa de los contaminantes identificados y entrega de las aguas de los ríos tributarios al río Tablachaca; considerando criterios importantes como ubicación, accesibilidad, representatividad y presencia de estaciones hidrométricas. Se seleccionarán puntos de muestreo especialmente en lagunas ubicadas en cabecera de sub cuenca en donde no se realizan actividades antropogénicas. Los puntos de aforo se ubicarán aguas arriba de los puntos de monitoreo seleccionados, asimismo se tomó información de dos Estaciones Hidrométricas, una de ellas ubicada en el río Santa y la otra en el río Tablachaca.

b) Frecuencia del monitoreo

Se realizaran dos muestreos de la calidad del agua y sedimentos del río Tablachaca y río Santa parte medio baja; uno en la época de estiaje en el mes de noviembre y otro en la época de avenida en el mes de abril. Las muestras de agua fueron tomadas en contra de la corriente, en el centro del cauce del río y a 50 cm de profundidad.

Se recolectaran muestras de agua y de sedimentos en 16 puntos de control de la red de monitoreo propuesta, para la evaluación de los parámetros físicos, químico y biológicos

3.2.3. Metodología de Análisis de muestras

El análisis de las muestras se realizará en laboratorio de ensayos acreditado por El Servicio Nacional de Acreditación de El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, que emplee procedimientos estándar con lo cual se pueda tener precisión y exactitud en los resultados. Entre los procedimientos utilizados para el análisis de las muestras de agua tenemos los de la APHA (American Public Health Association – Asociación de Salud Pública Americana) y los de la EPA (Environmental Protection Agency – Agencia de Protección Ambiental) y para la caracterización y evaluación de los sedimentos se tomarán en cuenta valores guías internacionales los cuales serán utilizados referencialmente; como los Estándares de Calidad Ambiental Canadiense (CEQG, 2011) que proveen valores o estándares seleccionados con rigor científico de acuerdo al protocolo formal establecido por el Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente (CCME 1995). Las guías son derivadas de la información toxicológica disponible de acuerdo al protocolo formal establecido por el Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente (CCME 1995). Los CEQG para los sedimentos establecen los siguientes valores guía:

ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines): Estándar interino de la calidad de sedimento: concentración por debajo del cual no se presenta efecto biológico adverso en los organismos bentónicos y epibentónicos.

PEL (Probable Effect Level): Nivel de efecto probable: concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia en los organismos bentónicos y epibentónicos.

Cabe indicar que en aquellos puntos de monitoreo que tenga concentraciones de metales en los sedimentos mayores a los establecidos por los Estándares Canadienses (ISQG y PEL), el potencial para observar efectos biológicos adversos en los organismos bentónicos y epibentónicos deberán ser evaluados en conjunto con información adicional, tales como: antecedentes naturales de los metales, pruebas biológicas y otros valores de evaluación (especialmente cuando la concentración del metal es mayor al PEL).

3.2.4. Metodología para la elaboración del Informe Final

La elaboración del informe final consistirá en el análisis y procesamiento de la información obtenida en las etapas anteriores tanto cualitativa como cuantitativa, para luego realizar la interpretación, discusión de los resultados y el planteamiento de una propuesta final; en la cual se utilizará como elemento decisivo para el análisis de la calidad del agua los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados según Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM del 31 de julio del 2008 en función a las categorías 1: "Poblacional y recreacional", sub categoría A2: "Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional" y categoría 4: "Conservación del Ambiente Acuático".

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Altuve y Rivas (1998) asegura que el diseño de una investigación, "... es una estrategia general que adopta el investigador como forma de abordar un problema determinado, que permite identificar los pasos que deben seguir para efectuar su estudio"

Tamayo (2007, p.110), argumenta "cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual se denomina primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos".

De acuerdo a Carlos Sabino (2006), "En los diseños de campo los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Estos datos, obtenidos directamente de la experiencia son llamados primarios, denominación que alude al hecho de que son datos de primera mano, originales, producto de la investigación en curso sin indeterminación de ninguna naturaleza". (p. 64)

La presente investigación de acuerdo con los objetivos planteados, se ubicó en un diseño de campo apoyada en una investigación documental de carácter analítico, debido a que se pretende analizar de qué manera afectan las sustancias contaminantes en los parámetros de la calidad del agua y de los sedimentos del río Tablachaca y tributarios; en virtud que se obtuvieron los datos directamente de la realidad, apoyado del análisis de datos provenientes de materiales impresos y electrónicos recopilados, de opiniones de diversos autores y normativas relacionadas con la materia.

Se utilizó un diseño de investigación no experimental, por cuanto se centra en la calidad del agua y de los sedimentos del río Tablachaca y tributarios, describiendo y analizando sus características sin manipular a la variable.

- Planificación y cronograma de actividades
- Trabajo de campo: Medición de parámetros “in situ”, toma de muestras de agua y sedimentos en los puntos establecidos, observancias ambientales, identificación de fuentes contaminantes.
- Llenado de la cadena de custodia.
- Embalaje y transporte de muestras al laboratorio.
- Resultados de los análisis de agua y sedimentos.
- Evaluación de los análisis de los resultados de laboratorio.
- Socialización de los resultados.

3.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

3.4.1. Hipótesis General

Con el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos y su comparación con los aceptados por normas oficiales se determinará la calidad del agua del río Tablachaca.

3.4.2. Hipótesis Específicas

- La existencia de fuentes contaminantes en la sub cuenca del Tablachaca pueden tener incidencia en la calidad de las aguas del río Tablachaca.
- Los puntos de control de la red de monitoreo establecida en el río Tablachaca favorecerán la ejecución de los muestreos programados.
- La ejecución de los monitoreos y análisis del agua y sedimentos en el río Tablachaca permitirán conocer el estado de la calidad de sus aguas.

3.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

3.5.1. Variable Independiente

A. Descripción

Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua en el río Tablachaca y sus afluentes, fuentes contaminantes y caudal de agua.

B. Indicadores

pH, Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Fósforo Total, Nitratos (NO₃), Nitritos (NO₂), Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃), Coliformes Fecales, Escherichia coli, Aluminio (Al), Arsénico (As), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Plomo (Pb), Zinc (Zn),), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Níquel (Ni), Potasio (K), Mercurio (Hg).

3.5.2. Variable Dependiente

A. Descripción

Calidad del agua del río Tablachaca, sus afluentes y lagunas.

B. Indicadores

Agua y sedimentos

3.6. COBERTURA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.

3.6.1. Universo

Podemos definir el "universo" como el conjunto total de elementos que constituyen un área de interés analítico.

El universo de estudio para el presente trabajo de investigación comprende los cuerpos naturales de agua lenticos y loticos de la sub cuenca del río Tablachaca.

3.6.2. Población

La sub cuenca del rio Tablachaca se encuentra ubicada dentro de las regiones; Ancash y La Libertad; ocupando las provincias de Pallasca por la margen izquierda y Santiago de Chuco por la margen derecha. Sus ríos principales discurren por los centros poblados de Tauca, Santa Rosa, Cabana, Huandoval, Mollepata, Conchucos, Pampas, Santiago de Chuco y Angasmarca.

Para Chávez (2007), la población “es el universo de estudio de la investigación, sobre el cual se pretende generalizar los resultados, constituida por características o estratos que le permiten distinguir los sujetos, unos de otros”. (p.162)

De igual manera, Corbetta (2007), define a la población como “un conjunto de N unidades, que constituyen el objeto de un estudio; donde N es el tamaño de la población”. (p. 274).

Atendiendo a estas consideraciones, en la presente investigación la población correspondería a las aguas naturales de la sub cuenca del Tablachaca constituidas por el conjunto de muestras tomadas del río Tablachaca, sus afluentes y lagunas de la sub cuenca.

3.6.3. Muestra

Las muestras corresponden a las aguas y sedimentos recolectados a lo largo del río Tablachaca, a sus efluentes en un punto cercano al cuerpo receptor y a lagunas de la sub cuenca del Tablachaca.

Las tomas de muestras de agua y sedimentos son puntuales, las que representan la composición del cuerpo natural de agua superficial y sedimentos del río Tablachaca, de sus afluentes y de lagunas en cabecera de la sub cuenca del Tablachaca.

3.6.4. Muestreo

Para el estudio de investigación se ha establecido 16 puntos representativos de muestreo puntuales de aguas y de sedimentos representativos a lo largo de la sub cuenca del río Tablachaca y cuenca medio baja del río Santa, con el objetivo de analizar los parámetros establecidos en el monitoreo.

El Plan de monitoreo de la calidad del agua del río Tablachaca plantea muestreos mínimos de las aguas y sedimentos dos veces al año, los cuales serán realizados en épocas de avenida y estiaje.

3.7. Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos.

3.7.1. Técnicas de la Investigación.

De acuerdo con Chávez (2007), argumenta que los instrumentos de investigación son los medios que utiliza el investigador para medir el comportamiento o atributos de las variables, entre los cuales se destacan los cuestionarios, entrevistas y escalas de clasificación, entre otros.

Así mismo, Hernández et al. (2006) describen el análisis de datos como “un conjunto de puntuaciones ordenadas en sus respectivas categorías”. (p. 419). Por otra parte, Bavaresco (2006), señala que es en esta etapa cuando los cuadros elaborados deberán ser interpretados para obtener los resultados, donde se converge el sentido crítico objetivo – subjetivo que le impartirá el investigador a esos números recogidos en las tablas.

Es importante preparar con anticipación los materiales de trabajo, soluciones estándar de pH y conductividad, reactivos para preservación de muestras, lista de chequeo, fichas de registro de campo y cadena de custodia.

En la presente investigación la técnica empleada para recoger la información fue la observación en campo que sirvió para recoger datos de campo para establecer los puntos de control de la red de monitoreo, la recopilación de datos, la entrevista, y codificación de las estaciones de muestreo que permitieron la toma y transporte de muestras y análisis de laboratorio.

La determinación de los parámetros pH, temperatura (°C), Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad, fueron tomados “In situ” a través del equipo multiparámetro.

Los parámetros químicos y microbiológicos a analizar se realizarán en el Laboratorio SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C. acreditado por INDECOPI; parámetros seleccionados en función a las características de las principales fuentes contaminantes identificados y a los establecidos en la Categoría 1-A2: Poblacional y Recreacional: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

3.7.2. Instrumentos de la Investigación.

Chávez (2007), argumenta que los instrumentos de investigación son los medios que utiliza el investigador para medir el comportamiento o atributos de las variables, entre los cuales se destacan los cuestionarios, entrevistas y escalas de clasificación, entre otros.

En el desarrollo del monitoreo, el trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos, indumentaria de protección y personal capacitado, y contar con la logística para el desarrollo del trabajo de campo.

- Unidad de Análisis: 16 muestras de aguas y de sedimentos representativas a lo largo de la sub cuenca del río Tablachaca.
- Entrevistas y/o coordinación con personal de los Gobiernos Locales, Comisiones de Regantes, Comunidades Campesinas.
- Información Cartográfica: Cartas Nacionales a Escala 1:100000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), Planos.
- Materiales: Fichas de registro de campo, libreta de campo, Cadenas de custodia, Etiquetas, Balde plástico, Frascos de polietileno, Frascos de vidrio ámbar, Frascos de vidrio transparente, Frascos estériles para muestreo microbiológico, guantes, Coolers, refrigerantes, Agua destilada, Reactivos, Goteros.
- Equipo de campo: Multiparámetro, Brazo telescópico muestreador, Cámara fotográfica, Navegador GPS, wincha, cronómetro, linterna de mano.
- Indumentaria de protección: Zapatos de seguridad, pantalón, polo, casaca, chaleco, lentes, gorra.

3.7.3. Fuentes de Recolección de datos

Según el manual de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2005), define la revisión bibliográfica como: “la acción de explorar libros, revistas y documentos que sirven para el desarrollo total o parcial de la investigación”. (p.96).

Entre las fuentes para la recolección de datos consultada se encuentra:

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial aprobado con Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA.
- Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marino Costeros aprobado con Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA.
- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), aprobado con D.S. N° 002-2008-MINAM.

La Identificación de Fuentes Contaminantes en el ámbito de la sub cuenca del río Tablachaca en el ámbito de la provincia de Pallasca se realizó del 05 al 08 de agosto de 2013

El primer monitoreo con el recojo de las muestras de agua y sedimentos en la sub cuenca del río Tablachaca se realizó del 24 de noviembre al 01 de diciembre de 2013 en el periodo de estiaje.

El segundo monitoreo con el recojo de las muestras de agua y sedimentos en la sub cuenca del río Tablachaca se realizó del 22 al 28 de abril de 2014 en el periodo de avenidas.

CAPÍTULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. DESARROLLO DEL TRABAJO, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

4.1.1. Descripción de la Sub Cuenca

a) Demarcación geográfica

La sub cuenca del río Tablachaca (afluente del río Santa), está localizada en el norte del Perú y en la Vertiente Occidental de los Andes, sus coordenadas geográficas están comprendidas entre los paralelos 7° 56' y 8° 52' Latitud Sur y Meridianos 77° 42' y 78° 19' Longitud Oeste, cuenta con área de drenaje total hasta su desembocadura en el río Santa, de 3,190.43 Km², una altitud media de 3,285 m.s.n.m. y una longitud máxima de recorrido desde sus nacientes hasta su desembocadura de 93.34 Km; presenta una pendiente promedio de 3.54 %.

El río Tablachaca tiene su origen en la partes alta de la provincia de Pallasca y Santiago de Chuco, tiene como afluentes principales a los ríos; Pampas, Conchucos, Huandoval (Sacaycacha), Cabana (Llactabamba), Ancos, Angasmarca y Santiago; el río Pampas tiene su origen en la laguna Pelagatos; el río Conchucos se forma por vertientes y las lagunas de Labrascocha y Azulcocha entre otras, el río Huandoval tiene su origen en la laguna Pusac cocha (conjunto de ocho lagunas), el río Cabana se origina en las lagunas Piticocha, Tuctubamaba y Pachorgo entre otras.

La sub cuenca Tablachaca, se caracteriza por presentar una forma redondeada y un relieve compuesto por dos unidades fisiográficas diferenciadas como: una Fisiografía de Montaña que cubre la cuenca media y alta, cuyo relieve es semi accidentado y ondulado con algunos sectores que los hace aptos para la agricultura; y en la cuenca baja presenta una Fisiografía de Montaña Árida cuyo relieve es abrupto, escarpado y cortado por profundas quebradas y estrechas gargantas.

El río Tablachaca presenta una buena disponibilidad de recursos hídricos superficiales durante todo el año, aún en las épocas de estiaje. Tiene un régimen de descarga regular debido al aporte de una red de lagunas en las partes altas y cuyas excedencias de agua son aprovechadas aguas abajo en el río Santa por los Proyectos especiales CHAVIMOCHIC, CHINECAS y las Juntas de Usuarios asentadas en el Valle Santa-Lacramarca.

TABLA N° 4. Delimitación geográfica de la sub cuenca del río Tablachaca

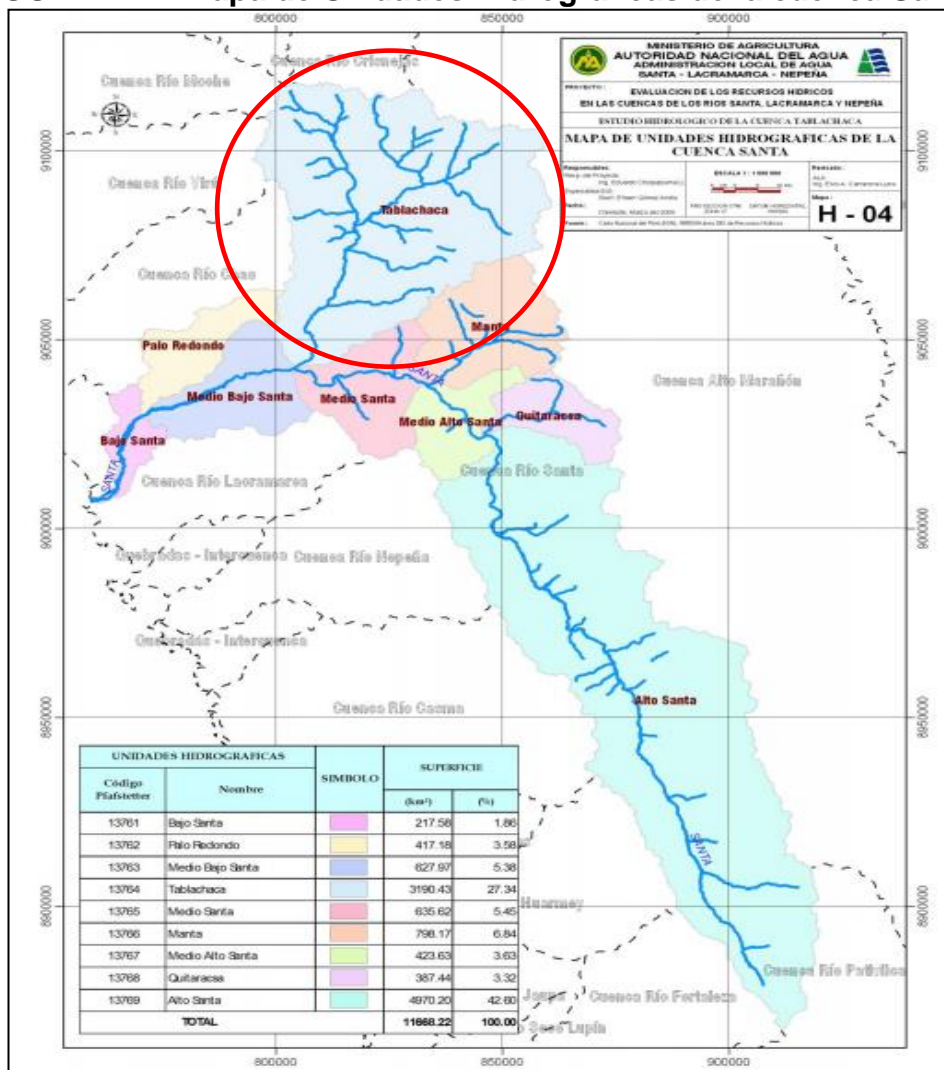
SISTEMA	DATUM	COMPONENTE	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
Coordenadas Geográficas	Horizontal	Longitud Oeste	77° 42' 41''	78°19' 57''
		Latitud Sur	07°56' 48''	08°52' 31''
Coordenadas UTM				
Zona 17 L	Horizontal	Metros Este	794079	861766
		Metros Norte	9017323	9120626
Altitud	Nivel medio del mar	msnm	500	5050

b) Demarcación hidrográfica

La cuenca del río Tablachaca pertenece a la vertiente del Océano Pacífico y limita con las siguientes cuencas:

- Por el Norte: Cuenca del Río Moche, Cuenca del Río Crisnejas, Cuenca Alto Marañón
- Por el Este: Cuenca Alto Marañón, Cuenca Santa (Sub-cuenca Manta)
- Por el Sur: Cuenca Santa (Sub-cuencas Medio Bajo Santa y Medio Santa)
- Por el Oeste: Cuenca del Río Virú y Cuenca del Río Chao.

FIGURA N° 2. Mapa de Unidades Hidrográficas de la cuenca Santa.

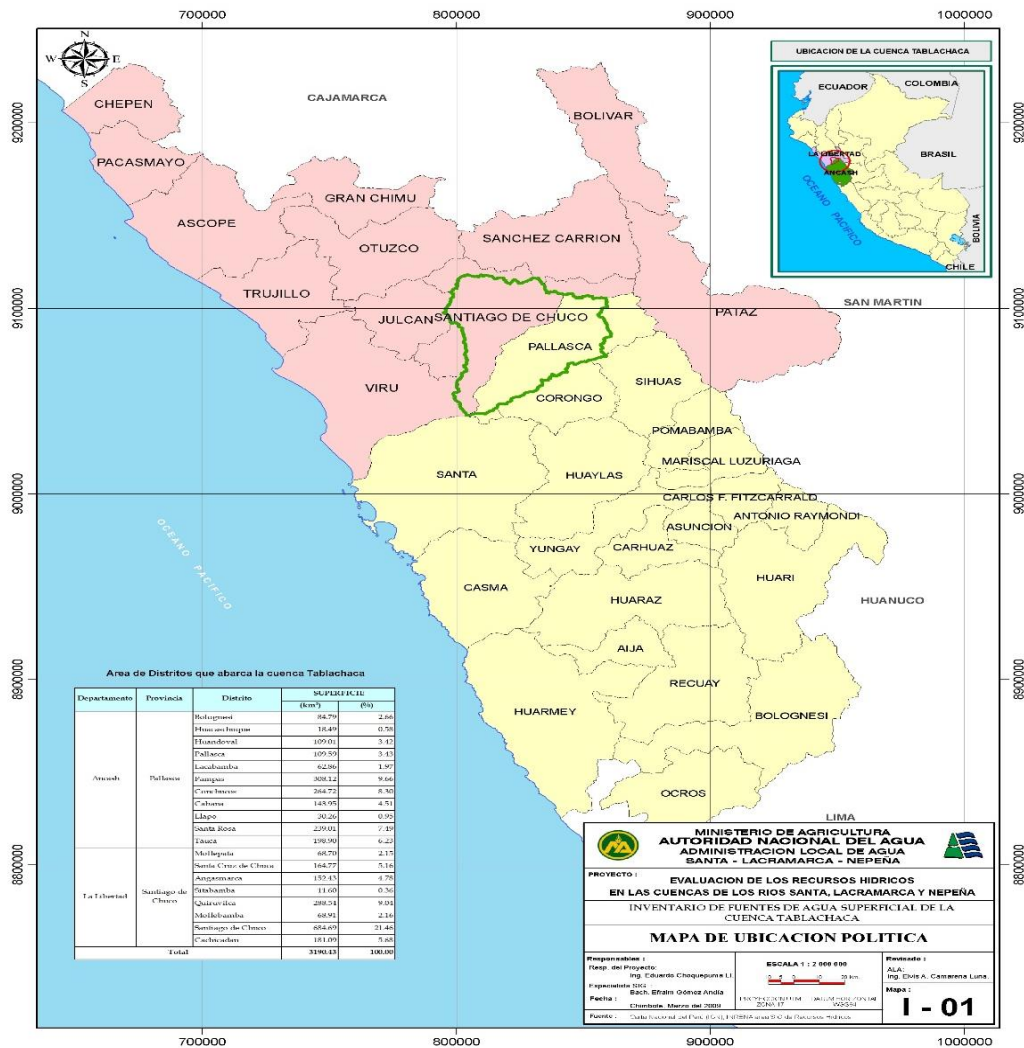


Fuente: Autoridad Nacional del Agua.

c) Demarcación Política

Políticamente, la sub cuenca del río Tablachaca se encuentra ubicada dentro de las regiones; Ancash y La Libertad; ocupando las provincias de Pallasca por la margen izquierda y Santiago de Chuco por la margen derecha. Sus ríos principales discurren por los centros poblados de Tauca, Santa Rosa, Cabana, Huandoval, Mollepata, Conchucos, Pampas, Santiago de Chuco y Angasmarca.

FIGURA N° 3. Mapa de Ubicación Política de la subcuenca del río Tablachaca



Fuente: Autoridad Nacional del Agua.

TABLA N° 5. Ubicación política de la sub cuenca del rio Tablachaca

REGION(es)	PROVINCIA(s)	DISTRITO(s)
La Libertad	Santiago de Chuco	Santa Cruz de Chuca
		Cachicadan
		Santiago de Chuco
		Angasmарca
		Mollebamba
		Mollepata
Ancash	Pallasca	Pampas
		Conchucos
		Lacabamba
		Pallasca
		Huacaschuque
		Huandoval
		Cabana
		Llapo
		Tauca
		Santa Rosa

d) Demarcación Administrativa

Las Administraciones Locales de Agua Santa Lacramarca-Nepeña y Santiago de Chuco, son las encargadas de administrar los recursos hídricos en toda la sub cuenca, administrativa, funcional y normativamente dependen de la Autoridad Nacional del Agua.

e) Accesibilidad – vías de comunicación

La vía de comunicación de mayor importancia es la Panamericana Norte, que intercepta al valle Santa-

Lacramarca en las progresivas Km. 427 y Km. 450 de la carretera; a través de esta vía se efectúa la intercomunicación del valle Santa-Lacramarca con las ciudades de Lima hacia el Sur, y Trujillo, Hacia el Norte.

La sub cuenca del Tablachaca cuenta con una red de carreteras que enlazan los distintos distritos, anexos, centros poblados y sectores de riego. Para desplazarse hacia el distrito de Cabana, se toma la carretera Chimbote - Chuquicara con un recorrido de 90 Km en un tiempo de 2 horas, luego se continua por la carretera asfaltada Chuquicara-Cabana con un recorrido de 110 Km en un tiempo de 04 horas. Para llegar a otros lugares existen otras vías como Chuquicara - Santa Rosa con un recorrido de 60 Km en un tiempo de 3 horas

f) Clasificación de los cuerpos de agua

El río Tablachaca, se encuentra clasificado con la categoría 1: “Poblacional y recreacional”, sub categoría A2: “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional” de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (D.S. N° 002-2008-MINAM), de acuerdo a la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA que aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino – costeros del país.

Los ríos tributarios o afluentes al río Tablachaca, no se encuentran clasificados en la R.J N° 202-2010-ANA, sin embargo, de acuerdo a lo dispuesto, en el artículo 3°, numeral 3.3 del D.S N° 023-2008-MINAM, que indica literalmente “Para aquellos cuerpos de agua que no se les haya asignado categoría de acuerdo a su calidad, se

considerará transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributan”, motivo por el cual dichos cuerpos de agua se evaluarán con la categoría 1.A2, de los ECA-Agua.

Las lagunas serán evaluadas con la categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático) según lo establecido en el Artículo 2, literal d, del D.S N° 023-2009-MINAM que establece esta clasificación para aquellos cuerpos de agua superficiales, cuyas características requieren ser preservadas por formar parte de ecosistemas frágiles o áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento.

g) Desarrollo de las actividades de campo

Las actividades para la Identificación de Fuentes Contaminantes en el ámbito de la sub cuenca Tablachaca, consistieron en identificar los vertimientos de aguas residuales de saneamiento, mineros e industriales, botadero de residuos sólidos y pasivos ambientales de la actividad minera en la sub cuenca del río Tablachaca; en los distritos de Pampas, Cabana, Conchucos, Huacaschuque, Huandoval, Lacabamba, Pallasca, Santa Rosa y Tauca, comprendidos en la provincia de Pallasca de la región Ancash.

4.1.2. Resultados parciales.

1) Resultados de la identificación de fuentes contaminantes en la sub cuenca Tablachaca.

En el ámbito de la sub cuenca del río Tablachaca, provincia de Pallasca, se identificaron fuentes contaminantes

procedentes de actividades de saneamiento y mineras, así como fuentes contaminantes difusas percoladas a terrenos de cultivo y pastos, asimismo se identificaron botaderos de residuos sólidos y pasivos mineros:

- 09 Fuentes Contaminantes Directas (27,3%)
- 15 Fuentes Contaminantes Difusas (45,4%)
- 03 Pasivos ambientales de actividades mineras (9,1%)
- 06 Botaderos de residuos sólidos (18,2%)

a. Fuentes Contaminantes Directas: Aguas residuales domésticas e industriales vertidas a cuerpos naturales de agua.

- Se han registrado un total de nueve (09) vertimientos dispuestos a cuerpos de agua naturales, de los cuales seis (06) corresponden al sector minero y tres (03) al sector saneamiento (TABLA N° 4):
- Se ha identificado pasivos ambientales con aguas de mina abandonadas que pertenecieron a la Compañía minera Pushaquilca, las cuales afectan visiblemente al río Pelagatos.
- La empresa Cía. Minera Tungsteno Málaga (antes Dynacor descarga aguas de mina a quebradas secas.
- En el distrito de Conchucos se ha identificado tres (03) vertimientos de aguas residuales domésticas, de los cuales dos (02) de ellos son dispuestos al río Tauli y uno (01) de ellos es vertido al río Llamacocha, sin tratamiento previo.
- En el distrito de Huandoval Anexo Puca, se han establecido establecimientos de actividades mineras informales observándose en la quebrada Honda

(también llamada Quebrada Huambisha) piedras con tonalidades amarillas a rojizas.

b. Fuentes Contaminantes Difusas: Aguas residuales domésticas percoladas a terrenos de cultivos.

- Se han identificado quince (15) vertimientos de aguas residuales las cuales son percoladas a terrenos de cultivo o pastizales y que a su vez no se han evidenciado la afectación de cuerpos de aguas superficiales o subterráneas (Tabla N° 5).
- El distrito de Pampas presenta 04 zonas de disposición final de aguas residuales domésticas, de las cuales una zona está constituida por dos (02) pozas sin revestimiento, una de ellas inoperativa y en mal estado, cuyas aguas son percoladas a pastizales cerca a la quebrada Tingo. El segundo lugar ubicado en el Sector Tucupina, presenta una poza grande sin revestimiento y 02 pozas pequeñas con emboquillado de piedras y cemento, las cuales presentan plantas flotantes.
- El Centro Poblado Cochaconchucos, cuenta con tanques sépticos, los cuales se encuentran a aproximadamente 100 m del río Conchucos.
- El centro poblado Ancos, en el distrito de Santa Rosa, cuenta con dos tanques sépticos.
- En el distrito de Lacabamba, en el sector denominado La Tranca se ha identificado un tanque séptico y una poza abierta para la acumulación de aguas residuales domésticas.
- En el distrito de Pallasca, se ha observado dos (02) disposiciones finales de aguas residuales domésticas,

las cuales son percoladas a pastizales. Están conformadas básicamente por canales Parshall y tanque imhoff.

- El distrito Huandoval cuenta con tres (03) disposiciones de aguas residuales domésticas constituidas por cámara de rejillas y tanques imhoff.
- En el distrito de Cabana se ha identificado un sistema de tratamiento compuesto por un canal Parshall y 01 Tanque imhoff, cuyas aguas residuales son descargadas a terrenos de cultivo.
- El distrito de Tauca, cuenta con tanques imhoff y lagunas inoperativas en el Sector Pampacocha.

c. Pasivos ambientales procedentes de actividades mineras.

- En el distrito de Pampas se han identificado tres (03) pasivos ambientales mineros (Tabla N° 09).
- En la red hídrica de la laguna Pelagatos se ha identificado un (01) depósito de relaves pertenecientes a la Cía. Minera Pushaquilca. La Cía. Minera Dynacor (ahora Minera Tungsteno Málaga) también ha dejado sus depósitos de relaves.

d. Botaderos de residuos sólidos.

- En el distrito de Pampas se ha identificado un (01) botadero de residuos sólidos y una (01) planta de residuos sólidos. En la planta de residuos sólidos, la materia orgánica es utilizada para la producción de abono orgánico en forma de humus. Asimismo, los

materiales de plástico y vidrio son separados y vendidos posteriormente.

- El distrito de Conchucos tiene dos (02) botaderos de residuos sólidos a aproximadamente 60 metros de la margen izquierda del río Conchucos, en el sector denominada Gaviña (puente Calera) y en las márgenes del río Llamacocha, cerca al puente 28 de Julio.
- El distrito de Lacabamba, posee un botadero de residuos sólidos domésticos y desmonte en el sector Tranca.
- El distrito de Cabana, acumula sus desechos sólidos en pendientes para ser quemados posteriormente.

TABLA N° 6. Fuentes Contaminantes Directas: Aguas residuales domésticas e industriales vertidas a cuerpos naturales de agua de la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.

N°	Código	Descripción de la Fuente Contaminante	Ubicación	Tratamiento	Caudal aprox (l/s)	Régimen	Cuerpo Receptor	Coordenadas UTM			Altitud msnm	Situación Actual
								Zona	Este	Norte		
FUENTES CONTAMINANTES DEL SECTOR MINERO (6)												
1	1376FC VM1	Aguas residuales mineras derivadas del pasivo ambiental de la Cía. Minera Pushaquilca	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca /Dpto. Ancash	No tiene	15,0	Continuo	Rio Pelagatos	18L	189789	9095601	3973	Sin autorización
2	1376FC VM2	Aguas de Mina procedentes de la Cía. Minera Tungsteno Málaga (antes Dynacor)	Loza deportiva I Centro Poblado Consuzo Viejo/ Dist. Pampas/ Prov. Pallasca /Dpto. Ancash	No tiene	3,5	Continuo	Rio Pelagatos	18L	186094	9095068	3715	Sin autorización
3	1376FC VM3	Aguas de mina, Bocamina del Nivel 84 procedentes de la Cía. Minera Tungsteno Málaga	Dist. Pampas / Prov. Pallasca / Dpto. Ancash	No tiene	60	Continuo	Rio Pelagatos	18L	185698	9095363	3598	Sin autorización

Nº	Código	Descripción de la Fuente Contaminante	Ubicación	Tratamiento	Caudal aprox (l/s)	Régimen	Cuerpo Receptor	Coordenadas UTM			Altitud msnm	Situación Actual
								Zona	Este	Norte		
		(antes Dynacor)										
4	1376FC VM4	Aguas de mina, Bocamina del Nivel 12 procedentes de la Cía. Minera Tungsteno Málaga (antes Dynacor)	Dist. Pampas / Prov. Pallasca / Dpto. Áncash	No tiene	20	Continuo	Quebrada Huaura, afluente del rio La Plata	18L	185401	9098481	3950	Sin autorización
5	1376FC VM5	Aguas de mina, Bocamina Huayllapón 8 procedentes de la Cía. Minera Tungsteno Málaga (antes Dynacor)	Dist. Pampas / Prov. Pallasca / Dpto. Áncash	No tiene	60	Continuo	Quebrada Jajarajau, afluente del Rio La Plata	18L	185954	9099052	3943	Sin autorización
6	1376FC VM6	Aguas Residuales Industrial Minera, procedente de una presunta actividad minera informal	Dist. Huandoval/Pro v. Pallasca / Dpto. Ancash	No tiene	-	Intermite nte	Quebrada Honda, afluente al rio Huandogocha	18L	172746	9079976	3106	Sin autorización

Nº	Código	Descripción de la Fuente Contaminante	Ubicación	Tratamiento	Caudal aprox (l/s)	Régimen	Cuerpo Receptor	Coordenadas UTM			Altitud msnm	Situación Actual
								Zona	Este	Norte		
		ubicada en Anexo Puca										
FUENTES CONTAMINANTES DEL SECTOR SANEAMIENTO (3)												
7	1376FC VS2	Aguas Residuales Domésticas en el Sector Girasoles, a la altura del puente San Simón	Dist. Conchucos/Pro v. Pallasca / Dpto. Áncash	No tiene	3,0	Continuo	Rio Tauli	18L	185607	9084728	3185	Sin autorización
8	1376FC VS3	Aguas Residuales Domésticas en el sector La Pampa, entre la Plaza y Bello Horizonte	Dist. Conchucos/Pro v. Pallasca/Dpto. Áncash	No tiene	4.0	Continuo	Rio Tauli	18L	185630	9084676	3190	Sin autorización
9	1376FC VS4	Aguas Residuales Domésticas del baño ubicados en el Puente 28 de Julio	Dist. Conchucos/Pro v. Pallasca/ Dpto. Ancash	No tiene	0,5	Continuo	Rio Llamacocha	18L	185611	9084929	3193	Sin autorización

TABLA N° 7. Fuentes Contaminantes Difusa: Aguas residuales domésticas percoladas a terrenos, de la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.

N°	Denominación	Descripción de la Fuente Contaminante	Ubicación	Tratamiento	Caudal aprox (l/s)	Régimen	Cuerpo Receptor	Coordenadas UTM			Altitud msnm
								Zona	Este	Norte	
10	FCD9	Aguas Residuales Domésticas del distrito de Pampas	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca – Dpto. Áncash	Dos (02) pozas de sedimentación. 01 poza se encuentra seca	< 0,5	Continuo	Pastizales cercanos a la quebrada Tingo	18L	181160	9093123	3171
11	FCD10	Aguas Residuales Domésticas del sector de Tucupina	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca – Dpto. Áncash	Tres (03) pozas de sedimentación	< 0,5	Continuo	Pastizales	18L	180269	9092555	3152
12	FCD11	Aguas Residuales Domésticas del distrito de Pampas	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca/ Dpto. Áncash	01 tanque cerrado (revestido con concreto)	< 0,5	Continuo	Pastizales	18L	181068	9092805	3115
13	FCD12	Aguas Residuales Domésticas del distrito de Pampas	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca/ Dpto. Áncash	01 tanque cerrado (revestido con concreto)	< 0,5	Continuo	Pastizales	18L	180770	9093071	3188

Nº	Denominación	Descripción de la Fuente Contaminante	Ubicación	Tratamiento	Caudal aprox (l/s)	Régimen	Cuerpo Receptor	Coordenadas UTM			Altitud msnm
								Zona	Este	Norte	
14	FCD13	Aguas Residuales Domésticas del Centro Poblado de Cochaconchucos	Dist. Pampas / Prov. Pallasca / Dpto. Ancash	Un (01) tanque séptico	1,0	Continuo	Pastizales	18L	182207	9087152	2923
15	FCD14	Aguas Residuales Domésticas, provenientes del campamento minero Quilca S.A.C	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca /Dpto. Ancash	01 tanque de sedimentación sellado y 01 pozo de percolación abierto (ambos revestidos con concreto)	1,0	Continuo	Vegetación	18L	190784	9095422	3987
16	FCD15	Aguas Residuales Domésticas del sector La Tranca	Dist. Lacabamba/ Prov. Pallasca – Dpto. Áncash	Un (01) Tanque séptico y una poza abierta	< 0,5	Continuo	Pastizales	18L	180812	9085875	3304
17	FCD15	Aguas Residuales Domésticas del distrito de Pallasca	Dist. Pallasca/ Prov. Pallasca – Dpto. Áncash	Canal Parshall, tanque Imhoff	1,0	Continuo	Pastizales	18L	830149	9086013	2888

Nº	Denominación	Descripción de la Fuente Contaminante	Ubicación	Tratamiento	Caudal aprox (l/s)	Régimen	Cuerpo Receptor	Coordenadas UTM			Altitud msnm
								Zona	Este	Norte	
18	FCD16	Aguas Residuales Domésticas del distrito de Pallasca	Dist. Pallasca/ Prov. Pallasca – Dpto. Áncash	dos (02) buzones, poza de sedimentación y 02 pozas de oxidación revestidas con geo membrana	1,0	Continuo	Pastizales	18L	170067	9087422	2942
19	FCD17	Aguas Residuales Domésticas ubicada cerca a la quebrada Las Lajas	Dist. Huandoval/ Prov. Pallasca – Dpto. Áncash	Tanque imhoff	1,0	Continuo	Pastizales	18L	172128	9078079	3028
20	FCD18	Aguas Residuales Domésticas ubicada cerca al colegio Héctor Heredia Rosales	Dist. Huandoval/ Prov. Pallasca – Dpto. Áncash	Tanque imhoff	1,0	Continuo	Pastizales	18L	172426	9078223	2999

Nº	Denominación	Descripción de la Fuente Contaminante	Ubicación	Tratamiento	Caudal aprox (l/s)	Régimen	Cuerpo Receptor	Coordenadas UTM			Altitud msnm
								Zona	Este	Norte	
21	FCD19	Aguas Residuales Domésticas cerca al canal el Antojo	Dist. Huandoval/ Prov. Pallasca – Dpto. Áncash	Tanque imhoff	1,0	Continuo	Pastizales	18L	172554	9077852	3036
22	FCD20	Aguas Residuales Domésticas, ubicada en el Sector Pashugón	Dist. Cabana/Prov. Pallasca /Dpto. Ancash	Canal Parshall, Tanque imhoff	50	Continuo	Terrenos de cultivo	17L	829139	9070706	3103
23	FCD21	Aguas Residuales Domésticas, procedentes del Sector Pampacocha	Dist. Tauca/Prov. Pallasca /Dpto. Ancash	Tanque imhoff	1,5	Continuo	Pastizales	17L	826365	9063040	3245
24	FCD22	Aguas Residuales Domésticas del Centro Poblado Ancos	Dist. Santa Rosa / Prov. Pallasca / Dpto. Ancash	Un (02) tanques sépticos	1,0	Continuo	Pastizales	17L	820106	9060214	1857

TABLA N° 8. Pasivos ambientales de actividades mineras en la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.

N°	Código	Descripción de la Fuente Contaminante	Ubicación	Coordenadas UTM			Altitud (msnm)
				Zona	Este	Norte	
25	1376FCPM1	01 Depósito de relaves dejados por la Cía. Minera Pushaquilca, ubicado en la red hídrica de la Laguna Pelagatos	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca/ Dpto. Ancash	18L	189744	9095511	4048
26	1376FCPM2	Depósitos de relavera Compañía Minera Tungsteno Málaga (antes Dynacor), ubicados cerca a la quebrada Jajarajau	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca/ Dpto. Ancash	18L	185557	9099385	3792
27	1376FCPM3	Cuatro (04) depósitos de relavera Compañía Minera Tungsteno Málaga (antes Dynacor)	Dist. Pampas / Prov. Pallasca/ Dpto. Ancash	18L	185417	9098966	3900

TABLA N° 9. Botaderos de residuos sólidos identificados en la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.

N°	Código	Descripción de la Fuente Contaminante	Ubicación	Coordenadas UTM			Altitud (msnm)
				Zona	Este	Norte	
28	1376FC BO11	01 Botadero de residuos sólidos domésticos en LA Quebrada Tingo, cerca al camino de herradura	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca/ Dpto. Ancash	18L	180877	9093141	3191
29	1376FC BO12	Planta de residuos sólidos en el distrito de Pampas	Dist. Pampas/ Prov. Pallasca/ Dpto. Ancash	18L	181647	9093293	3147
30	1376FC BO13	Residuos sólidos domésticos en el sector Gaviña, cerca al puente Calera	Dist. Conchucos / Prov. Pallasca/ Dpto. Ancash	18L	183762	9085153	3049
31	1376FC BO14	Residuos sólidos domésticos en las márgenes del río Llamacocha	Dist. Conchucos / Prov. Pallasca/ Dpto. Ancash	18L	185611	9084929	3193
32	1376FC BO15	Residuos sólidos domésticos y desmonte ubicado en el Sector La Tranca	Dist. Lacabamba / Prov. Pallasca/ Dpto. Ancash	18L	180939	9087413	3450
33	1376FC BO16	Residuos sólidos domésticos del distrito de Cabana	Dist. Cabana / Prov. Pallasca/ Dpto. Ancash	18L	829250	9073456	3428

2) Propuesta de Red de Monitoreo para la sub cuenca del río Tablachaca.

Para la propuesta de la red de monitoreo, se han tomado en cuenta los resultado de la identificación de fuentes contaminantes, las entregas de los afluentes al río Tablachaca; así como las lagunas en cabecera de sub cuenca. En ese sentido, se han propuesto 14 puntos de muestreo que conforman la red de monitoreo de la calidad del agua en la sub cuenca del Río Tablachaca. Se ha referenciado también los puntos de control RSant9 y RSant10 correspondiente a la Red de Monitoreo del río Santa.

- **1376RConc:** Punto de muestreo propuesto en el río Conchucos, con la finalidad de conocer la calidad de este recurso hídrico, donde existen vertimientos de aguas residuales domesticas directas a este cuerpo de agua.
- **1376RConc1:** Punto de muestreo propuesto en el río Conchucos, con la finalidad de conocer la calidad de este recurso hídrico, después de la confluencia entre los ríos Tauli y Llamacocha en donde existen vertimientos de aguas residuales domesticas directas a estos cuerpos de agua.
- **1376RPamp:** Punto de muestreo propuesto en el río Pampas, con la finalidad de conocer la calidad de este recurso hídrico, influenciado por Minera Tungsteno Málaga y los pasivos Mineros Pushaquilca.
- **1376LQuep:** Punto de muestreo propuesto a la salida de la Laguna Quepina, punto blanco referencial donde no existe influencia contaminante.

- **1376RPela:** Punto de muestreo propuesto en el río Pelagatos con la finalidad de conocer la influencia de los pasivos mineros de la Cía. Minera Pushaquilca.
- **1376LChal:** Punto de muestreo propuesto en la Laguna Challhuacocha con la finalidad de conocer la calidad del agua en la zona de exploración de la Cía. Minera Milpo.
- **1376LLlama:** Punto de muestreo propuesto a la salida de la Laguna Llamacocha con la finalidad de conocer la calidad del agua, influenciada directamente por Cía. Minera Milpo.
- **1376RHuan:** Punto de muestreo propuesto en el río Huandoval, uno de los principales tributarios del río Tablachaca, cuyas aguas son negras.
- **1376RCaba:** Punto de muestreo propuesto en el río Cabana, uno de los principales tributarios del río Tablachaca, cuyas aguas son negras.
- **1376RAnco:** Punto de muestreo propuesto en el río Huandoval, uno de los principales tributarios del río Tablachaca, cuyas aguas son negras.
- **1376RTabl1:** Punto de muestreo propuesto en el inicio del río Tablachaca, con la finalidad de conocer la calidad con la que nace el río.
- **1376RTabl2:** Punto de muestreo propuesto antes de la minera de Carbón, en la zona denominada la Galgada.
- **1376RTabl3:** Punto de muestreo propuesto después de la minera de Carbón, denominada la Galgada, con la finalidad de conocer el impacto de esta actividad en el río Tablachaca.
- **1376RTabl4:** Punto de muestreo propuesto antes de la unión con el río Santa, con la finalidad de conocer la calidad del río Tablachaca antes de unirse al río Santa.

- **1376RSant9:** Punto de muestreo propuesto en el Río Santa, a 100 m. aguas arriba de la confluencia con el río Tablachaca con la finalidad de conocer la calidad del agua del río Santa antes de unirse al río Tablachaca.
- **1376RSant10:** Punto de muestreo propuesto en el Río Santa, aguas abajo de la confluencia con el río Tablachaca con la finalidad de conocer la calidad del agua del río Santa después de unirse al río Tablachaca.

3) Resultados del primer Monitoreo de la Calidad del Agua en la sub cuenca del río Tablachaca – Época de estiaje.

Con fecha del 24 de noviembre al 01 de diciembre de 2013 se realizó el primer monitoreo en la subcuenca del río Tablachaca, con la finalidad de evaluar el estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial en el ámbito de la sub cuenca del río Tablachaca, en base a los resultados de los análisis de muestras de agua y sedimentos.

Se recogieron las muestras de agua y de sedimentos en los puntos de control de la Red de Monitoreo establecida, conforme al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial aprobado por la Autoridad Nacional del Agua, los mismos que fueron transportados al Laboratorio Servicios Analíticos Generales - SAC. Con dirección en la Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 – Perú; acreditada por **INDECOPI con** Registro N° LE – 047.

Las matrices y parámetros analizados se describen en el cuadro que a continuación se presenta.

TABLA N° 10. Servicio de análisis de laboratorio

Datos del Laboratorio	Matriz analizada	Parámetros analizados
<p>Razón Social: Servicios Analíticos Generales - SAC.</p> <p>Dirección: Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 – Perú.</p> <p>Certificación de INDECOPI: Registro N° LE – 047.</p>	<p>Agua</p>	<p>Aceites y Grasas (HEM), Cianuro libre, Cianuro Wad, Cloruros, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Detergentes (SAAM), Fenoles, Fósforo Total, Nitratos (NO₃), Nitritos (NO₂), Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃), Cromo 6+, Clorofila A, Coliformes Fecales, <i>Escherichia coli</i> y Huevos de Helmintos.</p> <p>Metales Totales: Aluminio (Al), Antimonio (Sb), Arsénico (As), Bario (Ba), Boro (B), Berilio (Be), Cadmio (Cd), Calcio (Ca), Cerio (Ce), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Plomo (Pb), Litio (Li), Magnesio (Mg), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo), Níquel (Ni), Potasio (K), Selenio (Se), sílice (SiO₂), Plata (Ag), Sodio (Na), Estroncio (Sr), Talio (Tl), Estaño (Sn), Titanio (Ti), Vanadio (V), Zinc (Zn) y Mercurio (Hg).</p> <p>Compuestos Orgánicos: <u>BETX:</u> Benceno, Etilbenceno, Tolueno y Xilenos. <u>Compuestos Orgánicos Volátiles (COVS):</u> Tricloroetano, Dicloroetano, Dicloroetano, Diclorobenceno, Hexaclorobutadieno, Tetracloroetano, Tetracloruro de Carbono, Tricloroetano.</p>

Datos del Laboratorio	Matriz analizada	Parámetros analizados
		<p><u>Trihalometanos:</u> Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano, Bromoformo.</p> <p><u>Pesticidas organoclorados (POCI):</u> Aldrín, Clordano, DDT, Dieldrín, Endosulfán, Endrín, Endrín Aldehído, Endrín Cetona, Heptacloro, Heptacloro Hepóxido, Lindano.</p> <p><u>Pesticidas organofosforados:</u> Malathion, Metamidofos, Paraquat, Paratión etil, Paratión Metil.</p> <p>Metamidofos y Paraquat.</p>
	Sedimentos	<p>Metales Totales: Aluminio (Al), Antimonio (Sb), Arsénico (As), Bario (Ba), Boro (B), Berilio (Be), Cadmio (Cd), Calcio (Ca), Cerio (Ce), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Plomo (Pb), Litio (Li), Magnesio (Mg), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Níquel (Ni), Fósforo (P); Potasio (K), Selenio (Se), Plata (Ag), Sodio (Na), Estroncio (Sr), Talio (Tl), Estaño (Sn), Titanio (Ti), Vanadio (V), Zinc (Zn) y Mercurio (Hg).</p>

a. Resultados de los Parámetros analizados

Calidad del agua año 2013

Los parámetros que superaron los ECA – Agua, de acuerdo a los resultados de los parámetros medidos en campo y a los reportados por el laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C (SAG – SAC) para la sub

cuenca del río Tablachaca, fueron: Conductividad Eléctrica, Coliformes Fecales, Escherichia Coli, Fósforo Total, Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Hierro, Manganeso, Níquel, Antimonio y se encuentran descritos en los informes de ensayo con valor oficial N° 073516-2013 y N° 073471-2013 (Tabla N° 10).

Por otro lado, los parámetros que transgredieron los ECA-Agua en el río Santa fueron: aluminio, arsénico, hierro; de acuerdo a los Informes de Ensayo con valor oficial N° 073516-2013, N° 073539-2013 emitidos por el laboratorio SAG – SAC y los parámetros de campo (Tabla N° 10).

Calidad del Sedimento año 2013

Los elementos metálicos que superaron el valor Guía PEL de las Directrices Canadienses para la sub cuenca Tablachaca fueron: arsénico, cadmio, cobre, plomo y zinc; de acuerdo a los Informes de Ensayo con valor oficial N° 073517-2013 y N° 073472-2013 emitidos por el laboratorio SAG – SAC (Tabla N° 11).

Por otro lado, los elementos metálicos tales como arsénico, cadmio, plomo y zinc superaron el nivel guía PEL en el río Santa, según los Informes de ensayo N° 073517-2013, N° 073540 – 2013. (Tabla N° 12).

TABLA N° 11. Resumen de los parámetros que superaron los ECA-Agua en la sub cuenca Tablachaca - año 2013.

Fecha de Monitoreo	Unidad	ECA AGUA CATEG. 4	28 NOV	29 NOV	29 NOV	ECA AGUA CATEG. 1A2	28 NOV	28 NOV	28 NOV	28 NOV	29 NOV	29 NOV	30 NOV	30 NOV	29 NOV	30 NOV
Hora de Monitoreo			16:15	10:45	12:00		17:45	11:35	10:45	08:45	15:30	16:40	11:30	12:25	18:00	13:40
Pto. Monitoreo			LQuep	LChal	LLlam		RPela	RPamp	RConc (RConu)	RTabl1	RHuan	RCaba	RTabl2	RTabl3	RAnco	RTabl4
Parámetro																
PARAMETROS FISICOS, MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS																
pH	-	6.5 - 8.5	7.92	8.46	8.36	5.5 - 9.0	7.25	7.9	8.3	8.13	6.11	8.03	7.98	8.03	8.15	8.04
Temperatura	(°C)		7.27	14.18	13.12		11.6	12.91	14.33	13.02	19.93	20.35	21.37	22.4	20.7	22.62
Conductividad Eléctrica	µS/cm		279.1	265.3	278.5	1600	220.5	207.4	280.4	245.8	1602	1774	652.1	657.3	2830	661.4
Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/100mL	1000	<1,8	<1,8	<1,8	2000	<1,8	<1,8	130	220	<1,8	220	110	130	2200	110
Escherichia Coli	NMP/100mL	---	<1,8	<1,8	<1,8	0	<1,8	<1,8	33	70	<1,8	130	11	33	790	33
PARAMETROS QUÍMICOS																
Aceites y Grasas (HEM)	mg/L	Ausencia	////	////	////	1.00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	////	<1,00	<1,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	<5	<2,00	<2,00	<2,00	5	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	---	<10,0	<10,0	<10,0	20	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Cianuro WAD		---	<0,006	////	////	0.08	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Cianuro libre	mg/L	0.022	<0,004	<0,004	<0,004	0.022	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	---	////	////	////	250	1.17	1.71	2.39	2.59	18.71	35.07	23.40	24.52	65.01	23.79
Fenoles	mg/L	0.001	<0,001	<0,001	<0,001	0.01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fosforo Total (P tot)	mg/L	---	0.014	0.010	0.010	0.15	<0,01	<0,01	0.020	0.010	0.339	0.420	0.100	0.100	0.070	0.070
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	5	0.08	<0,03	<0,03	10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0.069	0.040	0.436	0.535	<0,03	0.189
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	---	<0,003	<0,003	<0,003	1	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ⁺)	mg/L	<0.02	<0,02	<0,02	<0,02	2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0.135	0.026	0.035	<0,02	<0,02	<0,02

SAAM (Detergentes)	mg/L	---	<0,025	<0,025	<0,025	0.5	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
METALES																
Aluminio (AL Tot)	mg/L	---	<0.01	<0.01	<0.01	0.20	0.06	0.18	0.06	0.57	8.87	8.80	3.45	3.53	1.36	2.75
Arsénico (As Tot)	mg/L	0.01	<0,001	0.037	0.022	0.01	0.0204	0.005	0.002	0.005	0.0477	0.0195	0.058	0.0537	<0,001	0.0493
Boro (B Tot)	mg/L	---	<0,003	0.012	0.009	0.5	<0,003	0.026	0.059	0.049	0.317	0.642	0.765	0.783	0.802	0.765
Cadmio (Cd Tot)	mg/L	0.004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0.003	<0,0004	0.0015	<0,0004	<0,0004	0.0138	0.0046	0.0014	0.0012	<0,0004	0.0009
Hierro (Fe Tot)	mg/L	---	0.002	0.003	0.009	1	1.719	0.390	0.393	0.949	35.994	12723	6.778	6.735	1.946	5.398
Manganeso (Mn Tot)	mg/L	---	<0,0004	<0,0004	0.0019	0.4	0.1476	0.0882	0.0265	0.1034	7.4380	1.8900	0.5053	0.3656	0.1753	0.2144
Niquel (Ni Tot)	mg/L	0.025	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0.025	<0,0004	0.0018	0.0007	0.0096	0.1088	0.0791	0.0298	0.0255	0.0046	0.0195
Plomo (Pb Tot)	mg/L	0.001	<0,0004	<0,0004	0.0007	0.05	0.0032	0.0103	<0,0004	0.0055	0.0195	0.0215	0.0080	0.0052	0.0018	0.0058
Antimonio (Sb Tot)	mg/L	---	<0,002	<0,002	<0,002	0.006	<0,002	0.011	<0,002	0.0035	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Zinc (Zn Tot)	mg/L	0.03	<0,003	<0,003	<0,003	5	0.032	0.374	0.006	0.187	20146	0.270	0.241	0.2269	0.007	0.195

Fuente: Informes de Ensayo con valor oficial N° 073516-2013 y N° 073471-2013

Norma: D.S. N° 002-2008-MINAM "ECA-Agua". Categoría 1-A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

En los anexos N° 4,5 y 6, se presentan los informes de ensayo de laboratorio y cadenas de custodia

Informe de Ensayo N° 073516-2013: RConu, RPamp, LQuep, RPela, LChal, LLLam, RHuan, RCaba, RAnco, RTabl2, RTabl3, RTabl4, RSant10

Informe de Ensayo N° 073471-2013: RTabl1

Nota:

- El código RConu en el informe de ensayo N° 073516-2013 corresponde al código RConc.
- Los parámetros Coliformes Fecales y Escherichia Coli, superaron el periodo de perecibilidad de la muestra, por lo que los resultados obtenidos son considerados referenciales

Leyenda: <: Menor al límite de detección del método,

////: No analizado,

---: No hay valor ECA,

No cumple el ECA-agua

TABLA N° 12. Resumen de los parámetros que superaron los ECA-Agua en el río Santa - año 2013.

Fecha de Monitoreo	Unidad	ECA	30 NOV	30 NOV
Hora de Monitoreo		CATEG.	12:15	14:50
Pto. Monitoreo		1-A2	RSant9	RSant10
Parámetro				
PARAMETROS FISICOS, MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS				
pH	-	5.5 - 9.0	7.6	7.89
Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/100mL	2000	14	2
Escherichia Coli	NMP/100mL	0	<1	<1,8
PARAMETROS QUIMICOS				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	<2,00	<2,00
Fenoles	mg/L	0.01	<0,001	<0,001
Fosforo Total (P tot)	mg/L	0.15	0.050	0.050
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ⁺)	mg/L	2	0,036	0,023
METALES				
Aluminio (AL Tot)	mg/L	0.20	1.13	1.50
Arsénico (As Tot)	mg/L	0.01	0.010	0.015
Hierro (Fe Tot)	mg/L	1	1.967	2.564
Manganeso (Mn Tot)	mg/L	0.4	0.2600	0.2785
Níquel (Ni Tot)	mg/L	0.025	0.0087	0.0113
Plomo (Pb Tot)	mg/L	0.05	0.0102	0.0051

Fuente: Informes de Ensayo con valor oficial emitido por Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Norma: D.S. N° 002-2008-MINAM "ECA-Agua". Categoría 1-A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

En los anexos N° 4, 5 y 6, se presentan los informes de ensayo de laboratorio y cadenas de custodia

Informe de Ensayo N° 073516-2013: RSant10

Informe de Ensayo N° 073539-2013: RSant9

Leyenda: <: Menor al límite de detección del método,

///: No analizado,

---: No hay valor ECA,

No cumple el ECA-agua

TABLA N° 13. Resultados de los metales obtenidos en los sedimentos de la sub cuenca Tablachaca – Año 2013

Fecha de Monitoreo	Unidad	CEQG		28 NOV	29 NOV	29 NOV	28 NOV	28 NOV	28 NOV	28 NOV	29 NOV	29 NOV	30 NOV	30 NOV	29 NOV	30 NOV
Hora de Monitoreo		Valor Guía ISQG	Valor Guía PEL	16:15	10:45	12:00	17:45	11:35	10:45	08:45	15:30	16:40	11:30	12:25	18:00	13:40
Pto. Monitoreo				LQuep	LChal	LLlam	RPela	RPamp	RConc (RConu)	RTabl1	RHuan	RCaba	RTabl2	RTabl3	RAnco	RTabl4
Parámetro																
METALES																
Plata (Ag)	mg/Kg	---	---	<0,05	<0,05	<0,05	0.3429	2.6177	<0,05	<0,05	<0,05	0.0900	<0,05	0.1377	<0,05	<0,05
Aluminio (Al)	mg/Kg	---	---	3117	788	10733	1669	8445	5231	6333	6059	10317	7617	8638	5388	6885
Arsénico (As)	mg/Kg	5.9	17.0	38.7	28.3	85.1	982.0	279.5	176.0	98.0	31.8	70.4	52.1	81.1	16.9	95.8
Boro (B)	mg/Kg	---	---	2.4	20.8	1.1	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0.5	0.8	1.3	<0,3	1.3
Bario (Ba)	mg/Kg	---	---	125.2	107.0	61.9	12.8	21.6	27.3	31.1	20.9	15.6	16.5	28.9	19.8	19.0
Berilio (B)	mg/Kg	---	---	0.26	0.09	0.36	<0,02	0.81	<0,02	0.34	0.33	0.48	0.21	0.27	0.26	0.17
Calcio (Ca)	mg/Kg	---	---	>40000	243856	13795	665	2473	9241	7266	766	1920	2243.5	1872.1	4331.4	2166.7
Cadmio (Cd)	mg/Kg	0.6	3.5	0.93	0.09	8.13	4.01	15.96	5.32	6.26	5.48	12.53	5.44	6.25	6.17	5.56
Cerio (Ce)	mg/Kg	---	---	10.7	<0,2	35.5	11.1	22.9	21.9	20.0	16.9	10.8	13.4	15.9	17.9	12.3
Cobalto (Co)	mg/Kg	---	---	0.43	0.26	9.75	1.38	12.69	8.29	18.83	9.32	29.64	14.77	18.93	13.29	15.09
Cromo (Cr)	mg/Kg	37.3	90.0	6.92	1.54	3.20	1.18	11.09	6.34	6.55	6.07	13.24	8.34	8.55	7.30	7.41
Cobre (Cu)	mg/Kg	35.7	197	13.99	12.33	21.02	61.06	753.76	50.65	104.9	20.94	44.22	26.27	43.62	20.92	24.63
Hierro (Fe)	mg/Kg	---	---	41062	1070	43332	39932	42793	34942	34420	36067	60345	30753.7	33874.8	40798.3	30206.7
Potasio (K)	mg/Kg	---	---	332	358.6	746.3	405	618	461	504	432.5	339.8	249.7	387.1	555.8	252.6
Litio (Li)	mg/Kg	---	---	1.8	1.7	15.3	1.7	15.9	9.7	12.3	12.2	21.4	17.2	20.7	13.1	17.4
Magnesio (Mg)	mg/Kg	---	---	2784	2400	5582	454	2608	2018	2077	1792	3930	2894.4	2828.7	3815.9	2840.7
Manganeso (Mn)	mg/Kg	---	---	7.67	33.52	839.22	255.17	569.50	222.91	481.68	270.83	829.91	441.01	394.00	517.87	451.48
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	---	---	0.5	0.7	<0,2	1.4	1.9	14.1	4.1	0.9	1.2	0.8	0.9	0.4	0.6

Sodio (Na)	mg/Kg	---	---	117.1	265.8	40.4	21.3	52.9	41.7	35.2	66.1	113.8	77.1	97.6	124.5	80.9
Níquel (Ni)	mg/Kg	---	---	7.43	2.37	7.33	1.94	20.90	11.82	29.35	13.69	45.26	23.61	28.06	22.69	22.30
Plomo (Pb)	mg/Kg	35	91.3	6.42	2.34	26.65	69.56	566.93	20.08	57.77	16.17	27.15	14.68	20.74	16.32	17.23
Antimonio (Sb)	mg/Kg	---	---	0.8	0.9	0.3	98.3	69.7	5.9	8.2	3.7	5.6	2.8	2.7	2.8	4.0
Selenio (Se)	mg/Kg	---	---	6.9086	3.3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Estaño (Sn)	mg/Kg	---	---	1.1	0.6	0.9	0.6	1.5	0.7	0.6	0.7	1.1	0.5	0.5	0.8	0.5
Estroncio (Sr)	mg/Kg	---	---	120.8	495.2	38.5	4.7	10.7	20.6	20.6	10.6	18.8	12.2	18.0	22.0	12.8
Titanio (Ti)	mg/Kg	---	---	33	1.12	10.63	66	122	73	50.1	29.34	16.46	24.21	36.46	44.04	40.07
Talio (Ta)	mg/Kg	---	---	<0,3	<0,3	0.881	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Vanadio (V)	mg/Kg	---	---	7.35	2.02	30.88	4.68	23.21	16.42	15.58	13.68	25.76	14.56	17.58	17.49	13.63
Zinc (Zn)	mg/Kg	123	315	12.9	15.4	150.9	246.7	2730.5	83.1	423.4	109.4	220.8	113.3	137.6	94.5	105.3
Mercurio (Hg)	mg/Kg	0.17	0.486	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Fósforo (P)	mg/Kg	---	---	940.4	1354.1	927.8	172.6	696.9	780.9	522.3	416.3	831.3	498.9	590.5	520.7	472.2

Fuente: Informes de Ensayo con valor oficial N° 073517-2013 y N° 073472-2013 emitido por el Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Norma: Directrices del Ministerio del Ambiente de Canadá. Canadian Environmental Quality Guideline (CEQG)

En los anexos N° 4, 5 y 6, se presentan los informes de ensayo de laboratorio y cadenas de custodia

Informe de Ensayo N° 073517-2013: RConu, RPamp, LQuep, RPela, LChal, LLlam, RHuan, RCaba, RAnco, RTabl2, RTabl3, RTabl4, RSant10

Informe de Ensayo N° 073472-2013: RTabl1

Nota:

El código RConu en el informe de ensayo N° 073517-2013 corresponde al código RConc.

Leyenda: <: Menor al límite de detección del método,

---: No hay valor CEQG,

Mayor al ISQG Mayor al PEL

TABLA N° 14. Resultados de análisis de metales en los sedimentos del río
Santa – año 2013

Fecha de Monitoreo	Unidad	CEQG		30 NOV	30 NOV
Hora de Monitoreo		Valor Guía SQG	Valor Guía PEL	12:15	14:50
Pto. Monitoreo				RSANT	RSANT
Parámetro				9	10
Plata (Ag)	mg/Kg	---	---	<0,5	<0,5
Aluminio (Al)	mg/Kg	---	---	4044.2	6660.0
Arsénico (As)	mg/Kg	5.9	17.0	23.0	48.2
Boro (B)	mg/Kg	---	---	0.7	1.4
Bario (Ba)	mg/Kg	---	---	13.5	32.7
Berilio (B)	mg/Kg	---	---	<0,02	0.13
Calcio (Ca)	mg/Kg	---	---	1448.5	2041.9
Cadmio (Cd)	mg/Kg	0.6	3.5	3.60	5.30
Cerio (Ce)	mg/Kg	---	---	10.4	17.3
Cobalto (Co)	mg/Kg	---	---	7.61	15.02
Cromo (Cr)	mg/Kg	37.3	90.0	3.68	5.95
Cobre (Cu)	mg/Kg	35.7	197	19.76	58.17
Hierro (Fe)	mg/Kg	---	---	16162.1	24511
Potasio (K)	mg/Kg	---	---	685.5	877
Litio (Li)	mg/Kg	---	---	17.0	23.9
Magnesio (Mg)	mg/Kg	---	---	1557.2	2411.7
Manganeso (Mn)	mg/Kg	---	---	284.84	498.14
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	---	---	0.5	1.1
Sodio (Na)	mg/Kg	---	---	66.7	90.9
Níquel (Ni)	mg/Kg	---	---	10.39	21.80
Plomo (Pb)	mg/Kg	35	91.3	14.51	21.99
Antimonio (Sb)	mg/Kg	---	---	1.8	1.7
Selenio (Se)	mg/Kg	---	---	<0,3	<0,3
Estaño (Sn)	mg/Kg	---	---	0.5	0.7
Estroncio (Sr)	mg/Kg	---	---	7.2	14.9

Titanio (Ti)	mg/Kg	---	---	117.37	110
Talio (Ta)	mg/Kg	---	---	<0,3	<0,3
Vanadio (V)	mg/Kg	---	---	9.09	13.43
Zinc (Zn)	mg/Kg	123	315	123.5	252.9
Mercurio (Hg)	mg/Kg	0.17	0.486	<0,06	<0,06
Fósforo (P)	mg/Kg	---	---	362.6	467.7

Fuente: Informes de Ensayo con valor oficial N° 073540-2013 y N° 073517-2013 emitido por el Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Norma: Directrices del Ministerio del Ambiente de Canadá. Canadian Environmental Quality Guideline (CEQG)

En los anexos N° 4, 5 y 6 se presentan los informes de ensayo de laboratorio y cadenas de custodia

Informe de Ensayo N° 073517-2013: RConu, RPamp, LQuep, RPela, LChal, LLLam, RHuan, RCaba, RAnco, RTabl2, RTabl3, RTabl4, RSant10

Informe de Ensayo N° 073472-2013: RTabl1

Nota:

El código RConu en el informe de ensayo N° 073517-2013 corresponde al código RConc.

Leyenda: <: Menor al límite de detección del método,

---: No hay valor CEQG,

Mayor al ISQG 

Mayor al PEL 

4) Resultados del segundo Monitoreo de la Calidad del Agua en la sub cuenca del río Tablachaca – Época de avenida.

De acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial aprobado por la Autoridad Nacional del Agua, con fecha del 22 al 28 de abril de 2014 se realizó el segundo monitoreo en la sub cuenca del río Tablachaca, con la finalidad de evaluar el estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial para la época de avenida en el ámbito de la sub cuenca del río Tablachaca, en base a los resultados de los análisis de muestras de agua y sedimentos realizados por el

Laboratorio Servicios Analíticos Generales - SAC. Con dirección en la Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 – Perú; acreditada por **INDECOPI con** Registro N° LE – 047.

a. Resultados de los Parámetros analizados

Calidad del agua año 2014

Los parámetros que transgredieron los ECA – Agua en la sub cuenca del río Tablachaca, de acuerdo a los resultados de los parámetros medidos en campo y a los reportados por el laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C (SAG – SAC) fueron: pH, Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli., Fósforo total, Nitrógeno Amoniacal, Aluminio, Arsénico, Cadmio, Hierro, Manganeso, Níquel y Plomo (Tabla N° 13).

Calidad del Sedimento año 2014

Los elementos metálicos que superaron el valor Guía PEL de las Directrices Canadienses para la subcuenca Tablachaca fueron: arsénico, cadmio, cobre, plomo y zinc; de acuerdo a los Informes de Ensayo con valor oficial N° 073517-2013 y N° 073472-2013 emitidos por el laboratorio SAG – SAC (Tabla N° 17).

Por otro lado, en el río Santa y sus tributarios (con excepción de la subcuenca Tablachaca), los elementos metálicos tales como arsénico, cadmio, plomo, zinc y mercurio superaron el nivel guía PEL según los Informes de ensayo N° 073517-2013, N° 073528 – 2013, N° 073493 – 2013, N° 073540 – 2013, N° 073477 – 2013, N° 073534 – 2013 y N° 073525 – 2013 (Tabla N° 13).

TABLA N° 15. Resumen de los parámetros que superaron los ECA-Agua en la sub cuenca Tablachaca - año 2014.

Fecha de Monitoreo	Unidad	ECA AGUA	24 ABR	26 ABR	26 ABR	ECA AGUA	24 ABR	25 ABR	26 ABR	25 ABR	25 ABR	27 ABR	27 ABR	27 ABR	27 ABR	27 ABR
Hora de Monitoreo		CATEG. 4	13:00	11:30	12:35	CATEG. 1A2	15:00	11:00	13:45	12:00	12:45	10:40	11:20	12:30	13:10	13:50
Pto. Monitoreo Parámetro			LQuep	LChal	LLlam		RPela	RPamp	RConc1	RConc	RTabl1	RHuan	RCaba	RTabl3	RAnco	RTabl4
pH	-	6.5 - 8.5	8.26	8.77	7.60	5.5 - 9.0	8.11	8.07	8.63	8.46	8.26	6.70	7.50	8.11	8.16	7.62
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	<1.8	130000	<1.8	2000	<1.8	2	11000	2200	230	<1.8	<1.8	2300	3300	2300
Escherichia Coli	NMP/100mL	---	////	////	////	0	<1.8	<1.8	7900	1300	130	<1.8	<1.8	790	790	230
Aceites y Grasas (HEM)	mg/L	Ausencia	////	////	////	1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	<5	<2,00	<2,00	<2,00	5	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	---	<10,0	<10,0	<10,0	20	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Fosforo Total (P tot)	mg/L	---	<0.010	<0.010	<0.010	0.15	<0.010	<0.010	0.064	<0.010	<0.010	0.266	0.349	1.022	0.397	1.035
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄ ⁺)	mg/L	<0.02	<0,022	<0,022	<0,020	2	<0,020	<0,020	0.022	<0,020	<0,020	0.038	0.025	0.034	0.036	0.036

Aluminio (AL Tot)	mg/L	---	<0.01	<0.01	<0.01	0.20	0.12	0.41	0.39	0.24	0.68	5.71	6.94	20.61	6.17	23.11
Arsénico (As Tot)	mg/L	0.01	0.020	0.028	0.020	0.01	0.018	0.007	0.008	0.007	0.007	0.017	0.012	0.056	0.009	0.052
Cadmio (Cd Tot)	mg/L	0.004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0.003	<0,0004	0.0021	<0,0004	<0,0004	0,0005	0.0029	0.0024	0.0045	0.0009	0.0047
Hierro (Fe Tot)	mg/L	---	0.008	0.008	0.004	1	0.525	0.608	0.381	0.531	1.203	13.100	11.760	35.850	14.300	39.170
Manganeso (Mn Tot)	mg/L	---	<0,0011	<0,0011	0.0019	0.4	0.1401	0.1231	0.0254	0.0203	0.1064	1.3861	0.7839	1.1146	0.4817	1.2722
Níquel (Ni Tot)	mg/L	0.025	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0.025	<0,0004	0.0035	<0,0004	<0,0004	0.0076	0.0332	0.0349	0.0433	0.0178	0.0462
Plomo (Pb Tot)	mg/L	0.001	<0,0004	<0,0004	0.0004	0.05	0.0006	0.0128	0.0015	<0,0004	0.0063	0.0080	0.0099	0.0443	0.0116	0.0502
Antimonio (Sb Tot)	mg/L	---	<0,002	<0,002	<0,002	0.006	<0,002	0.008	<0,002	<0,002	0.0033	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Zinc (Zn Tot)	mg/L	0.03	<0,003	<0,003	<0,003	5	0.062	0.478	0.005	0.005	0.170	0.385	0.153	0.282	0.069	0.297

Fuente: Informes de Ensayo con valor oficial N° 073516-2013 y N° 073471-2013

Norma: D.S. N° 002-2008-MINAM "ECA-Agua". Categoría 1-A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

En los anexos N° 4, 5 y 6, se presentan los informes de ensayo de laboratorio y cadenas de custodia

Informe de Ensayo N° 073516-2013: RConu, RPamp, LQuep, RPela, LChal, LLlam, RHuan, RCaba, RAnco, RTabl2, RTabl3, RTabl4.

Informe de Ensayo N° 073471-2013: RTabl1

Nota:

El código RConu en el informe de ensayo N° 073516-2013 corresponde al código RConc.

Los parámetros Coliformes Fecales y Escherichia Coli, superaron el periodo de precibilidad de la muestra, por lo que los resultados obtenidos son considerados referenciales

Leyenda: <: Menor al límite de detección del método,

////: No analizado,

---: No hay valor ECA,

No cumple el ECA-agua

TABLA N° 16. Resumen de los parámetros que superaron los ECA-Agua en el río Santa - año 2014.

Fecha de Monitoreo	Unidad	ECA	28 ABR	27 ABR
Hora de Monitoreo		CATEG.	11:00	15:45
Pto. Monitoreo		1-A2	RSant9	RSant10
Parámetro				
PARAMETROS FISICOS, MICROBIOLOGICOS Y PARASITOLOGICOS				
pH	-	5.5 - 9.0	7.66	8.26
Sólidos Suspendidos Totales (TSS)	Mg/L	-	////	////
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	4900	23000
Escherichia Coli	NMP/100mL	0	////	330
PARAMETROS QUIMICOS				
Fosforo Total (P tot)	mg/L	0.15	0.103	0.595
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄ ⁺)	mg/L	2	0.040	0.034
METALES y METALOIDES				
Aluminio (AL Tot)	mg/L	0.20	2.01	13.95
Arsénico (As Tot)	mg/L	0.01	0.010	0.031
Cadmio (Cd Tot)	mg/L	0.003	0.0008	0.0031
Hierro (Fe Tot)	mg/L	1	3.908	21.780
Manganeso (Mn Tot)	mg/L	0.4	0.2631	0.8367
Níquel (Ni Tot)	mg/L	0.025	0.0072	0.0249

Fuente: Informes de Ensayo con valor oficial emitido por Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Norma: D.S. N° 002-2008-MINAM "ECA-Agua". Categoría 1-A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

En los anexos N° 4, 5 y 6 se presentan los informes de ensayo de laboratorio y cadenas de custodia

Informe de Ensayo N° 073516-2013: RSant10

Informe de Ensayo N° 073539-2013: RSant9

Leyenda: <: Menor al límite de detección del método,

////: No analizado,

---: No hay valor ECA,


No cumple el ECA-agua 

TABLA N° 17. Resultados de los metales obtenidos en los sedimentos de la subcuenca Tablachaca – Año 2014

Fecha de Monitoreo	Unidad	CEQG		24 ABR	24 ABR	25 ABR	26 ABR	26 ABR	26 ABR	25 ABR	25 ABR	27 ABR	27 ABR	27 ABR	27 ABR	27 ABR	
Hora de Monitoreo		Valor Guía ISQG	Valor Guía PEL	13:00	15:00	11:00	11:30	12:35	13:45	12:00	12:45	10:40	11:20	12:30	13:10	13:50	
Pto. Monitoreo				LQuep	RPela	RPamp	LChal	LLlam	RConc1	RConc	RTabl1	RHuan	RCaba	RTabl3	RAnco	RTabl4	
Parámetro																	
Plata (Ag)	mg/Kg	---	---	<0.05	6.80	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Aluminio (Al)	mg/Kg	---	---	4656.3	3442.7	7351.0	4082.9	4063.6	3066.1	2779.6	4986.3	7636.9	7272.9	6282.3	4167.6	6311.4	
Arsénico (As)	mg/Kg	5.9	17.0	33.9	3934.3	128.2	40.1	131.5	141.1	38.9	71.2	56.3	23.0	72.2	10.1	69.8	
Boro (B)	mg/Kg	---	---	2.6	<0.3	<0.3	6.3	2.1	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Bario (Ba)	mg/Kg	---	---	118.5	25.2	21.2	53.4	78.1	42.3	30.4	27.0	17.50	15.0	26.3	18.1	31.5	
Berilio (B)	mg/Kg	---	---	0.26	0.7083	0.36	0.57	0.46	0.58	0.18	0.30	0.45	0.36	0.18	0.37	0.19	
Calcio (Ca)	mg/Kg	---	---	48498	1161	2845	78017	101414	49122.7	20282.1	14770.4	1906.1	3105.5	3370.8	3076.3	3695.8	
Cadmio (Cd)	mg/Kg	0.6	3.5	0.53	18.05	5.81	1.63	2.17	3.46	0.82	2.78	4.23	3.72	2.33	2.22	2.44	
Cerio (Ce)	mg/Kg	---	---	18.0	25.2	23.5	30.4	17.9	22.0	14.0	17.8	18.62	15.0	19.0	17.3	19.1	
Cobalto (Co)	mg/Kg	---	---	0.50	9.95	8.63	2.58	6.54	8.04	4.18	7.59	15.49	10.86	8.80	10.99	9.65	
Cromo (Cr)	mg/Kg	37.3	90.0	10.49	2.42	11.51	8.92	5.02	5.67	4.15	7.24	7.95	11.07	7.15	6.51	7.43	
Cobre (Cu)	mg/Kg	35.7	197	10.85	155.53	239.17	15.67	75.15	22.42	28.18	43.97	55.59	29.32	25.00	22.41	28.37	
Hierro (Fe)	mg/Kg	---	---	3367	59599.1	33924	11698	14383	33084	12364	24888	34728.7	31682.9	22954.9	32124.3	24627.8	
Potasio (K)	mg/Kg	---	---	463	523	577	796.0	774.1	505.0	472.7	554.7	420.0	300.9	305.0	433.6	328.1	
Litio (Li)	mg/Kg	---	---	3.1	3.0	15.6	4.6	5.2	5.5	6.4	11.3	14.00	18.5	13.5	12.1	13.7	
Magnesio (Mg)	mg/Kg	---	---	2635	692	2722	3361	3317	1860.6	1827.5	2233.5	2469.3	3338.2	2794.2	4093.5	2873.3	
Manganeso (Mn)	mg/Kg	---	---	11.85	1294.69	289.47	224.7	706.54	345.84	177.39	212.73	304.48	303.38	237.17	414.52	252.84	
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	---	---	0.3	3.5	1.8	0.4	1.1	1.2	1.9	4.2	2.33	1.7	0.9	<0.2	1.0	
Sodio (Na)	mg/Kg	---	---	205.7	17.3	48.0	122.8	163.8	149.6	71.0	103.1	200.02	184.7	90.8	103.7	83.8	

Níquel (Ni)	mg/Kg	---	---	8.73	10.17	14.00	9.51	9.15	13.20	6.84	13.66	19.37	22.47	12.93	18.09	13.36
Plomo (Pb)	mg/Kg	35	91.3	7.78	234.35	240.87	12.44	70.08	47.83	11.18	24.86	16.22	15.01	17.49	12.72	19.07
Antimonio (Sb)	mg/Kg	---	---	1.6	590.8	25.0	0.7	2.6	1.8	0.5	2.3	1.58	0.9	3.1	0.3	2.2
Selenio (Se)	mg/Kg	---	---	4.0764	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Estaño (Sn)	mg/Kg	---	---	0.5	2.1	0.6	0.9	0.6	0.5	0.8	0.7	0.36	0.3	0.2	1.6	0.3
Estroncio (Sr)	mg/Kg	---	---	104.5	7.8	8.8	147.2	157.1	92.6	38.8	29.0	17.69	16.9	13.8	14.9	14.3
Titanio (Ti)	mg/Kg	---	---	39	76	115	11.10	17.43	9.2	49	53.3	26.20	6.97	39.48	28.67	40.64
Talio (Ta)	mg/Kg	---	---	<0.3	1.1255	<0.3	<0.3	0.342	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Vanadio (V)	mg/Kg	---	---	11.85	6.24	22.69	10.80	9.00	15.34	9.31	15.15	21.37	17.38	14.34	14.02	15.43
Zinc (Zn)	mg/Kg	123	315	11.0	1843.6	676.6	60.4	189.3	84.7	34.0	117.5	118.17	91.6	69.7	98.9	66.7
Mercurio (Hg)	mg/Kg	0.17	0.486	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
Fósforo (P)	mg/Kg	---	---	5584.9	371.1	573.9	3763.3	1466.4	1309.2	645.3	733.0	673.75	733.6	458.3	447.5	483.6
Uranio (U)	mg/Kg	---	---	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7

Fuente: Informes de Ensayo con valor oficial N° 081630-2014 emitido por el Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Norma: Directrices del Ministerio del Ambiente de Canadá. Canadian Environmental Quality Guideline (CEQG)

En los anexos N° 4, 5 y 6, se presentan los informes de ensayo de laboratorio y cadenas de custodia

Informe de Ensayo N° 073517-2013: RConu, RPamp, LQuep, RPela, LChal, LLLam, RHuan, RCaba, RAnco, RTabl2, RTabl3, RTabl4, RSant10

Informe de Ensayo N° 073472-2013: RTabl1

Nota:

El código RConu en el informe de ensayo N° 073517-2013 corresponde al código RConc.

Leyenda: <: Menor al límite de detección del método,

---: No hay valor CEQG,

Mayor al ISQG  Mayor al PEL 

TABLA N° 18. Resultados de análisis de metales en los sedimentos del río
Santa – año 2014

Fecha de Monitoreo	Unidad	CEQG		28 ABR	27 ABR
Hora de Monitoreo		Valor Guía ISQG	Valor Guía PEL	11:00	15:45
Pto. Monitoreo				RSANT 9	RSANT 10
Parámetro					
Plata (Ag)	mg/Kg	---	---	<0,05	<0,05
Aluminio (Al)	mg/Kg	---	---	3671.9	5715.6
Arsénico (As)	mg/Kg	5.9	17.0	24.4	55.3
Boro (B)	mg/Kg	---	---	<0.3	<0.3
Bario (Ba)	mg/Kg	---	---	22.5	30.6
Berilio (B)	mg/Kg	---	---	0.1209	0.15
Calcio (Ca)	mg/Kg	---	---	4851.4	3228.4
Cadmio (Cd)	mg/Kg	0.6	3.5	1.33	2.50
Cerio (Ce)	mg/Kg	---	---	11.8	17.1
Cobalto (Co)	mg/Kg	---	---	7.85	9.29
Cromo (Cr)	mg/Kg	37.3	90.0	3.75	6.50
Cobre (Cu)	mg/Kg	35.7	197	29.11	25.83
Hierro (Fe)	mg/Kg	---	---	58957.5	21561
Potasio (K)	mg/Kg	---	---	520.0	398
Litio (Li)	mg/Kg	---	---	10.5	13.4
Magnesio (Mg)	mg/Kg	---	---	2031.6	2639.2
Manganeso (Mn)	mg/Kg	---	---	419.74	364.40
Molibdeno (Mo)	mg/Kg	---	---	<0.2	0.9
Sodio (Na)	mg/Kg	---	---	28.1	85.9
Níquel (Ni)	mg/Kg	---	---	10.72	12.57
Plomo (Pb)	mg/Kg	35	91.3	18.53	22.97
Antimonio (Sb)	mg/Kg	---	---	0.3	2.5
Selenio (Se)	mg/Kg	---	---	<0.3	<0.3
Estaño (Sn)	mg/Kg	---	---	0.4	0.3
Estroncio (Sr)	mg/Kg	---	---	17.9	13.7

Titanio (Ti)	mg/Kg	---	---	59.88	69
Talio (Ta)	mg/Kg	---	---	<0.3	<0.3
Vanadio (V)	mg/Kg	---	---	9.44	15.71
Zinc (Zn)	mg/Kg	123	315	127.8	96.5
Mercurio (Hg)	mg/Kg	0.17	0.486	<0.06	<0.06
Fósforo (P)	mg/Kg	---	---	331.6	431.9
Uranio (U)	mg/Kg	---	---	<0.7	<0.7

Fuente: Informes de Ensayo con valor oficial N° 081630-2014 emitido por el Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Norma: Directrices del Ministerio del Ambiente de Canadá. Canadian Environmental Quality Guideline (CEQG)

En los anexos N° 4, 5 y 6, se presentan los informes de ensayo de laboratorio y cadenas de custodia

Informe de Ensayo N° 073517-2013: RConu, RPamp, LQuep, RPela, LChal, LLLam, RHuan, RCaba, RAnco, RTabl2, RTabl3, RTabl4, RSant10

Informe de Ensayo N° 073472-2013: RTabl1

Leyenda: <: Menor al límite de detección del método,

---: No hay valor CEQG,

Mayor al ISQG



Mayor al PEL



4.1.3. Resultados generales.

1) Resultados de la identificación de fuentes contaminantes en la sub cuenca Tablachaca.

En la sub cuenca del río Tablachaca, provincia de Pallasca, se identificaron las siguientes fuentes contaminantes:

- 09 Fuentes Contaminantes Directas.
- 15 Fuentes Contaminantes Difusas.

- 03 Pasivos ambientales de actividades mineras.
- 06 Botaderos de residuos sólidos.

TABLA N° 19. Fuentes Contaminantes identificadas en la sub cuenca del río Tablachaca en la provincia de Pallasca.

Distritos	Fuente contaminante Directa	Fuente contaminante Difusa	Pasivos Ambientales Mineros	Botadero de Residuos Sólidos
Pampas	5	6	3	2
Huandoval	1	3	0	0
Conchucos	3	0	0	2
Lacabamba	0	1	0	1
Pallasca	0	2	0	0
Cabana	0	1	0	1
Tauca	0	1	0	0
Santa Rosa	0	1	0	0
TOTAL	9	15	3	6

2) Propuesta de Red de Monitoreo para la sub cuenca del Río Tablachaca.

Se han propuesto 16 puntos de muestreo para la red de monitoreo de la calidad del agua en la sub cuenca del Río Tablachaca, entre los que se incluyen los puntos de control RSant9 y RSant10 de la Red de Monitoreo del río Santa.

TABLA N° 20. Propuesta de la Red de Puntos para el Monitoreo de la Calidad del Agua en la Subcuenca del río Tablachaca

N°	Código Estación	Recurso Hídrico	Descripción Estación de Muestreo	Localidad (Distrito / Provincia / Departam)	Coordenadas (UTM)			Altitud
					Zona	Este	Norte	
1	1376RConc	Río Conchucos	Río Conchucos, antes de la Confluencia con el río Pampas	(Pampas / Pallasca / Ancash)	18L	175766	9092182	2089
2	1376RConc1	Río Conchucos	Río Conchucos, aguas debajo de la confluencia de los ríos Tauli – Llamacocha.	(Pampas / Pallasca / Ancash)	18L	184932	9084829	3114
3	1376RPamp	Río Pampas	Río Pampas, antes de la Confluencia con el río Sarín y el río Conchucos.	(Pampas / Pallasca / Ancash)	18L	178737	9093973	2408
4	1376LQuep	Laguna Quepina	Laguna Quepina, a la salida de la laguna	Pelagatos (Pampas / Pallasca / Ancash)	18L	193315	9094084	3910
5	1376RPela	Río Pelagatos	Río Pelagatos, aguas debajo de los pasivos mineros de Pushaquilca	Pelagatos (Pampas / Pallasca / Ancash)	18L	189651	9095598	3964
6	1376LChall	Laguna Challhuacocha	Laguna Challhuacocha, a la salida de la laguna	Sector Challhuacocha (Conchucos / Pallasca / Ancash)	18L	195298	9088246	3880
7	1376LLlam	Laguna Llamacocha	Laguna Llamacocha, a la salida de la laguna	(Conchucos / Pallasca / Ancash)	18L	189082	9086311	3507
8	1376RHuan	Río Huandoval	Río Huandoval, antes de la confluencia con el río Tablachaca, en el puente	(Pallasca / Pallasca / Ancash)	17L	820480	9081602	1567
9	1376RCaba	Río Cabana	Río Cabana, antes de la confluencia con el río Tablachaca	Naranjal (Pallasca / Pallasca / Ancash)	17L	815671	9073945	1276

N°	Código Estación	Recurso Hídrico	Descripción Estación de Muestreo	Localidad (Distrito / Provincia / Departam)	Coordenadas (UTM)			Altitud
					Zona	Este	Norte	
10	1376RAnco	Río Ancos	Río Ancos, aguas arriba del puente Quiroz y de la confluencia con el río Tablachaca	Quiroz (Pallasca / Pallasca / Ancash)	17L	811419	9059180	1060
11	1376RTab1	Río Tablachaca	Río Tablachaca, 50 m aguas arriba del puente Chucusvalle	(Limite Mollepamba y Pallasca/Santiago de Chuco y Pallasca/La Libertad y Ancash)	18L	174936	9091815	2132
12	1376RTab2	Río Tablachaca	Río Tablachaca, aguas arriba de la minera de Carbón La Galgada y ABR Minera SAC	(Tauca/Pallasca/Ancash)	17L	814046	9065223	1140
13	1376RTab3	Río Tablachaca	Río Tablachaca, aguas debajo de la minera de Carbón La Galgada	Quiroz (Tauca/Pallasca/Ancash)	17L	811429	9059218	1045
14	1376RTab4	Río Tablachaca	Río Tablachaca, antes de la confluencia con el río Santa	Chuquicara (Santa Rosa/Pallasca/Ancash)	17L	804226	9042668	506
15	1376RSant9	Río Santa	Río Santa, a 100 m. aguas arriba de la confluencia con el río Tablachaca	Chuquicara (Santa Rosa/Pallasca/Ancash)	17L	804268	9042256	495
16	1376RSant10	Río Santa	Río Santa, Bocatoma de ingreso a CHAVIMOHIC	(Altura del almacén del P.E. CHAVIMOHIC) (Distrito Chao/ Provincia Virú/Departamento La Libertad).	17L	797694	9041654	425

3) Monitoreo de la Calidad del Agua en la Sub cuenca del río Tablachaca años 2013 – 2014.

TABLA Nº 21. Resultados del Monitoreo de la calidad del agua en la sub cuenca del Río Tablachaca, años 2013 - 2014.

Fecha de Monitoreo	Unidad	ECA AGUA CATEG. 4	AÑO					
			Estiaje 2013	Avenid a 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014
Punto Monitoreo Parámetro			LQuep		LChal		LLlam	
pH	-	6.5 - 8.5	7.92	8.26	8.46	8.77	8.36	7.60
Temperatura	(°C)		7.27	-	14.18	-	13.12	-
Conductividad Eléctrica	µS/cm		279.1	-	265.3	-	278.5	-
Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/1 00mL	1000	<1,8	<1,8	<1,8	130000	<1,8	<1,8
Escherichia Coli	NMP/1 00mL	---	<1,8	////	<1,8	////	<1,8	////
Aceites y Grasas (HEM)	mg/L	Ausencia	////	////	////	////	////	////
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	<5	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	---	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Cianuro WAD		---	<0,006	-	////	-	////	-
Cianuro libre	mg/L	0.022	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-
Cloruros (Cl)	mg/L	---	////	-	////	-	////	-
Fenoles	mg/L	0.001	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-
Fosforo Total (P tot)	mg/L	---	0.014	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	5	0.08	-	<0,03	-	<0,03	-
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	---	<0,003	-	<0,003	-	<0,003	-
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ⁺)	mg/L	<0.02	<0,02	<0,022	<0,02	<0,022	<0,02	<0,02
SAAM (Detergentes)	mg/L	---	<0,025	-	<0,025	-	<0,025	-
Aluminio (AL Tot)	mg/L	---	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Arsénico (As Tot)	mg/L	0.01	<0,001	0.020	0.037	0.028	0.022	0.020
Boro (B Tot)	mg/L	---	<0,003	-	0.012	-	0.009	-
Cadmio (Cd Tot)	mg/L	0.004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Hierro (Fe Tot)	mg/L	---	0.002	0.008	0.003	0.008	0.009	0.004
Manganeso (Mn Tot)	mg/L	---	<0,0004	<0,0011	<0,0004	<0,0011	0.0019	<0,0019
Níquel (Ni Tot)	mg/L	0.025	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plomo (Pb Tot)	mg/L	0.001	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0.0007	<0,0004
Antimonio (Sb Tot)	mg/L	---	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Zinc (Zn Tot)	mg/L	0.03	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003

TABLA N° 22. Resultados del Monitoreo de la calidad del agua en la sub cuenca del Río Tablachaca, años 2013 - 2014.

Fecha de Monitoreo	Unidad	ECA AGUA CATEG. 1A2	AÑO									
			Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida a 2014
Punto Monitoreo	Parámetro		RPela		RPamp		RConc (RConu)		RTabl1		RHuan	
					7.25	8.11	7.9	8.07	8.3	8.46	8.13	8.26
pH	-	5.5 - 9.0	7.25	8.11	7.9	8.07	8.3	8.46	8.13	8.26	6.11	6.70
Temperatura	(°C)		11.6	-	12.91	-	14.33	-	13.02	-	19.93	-
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1600	220.5	-	207.4	-	280.4	-	245.8	-	1602	-
Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/100mL	2000	<1,8	<1,8	<1,8	2	130	2200	220	230	<1,8	<1,8
Escherichia Coli	NMP/100mL	0	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	33	1300	70	130	<1,8	<1,8
Aceites y Grasas (HEM)	mg/L	1.00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Cianuro WAD		0.08	<0,006	-	<0,006	-	<0,006	-	<0,006	-	<0,006	-
Cianuro libre	mg/L	0.022	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	250	1.17	-	1.71	-	2.39	-	2.59	-	18.71	-
Fenoles	mg/L	0.01	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-

Fecha de Monitoreo	Unidad	ECA AGUA CATEG. 1A2	AÑO										
			Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida a 2014	
Punto Monitoreo	Parámetro		RPela		RPamp		RConc (RConu)		RTab1		RHuan		
			Fosforo Total (P tot)	mg/L	0.15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.020	<0.010	0.010	<0,010
	Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	10	<0,03	-	<0,03	-	<0,03	-	<0,03	-	0.069	-
	Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	1	<0,003	-	<0,003	-	<0,003	-	<0,003	-	<0,003	-
	Nitrógeno Amoniacal (N-NH ⁺)	mg/L	2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,020	0.135	0.038
	SAAM (Detergentes)	mg/L	0.5	<0,025	-	<0,025	-	<0,025		<0,025	-	<0,025	-
	Aluminio (AL Tot)	mg/L	0.20	0.06	0.12	0.18	0.41	0.06	0.24	0.57	0.68	8.87	5.71
	Arsénico (As Tot)	mg/L	0.01	0.0204	0.018	0.005	0.007	0.002	0.007	0.005	0.007	0.0477	0.017
	Boro (B Tot)	mg/L	0.5	<0,003	-	0.026	-	0.059	-	0.049	-	0.317	-
	Cadmio (Cd Tot)	mg/L	0.003	<0,0004	<0,0004	0.0015	0.0021	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,0005	0.0138	0.0029
	Hierro (Fe Tot)	mg/L	1	1.719	0.525	0.390	0.608	0.393	0.531	0.949	1.203	35.994	13.100
	Manganeso (Mn Tot)	mg/L	0.4	0.1476	0.1401	0.0882	0.1231	0.0265	0.0203	0.1034	0.1064	7.4380	1.3861
	Niquel (Ni Tot)	mg/L	0.025	<0,0004	<0,0004	0.0018	0.0035	0.0007	<0,0004	0.0096	0.0076	0.1088	0.0332
	Plomo (Pb Tot)	mg/L	0.05	0.0032	0.0006	0.0103	0.0128	<0,0004	<0,0004	0.0055	0.0063	0.0195	0.0080
	Antimonio (Sb Tot)	mg/L	0.006	<0,002	<0,002	0.011	0.008	<0,002	<0,002	0.0035	0.0033	<0,002	<0,002
	Zinc (Zn Tot)	mg/L	5	0.032	0.062	0.374	0.478	0.006	0.005	0.187	0.170	20146	0.385

TABLA Nº 23. Resultados del Monitoreo de la calidad del agua en la sub cuenca del Río Tablachaca, años 2013 - 2014.

Fecha de Monitoreo	Unidad	ECA AGUA CATEG. 1A2	AÑO									
			Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014	Estiaje 2013	Avenida 2014
Hora de Monitoreo	Pto. Monitoreo Parámetro		RCaba		RTabl2		RTabl3		RAnco		RTabl4	
pH			-	5.5 - 9.0	8.03	7.50	7.98	-	8.03	8.11	8.15	8.16
Temperatura	(°C)		20.35	-	21.37	-	22.4	-	20.7	-	22.62	-
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1600	1774	-	652.1	-	657.3	-	2830	-	661.4	-
Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/100mL	2000	220	<1.8	110	-	130	2300	2200	3300	110	2300
Escherichia Coli	NMP/100mL	0	130	<1.8	11	-	33	790	790	790	33	230
Aceites y Grasas (HEM)	mg/L	1.00	<1,00	<1.00	<1,00	-	////	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	<2,00	<2.00	<2,00	-	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	20	<10,00	<10,00	<10,00	-	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00
Cianuro WAD		0.08	<0,006	-	<0,006	-	<0,006	-	<0,006	-	<0,006	-
Cianuro libre	mg/L	0.022	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	250	35.07	-	23.40	-	24.52	-	65.01	-	23.79	-
Fenoles	mg/L	0.01	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-

Fosforo Total (P tot)	mg/L	0.15	0.420	0.349	0.100	-	0.100	1.022	0.070	0.397	0.070	1.035
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	10	0.040	-	0.436	-	0.535	-	<0,03	-	0.189	-
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	1	<0,003	-	<0,003	-	<0,003	-	<0,003	-	<0,003	-
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ⁺)	mg/L	2	0.026	0.025	0.035	-	<0,02	0.034	<0,02	0.036	<0,02	0.036
SAAM (Detergentes)	mg/L	0.5	<0,025		<0,025	-	<0,025	-	<0,025	-	<0,025	-
Aluminio (AL Tot)	mg/L	0.20	8.80	6.94	3.45	-	3.53	20.61	1.36	6.17	2.75	23.11
Arsénico (As Tot)	mg/L	0.01	0.0195	0.012	0.058	-	0.0537	0.056	<0,001	0.009	0.0493	0.052
Boro (B Tot)	mg/L	0.5	0.642	-	0.765	-	0.783	-	0.802	-	0.765	-
Cadmio (Cd Tot)	mg/L	0.003	0.0046	0.0024	0.0014	-	0.0012	0.0045	<0,0004	0.0009	0.0009	0.0047
Hierro (Fe Tot)	mg/L	1	12723	11.760	6.778	-	6.735	35.850	1.946	14.300	5.398	39.170
Manganeso (Mn Tot)	mg/L	0.4	1.8900	0.7839	0.5053	-	0.3656	1.1146	0.1753	0.4817	0.2144	1.2722
Niquel (Ni Tot)	mg/L	0.025	0.0791	0.0349	0.0298	-	0.0255	0.0433	0.0046	0.0178	0.0195	0.0462
Plomo (Pb Tot)	mg/L	0.05	0.0215	0.0099	0.0080	-	0.0052	0.0443	0.0018	0.0116	0.0058	0.0502
Antimonio (Sb Tot)	mg/L	0.006	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Zinc (Zn Tot)	mg/L	5	0.270	0.153	0.241	-	0.2269	0.282	0.007	0.069	0.195	0.297

4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

4.2.1. Comprobación de la hipótesis general

Previo análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos realizados por laboratorio acreditado por INDECOPI, los cuales han sido comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, se ha determinado la calidad del agua del río Tablachaca para la categoría 1: “Poblacional y recreacional”, sub categoría A2: “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional” de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (D.S. N° 002-2008-MINAM), de acuerdo a la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA que aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino – costeros del país. Asimismo, se ha determinado la calidad del agua de los cuerpos lenticos de la sub cuenca del Tablachaca, tomando como referencia la categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático) según lo establecido en el Artículo 2, literal d, del D.S N° 023-2009-MINAM que establece esta clasificación para aquellos cuerpos de agua superficiales, cuyas características requieren ser preservadas por formar parte de ecosistemas frágiles o áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento.

4.2.2. Comprobación de las hipótesis específicas

- Se ha comprobado que las fuentes contaminantes en la sub cuenca del Tablachaca dependiendo de su tipo y cantidad, inciden en la calidad de las aguas de la sub cuenca del río Tablachaca.
- Se ha demostrado que una correcta selección y ubicación de los puntos de control para la conformación de la red de

monitoreo establecida en el río Tablachaca favorecen la ejecución de los muestreos de la calidad del agua.

- Si no se realizan los monitoreos y análisis del agua y sedimentos en la sub cuenca del río Tablachaca, es imposible conocer el estado de la calidad de sus aguas.

4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El método de contrastación llevado a cabo es el de verificación observacional – correlacional.

La contrastación de las hipótesis generales y específicas planteadas en el presente trabajo de investigación se ha basado en la confrontación con la experiencia del investigador a través de la observación en los trabajos de campo, la recopilación de información y del análisis en laboratorio realizado a las muestras de agua y sedimentos recogidas de los ríos y lagunas de la sub cuenca del Tablachaca.

A través de los muestreos de parámetros de campo ejecutados In Situ, apoyados de la observación general y evidencias sobre la realidad que caracterizan a los puntos de control de la red de monitoreo y a las muestras recogidas, se ha inferido parcialmente que existe contaminación en los ríos de la sub cuenca del Tablachaca, los mismos que a través de los resultados de los ensayos de laboratorio contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua aprobados, se ha demostrado la veracidad de las hipótesis.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La sub cuenca del río Tablachaca ubicada al Noreste de Ancash, es la más extensa de la cuenca del Santa, encontrándose en el ámbito de la

provincia de Pallasca las lagunas Quepina, Challhuacocha, Llamacocha, Pelagatos, así como los ríos Pelagatos, Pampas, Conchucos, Huandoval, Cabana y Ancos, las cuales desembocan en el río Tablachaca, siendo este río un tributario muy importante para el río Santa (Figura N° 3).

La evaluación de la calidad del agua en lagunas y ríos se realizó en la sub cuenca del río Tablachaca con los parámetros que incumplieron los ECA-Agua, así como los metales detectados en el sedimento, el aporte cualitativo de contaminantes de lagunas y ríos tributarios y en algunos casos la asociación con las fuentes contaminantes y/o actividades antropogénicas identificadas en la zona.

a) Laguna Quepina

En el año 2013, el punto LQuep (al costado derecho de la laguna), los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la matriz agua, registraron concentraciones que no sobrepasan los ECA-Agua, categoría 4. Por el contrario, el sedimento presentó concentraciones de Arsénico (As: 38.7 mg/Kg) y Cadmio (0.93 mg/Kg), que superaron los valores guía PEL (As: 17 mg/Kg) y ISQG (0.6 mg/Kg), respectivamente. Cabe señalar, que el valor de pH registrado, interviene en la precipitación de los metales en el sedimento, siendo la presencia de plantas acuáticas en el fondo de la laguna (Figura N° 4), un coadyuvante en este proceso. Asimismo, según lo indicado por los lugareños, en esta laguna habita la trucha, y se realiza la pesca artesanal de este espécimen hidrobiológico.

En el año 2014 el parámetro químico Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃: 0.022 mg/L), registró un valor por encima del ECA-Agua (Tabla N° 15), asociado a las deyecciones de ganado que pastorean en la zona; y el Arsénico (As: 0.020 mg/L) superó levemente el ECA-

Agua, Categoría 4 y también alcanzó elevadas concentraciones en el sedimento (As: 33.9 mg/Kg); indicando la naturaleza metálica de la zona (Figura N° 4)

FIGURA N° 4. Laguna Quepina, mostrando la presencia de plantas acuáticas sumergidas en el fondo de la laguna.



b) Río Pelagatos

En el año 2013, el punto de control de la red de monitoreo RPela, ubicado aguas abajo de los pasivos mineros de Pushaquilca, se caracterizó por presentar las piedras y el sedimento de color parduzco (Figura N° 5). Los análisis de laboratorio en agua, registraron a los metales Arsénico (0.0204 mg/L) y Hierro (1.719 mg/L) superando los ECA-categoría 1.A2. Cabe señalar, que estos metales también se encontraron en muy elevadas concentraciones en el sedimento (As: 982 mg/Kg, Fe: 39932 mg/Kg). El arsénico conjuntamente con el Cadmio (4.01 mg/Kg) superaron el valor guía PEL, por lo que se esperarían una elevada frecuencia de afectación a la biota acuática según las Directrices Canadienses. Por otro lado,

el Cobre (61.06), el Plomo (69.56) y zinc (246.7) superaron el valor guía ISQG.

En el año 2014, aún superando el ECA-categoría 1.A2 los análisis de laboratorio en agua en el punto RPela, registraron un descenso del Arsénico (As: 0.018 mg/L) en comparación con el del año 2013. En la interface sedimento se determinaron elevadas concentraciones de Arsénico (As: 3934.3 mg/Kg), Cadmio (Cd: 18.05 mg/Kg), Plomo (Pb: 234.35 mg/Kg) y Zinc (Zn: 1843.6 mg/L); superando los valores guía PEL de las Directrices Canadienses y a los registrados en el año 2013.

FIGURA N° 5. Toma de muestras en el río Pelagatos, donde se evidencia piedras y sedimento con una tonalidad parduzca.



c) Río Pampas

En el punto de control de la red de monitoreo RPamp, antes de la confluencia con el río Conchucos, se observó piedras amarillo parduzcas en las orillas del río (**Figura N° 6**).

En el año 2013, los resultados de laboratorio en la matriz agua evidenciaron una elevada concentración de Antimonio (Sb: 0.011 mg/L) por encima del ECA Sb: 0.006 mg/L, mientras que en el sedimento se observó concentraciones muy elevadas de los metales Arsénico (279.5 mg/Kg), Cadmio (15.96 mg/Kg), Cobre (753.76 mg/Kg), Plomo (566.93 mg/Kg) y Zinc (2730.5 mg/Kg), los cuales en todos los casos superaron ampliamente el valor guía PEL de las Directrices Canadienses, por lo que se esperaría una elevada frecuencia de afectación de la biota acuática.

En el año 2014, el punto de control de la red de monitoreo RPamp registró concentraciones de Aluminio (Al: 0.41 mg/L) y Antimonio (Sb: 0.008 mg/L) por encima de los ECA-Agua (Tabla N° 15). El contenido de metales en el sedimento, tales como Arsénico (As: 128.2 mg/Kg), Cadmio (5.81 mg/Kg), Cobre (239.17 mg/Kg), Plomo (240.87 mg/Kg) y Zinc (676.6 mg/Kg), superaron los niveles guía PEL de las Directrices Canadienses. Los registros en los informes de ensayo de laboratorio evidencian menor concentración con respecto a los del año 2013.

Cabe señalar, que el contenido de metales en el sedimento, no afecta la matriz agua debido a la influencia del medio ligeramente alcalino (pH: 7.9), que precipita los metales y los mantiene en el sedimento. El río Pampas está influenciado por el río Pelagatos, donde existen pasivos mineros abandonados y del río la Plata donde existe actividad minera.

FIGURA N° 6. Toma de los parámetros de campo en el río Pampas, donde se aprecian piedras de las orillas de color parduzco.



d) Laguna Challhuacocha

La laguna Challhuacocha, se caracterizó por la presencia de bofedales a los alrededores del cuerpo de agua (Figura N° 7). En esta laguna habita la trucha.

En el año 2013 los resultados de laboratorio registran para el punto de control de la red de monitoreo LChal una concentración elevada de Arsénico (As: 0.037 mg/L) en el agua por encima del ECA As: 0.01 mg/L. Este valor guarda relación a lo detectado en el sedimento (As: 28.3 mg/Kg), cuya concentración se encuentra por encima del PEL.

En el año 2014 presentó un pH ligeramente alcalino (pH: 8.77), elevadas concentraciones de Coliformes Termotolerantes (130000 NMP/100 mL) y Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃: 0.022 mg/L) (Tabla N° 15). La concentración de Arsénico (As: 0.028 mg/L) fue menor

con relación al del año 2013, pero igual superó levemente el ECA-Agua, lo que no sucedió con lo detectado en el sedimento (As: 40.1 mg/Kg) que fue mayor al del año 2013. Sin embargo al no observarse actividad extractora de minerales a los alrededores de esta laguna, podríamos afirmar que la presencia de este metaloide se debe a condiciones naturales indicando la naturaleza mineral de la zona (Tabla N° 17).

FIGURA N° 7. Laguna Challhuacocha. Se observa bofedales en las orillas de esta laguna.



e) Laguna Llamacocha

En el punto de la red de monitoreo LLam, en ambas orillas de la salida de la laguna se observó plantas acuáticas emergentes (Figura N° 8). La Laguna Llamacocha está influenciada por una

cadena de lagunas donde se encuentran las lagunas Muyo Grande, Muyo Chico y la laguna Challhuacocha. La quebrada Magistral en donde se ha establecido actividad minera por parte de la Cía. Milpo también es un afluente de la laguna Llamacocha en época de lluvias.

Los análisis de laboratorio en el medio acuático para el año 2013, registró para el Arsénico (As: 0.022 mg/L) por encima del ECA As: 0.01 mg/L. En la matriz sedimento, comparada a la laguna Challhuacocha, se apreció elevadas concentraciones de Arsénico (85.1 mg/Kg) y Cadmio (8.13 mg/Kg), los cuales superaron el nivel guía PEL, el Zinc (Zn: 150.9 mg/Kg), también superó levemente el valor guía intermedio ISQG.

Los resultados del análisis de agua en el año 2014, en el punto LLlam, registró para el arsénico (As: 0.020 mg/L) por encima del ECA-Agua (Tabla N° 15), en la matriz sedimento se apreciaron niveles mayores de metales y metaloides tales como: arsénico (As: 131.5 mg/Kg), el cual superó el PEL y el valor registrado en el año 2013. Por otro lado el Cadmio (Cd: 2.17 mg/Kg), Cobre (75.15 mg/Kg), Plomo (70.08 mg/Kg) y Zinc (189.3 mg/Kg), superaron los valores guía intermedio ISQG (Tabla N° 17).

FIGURA N° 8. Toma de muestras de sedimentos en la laguna Llamacocha (LLlam), donde se aprecia abundantes macrófitas acuáticas emergentes.



f) Río Conchucos

En el monitoreo del año 2013, el punto RConc, indicado como RConu en el Informe de Ensayo N°073516-2013, ubicado antes de la confluencia con el río Pampas, registró un nivel elevado de la bacteria *Escherichia coli* (33 NMP/100mL) en el agua, superando el ECA agua que establece la ausencia de esta bacteria. Cabe señalar, que este valor detectado es referencial debido a que según la cadena de custodia esta muestra fue analizada después de las 24 horas, tiempo límite para su análisis. Con respecto al contenido de metales en el sedimento, resalta la abundancia del Arsénico (176 mg/Kg) y Cadmio (5.32 mg/Kg) por encima del PEL, y el Cobre (50.65 mg/Kg) por encima del ISQG.

En el año 2014, Las aguas del río Conchucos en el punto RConc (Figura N° 11), ubicado antes de la confluencia con el río Pampas determinaron elevadas concentraciones de Coliformes Termotolerantes (2200 NMP/100mL) y Escherichia coli (1300 NMP/100mL), indicadores de contaminación fecal (Tabla N° 15). El Aluminio (Al: 0.24 mg/L) también superó el ECA-Agua, señalando que también ha sido detectado en la interface sedimentaria (Al: 2779.6 mg/Kg), al igual que el Arsénico (As: 38.9 mg/Kg) y Cadmio (Cd: 0.82 mg/Kg), superando estos últimos los valores guía PEL e ISQG de las Directrices Canadienses, respectivamente Tabla N° 17.

Las aguas monitoreadas en el año 2014 para el punto RConc1 (Figura N° 10), ubicado aguas abajo de la confluencia de los ríos Tauli – Llamacocha, arrojaron niveles elevados de carga bacteriológica expresada en Coliformes Termotolerantes (11000 NMP/100mL) y Escherichia coli (7900 NMP/100mL). Asimismo, en este punto se determinó Aluminio (Al: 0.39 mg/L) los cuales excedieron el ECA-Agua. En la matriz sedimento se registró una concentración de Al: 3066.1 mg/Kg, el Arsénico (As: 141.1 mg/Kg) registró una concentración superior al PEL de acuerdo a la Directriz Canadiense, mientras que el Cadmio (Cd: 3.46 mg/Kg) y el Plomo (Pb: 47.83 mg/Kg), registraron concentraciones superiores al nivel guía ISQG (Tabla N° 17).

Hay que destacar que el río Conchucos registra vertimientos de aguas residuales poblacionales sin tratar (Figura N° 3), los cuales estarían contribuyendo a la carga bacteriológica de origen fecal.

g) Río Huandoval

El punto RHuan, ubicado a pocos metros de la confluencia con el río Tablachaca, se caracterizó por presentar aguas muy turbias de aspecto terroso y por su elevada conductividad (CE: 1602 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Figura N° 09).

Los resultados de laboratorio del monitoreo del año 2013 en la matriz agua, registraron elevada concentración de Fósforo total (0.339 mg/L) y los metales Aluminio (8.87 mg/L), Cadmio (0.0138 mg/L), Hierro (35.994 mg/L), Manganeso (7.4380 mg/L) y Níquel (0.1088 mg/L), así como el metaloide Arsénico (0.0477 mg/L). Con respecto a la matriz sedimentos, los metales Arsénico (As: 31.8 mg/Kg) y Cadmio (Cd: 5.48 mg/Kg) superaron el valor guía PEL de las Directrices Canadienses, por los que se esperaría una elevada frecuencia de afectación a la biota acuática.

Los resultados de laboratorio obtenidos en el año 2014 en la matriz agua, registraron una elevada concentración de Fósforo total (0.266 mg/L) y los metales Aluminio (5.71 mg/L), Arsénico (0.017 mg/L), Hierro (13.100 mg/L), Manganeso (1.3861 mg/L) y Níquel (0.0332 mg/L), los cuales superaron los ECA-Agua, categoría 1.A2; aun cuando las concentraciones estuvieron por debajo de las registradas en el año 2013. (Tabla N° 15). Con respecto a la matriz sedimentos, el metaloide arsénico (As: 56.3 mg/Kg) y cadmio (Cd: 4.23 mg/Kg) superaron los valores guía PEL de las Directrices Canadienses. Por otro lado, el cobre (Cu: 55.59 mg/L), registró una concentración superior al valor referencial ISQG (Tabla N°17).

Se requiere realizar una actualización de la identificación de fuentes contaminantes de la zona con la finalidad de detectar si la fuente de los parámetros que superan los ECA-Agua, son de origen natural o antropogénica.

FIGURA N° 09. Toma de muestras de sedimentos en el río Huandoval (RHuan). Se observa el agua turbia



h) Río Cabana

En el monitoreo realizado el año 2013, el punto RCaba, ubicado antes de la confluencia con el río Tablachaca, se caracterizó por presentar aguas muy turbias de aspecto terroso y negruzco, siendo su conductividad eléctrica elevada (C.E: 1774 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Figura N° 10 y 11).

Los resultados de laboratorio en el agua, registraron a la bacteria *Escherichia coli* (130 NMP/100 mL) por encima del ECA-Categoría 1.A2, dicha bacteria es indicadora de la existencia de vertimientos de aguas residuales domésticas o fuentes directas de excretas. Los parámetros Fósforo total (0.420 mg/L) y los metales Aluminio (8.80 mg/L), Arsénico (0.0195 mg/L), Boro (0.642 mg/L), Cadmio (0.0046

mg/L), Hierro (12.723 mg/L), Manganeso (1.8900 mg/L) y Níquel (0.0791 mg/L), no cumplen con los ECA-Agua establecidos.

Con respecto a la matriz sedimento, los metales Arsénico (As: 70.4 mg/Kg) y Cadmio (Cd: 12.53 mg/Kg) superaron el valor guía PEL, cuya significancia es una elevada frecuencia de afectación a la biota acuática. El cobre (Cu: 44.22 mg/Kg) y el Zinc (Zn: 220.8 mg/Kg), superaron el valor guía ISQG de las Directrices Canadienses.

Cabe señalar que no se ha identificado la fuente de los parámetros alterados por lo que se requiere realizar una actualización de las fuentes contaminantes en el ámbito del río Cabana.

Para el año 2014, Las aguas en el punto RCaba, se caracterizaron por presentar aguas muy turbias similares al del año 2013, presentando concentraciones elevadas de Fósforo total (P: 0.349 mg/L) y los elementos metálicos Aluminio (Al: 6.94 mg/L), Arsénico (As: 0.012 mg/L), Hierro (Fe: 11.760 mg/L), Manganeso (Mn: 0.7839 mg/L) y Níquel (Ni: 0.0349 mg/L), los cuales superaron los ECA-Agua, Categoría 1.A2; aun cuando estuvieron por debajo de las concentraciones registradas en el año 2013. (Tabla N° 15).

Con respecto a la matriz sedimento para el año 2014, los metales Arsénico (As: 23.0 mg/Kg) y Cadmio (Cd: 3.72 mg/Kg) registraron concentraciones menores al año 2013, pero superaron los valores guía PEL de las Directrices Canadienses, es decir que se esperaba una elevada frecuencia de afectación a la biota acuática (Tabla N° 17).

FIGURA N° 10. Río Cabana en el punto RCaba, se aprecia el río con agua muy turbia.



FIGURA N° 11. Agua procedente del río Cabana, donde se observa agua muy turbia y de apariencia negruzca.



i) Río Ancos

El punto RAnco, ubicado aguas arriba del puente Quiroz y de la confluencia con el río Tablachaca se caracterizó por presentar aguas turbias (Figura N° 12), asociada a una elevada conductividad eléctrica (C.E: 2830 μ S/cm).

La matriz agua, registraron elevados niveles de Coliformes Fecales (2200 NMP/100 mL) y *Escherichia coli* (790 NMP/100 mL) por encima del ECA-Categoría 1.A2, los cuales son indicativos de fuentes de aguas residuales descargadas directamente al río Ancos.

Por otro lado, los metales Aluminio (1.36 mg/L), Boro (0.802 mg/L) y Hierro (1.946 mg/L), transgredieron los ECA-Agua. En el sedimento también se apreciaron niveles elevados de Aluminio (5388 mg/Kg) y Hierro (40798.3 mg/Kg).

Asimismo, en el sedimento se apreció concentraciones de Cadmio (6.17 mg/Kg) y Arsénico (16.9 mg/Kg) los cuales superaron el PEL y el ISQG de las Directrices Canadienses.

Cabe señalar que no se han identificado las fuentes de los parámetros alterados por lo que se requiere realizar una actualización de las fuentes contaminantes en el ámbito del río Ancos.

Para el año 2014 la matriz agua registró elevada carga bacterial, expresada en coliformes termotolerantes (3300 NMP/100 mL) y *Escherichia coli* (790 NMP/100 mL), elevadas concentraciones de Fósforo total (P: 0.397 mg/L), Aluminio (Al: 6.17 mg/L), Hierro (Fe: 14.300 mg/L) y Manganeso (Mn: 0.4817 mg/L), valores que

transgredieron los ECA-Agua, Categoría 1.A2. Los valores obtenidos deben ser investigados para determinar las posibles causas de las alteraciones en los ECA-Agua (Tabla N° 15). En la matriz sedimento se apreciaron niveles por encima de los valores guía ISQG tales como arsénico (As: 10.1 mg/Kg) y cadmio (2.22 mg/Kg); los cuales indicarían una afectación moderada de la biota acuática (Tabla N°17).

FIGURA N° 12. Rio Ancos en el punto RAncos, se aprecia agua con elevada turbiedad y con apariencia negruzca.



j) Río Tablachaca

Para el año 2013 en épocas de estiaje, el río Tablachaca en el punto de control RTabl1, ubicado aguas arriba del puente Quiroz, se caracterizó por presentar aguas ligeramente turbias con apariencia blanquecina (Figura N° 13).

Dichas características variaron en el punto RTabl2 y RTabla3, y luego del aporte de los ríos tributarios, Huandoval y Cabana (Figura N° 14).

En ambos puntos se observó el aumento notable de la turbiedad con respecto al punto RTabl1, dicha característica fue aún mayor en el punto RTabl4, luego del aporte del río Ancos (Figura N° 15).

FIGURA N° 13. Rio Tablachaca en el punto RTabla1.



FIGURA N° 14. Rio Tablachaca en el punto RTabla2.



FIGURA N° 15. Rio Tablachaca en el punto RTabla4.



Los parámetros que superaron los ECA en la matriz agua del río Tablachaca fueron: *Escherichia coli*, Aluminio, Arsénico, Boro, Hierro, Manganeso, Níquel, los cuales tuvieron comportamientos característicos por cada parámetro evaluado.

La aparición de la bacteria *E. coli*, en el primer punto del río Tablachaca (RTabl1), tuvo su origen en el aporte del río Conchucos, y se mantiene su concentración luego de los aportes de los ríos Cabana y Ancos (Figura N° 16).

En el año 2014, las aguas del río Tablachaca se caracterizaron por presentar elevada turbiedad debido a la época de avenidas, la cual acarrea abundantes sólidos suspendidos. En el punto RTabl1, ubicado aguas arriba del puente Quiroz, se caracterizó por presentar a la bacteria *Escherichia coli* (130 NMP/100 mL) y los metales Aluminio (Al: 0.68 mg/L) y Hierro (Fe: 1.203 mg/L); superando los ECA-Agua, Categoría 1.A2. Se infiere que la bacteria *Escherichia coli*, proviene del río Conchucos, mientras que el Aluminio puede ser derivado desde los ríos Pampas y Conchucos.

Las aguas en los puntos RTabla3 y RTabla4, luego del aporte de los ríos tributarios Huandoval y Cabana, registraron Coliformes Termotolerantes (2300 NMP/100 mL), *Escherichia coli* (790 NMP/100 mL y 230 NMP/100 mL, respectivamente) y Fósforo total (P: 1.022 mg/L y 1.035 mg/L, respectivamente), superando los ECA-Agua (Tabla N° 15).

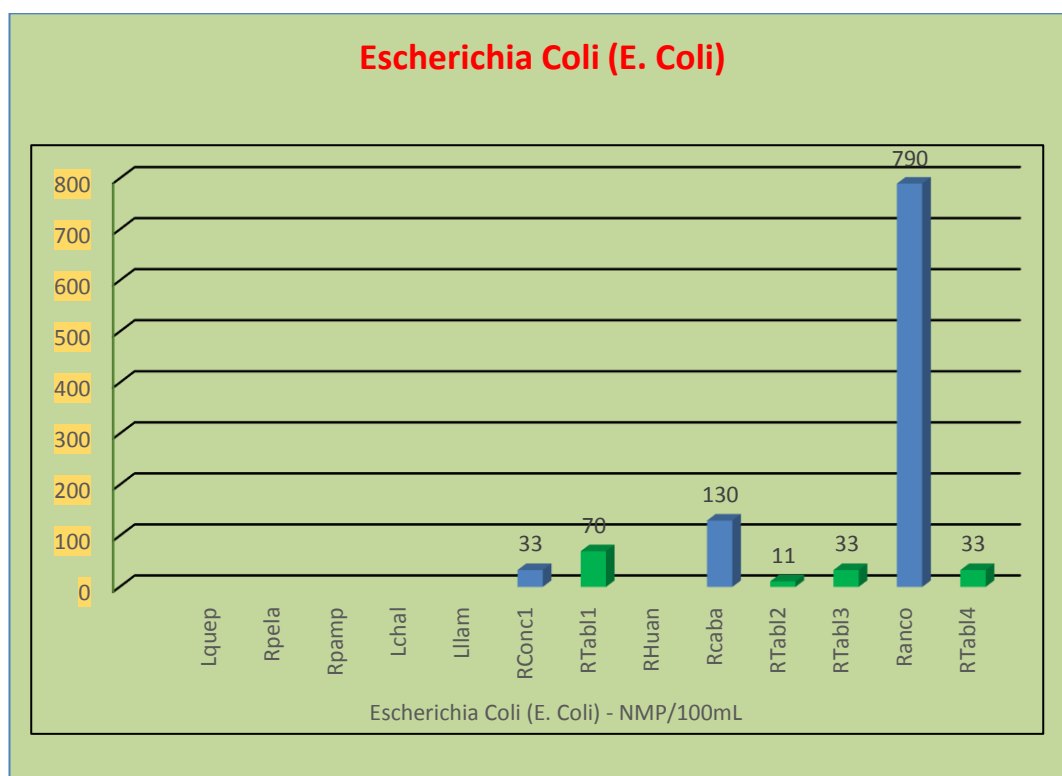
En la matriz sedimento, en el punto RTabl1 se determinó una concentración de Arsénico (As: 71.2 mg/Kg), cuyo valor superó el valor guía PEL de la Directriz Canadiense, mientras que el Cadmio (2.78 mg/Kg) y el Cobre (43.97 mg/Kg), superaron los valores guía intermedios ISQG, establecidos en la Directriz Canadiense. La

concentración de Cobre fue mucho mayor en este punto comparado a los obtenidos en los puntos RTabl3 y RTabl4 (Tabla N° 17).

Asimismo, el contenido de metales se incrementaron notablemente en los puntos RTabl2 y RTabl3, tales como: Aluminio (Al: 20.61 mg/L y 23.11 mg/L, respectivamente), Arsénico (As: 20.61 mg/L y 23.11 mg/L, respectivamente), Cadmio (Cd: 0.0045 mg/L y 0.0047 mg/L, respectivamente), Hierro (Fe: 35.850 mg/L y 39.170 mg/L, respectivamente), Manganeso (Mn: 1.1146 mg/L y 1.2722 mg/L, respectivamente) y Níquel (Ni: 0.0433 mg/L y 0.0462 mg/L, respectivamente) y finalmente el Plomo (Pb: 0.0502 mg/L), superó el ECA – Agua, en el punto RTabl4 (Tabla N° 15).

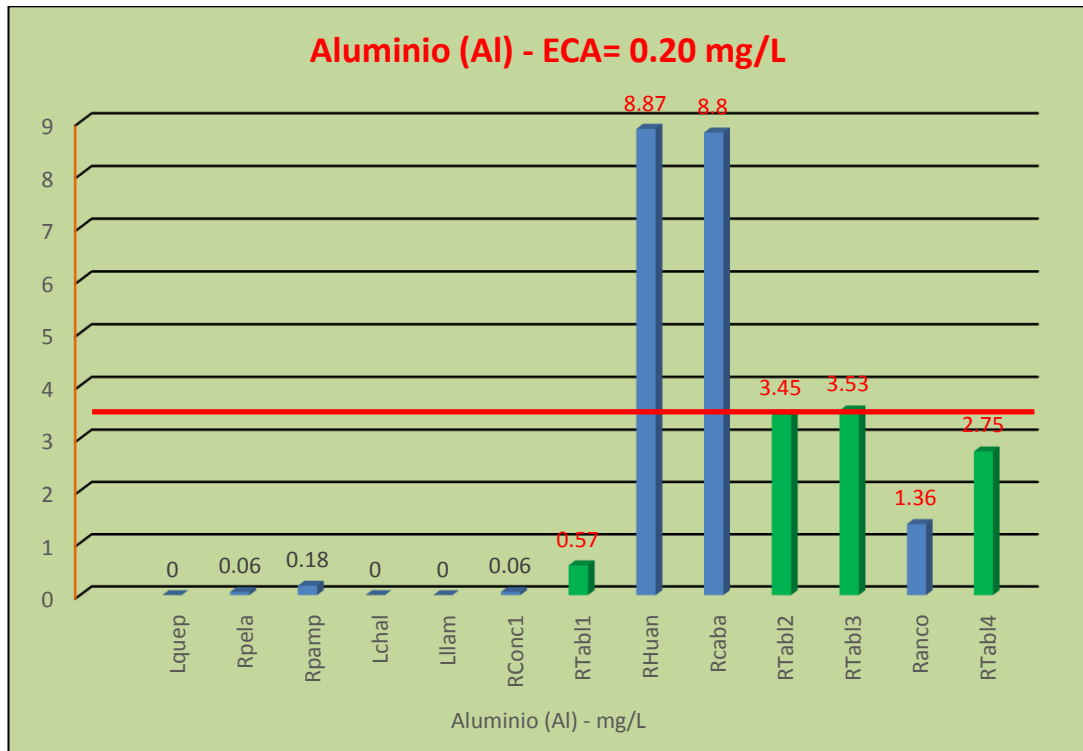
Con respecto a los sedimentos en los puntos RTabl3 y RTabl4, también registraron concentraciones elevadas de Arsénico (As: 72.2 mg/Kg y 69.8 mg/Kg, respectivamente), los cuales superaron el nivel guía PEL, mientras que el Cadmio superó el nivel guía ISQG de las Directrices Canadienses (Tabla N° 17).

FIGURA N° 16: Comportamiento espacial bacteria *Escherichia coli* en la matriz agua del río Tablachaca y sus tributarios, noviembre - 2013.



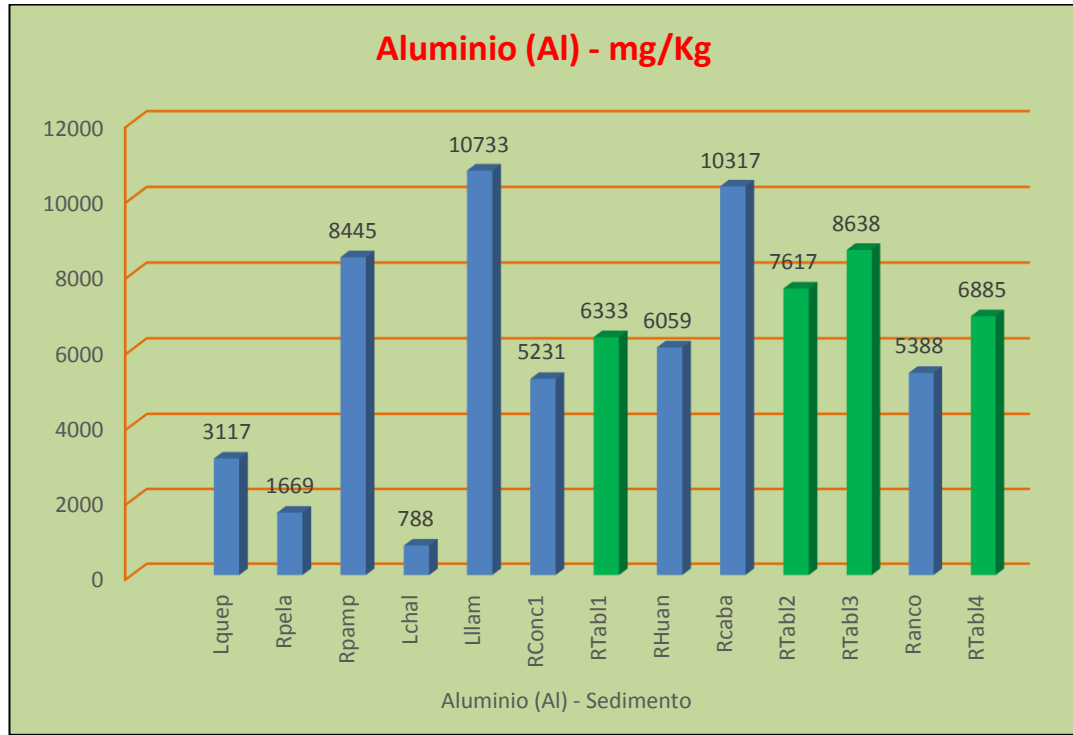
El parámetro Aluminio (Al) en el agua, presentó concentraciones alteradas desde RTabla1 registrando una concentración de 0.57 mg/L, concentración que se incrementó en RTabla2 (3.45 mg/L) y RTabla3 (3.53 mg/L) luego de los aportes de los ríos Huandoval y Cabana, las cuales presentaron muy elevadas concentraciones de este metal superando en varias órdenes de magnitud el ECA-Al: 0.20 mg/L. La concentración de este metal disminuyó levemente luego del aporte del río Ancos sin embargo continuó superando el Estándar de Calidad Ambiental antes de unirse al río Santa (Figura N° 17).

FIGURA N° 17: Comportamiento espacial del Aluminio en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.



En el sedimento, el Aluminio no tiene valores guía canadienses, sin embargo cabe destacar sus concentraciones variables, registrándose los máximos valores en las laguna Llamacocha (LLlam), mientras que en el río Tablachaca sus concentraciones fluctuaron entre 6333 mg/Kg a 8638 mg/Kg, correspondiente a los puntos RTabl1 y RTabl3, respectivamente (Figura N° 18).

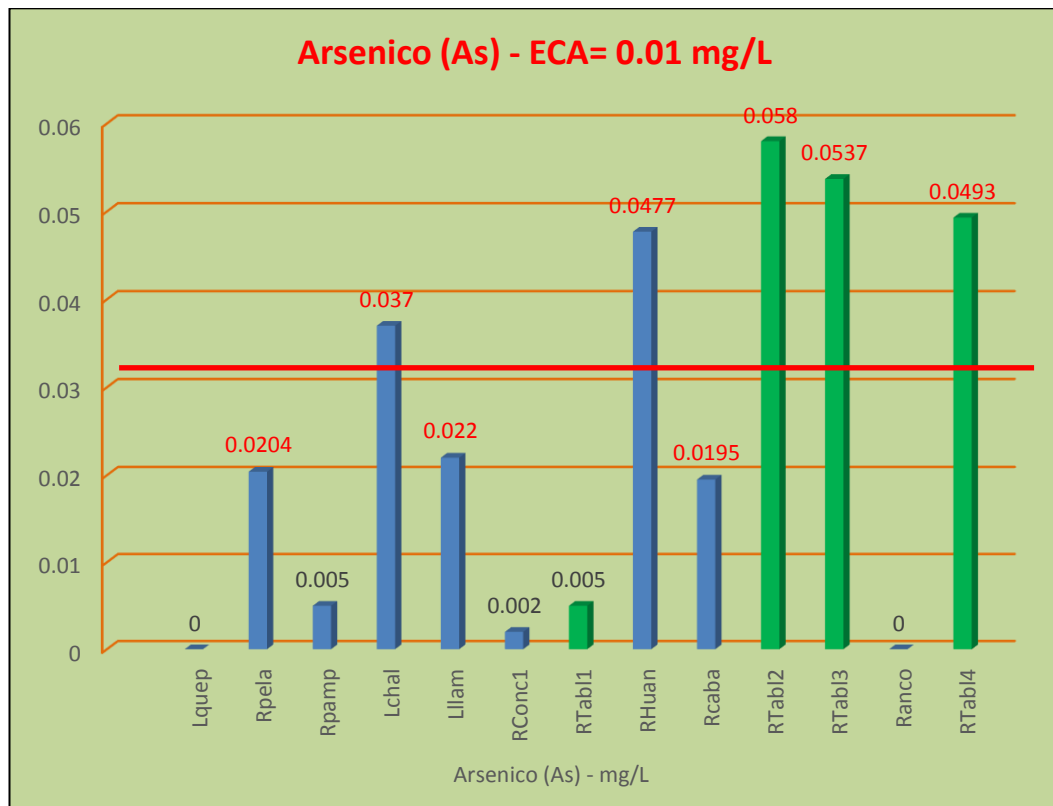
FIGURA N° 18: Comportamiento espacial del Aluminio en la matriz sedimento correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre - 2013.



El metaloide Arsénico (As), en el agua no superó el ECA As: 0.01 mg/L en el punto RTabl1, sin embargo se encontró en bajas concentraciones, influenciados por el aporte de los ríos Pelagatos, Pampas y Conchucos y de las lagunas Challhuacocha y Llamacocha.

La concentración de este elemento se incrementó aguas abajo, en los puntos RTabl2 (0.058 mg/L) y RTabl3 (0.0537 mg/L), luego del aporte de los ríos tributarios cercanos Huandoval y Cabana. La concentración de este elemento disminuyó en RTabl4 (0.0493 mg/L), luego del efecto diluyente del río Ancos (Figura N° 19).

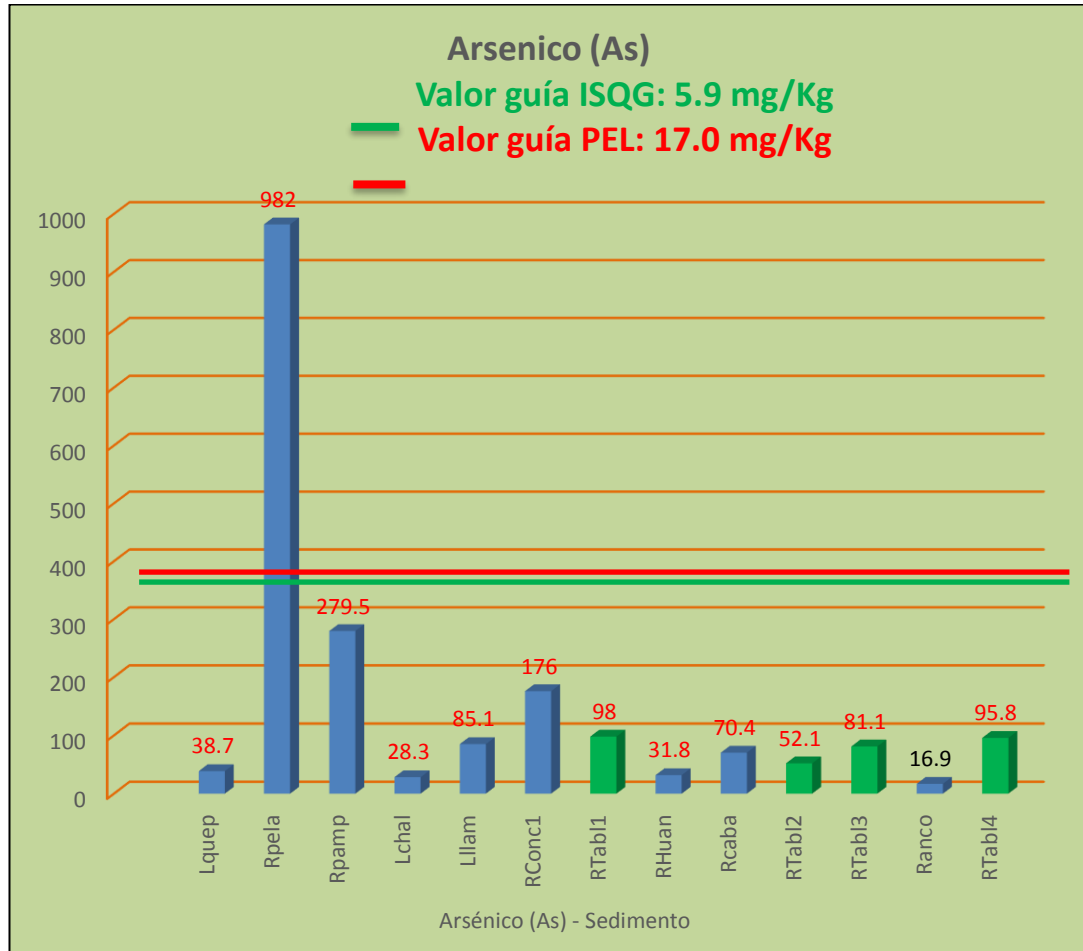
FIGURA N° 19: Comportamiento espacial del Arsénico en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre - 2013.



En el sedimento, el comportamiento del Arsénico fue inverso a la matriz agua, debido a que presentó sus máximas concentraciones en el primer punto de control RTabl1 debido al muy elevado aporte de los ríos Pelagatos, Pampas y Conchucos así como de las lagunas Challhuacocha y Llamacocha.

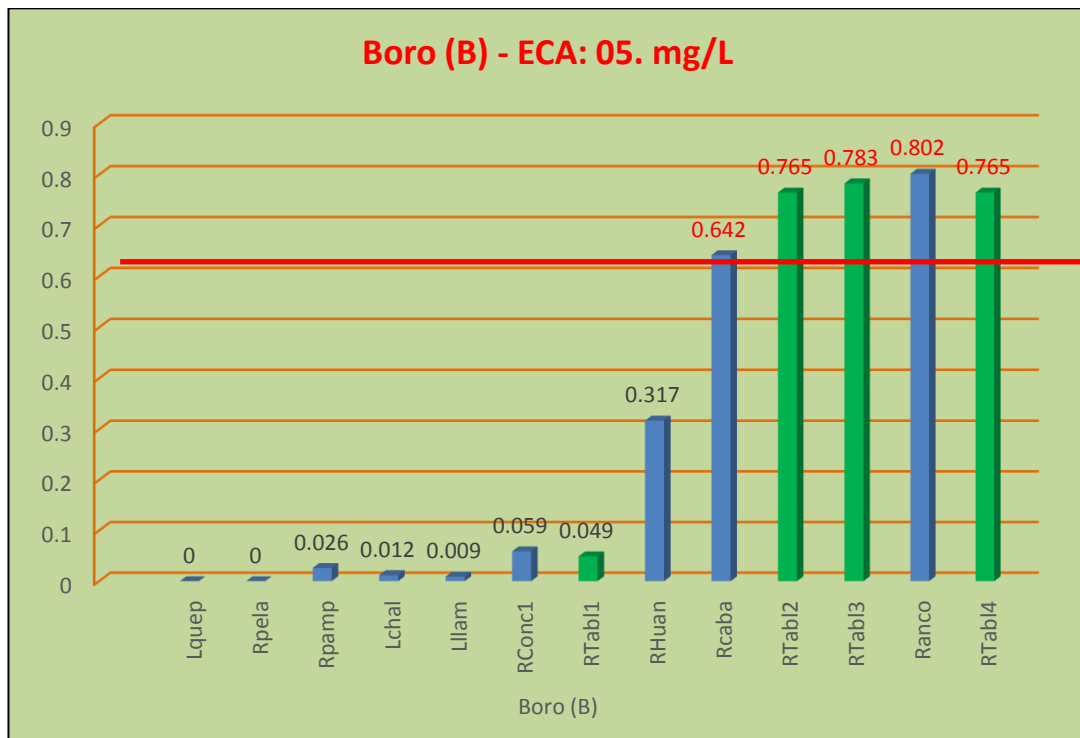
Por el contrario, en los puntos cercanos a la confluencia del río Tablachaca al río Santa, la concentración de Arsénico disminuyó levemente, al parecer por la suspensión de los sólidos finos. Hay que señalar que en todos los puntos evaluados en el río Tablachaca la concentración de este elemento supera ampliamente el PEL de las Directrices Canadienses.

FIGURA N° 20: Comportamiento espacial del Arsénico en la matriz sedimento correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre - 2013.



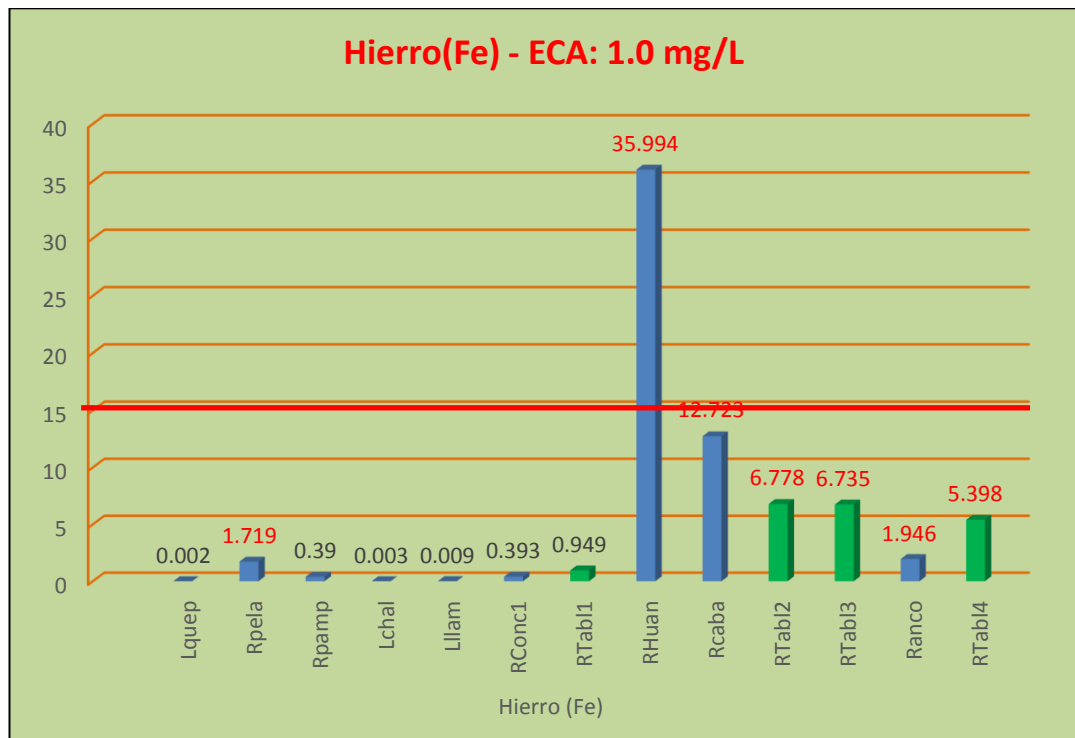
Con respecto al Boro (B), estuvo presente en bajas concentraciones en RTabl1 (0.049 mg/L) el cual no supera el ECA B: 0.5 mg/L, esta concentración se elevó en los puntos RTabl2 (0.765 mg/L) y RTabl3 (0.783 mg/L) luego del aporte del río Cabana y en RTabl4 (0.765 mg/L), luego del aporte del río Ancos (Figura N° 21).

FIGURA N° 21: Comportamiento espacial del boro en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.



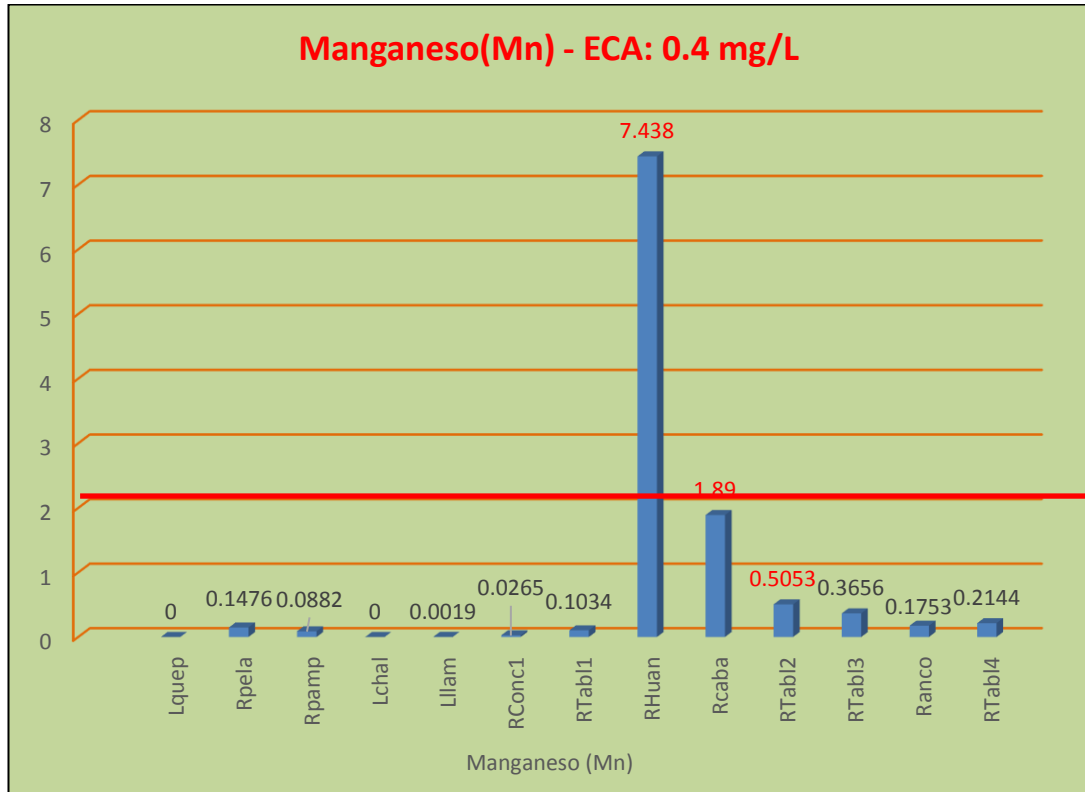
El hierro (Fe) en la matriz agua, en el punto RTabl1 (0.949 mg/L), se encontró por debajo del ECA Fe: 1 mg/L, a pesar de los aportes de los ríos Pampas y Conchucos. Luego del aporte del río Huandoval (Fe: 35.9 mg/L) y Cabana (Fe: 12.723 mg/L), la concentración de hierro en el río Tablachaca se incrementa superando el ECA-Agua de 1 mg/L. El punto RTabla4 registró una concentración de hierro de 5.398 mg/L, antes de unirse con el río Santa (Figura N° 22).

FIGURA N° 22: Comportamiento espacial del Hierro en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.



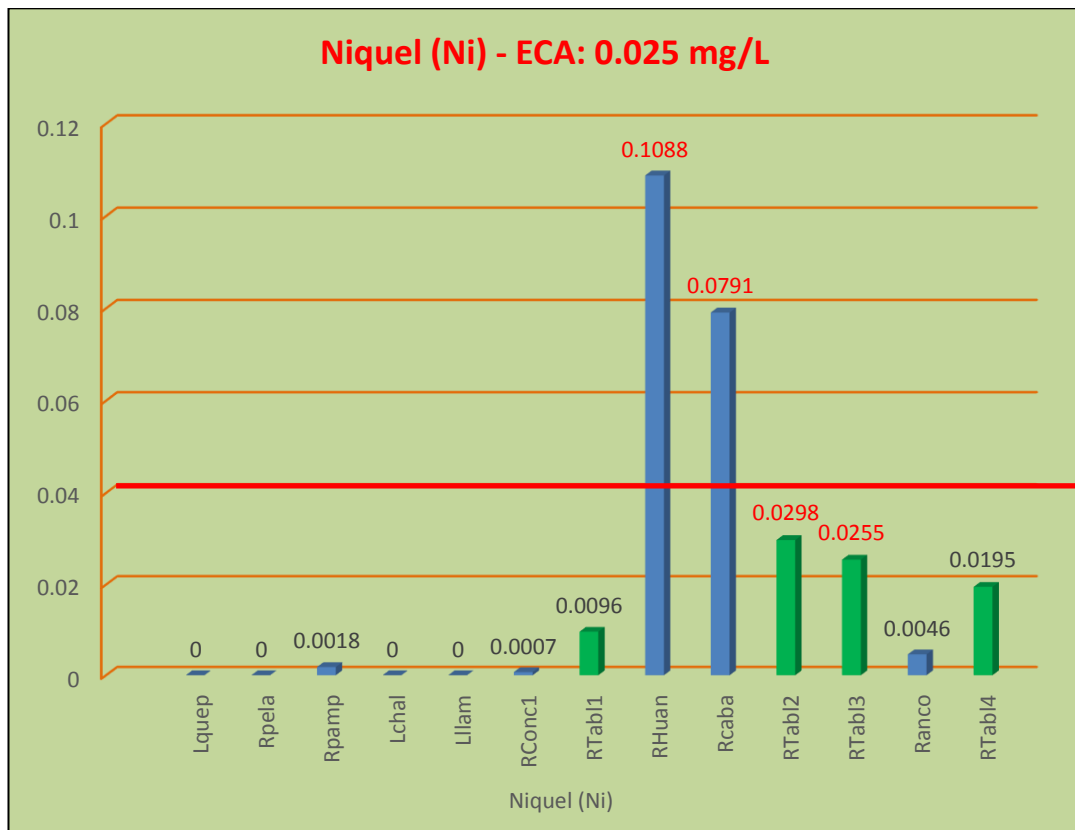
El contenido de manganeso (Mn) en el primer punto del río Tablachaca (RTabl1) fue bajo y no superó el ECA Mn: 0.4 mg/L, sin embargo luego de los aportes de los ríos Pampas, Conchucos y principalmente el río Huandoval, la concentración en RTabl2 (0.5053 mg/L) se incrementó superando el ECA, el cual disminuyó aún más aguas abajo de este punto (Figura N° 23).

FIGURA N° 23: Comportamiento espacial del Manganeso en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.



La concentración del níquel (Ni) en el punto RTabl1, se registró por debajo del ECA Ni: 0.025 mg/L, el cual se incrementó en el punto RTabl2 (0.0298 mg/L) y RTabl3 (0.0255 mg/L), luego del aporte de los ríos, Huandoval y Cabana; esta concentración se diluyó con la confluencia del río Ancos, disminuyendo su concentración de este elemento por debajo del ECA. (Figura N° 24).

FIGURA N° 24: Comportamiento espacial del Níquel en la matriz agua correspondiente al río Tablachaca y sus tributarios, noviembre – 2013.



Las aguas del punto RSant9 ubicado en el río Santa antes de la unión con el río Tablachaca, se caracterizó por su elevada turbiedad y por encontrarse los Coliformes Fecales muy por debajo de los ECA establecidos para las Categorías 4 y 1A2; observándose que el NMP de Coliformes Fecales (14 NPM/100mL) es ínfima con relación al NMP de Coliformes Fecales (110 NPM/100mL) analizada en el punto de control RTabl4 del río Tablachaca, antes de la confluencia con el río Santa. (Figura N° 25).

FIGURA N° 25: Comportamiento espacial de los Coliformes Fecales en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre - 2013.

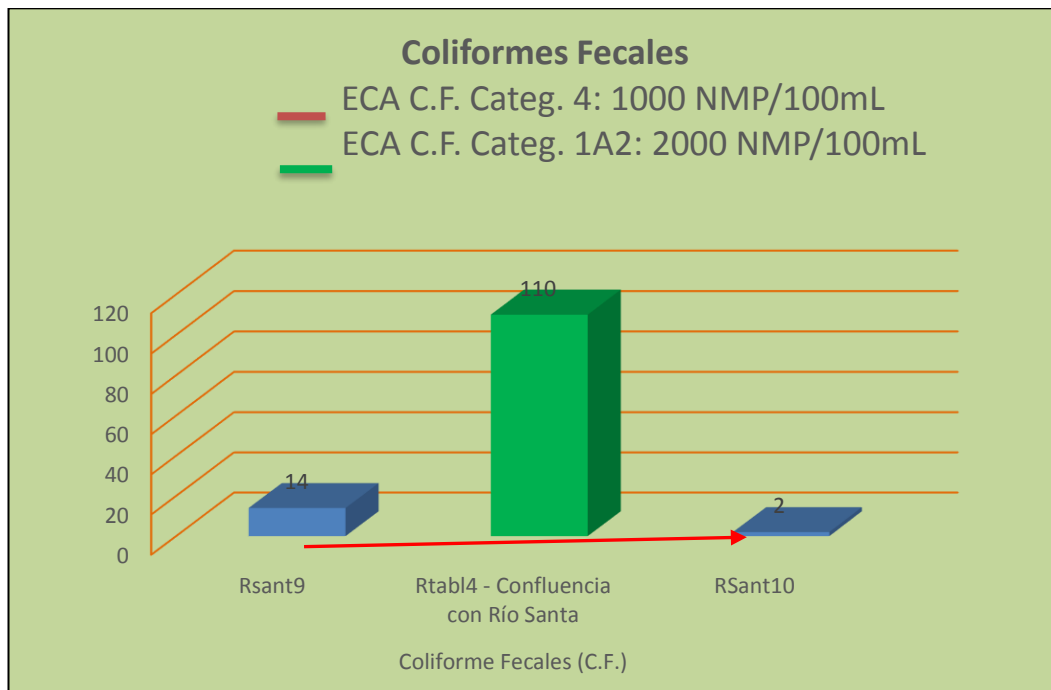
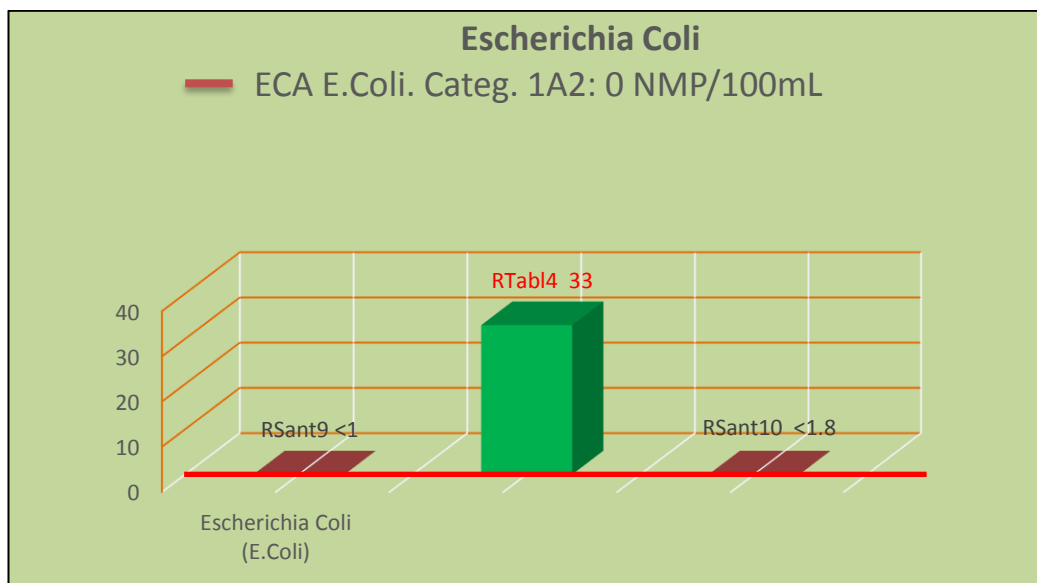


FIGURA N° 26. Río Santa, en el punto RSant9



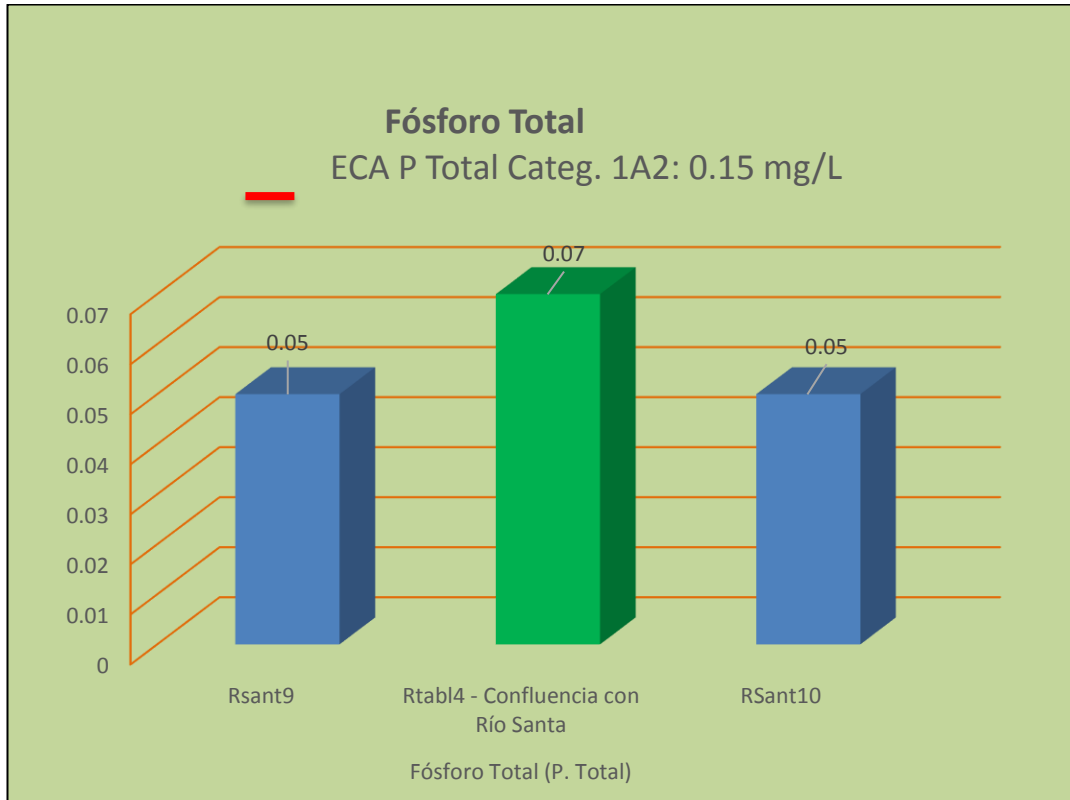
La bacteria *Escherichia coli*, indicadora directa de vertidos de aguas residuales domésticas, registró concentraciones mínimas que superaron el ECA en los puntos RSant9 antes de unirse con el río Tablachaca y RSant10 después de recibir las aguas del río Tablachaca, que registró en el punto de control RTabl4, 33 NMP/100mL . (Figura N° 27).

FIGURA N° 27: Comportamiento espacial de la bacteria Escherichia Coli en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



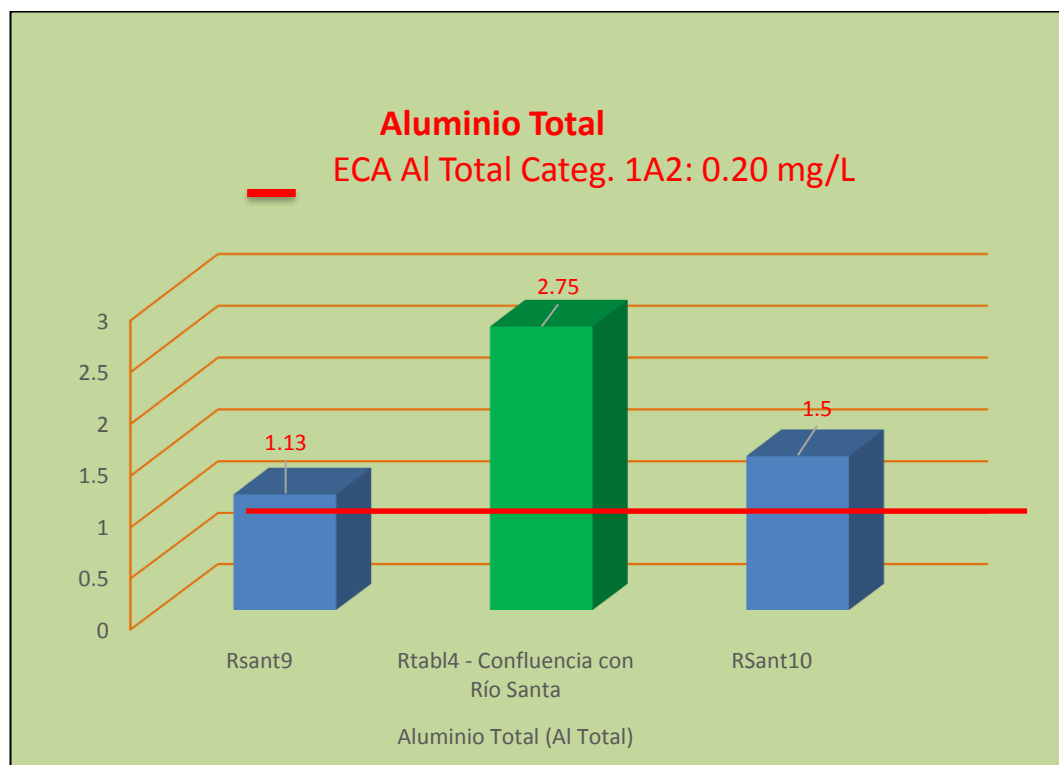
El fósforo total, se mostró por debajo de los ECA P (0.15 mg/L) en los puntos de control RSant9 (0.05 mg/L) y RSant10 (0.05 mg/L) del río Santa, con un ligero incremento en el punto de control RTabl4 (0.07 mg/L) del río Tablachaca; sin que en ninguno de ellos sobrepase el ECA agua para el fósforo en la Categoría 1A2 establecido en 0.15 mg/L. (Figura N° 28).

FIGURA N° 28: Comportamiento espacial del Fósforo Total en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



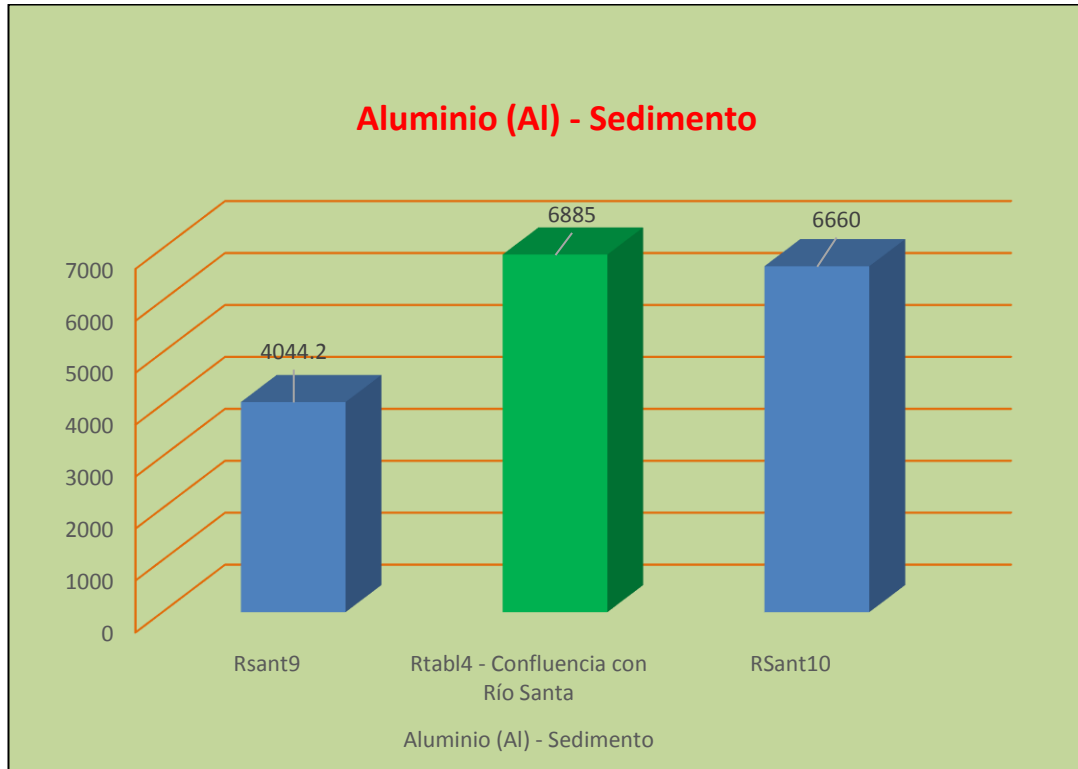
En el punto RSant9 antes de unirse con el río Tablachaca se registra concentraciones de aluminio de 1.13 mg/L, el cual después de unirse con el río Tablachaca se incrementa a 1.50 mg/L en el punto de control RSant10. El incremento de las concentraciones de aluminio tiene su explicación en los aportes del río Tablachaca que registra altos niveles de aluminio en el punto de control Rtabl4 con 2.75 mg/L., observándose de las muestras analizadas, que estas sobrepasan el ECA-Al de 0.20 mg/L establecido para la categoría 1A2.

FIGURA N° 29: Comportamiento espacial del Aluminio Total en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



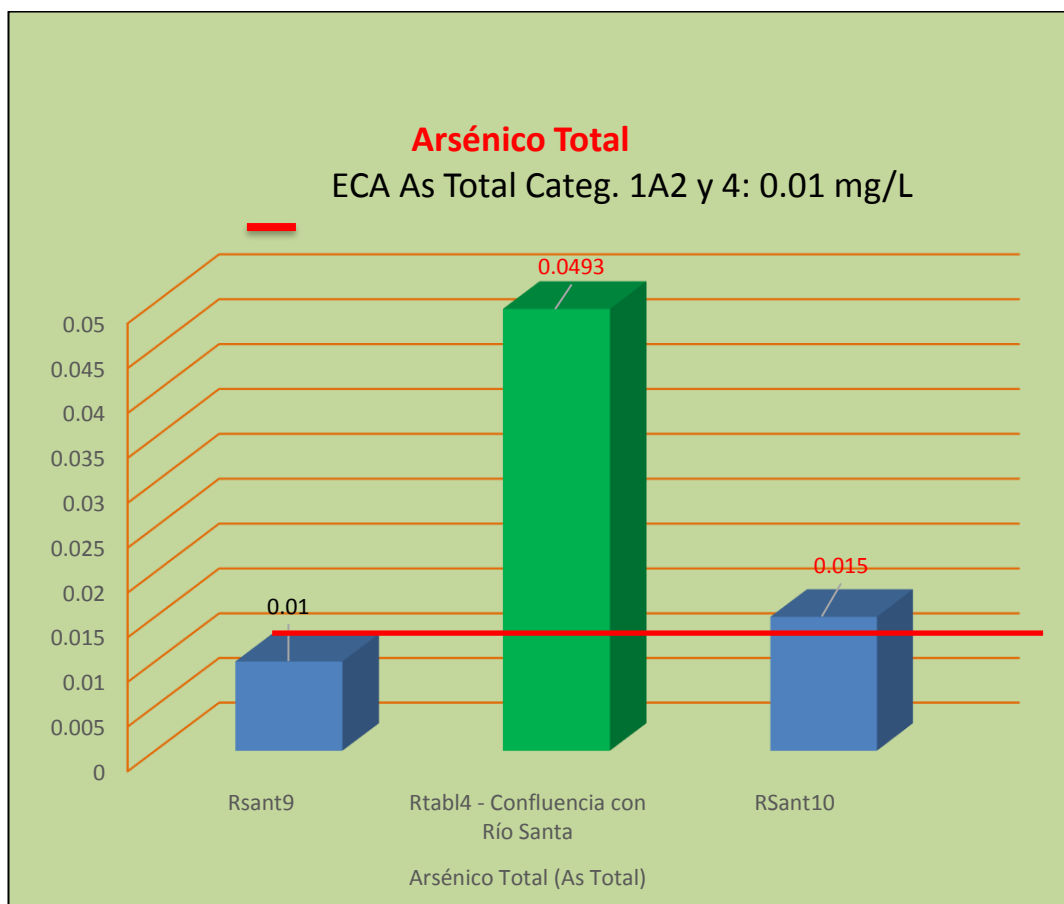
Como se ha dicho anteriormente, en el sedimento el metal aluminio, no tiene valores guía canadienses, sin embargo se observa que en el punto RSant9 antes de unirse con el río Tablachaca se registra concentraciones de aluminio en el sedimento, de 4044.20 mg/Kg, el cual después de unirse con el río Tablachaca se incrementa a 6660 mg/Kg en el punto de control RSant10. El incremento de las concentraciones de aluminio en el río Santa es debido a los aportes del río Tablachaca que registra altos niveles de aluminio en el punto de control Rtabl4 con 6885 mg/Kg.

FIGURA N° 30: Comportamiento espacial del Aluminio en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



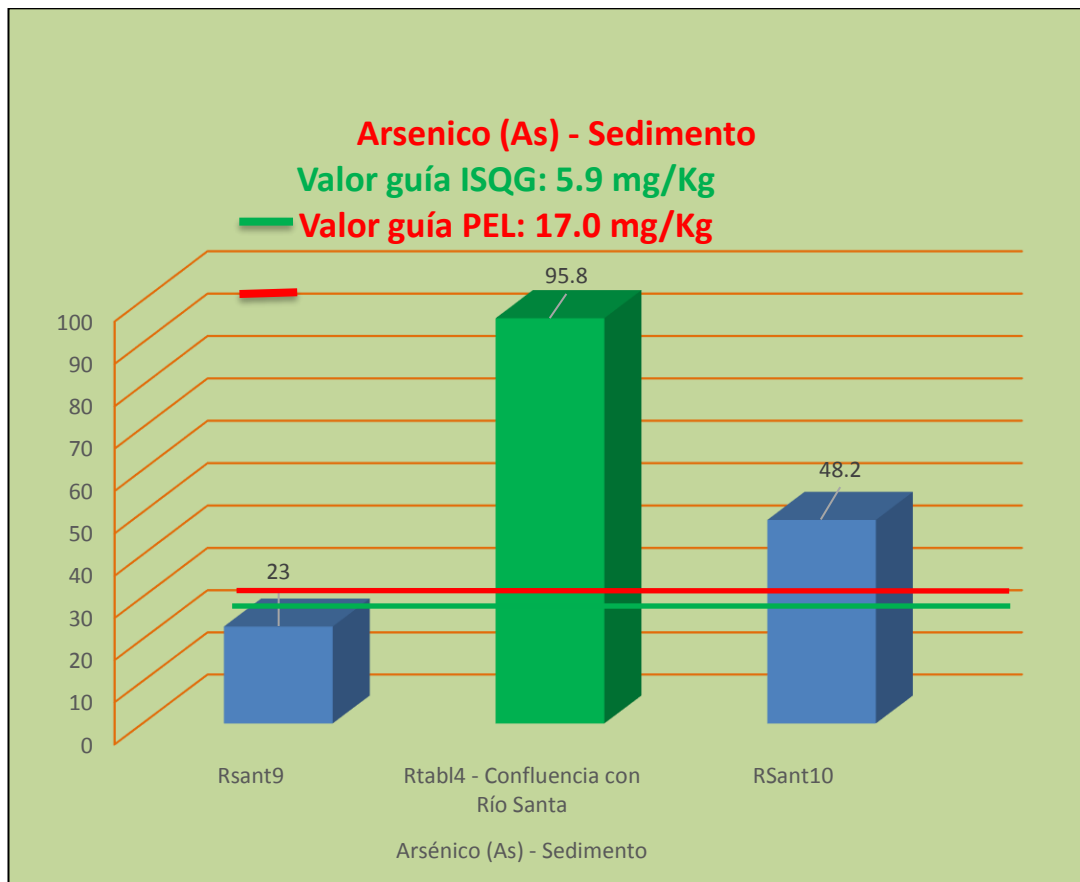
En el punto RSant9 antes de unirse con el río Tablachaca se registra concentraciones de arsénico de 0.01 mg/L, el cual después de recibir las aguas del río Tablachaca se incrementa a 0.015 mg/L en el punto de control RSant10. El incremento de las concentraciones de arsénico se debe a los aportes del río Tablachaca que registra altos niveles en el punto de control Rtabl4 con 0.0493 mg/L., observándose que en los puntos de control RSant10 y Rtabl4 sobrepasan el ECA-As de 0.01 mg/L establecido para la categoría 1A2 y 4.

FIGURA N° 31: Comportamiento espacial del Arsénico Total en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



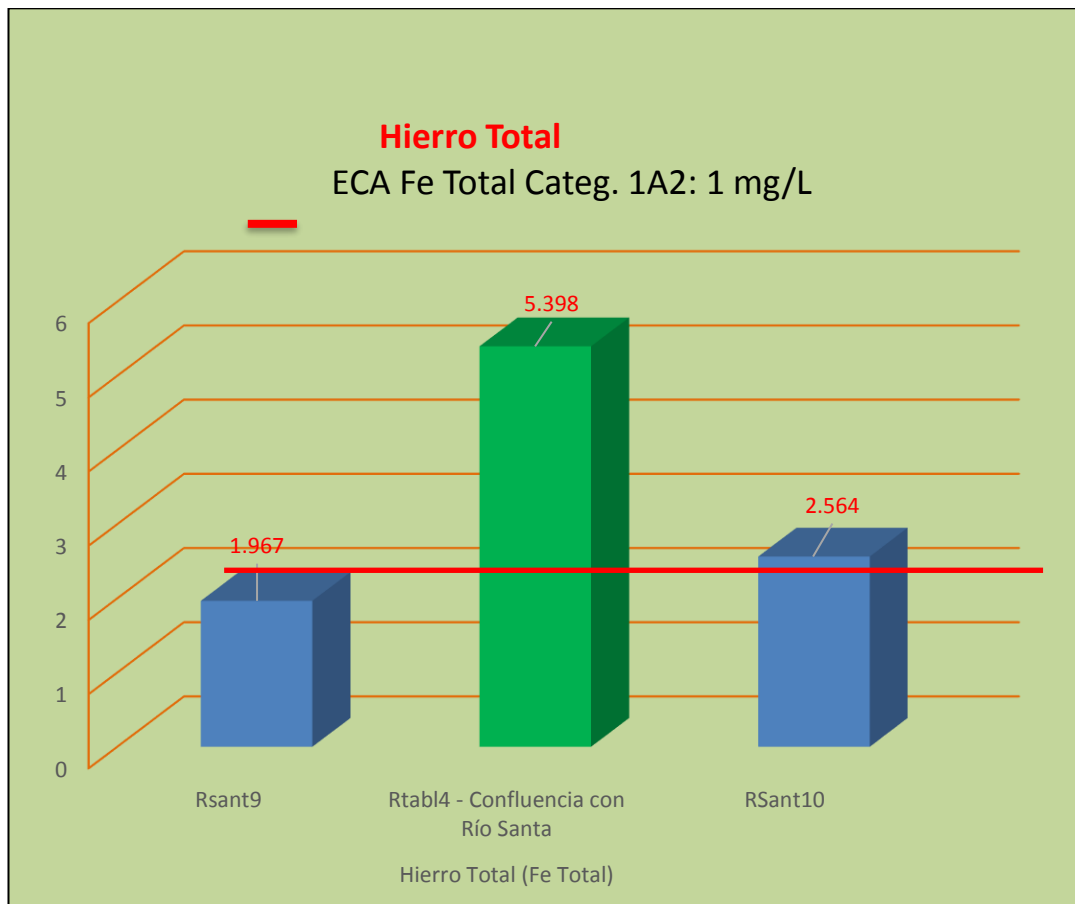
Antes de que el río Santa reciba las aguas del río Tablachaca la concentración de arsénico en el punto de control RSant9 es de 23 mg/Kg, después de la confluencia se incrementa en el punto de control RSant10 a 48.2 mg/Kg; registrándose concentraciones mayores en el punto de control RTabl4 (95.8 mg/Kg) del río Tablachaca; sin embargo estas sobrepasan los valores guías canadienses ISQG y PEL (Figura N° 32).

FIGURA N° 32: Comportamiento espacial del Arsénico en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



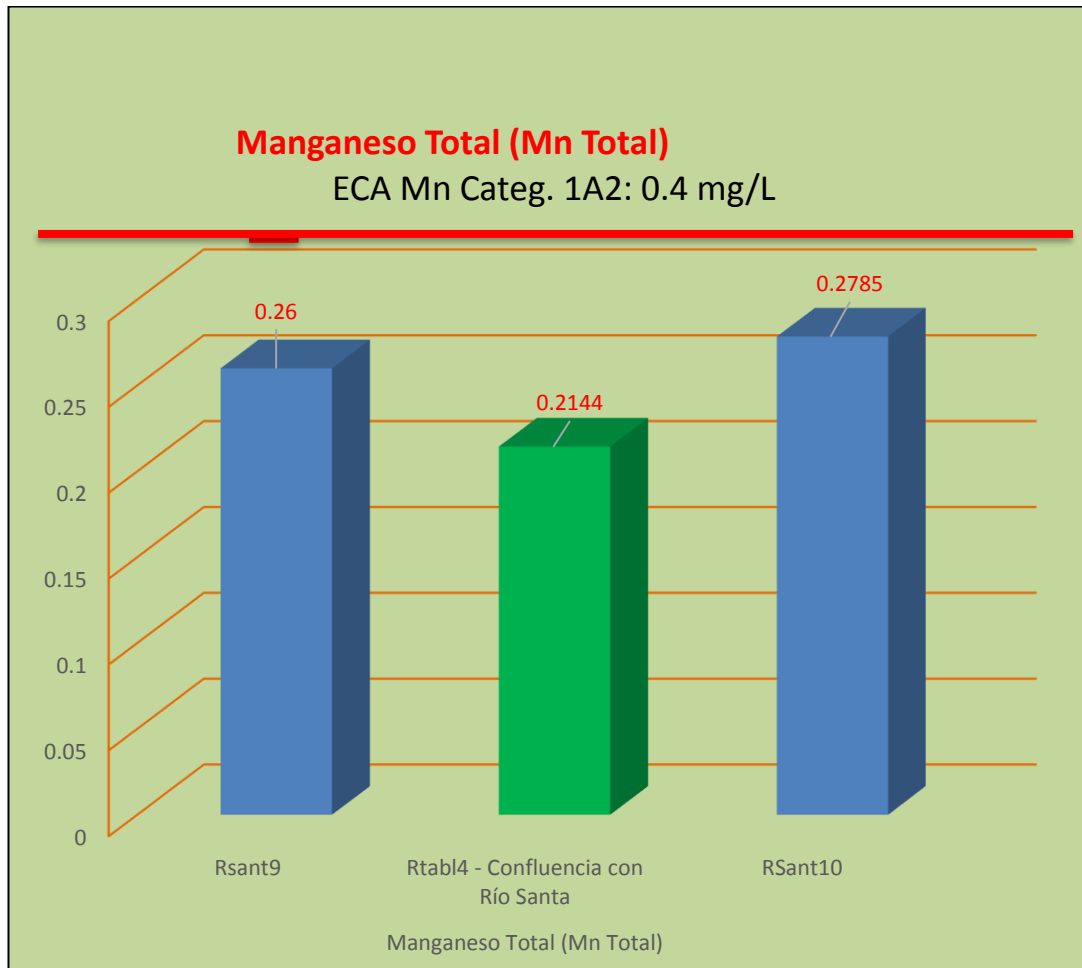
En la matriz agua, el Hierro estuvo presente superando el ECA Fe: 1 mg/L, en el punto de control RSant9 (1.967 mg/L) el mismo que se incrementó en el punto de control RSant10 (2.564 mg/L) después de la confluencia con el río Tablachaca que registró concentraciones mayores en el punto de control RTabl4 (5.398 mg/L). Figura N° 33.

FIGURA N° 33. Comportamiento espacial del Hierro en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



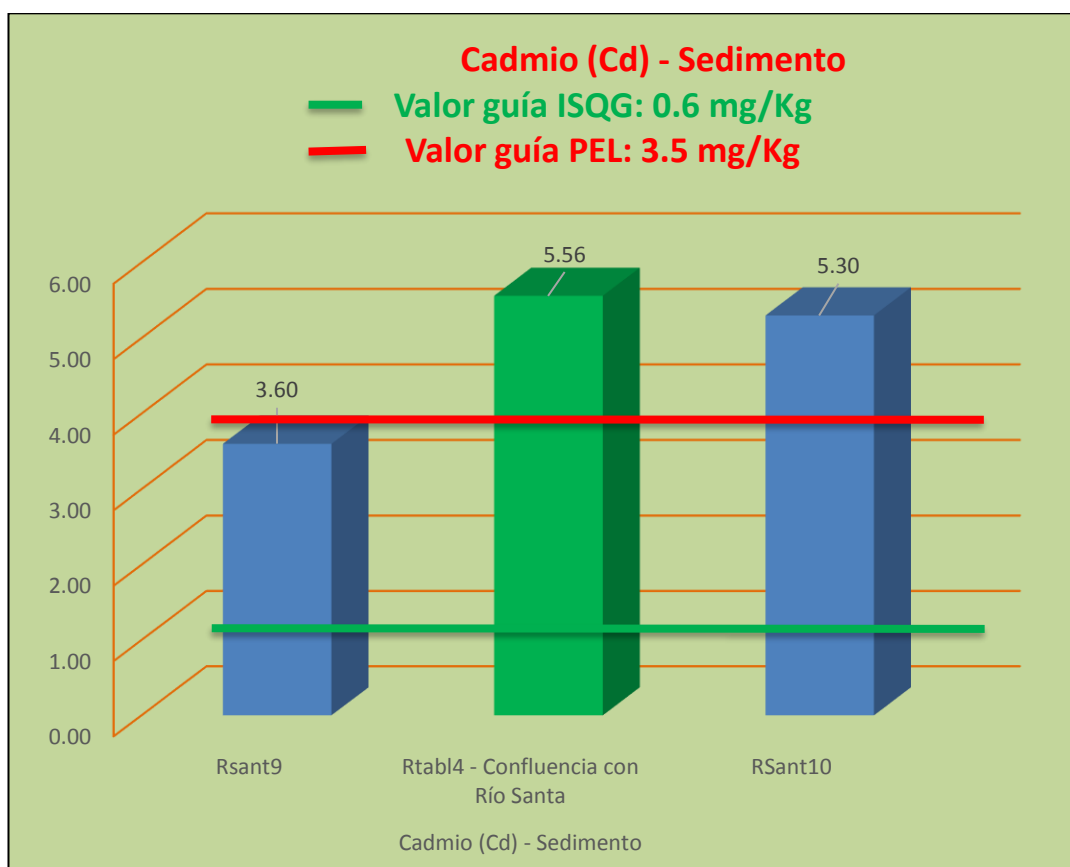
El elemento Manganese, registró concentraciones por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua en los puntos de control RSant9, RSant10 en el río Santa y RTabl4 en el río Tablachaca, cuya presencia se infiere se debe a condiciones naturales. (Figura N° 34).

FIGURA N° 34: Comportamiento espacial del Manganeso en la matriz agua del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



El elemento Cadmio, no alcanzó concentraciones que superaran el ECA- Agua en el río Tablachaca, sin embargo en el sedimento se apreciaron concentraciones superiores al nivel guía ISQG y PEL de las Directrices Canadienses, en los puntos RSant9 (Cd: 3.60 mg/Kg) y RSant10 (Cd: 5.30 mg/Kg). En el río Tablachaca tributario del río Santa, el punto de control RTabl4 registró una concentración de cadmio en el sedimento, de 5.56 mg/Kg.

FIGURA N° 35: Comportamiento espacial del Cadmio en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



El metal Plomo en sedimentos registró mínimas concentraciones, las cuales no superaron el nivel Guía PEL de las Directrices Canadienses. (Figura N° 36). En tanto en el río Santa el Zinc sobrepasó levemente el valor guía Canadiense ISQG en el punto de control RSant9 (123.50 mg/Kg) para incrementarse en el punto de control RSant10 en 252.90 mg/Kg; en el punto de control RTabl4 del río Tablachaca se registró concentraciones por debajo del valor guía Canadiense ISQG. (Figura N° 37)

FIGURA N° 36: Comportamiento espacial del Plomo en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.

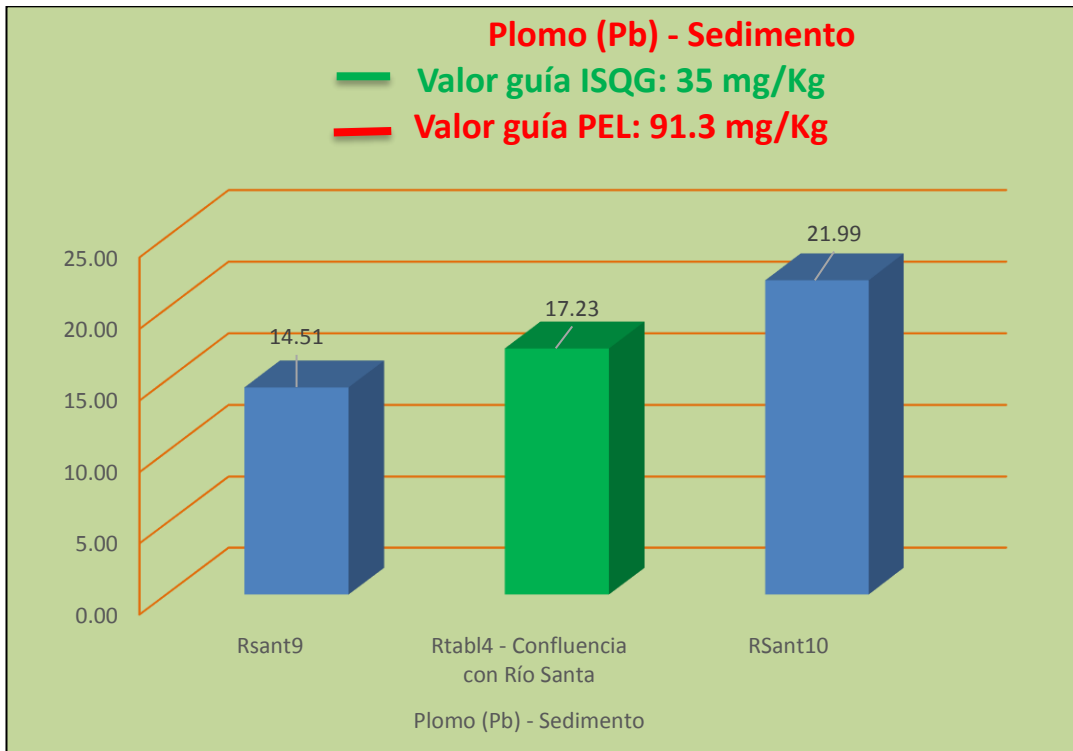
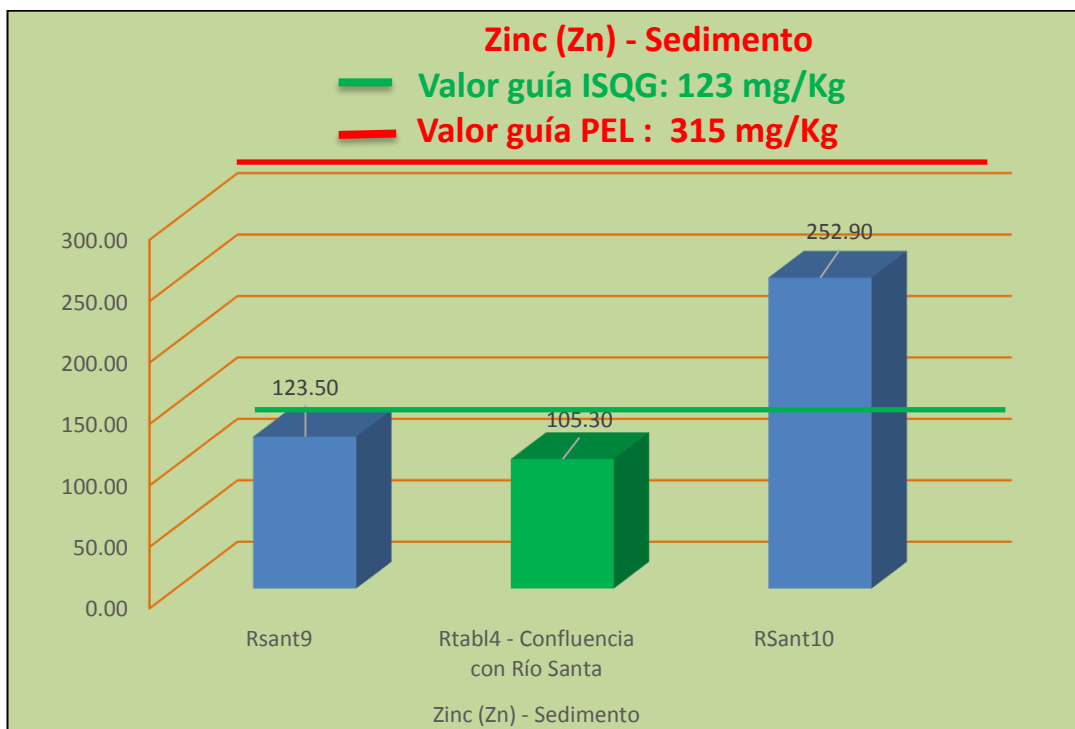


FIGURA N° 37: Comportamiento espacial del Zinc en la matriz sedimento del río Santa y el río Tablachaca, noviembre 2013.



CONCLUSIONES

SOBRE LA IDENTIFICACION DE FUENTES CONTAMINANTES

- En la subcuenca del río Tablachaca del ámbito de la provincia de Pallasca, se identificaron en total treinta y tres (33) fuentes contaminantes, de las cuales 9 corresponden a vertimientos directos a cuerpos de agua (27,3%), 15 son consideradas fuentes contaminantes difusas (45,4%), 3 provienen de pasivos ambientales mineros (9,1%) y 6 son botaderos de residuos sólidos (18,2%).
- En los centros poblados y distritos que tienen influencia en la calidad de los recursos hídricos de la sub cuenca del río Tablachaca, se observó la deficiente gestión por parte de las Municipalidades Distritales, por no brindar un adecuado servicio de disposición final de las aguas residuales domésticas, así como la recolección, transporte y disposición final inadecuada de residuos sólidos domésticos.

SOBRE LA PROPUESTA DE LA RED DE MONITOREO

- La propuesta de la Red de Monitoreo de la calidad del agua en la sub cuenca del río Tablachaca está compuesta inicialmente por trece (13) puntos de muestreo, ubicados en función de las fuentes contaminantes identificadas y de las entregas de los afluentes al río Tablachaca, a los que se agregan dos (02) puntos de muestreo ubicados en el río Santa.

SOBRE LA EJECUCION DE MONITOREO

- De la evaluación realizada a los cuerpos naturales de agua superficial en el ámbito de la sub cuenca del río Tablachaca en noviembre del 2013 (época de estiaje) y abril del 2014 (época de avenida) comparado con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental – Agua, se obtuvieron los siguientes resultados:

• **TABLA N° 24: Parametros que incumplieron los ECA – Agua.**

N°	Cuerpo de agua	Punto de muestreo	Categoría ECA Agua	Parámetros que incumplieron los ECA - Agua	
				Año 2013 (Estiaje)	Año 2014 (Avenida)
1	Laguna Quepina	LQuep	4	Cumple con los ECA	Nitrógeno Amoniacal y Arsénico
2	Río Pelagatos	RPela	1.A2	Arsénico, Hierro	Arsénico
3	Río Pampas	RPamp	1.A2	Antimonio	Aluminio y Antimonio
4	Laguna Challhuacochoa	LChall	4	Arsénico	pH (básico), Coliformes Termotolerantes, Nitrógeno Amoniacal y Arsénico
5	Laguna Llamacochoa	LLam	4	Arsénico	Arsénico
	Río Conchucos	RConc1	1.A2	-	Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli y Aluminio
6	Río Conchucos	RConc	1.A2	E. Coli	Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli y Aluminio
7	Río Tablachaca	RTabl1	1.A2	<i>E. coli</i> , Aluminio	Escherichia coli, Hierro y Aluminio
8	Río Huandoval	RHuan	1.A2	Aluminio y Hierro (elevado), Fósforo Total, Arsénico, Cadmio, Manganeso, Níquel, Conductividad Eléctrica, Zinc.	Fósforo total, Aluminio, Arsénico, Hierro, Manganeso y Níquel
9	Río Cabana	RCaba	1.A2	Aluminio, Hierro y Manganeso (elevado), <i>Escherichia coli</i> , Fósforo Total, Conductividad Eléctrica, Arsénico, Cadmio, Boro, Níquel.	Fósforo total, Aluminio, Arsénico, Hierro, Manganeso y Níquel
10	Río Tablachaca	RTabl2	1.A2	Aluminio y Hierro (elevado), <i>Escherichia coli</i> , Arsénico, Boro, Manganeso, Níquel.	-

N°	Cuerpo de agua	Punto de muestreo	Categoría ECA Agua	Parámetros que incumplieron los ECA - Agua	
				Año 2013 (Estiaje)	Año 2014 (Avenida)
11	Río Tablachaca	RTabl3	1.A2	Aluminio y Hierro (elevado), <i>Escherichia coli</i> , Arsénico, Boro, Níquel.	Coliformes Termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Fósforo total, Aluminio, Arsénico, Cadmio, Hierro, Manganeso y Níquel
12	Río Ancos	RAnco	1.A2	Aluminio y Hierro (elevado), Conductividad Eléctrica, Coliformes Fecales, <i>Escherichia coli</i> , Boro, Hierro.	Coliformes Termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Fósforo total, Aluminio, Hierro y Manganeso
13	Río Tablachaca	RTabl4	1.A2	Aluminio y Hierro (elevado), <i>Escherichia coli</i> , Arsénico, Boro.	Coliformes Termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Fósforo total, Aluminio, Arsénico, Cadmio, Hierro, Manganeso, Níquel y Plomo
14	Río Santa	RSant9	1.A2	Aluminio y Hierro (elevado).	Coliformes Termotolerantes, Aluminio y Hierro
15	Río Santa	RSant10	1.A2	Aluminio y Hierro (elevado), Arsénico	Coliformes Termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Fósforo total, Aluminio, Arsénico, Cadmio, Hierro y Manganeso

- Las aguas de la laguna Quepina registraron niveles de Nitrógeno Amoniacal y Arsénico atribuidos al período de avenidas.
- Las aguas del río Pelagatos registraron niveles de hierro y arsénico que superaron los ECA – Agua, así como elevadas concentraciones de Arsénico y Cadmio en el sedimento, relacionadas a los pasivos mineros provenientes Cía. Minera Pushaquilca S.A.
- Las aguas del río Pampas, registraron niveles alterados de Aluminio y Antimonio que transgreden el ECA-Agua, mientras que en el sedimento se evidenció la elevada acumulación de Arsénico, Cobre, Cadmio, Plomo y Zinc.
- Las aguas de las lagunas Challhuacocha y Llamacocha presentaron niveles de Arsénico que superaron levemente el ECA - Agua, atribuido a las condiciones naturales de la zona.
- Las aguas de los ríos Conchucos, Cabana y Ancos, tributarios del río Tablachaca aportaron con las bacterias *Escherichia coli* y/o Coliformes Termotolerantes, ambos indicadores de contaminación fecal.
- Los ríos Huandoval, Cabana y Ancos, tributarios del río Tablachaca, se caracterizaron por presentar aguas con elevados niveles de turbidez asociados a elevadas conductividades y a los metales Aluminio, Arsénico, Hierro, Manganeso y Níquel.
- Las aguas del río Tablachaca en el punto RTabl1, ubicado en el puente Chucusvalle, registraron parámetros alterados como Aluminio y la bacteria *Escherichia coli* procedentes de los ríos tributarios Pampas y Conchucos.
- Las aguas del río Tablachaca aportaron al río Santa, con elevadas concentraciones de Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli*, Fósforo total, Aluminio, Arsénico, Hierro, Manganeso, Níquel y Plomo, los cuales provienen de los ríos tributarios Huandoval, Cabana y Ancos.
- El río Santa, luego de la confluencia con el río Tablachaca, incrementó el contenido de Aluminio, Arsénico, Cadmio, Hierro y Manganeso, los cuales transgredieron los ECA-Agua.

- El contenido de metales en el río Santa, aumenta visiblemente luego de la confluencia con el río Tablachaca, el cual también presenta elevados niveles de metales.
- El Perú no cuenta con Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para sedimentos, por lo tanto la evaluación de los sedimentos realizada a la cuenca del río Santa, en base a las Directrices del Ministerio del Ambiente de Canadá, constituye una evaluación referencial, por lo tanto los resultados obtenidos no deben ser considerados como un índice de contaminación de sedimentos o de bioacumulación de los metales en los organismos acuáticos.

RECOMENDACIONES

SOBRE LA IDENTIFICACION DE FUENTES CONTAMINANTES

- La Autoridad Nacional del Agua deberá notificar a las Municipalidades Provincial y Distritales, sobre los vertimientos líquidos y residuos sólidos domésticos y de construcción dispuestos en las riberas y cauces de los ríos y quebradas de la sub cuenca del río Tablachaca, por constituir infracción al Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (Artículo N° 277).
- Hacer de conocimiento al Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, respecto a la necesidad de remediar los pasivos ambientales mineros ubicados en la microcuenca del río Pelagatos, por ser un riesgo latente para el deterioro de la calidad de las aguas del río Tablachaca.
- Comunicar al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento la necesidad de implementar medidas inmediatas orientadas a lograr el tratamiento efectivo de las aguas residuales domésticas generadas en los distritos ubicados en la sub cuenca del río Tablachaca.
- Los actores involucrados en la gestión de los recursos hídricos en la provincia de Pallasca – Ancash, en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua deberán realizar actualizaciones permanentes de identificación de fuentes contaminantes en el ámbito de la sub cuenca del río Tablachaca.

SOBRE LA PROPUESTA DE LA RED DE MONITOREO

- Se recomienda el uso de los 16 puntos de control de la primera red de monitoreo propuesto en este trabajo de investigación, y mejorarlo o modificarlo en función de la actualización del inventario de las fuentes contaminantes en la sub cuenca del río Tablachaca.

SOBRE LA EJECUCION DEL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RIO TABLACHACA.

- Realizar el muestreo de la calidad del agua y de sedimentos en la sub cuenca del rio Tablachaca, en función de la Red de Monitoreo propuesta en el presente informe.
- Ejecutar como mínimo dos veces al año el muestreo de la calidad del agua y de sedimentos en la sub cuenca del rio Tablachaca, en época de avenidas y estiaje considerando las dos épocas del año; con la finalidad de monitorear el estado de la calidad del agua y de los sedimentos de la sub cuenca del río Tablachaca.
- Coordinar con los gobiernos locales y empresas privadas para la ejecución de talleres de sensibilización a las autoridades y pobladores sobre el impacto ambiental, social y económico de la contaminación de cuerpos de agua; y la necesidad de implementar sistemas de tratamiento de las aguas residuales poblacionales que se disponen a los cuerpos naturales de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CALLA LLONTOP, H. (2010). *Calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras*. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Ciencias Ambientales. Lima. 199 págs.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. (1996). *Diagnóstico de la Calidad del Agua de la Vertiente del Pacífico*. 1° Edición. Documento de trabajo. Primera Edición. Lima. 360 págs.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. (2009). *Ley de Recursos Hídricos*. Ley N° 29338-AG. Norma Legal. Lima.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, (2009). *Aprueban disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*. Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM. Norma Legal. Lima.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, DIRECCION DE CONSERVACION Y PLANEAMIENTO DE RECURSOS HIDRICOS DE LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (2010). *Recursos Hídricos en el Perú*. Documento de trabajo. Primera Edición. Lima. 372 págs.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA SANTA LACRAMARCA NEPEÑA DE LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (2010). *Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Santa, Lacramarca y Nepeña*. Documento de trabajo. Chimbote. 217 págs.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. (2010). *Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marinos*. Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA. Norma Legal. Lima.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. (2011). *Protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial*. Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA. Norma Legal. Lima.

- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES. (1998). *Estudio de Evaluación Ambiental Territorial y de Planteamientos para la Reducción o Eliminación de la Contaminación de Origen Minero en la Cuenca del río Santa*. Informe Final. Lima.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2008). *Estándares nacionales de Calidad Ambiental para Agua*. D.S N° 002-2008-MINAM. Norma Legal. Lima.

LINKOGRAFIA

- CCME. 2001. Canadian Environmental Quality Guidelines. *SummaryTable*. http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/index.html
- Standard Operating Procedure (SOP) #: 2016, *Sediment Sampling*, Environmental Protection Agency (EPA), Rev.#: 0.0, Date: 11/17/1994. <http://www.ert.org/products/2016.pdf>

ANEXOS

