

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES



“CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHILLÓN EN ÉPOCA DE ESTIAJE Y RIESGO POR EL USO DIRECTO EN RIEGO AGRÍCOLA”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**

AUTORES:

Bach. ALEXANDER TERRONES GORDILLO

Bach. CAROL VANESSA HERRERA LEÓN

ASESOR:

Msc. CARMEN ELIZABETH BARRETO PIO

Callao, Abril, 2015

PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

Nº 003-2015-JEDT-FIARN

Siendo las 13:25 horas del día viernes 29 de mayo de 2015, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales ubicado en la Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista-Callao; se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada "*Calidad del Agua en la Cuenca Baja del Río Chillón en Época de Estiaje y Riesgo por el Uso Directo en Riego Agrícola*" presentado para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales de los Bachilleres: Alexander Terrones Gordillo y Carol Vanessa Herrera León.

Contando con la asistencia del Jurado Evaluador y Asesor a fin de dar cumplimiento a la Resolución Nº 021-2015-D-FIARN de fecha 20 de mayo de 2015, los mismos que están integrados por los siguientes docentes.


Mg. Ing. Máximo Fidel Baca Neglia	Presidente
Ing. Abner Josué Vigo Roldán	Secretario
Ing. Godofredo Teodoro León Ramírez	Vocal
MsC. Carmen Elizabeth Barreto Pío	Asesora

Terminada la exposición, el Jurado Evaluador invita a los Bachilleres y al público en general se retiren del auditorio para las deliberaciones del caso.


Luego de las deliberaciones el **Jurado Evaluador acuerda: APROBAR POR UNANIMIDAD** no habiendo observación alguna

Con el Calificativo de **MUY BUENO** y en consecuencia da por terminado el acto de exposición.

En señal de conformidad firman el Jurado Evaluador y Asesor, siendo las 14:35 horas del día 29 de mayo de 2015.



Mg. Ing. Máximo Fidel Baca Neglia
Presidente



Ing. Abner Josué Vigo Roldán
Secretario

Ing. Godofredo Teodoro León Ramírez
Vocal

MsC. Carmen Elizabeth Barreto Pío
Asesor

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
<i>I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</i>	<i>13</i>
1.1. Identificación del problema.....	13
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Objetivos de la investigación.....	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. Justificación.....	14
1.5. Importancia.....	15
<i>II. MARCO TEÓRICO.....</i>	<i>17</i>
2.1. Antecedentes del estudio.....	17
2.2. Bases teóricas.....	22
2.2.1. Agricultura urbana.....	22
2.2.2. El agua y su retención en el suelo.....	23
2.2.3. Contaminación del agua.....	24
2.2.4. Alteración física del agua.....	24
2.2.5. Alteración química del agua.....	25
2.2.6. Alteración biológica del agua.....	26
2.2.7. Metales pesados.....	27
2.2.8. Uso de aguas residuales en la agricultura.....	30
2.2.9. Contaminación de los suelos por metales pesados.....	32

2.2.10. Principales instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de la cuenca del río Chillón	34
2.2.11. Definición de términos	36
2.2.12. Marco legal aplicable	40
<i>III. VARIABLES E HIPÓTESIS</i>	43
3.1. Variables de la investigación	43
3.1.1. Definición conceptual de variables	43
3.2. Operacionalización de variables	44
3.3. Hipótesis	45
<i>IV. METODOLOGÍA</i>	46
4.1. Tipo de investigación	46
4.2. Diseño de la investigación	46
4.3. Población y muestra	46
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
4.5. Procedimiento de Recolección de Datos	48
4.5.1. Área de estudio.	48
4.5.2. Evaluación de calidad de agua de la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje	49
4.5.3. Evaluación de la calidad del suelo agrícola	50
4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos	52
4.6.1. Evaluación de la contaminación en la cuenca baja del río Chillón	52
4.6.2. Evaluación de la calidad del suelo.....	54
4.6.3. Evaluación de riesgos por uso directo del agua en riego agrícola.....	54

V.	<i>RESULTADOS</i>	58
5.1.	Determinación de los parámetros de calidad de agua.....	58
5.1.1.	Evaluación de calidad de agua en cuenca baja del río Chillón.....	61
5.1.2.	Evaluación de nivel de contaminación del agua en la cuenca baja del río Chillón.....	64
5.2.	Evaluación de calidad de suelo	67
5.2.1.	Evaluación de calidad del suelo en cuenca baja del río Chillón	68
5.2.2.	Análisis estadístico de calidad de suelo	71
5.2.3.	Evaluación de riesgos	71
VI.	<i>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</i>	88
6.1.	Evaluación de la calidad del agua	88
6.2.	Evaluación del nivel de contaminación del agua en época de estiaje	89
6.3.	Evaluación del nivel de contaminación del suelo en la cuenca baja del río Chillón.....	89
6.4.	Evaluación del riego potencial en las áreas agrícolas en la cuenca baja del río Chillón.....	91
VII.	<i>CONCLUSIONES</i>	94
7.1.	Evaluación de la calidad del agua	94
7.2.	La evaluación del nivel de contaminación	94
7.3.	Evaluación de la calidad del suelo.....	94
7.4.	Evaluación del potencial de riesgos.....	95
VIII.	<i>RECOMENDACIONES</i>	96

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
X. ANEXOS.....	109
Anexo N° 1. Matriz de consistencia	110
Anexo N° 2. Matriz de operacionalización de variables	111
Anexo N° 3. Tabla de distribución de la población en la cuenca del río Chillón según distritos del área de estudio.....	112
Anexo N° 4. Tablas de producción de la cuenca baja por distrito	113
Anexo N° 5. Tabla de actividades productivas y servicios de la zona ribereña de los distritos de Callao, Ventanilla y San Martín de Porres.....	117
Anexo N° 6. Tabla de puntos de muestreo DIGESA y ANA.....	118
Anexo N° 7. Tabla resumen ECA-Agua para parámetros analizados.....	119
Anexo N° 8. Figura de esquema general de evaluación	120
Anexo N° 9. Criterios evaluación de riesgos	121
Anexo N° 10. Tabla con data de la calidad de agua del río Chillón	127
Anexo N° 11. Informe de ensayo de muestras de suelo	135
Anexo N° 12. Cadena de custodia	137
Anexo N° 13. Reporte análisis SPSS.....	138
Figura N° 4.1. Procedimiento de cuarteo	52
Figura N° 10.1. Estimación del riesgo ambiental	126
Gráfico N° 5.1. Comparación pH con ECA	61
Gráfico N° 5.2. Comparación de valores de Cadmio con ECA	61
Gráfico N° 5.3. Comparación de valores de Cromo con ECA.....	62
Gráfico N° 5.4. Comparación de valores de Plomo con ECA	62
Gráfico N° 5.5. Comparación de valores de Mercurio con ECA.....	63

Gráfico N° 5.6. Comparación de valores de Coliformes Totales con ECA...	63
Gráfico N° 5.7. Comparación de valores de Coliformes Termotolerantes con ECA	64
Gráfico N° 5.8. Evaluación de la contaminación por Cadmio.....	65
Gráfico N° 5.9. Evaluación de la contaminación por Plomo.....	65
Gráfico N° 5.10. Evaluación de la contaminación por Mercurio	66
Gráfico N° 5.11. Evaluación de contaminación la por Cromo VI.....	66
Gráfico N° 5.12. Evaluación de la contaminación por Coliformes Termotolerantes.....	67
Gráfico N° 5.13. Comparación de valores de Cianuro Libre con ECA.....	68
Gráfico N° 5.14. Comparación de valores de Arsénico Total con ECA.....	69
Gráfico N° 5.15. Comparación de valores de Bario Total con ECA	69
Gráfico N° 5.16. Comparación de valores de Cadmio Total con ECA	69
Gráfico N° 5.17. Comparación de valores de Cromo VI con ECA	70
Gráfico N° 5.18. Comparación de valores de Mercurio Total con ECA.....	70
Gráfico N° 5.19. Comparación de valores de Plomo Total con ECA.....	70
Tabla N° 3.1. Limite aceptable variables independientes	44
Tabla N° 3.2. Limite aceptable variables dependientes	44
Tabla N° 5.1. Parámetros físicos de calidad de agua del río Chillón	58
Tabla N° 5.2. Parámetros biológicos de calidad de agua del río Chillón.....	58
Tabla N° 5.3. Determinación de metales pesados del agua del río Chillón .	59
Tabla N° 5.4. Variación de concentración de parámetros de calidad de agua respecto a los ECA	60
Tabla N° 5.5. Calidad de suelo cuenca baja río chillón.....	67

Tabla N° 5.6. Variación de concentración de parámetros de calidad de suelo respecto a ECA.....	68
Tabla N° 5.7. Estadística de la calidad del suelo	71
Tabla N° 5.8. Identificación de causas en los 3 entornos	71
Tabla N° 5.9. Identificación de efectos en los 3 entornos	73
Tabla N° 5.10. Definición de fuentes de peligro.....	75
Tabla N° 5.11. Definición del suceso iniciador.....	76
Tabla N° 5.12. Formulación de escenarios del entorno humano	78
Tabla N° 5.13. Formulación de escenarios del entorno natural	80
Tabla N° 5.14. Formulación de escenarios del entorno socio-económico ...	82
Tabla N° 5.15. Estimación de la gravedad del entorno humano	83
Tabla N° 5.16. Estimación de la gravedad del entorno socioeconómico	83
Tabla N° 5.17. Estimación de la gravedad del entorno natural	84
Tabla N° 5.18. Estimación del riesgo ambiental del entorno humano.....	85
Tabla N° 5.19. Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico	85
Tabla N° 5.20. Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico	85
Tabla N° 5.21. Evaluación del riesgo ambiental del entorno humano.....	86
Tabla N° 5.22. Evaluación del riesgo ambiental del entorno socio-económico	86
Tabla N° 5.23. Evaluación del riesgo ambiental del entorno natural.....	87
Tabla N° 10.1. Formulación de escenarios	121
Tabla N° 10.2. Tabla de probabilidad.....	121

Tabla N° 10.3. Formulario para estimación de la gravedad de consecuencias	121
Tabla N° 10.4. Rangos de los límites de los entornos	122
Tabla N° 10.5. Valoración de consecuencias (Entorno humano).....	123
Tabla N° 10.6. Valoración de consecuencias (Entorno ecológico)	124
Tabla N° 10.7. Valoración de consecuencias (Entorno socioeconómico) ..	125
Tabla N° 10.8. Valoración de escenarios identificados	126
Tabla N° 10.9. Estimador del riesgo ambiental	126
<i>XI. APÉNDICES</i>	<i>141</i>
Apéndice N° 1. MT-01 Mapa área de estudio	142
Apéndice N° 2. MT-02 Mapa de delimitación política.....	143
Apéndice N° 3. MT-03 Mapa de puntos de muestreo de suelo.....	144
Apéndice N° 4. MT-04 Mapa de puntos de monitoreo de agua	145

RESUMEN

La cuenca del río Chillón es una de las más importantes de Lima, sin embargo en la parte baja existen descargas de agua residual industrial y doméstica no tratadas, criaderos de animales domésticos y botaderos de residuos sólidos informales que están alterando la calidad del agua y suelos.

El propósito de este trabajo fue determinar el riesgo potencial de las zonas agrícolas de la cuenca baja regadas con las aguas del río Chillón en época de estiaje, para ello se tomó como referencia la metodología de evaluación presentado en la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del MINAM, se utilizó como datos de entrada la calidad de agua y suelo en la cuenca baja, datos compilados de monitoreo realizados por instituciones públicas, para agua, y muestreos en campo, para suelo.

Los valores de calidad de agua fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 002-2008-MINAM), encontrándose que estos parámetros evaluados excedían en promedio a los ECA's; Cd (189%), Pb (141%), Hg (8,846%) Coliformes Totales (170,550%) y Coliformes Termotolerantes (371,704%) y los valores de la calidad del suelo fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (D.S. 002-2014-MINAM) determinándose que estos parámetros exceden en promedio a los ECA's; Cd Total (397%) y Hg Total (182%).

De acuerdo al criterio de la Guía de Evaluación de Riesgos utilizada, se determinó un riesgo ambiental de 92.61%, el cual indica que el riesgo es significativo y se concluye que el riego con agua sin tratamiento tiene un efecto directo en la calidad de los suelos agrícolas.

ABSTRACT

The Basin of Chillón River is one of the most important basins in Lima; however, in the down basin there are discharges of industrial and domestic wastewater, informal breeding and informal waste dumps that are altering the quality of water and soil.

The purpose of this study was to determine the potential risk of agricultural areas irrigated with the waters of the down basin Chillón River in the dry season, for this was taken as reference the assessment risk methodology presented in the Guide to Environmental Risk Assessment of MINAM, the input data were the quality of water and soil in the down basin, for water, the data was compiled by public institutions during 10 years and for soils was necessary to take sampling in the field.

The water quality values were compared with the National Environmental Quality Standards for Water (DS No. 002-2008-MINAM), finding that these parameters evaluated on average exceeded the ECAs; Cd (189%), Pb (141%), Hg (8,846%), Total Coliforms (170.550%) and thermotolerant coliforms (371.704%); and the values of soil quality were compared with Environmental Quality Standards for Soil (DS 002-2014-MINAM) determined that these parameters exceed the ECA's average; Cd Total (397%) and Hg Total (182%).

According to the criteria of Environmental Risk Assessment Guide, the environmental risk was 92.61%, which indicates that the risk is significant and it is concluded that irrigation with untreated water has a direct effect on the quality of the soil.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema

La cuenca del río Chillón es una de las 8 cuencas del departamento de Lima y una de las tres cuencas más importantes de la ciudad de Lima, siendo utilizada sus aguas para consumo humano, agricultura e industria.

En su trayectoria se han asentado industrias de curtiembres, plantas de fundición informales, plantas papeleras y textiles que descargan sus efluentes líquidos directamente al río (MINAM - Proyecto Línea Base de Cuenca de Ríos, 2011). Como consecuencia de estas acciones se registran altas concentraciones de contaminantes, según reportes de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) (DIGESA, 2011).

Existe además un incremento de las demandas competitivas por los recursos agua y suelo, evidenciándose la prevalencia del crecimiento urbano sobre tierras de aptitud agrícola, las que progresivamente van quedando sin posibilidades de irrigación por el sistemático deterioro de la infraestructura de riego.

obligando muchas veces a los agricultores a emplear las aguas servidas de las mismas habilitaciones urbanas o agua de la parte baja del río Chillón, hecho que conlleva a poner en riesgo la salud de agricultores y consumidores de los productos regados con desagües no tratados, favoreciendo la diseminación de una serie de enfermedades gastro-intestinales, entre otras (INRENA, 2003).

1.2. Formulación del problema

¿La calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje constituye un riesgo potencial para las zonas agrícolas, cuyos campos han sido regados con el agua del río Chillón sin previo tratamiento?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el riesgo potencial en las zonas agrícolas de la cuenca baja regadas con las aguas del río Chillón en época de estiaje.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la calidad de agua de la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje
- Elaborar el mapa de niveles de contaminación de agua de la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje
- Evaluar el riesgo potencial en las zonas agrícolas de la cuenca baja regadas con las aguas del río Chillón en época de estiaje

1.4. Justificación

El río Chillón en época de estiaje tiene un caudal promedio de 1.73 m³/s (INRENA, 2003), descarga en la cuenca baja el 16.7% de su volumen promedio anual durante los 7 meses que dura la época de estiaje (ANA, 2012), es la principal fuente de agua para el desarrollo agrícola en la cuenca baja del río Chillón, sin embargo este cauce es utilizado como cuerpo receptor de descarga de efluentes domésticos e industriales, botaderos de residuos sólidos a lo largo de toda la cuenca. La ANA identificó, 16 vertimientos de agua residual doméstica y 32 vertimientos industriales no

autorizados, se calculó un total de 2,442 l/s entre vertimientos de agua residual doméstica e industrial, de los cuales 1200 l/s son descargados por la central Hidroeléctrica en Canta de EDELNOR y 516 l/s provienen de 3 vertimientos inscritos en el Programa de Adecuación de Vertimientos y Reúso (PAVER) (ANA, 2012). Se identificó 9 botaderos informales de residuos sólidos y pozas sépticas que no cumplen su función pues estos se encuentran colmatada y los efluentes son descargados directamente al río, (ANA, 2013). Esto viene aumentando los niveles de contaminación en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje.

El Presente estudio pretende determinar el riesgo potencial en las zonas agrícolas en la cuenca baja del río Chillón, que son regados con agua sin un previo tratamiento tomados del cauce del río. Para la evaluación del riesgo potencial se seguirá los lineamientos establecidos en la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, elaborado por la Dirección General de Calidad Ambiental – Viceministerio de Gestión Ambiental – Ministerio del Ambiente – MINAM, 2009, que toma como base la Norma UNE 150008:2008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental.

1.5. Importancia

Es importante conocer la calidad del agua de riego y del suelo agrícola en la cuenca baja del río Chillón pues es clave para elaborar un análisis de riesgo ambiental asociado a la agricultura que se practica en esta parte de la cuenca. El área de estudio es aproximadamente de 1,036 ha y el análisis que propone este estudio es en la época de estiaje dado que en esa época el caudal es menor y considerando que los efluentes y residuos sólidos que

se vierte en el cauce es constantemente, en esta época el río tiene una mayor concentración de contaminantes, esto podría poner en riesgo los productos agrícolas, en su mayoría hortalizas que finalmente son comercializadas en los mercados de Lima y Callao.

Este estudio pretende determinar un nivel de riesgo y ser la base para futuras investigaciones que ayuden a reducir el riesgo actual para la agricultura en esta zona.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

En Lima una gran cantidad de residuos sólidos y líquidos son vertidos en los canales y ríos, lo cual conduce a un alto grado de contaminación del agua utilizada para el riego de cultivos.

La agricultura urbana proporciona aproximadamente el 15 % de todos los alimentos consumidos en las zonas urbanas y es probable que este porcentaje se duplique en las próximas dos décadas. (Hernandez L. , 2006)

En el 2007, había más de 5,000 Ha. de terrenos de regadío en las cuencas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín, donde se cultivaban hortalizas que eran comercializadas en los mercados de abastos de la capital, el crecimiento poblacional y desarrollo inmobiliario en suelos de aptitud agrícola bien deteriorando las infraestructuras de riego frente a este deterioro, muchos agricultores se han visto obligados a emplear aguas servidas de las mismas habilitaciones urbanas (Instituto Metropolitano de Planificación, 2005).

La principal desventaja de su uso es la presencia de bacterias, virus y parásitos que pueden representar riesgos para la salud de los agricultores y las comunidades que están en contacto prolongado con esta agua, así como también a los consumidores de productos irrigados con esta agua (Juárez Soto, 2006).

La Cuenca del Río Chillón se caracteriza por ser una unidad geográfica con desequilibrios poblacionales en su ocupación, el 95.4% de la población vive en la Cuenca baja (INEI, 2012) (véase anexo 3, en la página 112), donde se presenta la distribución poblacional en la cuenca del río Chillón.

En relación a la infraestructura de servicios básicos, el déficit más alto con el uso de pilón público son los distritos de Santa Rosa, con el 26.70% de sus viviendas cuentan con dicho servicio, seguido por Puente Piedra con el 21.37% y Ventanilla con el 19.07%. Con el servicio de pozo séptico tenemos los distritos de Santa Rosa (41.17%), Puente Piedra (22.85%), Ancón (15.65%) y Carabaylo (12.64%), mientras que los distritos de Comas (30.23%), San Martín (30.22%), Carabaylo con (18.83%) y Ancón (14.70%) cuentan estas viviendas con el servicio de letrinas, reflejando de manera significativa las condiciones de habitabilidad todavía precarias en las que viven miles de pobladores urbanos en los asentamientos humanos, que constituyen bolsones de pobreza en las áreas peri-urbanas de la gran metrópoli capitalina (INEI, 2007).

Según el Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES), se especifica que existe mayor población en el distrito de Ventanilla y el nivel de pobreza alcanza el 32.5% (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2011).

En la margen derecha del río Chillón existe gran cantidad de viviendas aglutinadas, con crecimiento desordenado pertenecientes a los Asentamientos Humanos, uno de ellos el Asentamiento 18 de Octubre se encuentra cerca del vertedero "La Cucaracha", y la Central Termo Eléctrica de Ventanilla, seguidamente el Parque Porcino "Pampa de los Perros". En la margen derecha en la zona de Ventanilla frente a la ex hacienda Chuquitanta se encuentra la zona arqueológica denominada Cerro Respiró que se encuentra muy cerca del río Chillón en uno de los ramales que hasta

la actualidad ha sido usado como relleno sanitario (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2011).

El poco interés y pasividad mostrada por los pobladores ante el deterioro ambiental y de los recursos naturales de la cuenca, la disminución de sus áreas agrícolas y el empobrecimiento de su población; los pone en situación de vulnerabilidad ante la contaminación de sus cultivos agrícolas y la proliferación de enfermedades que van en desmedro de la salud de la población y en algunos casos son conscientes de su situación pero no tienen el apoyo de la autoridad local (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2011)

Se han identificado problemas de descoordinación interinstitucional entre los diferentes niveles de gobierno sectorial, provincial y distrital, falta de integridad en el manejo de los recursos, debilidad interna de las instituciones públicas para ejercer sus funciones y limitado control y vigilancia sobre actividades contaminantes (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2011).

Durante los años 2010 – 2011 la producción agrícola en el Cono Norte de Lima fue de 31,696 toneladas, proveniente mayormente del distrito de Carabaylo (19,354 toneladas que representa el 61%). El aporte de los demás distritos es como sigue: Puente Piedra con 5,410 toneladas (17%), seguido de Comas con 4,172 toneladas (13%), y San Martín de Porres con 2,760 toneladas (9%). Entre los cultivos con mayor producción en el cono norte tenemos: maíz chala, maíz amarillo duro, camote, vid, maíz choclo y hortalizas diversas. La producción de la Cuenca Baja por distritos según cultivos podemos encontrarla a mayor detalle en el Anexo N° 4, en las páginas 113 a 116.

En la zona del Callao y Ventanilla la población de la zona ribereña se dedica al reciclaje de residuos sólidos y servicios como talleres de carpintería, mecánica transporte. Las actividades productivas y servicios desarrollados en estos distritos se encuentran a mayor detalle en el Anexo N° 5, página 117.

La cuenca baja aporta principalmente con materiales para la industria de la construcción, ante una demanda creciente de nuevos pobladores que construyen sus viviendas en la zona urbana. Los distritos de Ancón, Callao, Carabaylo, Puente Piedra, Ventanilla tienen 41 derechos mineros titulados que juntos representan 5,104.77 Ha.; y en trámite 33 solicitudes que juntos representan 8,760 Ha (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2011).

Los agricultores en la cuenca baja utilizan el máximo de agua del río Chillón, por lo que se observa tramos del cauce secos en la época de estiaje, luego el caudal se incrementa con descargas de efluentes domésticos y descargas industriales ubicadas en las riberas del río. Los puntos de contaminación más críticos observados en la cuenca baja provienen en su mayoría de descargas industriales y del arrojado de basura. Esto pone en peligro los productos agrícolas regados con estas aguas, además de la salud de pobladores, que en su mayoría viven en zonas marginales. Los principales puntos críticos o de mayor riesgo potencial son:

- A 200 m. aguas abajo de Asociación San Martín de Porres- Carabaylo – canal de riego
- A 200 m aguas arriba de peaje de Puente Piedra.- canal de desagüe industrial



- A 100 m aguas debajo de peaje de Puente Piedra cercano a Puente Panamericana canal de riego
- A 200 m aguas abajo del C.E 606 V Etapa de Asociación Vivienda Chillón – Tubería de desagüe 4”
- A 40 m aguas arriba del Puente San Diego, canal de riego, letrinas (MINAM - Proyecto Línea Base de Cuenca de Ríos, 2011).

Así mismo la Evaluación de la Calidad Sanitaria de las Aguas del Río Chillón realizada todos los años por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), del Ministerio de Salud, en todas las estaciones del río Chillón, jurisdicción del Callao, se ha detectado alto riesgo de contaminación significativo para la salud de las personas y al ambiente en los parámetros siguientes: hierro, plomo, aceites y grasas, coliformes termotolerantes, coliformes totales y escherichia coli no cumpliendo con los ECA para Agua del D.S. N° 002-2008-MINAM. Asimismo, se observa riesgo moderado en los parámetros cobre y manganeso (DIGESA, 2011).

En la cuenca alta, media y baja del río Moche, se realizaron muestreos de agua en ocho estaciones y en cuatro sectores de sus márgenes para suelos y cultivos, los resultados arrojaron mayores concentraciones de metales en los suelos de la margen derecha de la Cuenca Baja para el año 1980: hierro (83.400 mg/kg); plomo (0.820 mg/kg); cadmio (0.012 mg/kg); cobre (1.240 mg/kg); zinc (0.380 mg/kg) y arsénico (0.016 mg/kg); en relación con la acumulación de metales en los cultivos, el hierro (0.6525 mg/kg) fue el de mayor predominio (Moreno, García, & Arévalo, 2012).

La cuenca hidrográfica Almendares Vento, en la capital cubana, es una de las fuentes de agua más importantes de Cuba y tiene para los territorios habaneros una gran importancia, las aguas del río Almendares y sus tributarios, son utilizadas en la agricultura, la pesca, la industria y con fines recreativos, durante la temporada de seca de 2003 y 2004 los resultados de los análisis de Zn, Cu, Pb y Cd efectuados a los sedimentos del río Almendares muestran que los niveles de estos elementos son superiores a aquellos donde comienzan a manifestarse los efectos adversos hacia la biota, y en algunas estaciones incluso, superiores a los que indican severos impactos en la biota. Por otra parte, los altos contenidos de metales encontrados en las raíces de la planta *Eichhornia crassipes* indican que gran parte de estos metales están biodisponibles y que representan un peligro potencial para la vida en el río (Lima Cazorla, Olivares Rieumont , Columbie, Gil Castillo, & De La Rosa Mederos, 2005).

En el Valle del Mezquital México, desde hace más de 100 años se ha empleado para riego directo, aguas residuales, a consecuencia de esto se han acumulado en suelos metales pesados. Algunos autores que han analizado las concentraciones de metales pesados, reportan presencia de Cd, Ni, Pb, en agua, suelo y en plantas (Prieto G., 2007).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agricultura urbana

La Agricultura Urbana es un conjunto de prácticas agrícolas, dentro de las ciudades y en torno a ellas, que compiten por recursos tierras, agua,

energía, mano de obra que podrían destinarse también a otros fines para satisfacer las necesidades de la población urbana. La expresión agricultura periurbana se refiere a unidades agrícolas cercanas a una ciudad que explotan intensivamente granjas comerciales o semicomerciales para cultivar hortalizas y otros productos hortícolas, criar pollos y otros animales, y producir leche y huevos (AUP) (FAO, 1999).

Dado que oficialmente el sector no recibe asistencia o supervisión pública en muchas ciudades, conlleva riesgos para la salud y el medio ambiente como olores, o el uso inadecuado de pesticidas y abonos orgánicos en bruto que puede filtrarse a las fuentes de agua, sin embargo, las aguas residuales si se tratan adecuadamente para su reutilización agrícola pueden ser ideales para la agricultura urbana (FAO, 2000).

2.2.2. El agua y su retención en el suelo

Mediante la fotosíntesis la planta utiliza la energía de la luz para formar azúcares, celulosa y almidones por medio del agua y del anhídrido carbónico. El almacenamiento de retención, no solo se afecta por la textura del suelo, sino también por la cantidad de materia orgánica, cuyo efecto es aumentar la capacidad de almacenamiento de las partículas del suelo, e incrementar el volumen total del mismo (Bolívar, 2004).

La materia orgánica cuando se descompone y se mezcla en el suelo, cubre las partículas minerales con la substancia porosa, parecida a la gelatina y altamente absorbente, con lo cual se aumenta el área de su superficie, y por lo tanto su poder de almacenamiento (Bolívar, 2004). Con la agregación de materia orgánica al suelo, este se dilata y se profundizará, incrementándose

la capacidad de almacenamiento de retención, para la profundidad afectada por la materia orgánica, junto con los espacios porosos y las partículas minerales forman la capa humífera de los suelos (Bolívar, 2004).

2.2.3. Contaminación del agua

El uso de agua de mala calidad puede ocasionar problemas en el suelo y en los cultivos agrícolas; estos pueden ser problemas de salinidad; disminución de la tasa de infiltración, toxicidad específica sobre los cultivos y otros (MORENO, 1996).

2.2.4. Alteración física del agua

Color

El color en el agua resulta de la presencia en solución de diferentes sustancias como iones metálicos, humus y materia orgánica disuelta (Sierra, 2013).

Olor

El agua pura es inodora, los olores ocurren en las aguas debido a la presencia de diferentes sustancias, generalmente orgánicas, aunque también producen olores algunas inorgánicas (Sierra, 2013).

Turbiedad

La turbiedad de las aguas se debe a la presencia de material suspendido y coloidal como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica. La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que hace que los rayos luminosos se dispersen y se absorban, en lugar de que se transmitan sin alteración a través de una muestra (Sierra, 2013).

Temperatura

La temperatura es un factor que interviene en la solubilidad de los gases, las sales del agua y las reacciones biológicas. La polución térmica es causante de graves alteraciones de los equilibrios ecológicos, interviene en las reacciones bioquímicas y produce alteraciones en las características fisicoquímicas del agua. A mayor temperatura mayor probabilidad de microorganismos, pero también menor cantidad de gases disueltos (Navarro, 2004).

pH

La concentración del ión hidrogeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales (Organización Mundial de la Salud, 2008).

El pH puede afectar al proceso fisiológico de absorción de los nutrientes por parte de las raíces; todas las especies vegetales presentan unos rangos característicos de pH en los que su absorción es idónea. Fuera de este rango la absorción radicular se ve dificultada y si la desviación en los valores de pH es extrema, puede verse deteriorado el sistema radical o presentarse toxicidades debidas a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos. (Hernandez F.).

2.2.5. Alteración química del agua

Los contaminantes químicos pueden ser productos tanto orgánicos como inorgánicos, los contaminantes químicos orgánicos interfieren en la calidad de agua en los procesos de descomposición con la consecuente pérdida de

la calidad del medio. La presencia de contaminantes inorgánicos, tiene diferentes consecuencias en función a su toxicidad (Navarro, 2004).

Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los contaminantes orgánicos también son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. (Alzugaray, 2008).

2.2.6. Alteración biológica del agua

Las aguas residuales suelen transportar bacterias, virus, hongos y parásitos procedentes de reservorios humanos o animales. En general estos microorganismos son de origen fecal y no patógeno y pueden vivir de forma natural en el agua y en el suelo, aunque la mayoría están unidos a los materiales en suspensión, lo que explica su concentración en los lodos de decantación, la concentración de los agentes biológicos en las aguas residuales está en función del reservorio humano o animal, de su dilución en los efluentes y de su supervivencia en el medio (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998)

Coliformes totales y termotolerantes

Los coliformes termotolerantes, denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45 °C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. En su mayoría están representados por *E. coli*. Los coliformes termotolerantes integran el grupo de los coliformes totales y son mejores indicadores de higiene en alimentos y agua. La presencia de estos microorganismos indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen coliformes termotolerantes que están presentes en la microbiota intestinal, siendo *E. coli* la más representativa, con un 90-100 % (Jeny Adina Larrea Murrell, 2013).

2.2.7. Metales pesados

Los metales pesados contribuyen fuertemente a la contaminación ambiental debido a que no son biodegradables, no son termodegradables, generalmente no percola a las capas inferiores de los suelos y pueden acumularse sutilmente a concentraciones tóxicas para las plantas y animales (Bohn, 1985) y tienden a bioacumularse en diferentes cultivos (Angelova V., 2004).

Los metales pesados que ingresan en pequeñas cantidades en los suelos encuentran lugares específicos de adsorción donde son retenidos fuertemente en los coloides orgánicos e inorgánicos. (Sauve, 2000). Se ha demostrado que adiciones continuas de metales pesados pueden acumularse en los suelos hasta alcanzar niveles tóxicos para el crecimiento de las plantas (Chang, Granato, & Page, 1992).

La duración de la contaminación por metales pesados en los suelos puede ser por muchos años. El tiempo que le toma al Cd, Cu y Pb alcanzar la mitad de su actual concentración en suelos es de 15 a 1,100, 310 a 1,500 y de 740 a 5,900 años, respectivamente, dependiendo del tipo de suelo y de sus parámetros físico químicos (Alloway B. a., 1993).

Cadmio

El Cadmio puede ser transportado a grandes distancias cuando es absorbido por el lodo, este lodo rico en Cadmio puede contaminar las aguas superficiales y los suelos. (Organización Mundial de la Salud, 2008) El tiempo de permanencia del cadmio en suelos es de hasta 300 años y el 90% permanece sin transformarse e ingresar en la alimentación humana con los vegetales y productos animales, encontrándose que los frutos y semillas contienen menor concentración de cadmio que las hojas (Ramirez, 2002).

Puede ser absorbido en mayor grado en plantas como rábanos y zanahorias, en las hojas de los rábanos se llegan a acumular mayores contenidos del metal, provocando en la hojas un marchitamiento y disminución en la longitud de sus raíces y de la biomasa, para zanahorias se reporta en igual grado acortamiento en raíces y acumulación mayor en las mismas del metal (Intawongse, 2006).

Las plantas expuestas a suelos contaminados con cadmio presentan modificaciones en la apertura estomática, fotosíntesis y transpiración (Sandalió, 2001) en otras cosas se produce clorosis por una deficiencia en hierro (Benavides, 2005), fosfatos o por la reducción del transporte de Mn (Goldbol, 1985).

Basándose en un modelo biológico, se ha estimado que consumiendo diariamente de 140-260 µg de cadmio durante toda la vida, o una ingesta acumulativa de unos 2,000 mg o más, se produce en el ser humano una asociación entre la exposición al cadmio y una mayor excreción de proteínas de bajo peso molecular en la orina (WHO, 1988).

Cromo (VI)

Es tóxico para los organismos, pudiendo alterar el material genético y causar cáncer. Cuando la cantidad de Cromo VI en el suelo aumenta, esto puede aumentar las concentraciones en los cultivos. La acidificación del suelo puede también influir en la captación de Cromo VI por los cultivos (Roig Marino, 2006).

Mercurio

La exposición a los compuestos de mercurio se va dar en sitios de desechos peligrosos, a través del contacto con suelo contaminado (por ejemplo los niños jugando o ingiriendo tierra contaminada), al beber agua de pozo, o consumiendo pescado capturado en aguas contaminadas cerca de estos sitios (Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU, 1999). Los efectos tóxicos de los compuestos inorgánicos de mercurio se observan principalmente en los riñones, tanto en personas como en animales de laboratorio, tras exposiciones breves o prolongadas (Organización Mundial de la Salud, 2008).

Plomo

Los compuestos insolubles del plomo pueden adherirse a las partículas suspendidas y a los sedimentos, al disminuir el pH disminuye la interacción

con los sedimentos y aumentaría la presencia de plomo en el agua (Oriundo Guarda & Robles Gómez, 2009). Al aumentar la materia orgánica y coloide inorgánica, aumenta la interacción con el suelo, al disminuir el pH disminuye la interacción con el suelo y al disminuir la interacción con el suelo aumenta la solubilidad del plomo y puede contaminar acuíferos (Oriundo Guarda & Robles Gómez, 2009).

Puesto que el plomo no se disipa, se biodegrada o decae, cuando se deposita en el suelo puede ser una fuente de exposición a largo plazo. El plomo queda inmóvil en el componente orgánico del suelo, quedando retenido en las capas superiores (2 cm – 5 cm) de los suelos no alterados o en las capas más profundas cuando se ha removido (Oriundo Guarda & Robles Gómez, 2009).

En algunas especies, la acumulación de plomo, a medida que se aumenta las dosis en el suelo hasta niveles menores a 1,000mg de Pb por Kg-1 de suelo, tiende a incrementarse rápidamente en los órganos de la planta que éstas no lo toleran y mueren (Rodríguez O., 2006).

2.2.8. Uso de aguas residuales en la agricultura

Por serios problemas de producción de alimentos debido a la falta de agua, sobre todo en las zonas áridas y de extrema pobreza (Toledo, 2002). A nivel mundial, 20 millones de hectáreas (7% de las tierras de regadío) se abastecen de aguas residuales tratadas o parcialmente tratadas (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013).

La principal desventaja de usar agua de desecho no tratada para el riego es la presencia de bacterias, virus y parásitos que pueden representar riesgos

para la salud de los agricultores y las comunidades que están en contacto prolongado con el agua de desecho, y también a los consumidores de productos irrigados con esta agua, (Mara C. R., 2004) al estar en contacto directo con las aguas residuales, padecen enfermedades gastrointestinales a causa de coliformes y parásitos (helmintos) (Hernández Acosta, Quiñones Aguilar, Cristóbal Acebedo, & Rubiños Panta, 2014).

También problemas ambientales, por afectar la conservación o protección de los ecosistemas acuáticos y del suelo, lo que contribuye a la pérdida de valor económico del recurso y del medio ambiente y genera a su vez una disminución del bienestar para la comunidad ubicada aguas abajo de las descargas (Turner, 1990).

En el agua de riego los niveles bajos de plomo (alrededor de $30\mu\text{g/l}$) influyen en forma mínima en la calidad toxicológica de los vegetales cuya parte comestible crece debajo de la superficie del suelo. El uso agrícola de aguas residuales contaminadas con sustancias químicas en niveles de riesgo, implica un peligro de contaminación de los productos agropecuarios y por ende un riesgo para la salud de los consumidores (Esparza, 1998).

En otros estudios realizados, la contaminación por metales provenientes del uso de estas aguas, en el caso de los vegetales, estuvo por debajo del límite máximo permitido; sin embargo, si tales aguas residuales se utilizan continuamente para la irrigación en largos plazos para las cosechas de vegetales, pueden llegar a tener un aumento en la contaminación metálica más allá del límite permitido máximo (Malla. R., 2007).

2.2.9. Contaminación de los suelos por metales pesados

La contaminación en suelos por metales pesados ocurre cuando estos son irrigados con aguas procedentes de desechos de minas, aguas residuales contaminadas de parques industriales y municipales. (Wang, 2003) Una vez en el suelo, los metales pesados pueden quedar retenidos en el mismo pero también pueden ser movilizados en la solución del suelo mediante diferentes mecanismos biológicos y químicos (Pagnanelli, 2004).

Los metales afectan directamente varios procesos fisiológicos y bioquímicos causando la reducción del crecimiento, inhibición de la fotosíntesis, la respiración y la degeneración de los principales organelos de la célula. Algunos metales son acumulados en las raíces (plomo) y otros son fácilmente transportados por las plantas (cadmio).

Los metales pesados incorporados al suelo pueden seguir cuatro diferentes vías: la primera, quedar retenidos en el suelo, ya sea disueltos en la fase acuosa del suelo u ocupando sitios de intercambio; segunda, específicamente adsorbidos sobre constituyentes inorgánicos del suelo; tercera, asociados con la materia orgánica del suelo y cuarta, precipitados como sólidos puros o mixtos. Por otra parte, pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas; pueden pasar a la atmósfera por volatilización y pueden ser movilizados a las aguas superficiales o subterráneas (García & Dorronsoro, 2005).

La contaminación de suelos por metales pesados es uno de los problemas ambientales más serios y tiene significativas implicaciones para la salud humana. Los metales pesados poseen una alta persistencia en el ambiente,

baja solubilidad en la biota, y se encuentran clasificados como carcinógenos y mutagénicos (Alloway, 1995) constituyendo una amenaza para los ecosistemas naturales, porque pueden ser tóxicos a bajas concentraciones. Además, no son biodegradables y están de esta manera disponibles para circular en los ecosistemas y ser bioacumulados (Ross, 1994), absorbidos a través del sistema radicular inducen clorosis en las hojas, deficiencia de los elementos esenciales e inhibe la penetración de raíces y su crecimiento, y por otra parte los metales pesados son acumulados por enlaces de proteínas ricas en cisteína o péptidos (fitoquelatinas) en plantas. Subsecuentemente liberan los metales durante la descomposición representando un reciclamiento de los metales en el ecosistema (Jain, Vasudevan, & Jha, 1990).

Los metales tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles al consumo de las raíces de los cultivos (Baird, 1999). Las plantas cultivadas en suelos contaminados absorben en general más oligoelementos y la concentración de éstos en los tejidos vegetales está a menudo directamente relacionada con su abundancia en los suelos, y especialmente en la solución húmeda (Kabata Pendais & Pendias, 2001) (Gulson, Mizon, Korsch, & Howarth, 1996). Mencionan que excesivas concentraciones de metales en el suelo podrían impactar la calidad de los alimentos, la seguridad de la producción de cultivos y la salud del medio ambiente, ya que estos se mueven a través de la cadena alimenticia vía consumo de plantas por animales y estos a su vez por humanos.

En los suelos y sedimentos que están en contacto o se originan en aguas residuales, se concentran sustancias químicas tóxicas y el uso de estos lodos como abono es un riesgo potencial de contaminación de los productos agrícolas (Esparza, 1998).

En lugares donde se han venido utilizando aguas residuales para el riego agrícola, se reporta una tendencia creciente en las concentraciones de metales en los suelos, por efecto en el tiempo (años) de uso de esta agua, donde las cantidades de metal que se extraen y se miden en estos suelos, se han asociado positivamente con el tiempo de uso de agua residual; mostrando una mayor tasa anual de acumulación el Ni y Pb (Judith Prieto Méndez, 2009).

En suelos estudiados con diferente pH y contenidos de arcilla y materia orgánica, y donde se han añadido intencionalmente concentraciones de Pb y Zn, ha sido determinada la capacidad de la absorción de los mismos en cada tipo de suelo. Se sembró lechuga y después de cosechar las mismas se evaluaron nuevamente los suelos y se observó que disminuyó la concentración de estos metales en los suelos (Stevens, 2003), lo que pone de manifiesto que éstos suelos contaminados son un riesgo para la salud porque las plantas pueden absorber estos metales.

2.2.10. Principales instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de la cuenca del río Chillón

En la gestión de la Cuenca del río Chillón intervienen varias instituciones del Gobierno Central; destacando entre ellas DIGESA y ANA, las Municipalidades Provinciales de Canta, Lima y del Callao y 14

Municipalidades distritales. También intervienen empresas públicas como SEDAPAL y organizaciones como la Junta de Usuarios, las Comunidades Campesinas y los Organismos no gubernamentales (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2011).

Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)

Es el órgano técnico normativo en los aspectos relacionados al saneamiento básico, salud ocupacional, higiene alimentaria, zoonosis y protección del ambiente. Propone y hace cumplir la política nacional de salud ambiental, articulando y concertando los planes, programas y proyectos nacionales de salud ambiental, estableciendo las normas de salud ambiental y monitoreando su cumplimiento.

Autoridad Nacional del Agua (ANA)

La Autoridad Nacional del Agua es el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Es responsable del funcionamiento de dicho sistema en el marco de lo establecido en la Ley (Congreso de la República del Perú, 2009).

Actores locales y regionales de la cuenca

Dentro de las principales organizaciones de la Cuenca del Chillón tenemos: La Junta de Usuarios de la Cuenca del Chillón, 15 comisiones de riego, 22 comunidades campesinas, comités de productores, organizaciones vecinales, organizaciones femeninas, sindicato de pescadores, mesas de concertación para el desarrollo local en los distritos del Cono Norte; el Consejo de Desarrollo Económico del Cono Norte y las 2 mesas de

concertación para la lucha contra la pobreza (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2011).

2.2.11. Definición de términos

Amenaza potencial

Proceso mediante el cual se determina un peligro o amenaza que comprometa la calidad del agua, aire o suelo el cual pone en riesgo a la salud del ser humano y a la biodiversidad como consecuencia de la exposición a fuentes contaminantes del ambiente en un lugar y tiempo determinado como consecuencia de actividades de origen natural o antropogénico (Ministerio de Ambiente, 2010).

Afectado

Persona, animal, territorio o infraestructura que sufre perturbación en su ambiente por efectos de un fenómeno, puede requerir de apoyo inmediato para eliminar o reducir las causas de la perturbación para la continuación de la actividad normal (Ministerio de Ambiente, 2010).

Aguas residuales

Aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y, en general, de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas (Ministerio de Ambiente, 2010).

Contaminación

Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos ambientales o sobre la salud adversa. La contaminación puede ser

ocasionada por la producción industrial, transporte, agricultura o escorrentía (Ministerio de Ambiente, 2010).

Contaminante crítico

Aquellos de los cuales se tienen evidencia o sospecha que ocasionan daño o riesgo de daño (Ministerio de Ambiente, 2010).

Degradación física del suelo

Deterioro de las propiedades físicas; densidad aparente, textura, estructura, estabilidad de los agregados y porosidad (Ministerio de Ambiente, 2010).

Degradación química del suelo

Alteración de las propiedades químicas del suelo, por modificaciones en la concentración original de elementos, sustancias o iones, derivados de procesos de acumulación, lixiviación y arrastre (Ministerio de Ambiente, 2010).

Efluente

Material de desecho descargado al ambiente, tratado o sin tratar, que se refiere generalmente a la contaminación del agua pero puede utilizarse para referirse a las emisiones de chimeneas u otros materiales de desechos que entran en el ambiente (Ministerio de Ambiente, 2010).

Emisión

Material de desecho descargado al ambiente, tratado o sin tratar, que se refiere generalmente a los contaminantes del aire (gases, aerosoles, materiales particulados) pero puede incluir fluidos y sólidos liberados a los ambientes acuáticos o terrestres (Ministerio de Ambiente, 2010).

Escenario de exposición

Corresponde al área física donde se vierten contaminantes, el área en la cual se transportan y el lugar donde las poblaciones entran en contacto con los contaminantes (Ministerio de Ambiente, 2010).

Evaluación del riesgo ambiental

Evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo ambiental o para la salud resultante de la exposición a un producto químico o agente físico (contaminante); combinan los resultados de la evaluación de la exposición con los resultados de la evaluación de la toxicidad o los efectos para estimar el riesgo (Ministerio de Ambiente, 2010).

Exposición

Es el contacto de una población, individuo o biota con un agente físico o químico crítico, se debe, por lo tanto, encontrar los puntos de exposición (Ministerio de Ambiente, 2010).

Impacto ambiental

Se refiere a cualquier cambio, modificación o alteración de los elementos del medio ambiente o de las relaciones entre ellos, causada por una o varias acciones (proyecto, actividad o decisión). El sentido del término no involucra ninguna valoración del cambio, la que depende de juicios de valor (Ministerio de Ambiente, 2010).

Peligro

Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona

conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología (Ministerio de Ambiente, 2010).

Riesgo

Estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad (Ministerio de Ambiente, 2010).

Riesgo ambiental

Probabilidad de que ocurran accidentes mayores que involucren a los materiales peligrosos que se manejan en las actividades altamente riesgosas, que puedan trascender los límites de sus instalaciones y afectar de manera adversa a la población, sus bienes, y al ambiente (Ministerio de Ambiente, 2010).

Ruta de exposición

Es el camino que sigue el agente químico desde el lugar donde se emite hasta que llega a establecer contacto con la población y/o biota expuesta. Se debe encontrar las rutas activas y potenciales (Ministerio de Ambiente, 2010).

Vía de exposición

Mecanismo por medio del cual el tóxico entra al organismo (ingestión, inhalación, contacto dérmico) (Ministerio de Ambiente, 2010).

Vigilancia y fiscalización

Fiscalización ambiental comprende las acciones de evaluación (monitoreo) de la calidad ambiental, supervisión, fiscalización, sanción y aplicación de incentivos realizadas por las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA) con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las obligaciones ambientales. Incluidas el cumplimiento de ECAs, LMPs, VMA, etc. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2013).

Zona de cultivos

Se denomina zona de cultivo a la porción del área de tierra cultivable, afectada a cultivo permanente y a pradera permanente. La tierra cultivable incluye aquellos terrenos definidos por la FAO como afectados a cultivos temporales, los prados temporales para segar o para pasto, las tierras cultivadas como huertos comerciales o domésticos, y las tierras temporalmente en barbecho. Según el D.S. N° 017-2009-AG Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de uso Mayor, indica que las zonas de cultivo son las tierras para cultivos en limpio y las tierras para cultivos permanentes, sin ser limitativo, encontrándose en la cuenca baja estos dos tipos de suelo aptos para cultivos (FAO, 1992).

2.2.12. Marco legal aplicable

La normativa ambiental aplicable para calidad de agua y suelo, que además se tomó como base para el análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio es la siguiente:

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Los ECA para agua fueron aprobados por Decreto Supremo N°. 002-2008-MINAM de fecha 31/07/2008 son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de normas legales, donde se establece según Categoría I (Población y Recreación), Categoría II (Actividades Marino Costeras), Categoría III (Riego de Vegetales y Bebida de Animales), Categoría IV (Conservación del Ambiente Acuático) (MINAM, 2008).

Límites Máximos Permisibles

Se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un efluente, que al ser excedido causa o puede causar daños para la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente.

Normas Dadas por el Ministerio de Agricultura Referidos a la Calidad de Agua

- D.S. N° 49-94-AG. Crean la Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chillón-Rímac-Lurín
- Resolución Directoral N° 1152/2005/DIGESA/SA, 03/08/2005. Se aprueba Clasificación de Ríos y Tributarios
- Resolución Jefatural N° 0291-2009-ANA Dictan disposiciones referidas al otorgamiento de autorizaciones de vertimientos y de reúsos de aguas residuales tratadas

- Ley Recursos Hídricos Ley N° 29338, 30/03/2009, finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo

Los Estándares de Calidad Ambiental para suelo (ECA suelo) fueron aprobados mediante D.S. N° 002-2013-MINAM, publicado el 25/03/2013, son aplicables a todo proyecto y actividad, cuyo desarrollo dentro del territorio nacional genere o pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia. Los ECA para Suelo son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental, lo que incluye planes de descontaminación de suelos o similares.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Variables de la investigación

- Variable Independiente (X): Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje
- Indicadores: Parámetros de calidad de agua de río categoría III (D.S. N° 002-2008-MINAM)

Físicos	Temperatura (T) X ₁ ; pH X ₂
Químicos	Cadmio (Cd) X ₃ ; Cromo (Cr) X ₄ ; Plomo (Pb) X ₅ ; Mercurio (Hg) X ₆
Biológicos	Coliformes Totales X ₇ ; Coliformes Termotolerantes X ₇

- Variable Dependiente (Y): Potencial de riesgo en las áreas de cultivo por uso directo en riego agrícola.
- Indicadores: Parámetros de calidad para suelo

Químicos	Cianuro libre Y ₁ , Arsénico total Y ₂ , Bario total Y ₃ , Cadmio total Y ₄ , Cromo VI Y ₅ , Mercurio total Y ₆ , Plomo total Y ₇ .
----------	--

3.1.1. Definición conceptual de variables

- Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje.
Conjunto de características físicas, químicas y biológicas que tiene el agua utilizada para riego en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje, que dependiendo de su concentración se puede clasificar la aptitud para su uso. Los límites aceptables para indicadores se presenta en base a los ECA para agua (véase Tabla N°3.1, en la página 44).

Tabla N° 3.1. Limite aceptable variables independientes

Indicador	Unidades	Valor Límite
Temperatura X ₁	°C	No Estandarizado
pH X ₂		Min 6.5 - Max 8.5
Cadmio (Cd) X ₃	mg/l	0.005
Cromo (Cr) X ₄	mg/l	0.1
Plomo (Pb) X ₅	mg/l	0.05
Mercurio (Hg) X ₆	mg/l	0.001
Coliformes Totales X ₇	NMP/100ml	5000
Coliformes Termotolerantes X ₈	NMP/100ml	1000

Fuente: Elaboración Propia

- Riesgo en las áreas de cultivo por uso directo en riego agrícola.

Posibilidad de daño o alteración de la calidad de suelo agrícola producida en la cuenca baja del río Chillón. En la Tabla N° 3.2 se puede observar los límites aceptables para estos indicadores.

Tabla N° 3.2. Limite aceptable variables dependientes

Indicador	Unidades	Valor Límite
Cianuro libre Y ₁	mg/Kg	0.9
Arsénico total Y ₂	mg/Kg	50
Bario total Y ₃	mg/Kg	750
Cadmio total Y ₄	mg/Kg	1.4
Cromo VI Y ₅	mg/Kg	0.4
Mercurio total Y ₆	mg/Kg	6.6
Plomo total Y ₇	mg/Kg	70

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Operacionalización de variables

Para demostrar y comprobar la hipótesis formulada, se operacionalizará las variables así como los indicadores de la calidad del agua del río en la época de estiaje y la calidad de suelos de la zona agrícola.

Así se recopilará información con los resultados de los indicadores de la variable independiente, calidad de agua, que será el precursor y se analizará los indicadores de la variable dependiente, calidad del área de cultivo evaluándose finalmente la relación causa - efecto entre ambas variables.

3.3. Hipótesis

La Calidad del agua en la cuenca baja del rio Chillón en época de estiaje determina el riesgo potencial en las áreas de cultivo por el uso directo en riego agrícola.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental, analítico cuantitativo y retrospectivo según el registro de la información.

4.2. Diseño de la investigación

La investigación es experimental con un diseño transversal correlacional / causal dado que las causas y efectos ya ocurrieron en la realidad, se analizará indicadores y reporta la correlación entre variables.

4.3. Población y muestra

La población para el presente estudio comprende los distritos de Comas, Puente piedra, Los olivos, San Martín de Porres; en la provincia de Lima; Callao y Ventanilla en la provincia del Callao, ubicados en la cuenca baja del río Chillón, en el Apéndice N° 1, de la página 142 se puede apreciar la delimitación y ubicación del área del estudio. En esta zona existen áreas de cultivo agrícola en los que se cultiva *Petroselinum crispum* (perejil), *Allium cepa* (cebolla), *Solanum lycopersicum* (tomate), yerba buena, vainita, culantro, maíz para follaje, ajo tal como se pudo constatar en la visita de campo realizado el 7 de junio del 2014 (época de estiaje), en el Apéndice N° 2, de la página 143 se muestra los límites provinciales, distritales superpuesto con áreas agrícolas obtenida de imágenes satelitales de Google Earth.

La muestra representó una parte significativa de la población para ello se seleccionaron tres parcelas de cultivo y un canal de ingreso de agua de riego, una muestra en la margen derecha y 3 muestras en la margen

izquierda del río Chillón, en Apéndice N° 3, de la página 144 se presentan los puntos de muestreo de suelo.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas e instrumentos para la recolección de datos utilizados fueron:

Informes y Guías de documentos: Informes y guías elaborados por la DIGESA y el ANA respecto a la calidad del agua del río Chillón; Guía para Muestreo de Suelos¹ (MINAM, 2014) , análisis en laboratorio acreditado ante Indecopi² y la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, elaborado por la Dirección General de Calidad Ambiental – Viceministerio de Gestión Ambiental – Ministerio del Ambiente – (Ministerio de Ambiente, 2010), que toma como base la Norma UNE 150008:2008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental.

Técnicas de Laboratorio: Para la determinación de los parámetros de calidad de suelo se utilizaron las siguientes técnica EPA 9013A / SM 4500-CN-E, EPA 3060A: 1996 / EPA 7196A: 1992 y EPA Method 200.7, Rev.4.4, 1994.

Técnicas estadísticas:

Para el análisis estadístico se utilizó el Software SPSS y software ArcGIS 9.0³.

Instrumentos utilizados: GPS Garmin (Global Positioning System, GPSMAP76S, Am Garmin Olathe, KS, USA), Computadora (Laptop y

¹ Aprobado por Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM, publicado el Diario Oficial el Peruano el 9 de abril del 2014

² El Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C. esta acredita ante Indecopi, para realizar ensayos y cuenta con ensayos de parámetros específicos acreditados según normas internacionales.

³ Copyright © 2002 ESRI. 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA.

desktop), Utensilios de plástico y acero inoxidable (barreta, cuchillo y espátulas), Lápiz, marcador, etiquetas, flexómetro de 3m; cámara fotográfica, Espectrofotómetro de absorción atómica ICP – OES modelo iCAP 6500 DUO, Automuestreador Cetac modelo ASX 520, Recirculador de agua Neslab Thermoflex, Espectrofotómetro UV – VIS Modelo Helios Gamma.

4.5. Procedimiento de recolección de datos

Se definió el área de estudio, periodo de recopilación de información de los resultados de la calidad de agua. Publicaciones de la DIGESA y la ANA e identificación de los parámetros de calidad del suelo en la cuenca.

4.5.1. Área de estudio

Se delimitó el área de estudio en la cuenca baja del río Chillón con ayuda de imágenes satelitales; se procedió con el reconocimiento, levantamiento de puntos en campo y determinación de los puntos de monitoreo con sus coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) y codificación.

La Georreferenciación de todos los puntos de monitoreo se realizó mediante un GPS Garmin (Global Positioning System, GPSMAP76S, Am Garmin Olathe, KS, USA)⁴.

Se identificaron las causas y o posibles efectos de la contaminación del agua y suelo agrícola en el área de estudio.

⁴ Las coordenadas serán medidas en coordenadas UTM y el datum en WGS84.

4.5.2. Evaluación de calidad de agua de la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje

Se realizó la revisión de la calidad del agua del río Chillón en época de estiaje, en base a datos disponibles del 2004 al 2013 de DIGESA y ANA. Para alcanzar este objetivo se realizaron coordinaciones con estas instituciones con la finalidad de utilizar la información disponible, se revisó las publicaciones oficiales de los reportes en las páginas web de estas instituciones.

Se revisó la data de la (DIGESA 2004-2011), del monitoreo realizado de la calidad del agua a lo largo de la cuenca del Río Chillón hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, los parámetros revisados en el presente estudio corresponden a los parámetros Temperatura, pH, Cadmio, Cromo, Plomo Mercurio, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes de las 8 estaciones de monitoreo, ubicadas en la cuenca baja tomados en el periodo de 2004 hasta 2011 (Véase el Anexo N° 6, de la página 118).

Se revisó la data del ANA (2012-2013), del monitoreo participativo que se realizó en la cuenca de río Chillón, la data corresponde a los parámetros Temperatura, pH, Cadmio, Cromo, Plomo Mercurio, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes.

Los resultados obtenidos se compararon con valores de los Estándares Nacionales de Calidad de Agua categoría 3.

En el Apéndice N° 4, de la página 145, se pueden observar la distribución en campo de los puntos de monitoreo tomados para este estudio y en el Anexo

N° 10, de las páginas 127 a 134, se presenta la data completa de calidad de agua recopilada.

4.5.3. Evaluación de la calidad del suelo agrícola

Para la recolección de información de calidad de suelo agrícola se tomaron cuatro puntos para el muestreo: **PMS-01** (269941E; 8677929N) , **PMS-02** (270582E; 8678408N), **PMS-03** (270506E; 8677960N) y **PMS-04** (260652E; 8677686N), distribuidos en 3 parcelas diferentes (PMS-01, PMS-02, PMS-03) y un canal de ingreso de agua para riego (PMS-04), utilizándose para ello la metodología descrita en la Guía para Muestreo de Suelos⁵, posteriormente se analizaron en laboratorio acreditado ante Indecopi⁶.

La muestra PMS-02 fue tomada en una parcela ubicada en la margen derecha del río Chillón muy cercana al río y a los asentamientos humanos de la zona, El punto de monitoreo PMS-04 fue tomado en uno de los canales de riego del área de estudio, los puntos PMS-01 y PMS-03 que fueron tomados en la margen derecha del río Chillón y a una mayor distancia que el punto PMS-02. En el mapa MT-03 (véase apéndice N°3, de la página 144) se aprecia con mayor detalle la ubicación estos puntos.

Toma de muestra de suelo, Para la toma de muestra se utilizó la metodología descrita en la Guía para Muestreo de Suelos⁷ (MINAM, 2014).

⁵ Aprobado por Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM, publicado el Diario Oficial el Peruano el 9 de abril del 2014

⁶ El Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C. esta acredita ante Indecopi, para realizar ensayos y cuenta con ensayos de parámetros específicos acreditados según normas internacionales.

⁷ Aprobado por Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM, publicado el Diario Oficial el Peruano el 9 de abril del 2014

La técnica de muestreo de suelo que se utilizó dependió del objetivo de estudio, de las condiciones edáficas, meteorológicas, geológicas e hidrogeológicas en el sitio, la profundidad, accesibilidad de la posible contaminación y de los requerimientos analíticos acerca de la cantidad y calidad de las muestras.

Los equipos, las herramientas y los instrumentos que se usaron en el muestreo estuvieron en función de:

- La profundidad máxima a la que se tomó la muestra
- El tipo de textura del suelo
- El tipo del posible contaminante
- La accesibilidad al punto de muestreo
- El tamaño de la muestra necesaria para los análisis, con base en las características o propiedades de interés del contaminante y del sitio, así como las especificaciones de los métodos analíticos, utilizado por el laboratorio.

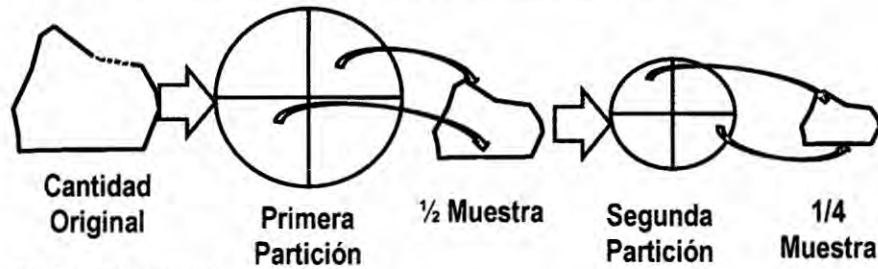
Se tomó muestras superficiales⁸ aplicándose la técnica de hoyos o zanjas.

Se hizo particiones para reducirlas y obtener una muestra compuesta representativa.

Para esto se realizó cuarteo de la muestra mezclada y se repitió el proceso hasta que llegar a la cantidad de material necesario (véase Figura N° 4.1, de la página 52).

⁸ Muestreo superficial se considera hasta una profundidad de un metro, según lo indicado en la Guía Para Muestreo de Suelos.

Figura N° 4.1. Procedimiento de cuarteo



Fuente: Elaboración propia

Análisis de muestras en laboratorio, Las muestras fueron etiquetados, conservadas a 4°C y enviadas al laboratorio Servicios Analíticos Generales SAC. Donde se practicaron los ensayos para determinar Cianuro Libre, Cromo VI y metales totales (MT) de los que se seleccionó los metales de interés, los métodos utilizados para determinar las concentraciones fueron los siguientes métodos:

- EPA 9013A / SM 4500-CN-E para cianuro libre, con límite de detección de 0.05mg/kg
- EPA 3060A: 1996 / EPA 7196A: 1992 Cromo VI, con límite de detección de 0.28
- EPA Method 200.7, Rev.4.4, 1994 para Metales Totales.

4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos

4.6.1. Evaluación de la contaminación en la cuenca baja del río Chillón

El análisis de calidad de agua se realizó con ayuda del software ArcGis 9.0⁹, usando la data de calidad de agua recopilada se realizó interpolaciones para estimar los valores de contaminación en toda la cuenca del Río Chillón y se elaboró un mapa de nivel de contaminación para 5 parámetros de calidad de

⁹ Copyright © 2002 ESRI. 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA.

agua analizados. El método de interpolación usado fue la Distancia Inversa Ponderada o "IDW" (Inverse Distance Weighted)¹⁰. (Juárez Soto, 2006).

Para la interpolación de los datos de calidad de agua se definió un área de influencia de 2,000 metros alrededor del cauce del Río Chillón. El área de influencia tuvo la finalidad de delimitar los valores interpolados y el tamaño del área (2,000 metros) para que pueda ser visible en una escala adecuada.

El área de influencia para los monitoreos de DIGESA y ANA estuvo delimitada desde el punto E-05A (DIGESA) / 137556 RChil10 (ANA) hasta la desembocadura del río en el océano Pacífico.

Se utilizó el promedio anual de calidad de agua para el campo de valor Z y el tamaño del grid o célula se definió como 100 metros. Se utilizó el área de influencia para delimitar los valores interpolados. Finalmente se generó las superficies IDW de calidad de agua para cada una de las áreas de influencia. Se usó los criterios de la los ECA para calidad de agua (DS 002-2008-MINAM), resumen de parámetros de interés se presenta en anexos (Véase Anexo N° 7, de la página 119), para clasificar los parámetros de calidad en 4 clases (Juárez Soto, 2006).

Bajo (color verde): Categoría I y II (Poblacional y recreacional / Actividades marino costeras).

Medio (color amarillo): Menor Categoría III del ECA (aguas para riego de vegetales y bebida de animales).

Alto (color naranja): excede a la Clase III hasta dos veces los ECA.

¹⁰ La IDW asume que cada punto de monitoreo de calidad de agua tiene una influencia local que disminuye con la distancia. La IDW pondera los valores de calidad con aquellos puntos que están más cerca y disminuye con aquellos que están más lejos de él.

Muy Alto (color rojo): excede dos a más veces mayor a la Clase III del ECA.

4.6.2. Evaluación de la calidad del suelo

Con los datos de calidad de suelo se analizó la varianza para el contenido de los Metales Pesados totales, Cianuro libre y Cromo VI, fue mediante un diseño completamente al azar cuyos tratamientos correspondieron a la concentración de Metales Pesados, Cianuro libre y cromo VI en cada uno de los puntos muestreados, el análisis se realizó mediante la aplicación del software SPSS.

Los resultados obtenidos para calidad de suelo fueron comparados con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo, tomando como referencia los valores para suelo agrícola.

4.6.3. Evaluación de riesgos por uso directo del agua en riego agrícola

Para la evaluación del riesgo potencial se han seguido los lineamientos establecidos en la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales, elaborado por la Dirección General de Calidad Ambiental – Viceministerio de Gestión Ambiental – Ministerio del Ambiente (Ministerio de Ambiente, 2010), que toma como base la Norma UNE 150008:2008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental.

El esquema general seguido se puede apreciar en el gráfico presentado en los anexos (Véase Anexo N° 8, de la página 120).

a. Identificación de causas y efectos

Mediante una visita de campo se identificaron las posibles causas de contaminación en el agua y suelo, luego se tomaron cuatro muestras de

suelo del área de estudio y se analizaron en el laboratorio; se revisó y analizó la data histórica (2004 – 2013), de caracterización de agua realizados por la DIGESA y la ANA y se determinó el cumplimiento de la normativa ambiental nacional.

Luego se identificaron las fuentes de peligro y sus respectivos efectos en el Entorno Humano, Ecológico y Socioeconómico.

b. Definición de fuentes de peligro

Se definieron las sustancias contaminantes identificadas en los monitoreos de agua y suelo, estableciendo los criterios de peligrosidad y la concentración máxima monitoreada.

c. Definición del suceso iniciador

Se identificaron los elementos de riesgo y suceso iniciador como primer suceso o conjunto de sucesos simultáneos por el que se desencadena una secuencia accidental, es decir la causa más inmediata para cada uno de los tres entornos; humano, socioeconómico y natural.

d. Análisis y formulación de escenarios

Luego de haber identificado las causas y efectos se definieron las fuentes de peligro y el suceso iniciador, se formularon los escenarios de riesgo para cada fuente de peligro. Por cada suceso iniciador se identificaron los escenarios de riesgos derivados de cada evento se definió las causas y consecuencias para el que se utilizó el formato presentado en los anexos (véase Anexo N° 9, Tabla N° 10.1, de la página 121).

Se asignó a cada uno de los escenarios una probabilidad de ocurrencia en función a los valores de la escala mostrada en los anexos (Véase Anexo N° 9, Tabla N° 10.2, de la página 121).

e. Estimación de la gravedad de las consecuencias

La estimación de la gravedad de las consecuencias se realizó de forma diferenciada para el entorno natural, humano y socio-económico.

Para el cálculo del valor de la consecuencia se utilizó los valores del Anexo N° 9 (véase Tabla N° 10.3, de la página 121).

La valoración condujo a establecer rangos definidos, según lo mostrado en el Anexo N° 9. Criterios evaluación de riesgos (véase Tabla N° 10.4, de la página 122; Tabla N° 10.5, de la página 123; Tabla N° 10.6, de la página 124; Tabla N° 10.7, de la página 125).

Finalmente, para cada uno de los escenarios identificados, se asignó una puntuación de 1 a 5 a la gravedad de las consecuencias en cada entorno, según Anexo N° 9. Criterios evaluación de riesgos (véase Tabla N° 10.8, de la página 126).

f. Estimación del riesgo ambiental

El producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias anteriormente estimadas, permitió la estimación del riesgo ambiental. Éste se determinó para los tres entornos considerados natural, humano y socioeconómico, según se muestra en la fórmula para la estimación del riesgo ambiental, (véase Figura N° 10.1, de la página 126).

Para la evaluación final del riesgo se elaboró tres tablas de doble entrada, una para cada entorno (natural, humano y socioeconómico), en las que

gráficamente se muestra cada escenario teniendo en cuenta su probabilidad y consecuencias, estos según tabla de estimación de riesgo ambiental (véase Anexo N° 9, Tabla N° 10.9, de la página 126).

V. RESULTADOS

5.1. Determinación de los parámetros de calidad de agua

En las tablas siguientes se muestra el consolidado de los resultados de calidad de agua del área de estudio entre 2004 y 2013.

Tabla N° 5.1. Parámetros físicos de calidad de agua del río Chillón

Código	Temperatura (°C)			pH		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
E-05A / 137556 RChil10	20.668	22.000	18.570	8.175	8.700	7.000
137556 RChil11	20.165	23.900	16.430	8.465	8.480	8.450
137556 RChil12	22.035	25.600	18.470	8.115	8.310	7.920
E-06 / 137556 RChil13	21.323	22.680	18.610	7.668	8.300	7.000
E-07	19.667	22.000	18.000	7.600	7.760	7.440
E-08	21.000	23.000	19.000	7.395	7.460	7.330
137556 RChil14	20.800	23.000	18.600	8.190	8.320	8.060
E-08-A / 137556 RChil15	19.356	25.000	9.780	7.428	7.980	6.480
E-09	20.667	23.000	19.000	7.705	7.800	7.610
E-10	16.667	19.000	15.000	7.665	7.840	7.490
E-11 / 137556 RChil16	23.015	26.000	20.030	7.895	8.010	7.780

2004 – 2013 / Periodo de estiaje junio - setiembre

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.2. Parámetros biológicos de calidad de agua del río Chillón

Código	Coliformes Totales (NMP/100ml)			Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)		
	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min
E-05A/137556 RChil10	9.16E+06	3.50E+07	1.70E+04	6.13E+05	3.30E+06	3.50E+03
137556RChil11				1.42E+04	2.30E+04	5.40E+03
137556RChil12				4.03E+05	7.90E+05	1.60E+04
E-06/137556 RChil13	4.04E+07	1.60E+08	7.90E+04	2.68E+07	1.60E+08	1.60E+04
E-07	1.83E+06	5.40E+06	2.40E+05	1.11E+06	4.90E+06	5.00E+04
E-08	3.65E+06	5.40E+06	1.40E+06	1.66E+06	4.60E+06	2.70E+05
137556RChil14				1.23E+05	2.30E+05	1.50E+04
E-08-A/137556 RChil15	1.99E+06	5.00E+06	5.00E+04	1.75E+06	7.90E+06	1.60E+04
E-09	2.14E+06	5.40E+06	5.00E+04	1.33E+06	3.50E+06	1.60E+04
E-10	5.17E+05	1.60E+06	5.00E+03	5.07E+05	1.60E+06	2.20E+03
E-11/137556 RChil16				6.58E+05	1.30E+06	1.60E+04

2004 – 2013 / Periodo de estiaje junio - setiembre

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.3. Determinación de metales pesados del agua del río Chillón

Código	Cadmio (mg/l)			Cromo (mg/l)			Plomo (mg/l)			Mercurio (mg/l)		
	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min
E-05A / 137556 RChil10	0.00677	0.01000	0.00019	0.02994	0.05000	0.00160	0.01932	0.02600	0.00274	0.00633	0.02500	0.00011
137556 RChil11	0.00065	0.00099	0.00030	0.00331	0.00461	0.00200	0.02200	0.03489	0.00910	0.00060	0.00060	0.00010
137556 RChil12	0.00097	0.00134	0.00060	0.00667	0.01134	0.00200	0.08147	0.14653	0.01640	0.00004	0.00010	0.00010
E-06 / 137556 RChil13	0.00750	0.01100	0.00030	0.03441	0.05000	0.00200	0.09356	0.19400	0.00910	0.00633	0.02500	0.00010
E-07	0.03167	0.12900	0.01000	0.04057	0.05000	0.02800	0.06300	0.14500	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500
E-08	0.01075	0.01300	0.01000	0.05843	0.14600	0.02800	0.28571	1.38100	0.02500	0.04600	0.04600	0.04600
137556 RChil14	0.00052	0.00083	0.00020	0.00689	0.01177	0.00200	0.04159	0.07407	0.00910	0.00004	0.00010	0.00010
E-08-A / 137556 RChil15	0.00733	0.01300	0.00030	0.03794	0.07100	0.00200	0.10129	0.32600	0.01780	0.05700	0.05700	0.00010
E-09	0.01100	0.01400	0.01000	0.04871	0.08500	0.02800	0.12243	0.40000	0.02500	0.02500	0.02500	0.02500
E-10	0.02600	0.04300	0.01000	0.04740	0.05000	0.03700	0.16071	0.57500	0.01000	0.04500	0.04500	0.04500
E-11 / 137556 RChil16	0.00043	0.00056	0.00030	0.02176	0.05000	0.00200	0.05606	0.09562	0.01650	0.50500	0.50500	0.00010

2004 - 2013 / Periodo de estiaje Mayo - Noviembre

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5.4. Variación de concentración de parámetros de calidad de agua respecto a los ECA

CODIGO	Cd	% Variación ECA	Cr	Pb	% Variación ECA	Hg	% Variación ECA	Coliformes Totales	% Variación ECA	Coliformes Termotolerantes	% Variación ECA
E-05A / 137556 RChil10	0,00677	35%	0,02994	0,01932	-61%	0,0063325	533%	9161250	183125%	613333	612333%
137556 RChil11	0,00065	-87%	0,00331	0,021995	-56%	0,00006	-40%			14200	1320%
137556 RChil12	0,00097	-81%	0,00667	0,081465	63%	0,00004	-96%			403000	40200%
E-06 / 137556 RChil13	0,0075	50%	0,03441	0,09356286	87%	0,0063325	533%	40442750	808755%	26790833	2678983%
E-07	0,03167	533%	0,04057	0,063	26%	0,025	2400%	1830000	36500%	1114286	111329%
E-08	0,01075	115%	0,05843	0,28571429	471%	0,046	4500%	3650000	72900%	1658571	165757%
137556 RChil14	0,00052	-90%	0,00689	0,041585	-17%	0,00004	-96%			122500	12150%
E-08-A / 137556 RChil15	0,00733	47%	0,03794	0,10128667	103%	0,057	5600%	1991667	39733%	1751778	175078%
E-09	0,011	120%	0,04871	0,12242857	145%	0,025	2400%	2135000	42600%	1325143	132414%
E-10	0,026	420%	0,0474	0,16071429	221%	0,045	4400%	516667	10233%	506743	50574%
E-11 / 137556 RChil16	0,00043	-91%	0,02176	0,05606	12%	0,505	50400%			658000	65700%
ECA	0,005		0,1	0,05		0,001		5000		1000	
Promedio Variación respecto a ECA*		189%			141%		8846%				170550%

2004 – 2013 / Período de estiaje Mayo – Noviembre

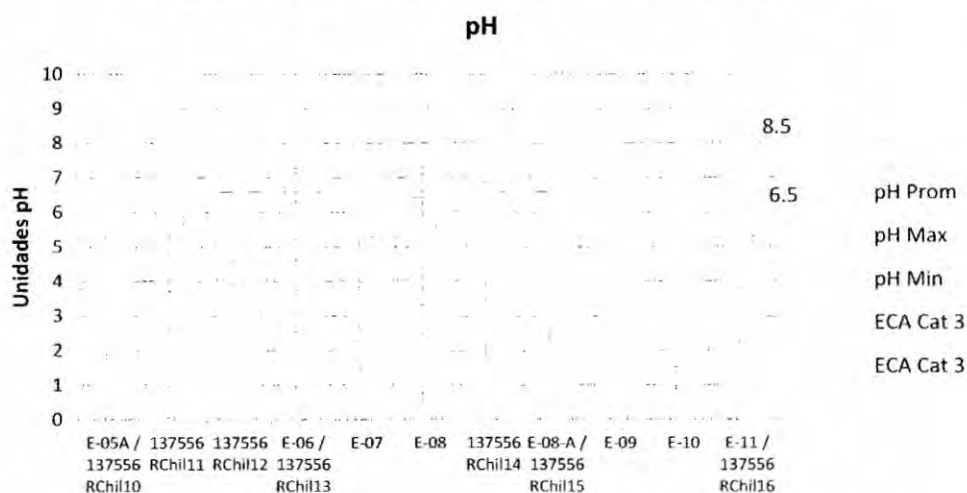
*Para este análisis solo se tomó en cuenta los valores que no cumplen con los ECA

Fuente: Elaboración propia

5.1.1. Evaluación de calidad de agua en cuenca baja del río Chillón

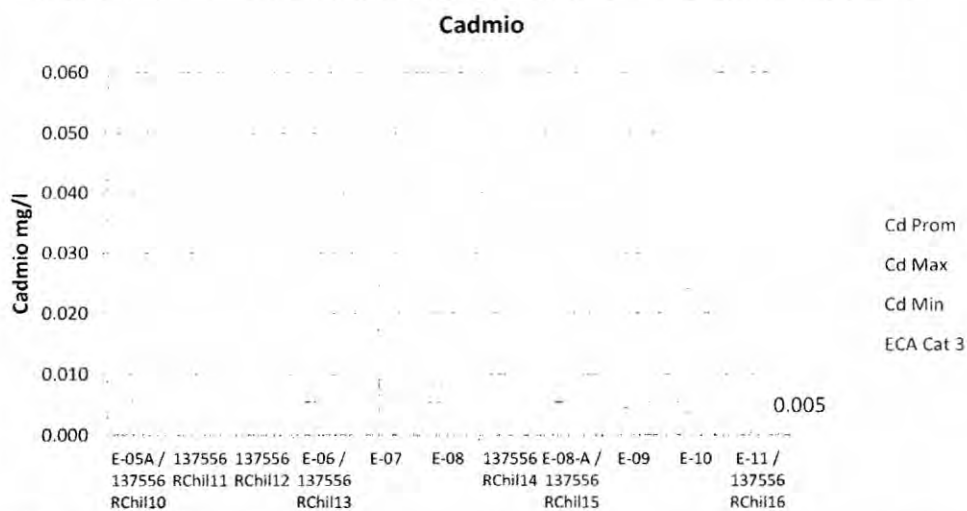
En los gráficos siguientes se presenta la comparación de los resultados con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua de categoría 3.

Gráfico N° 5.1. Comparación pH con ECA



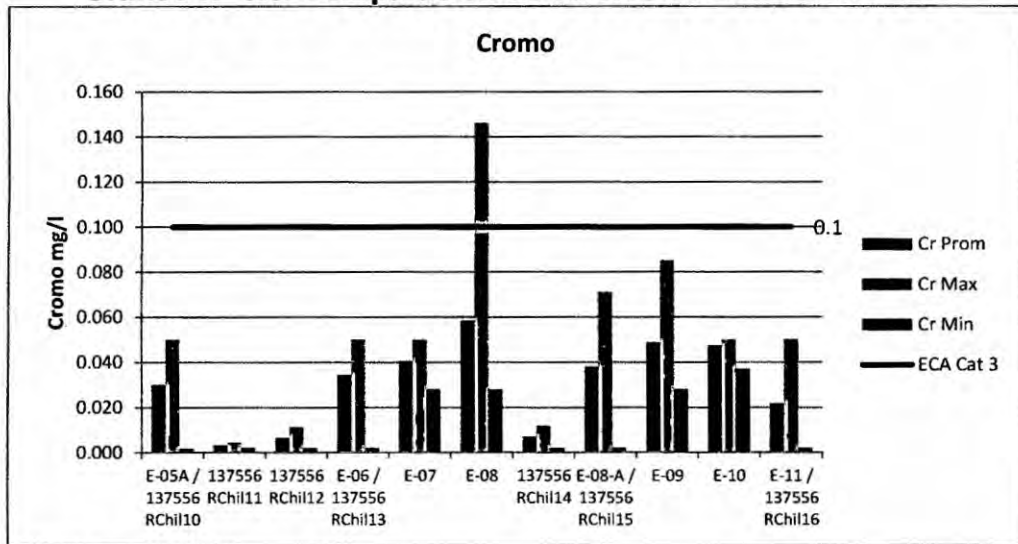
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5.2. Comparación de valores de Cadmio con ECA



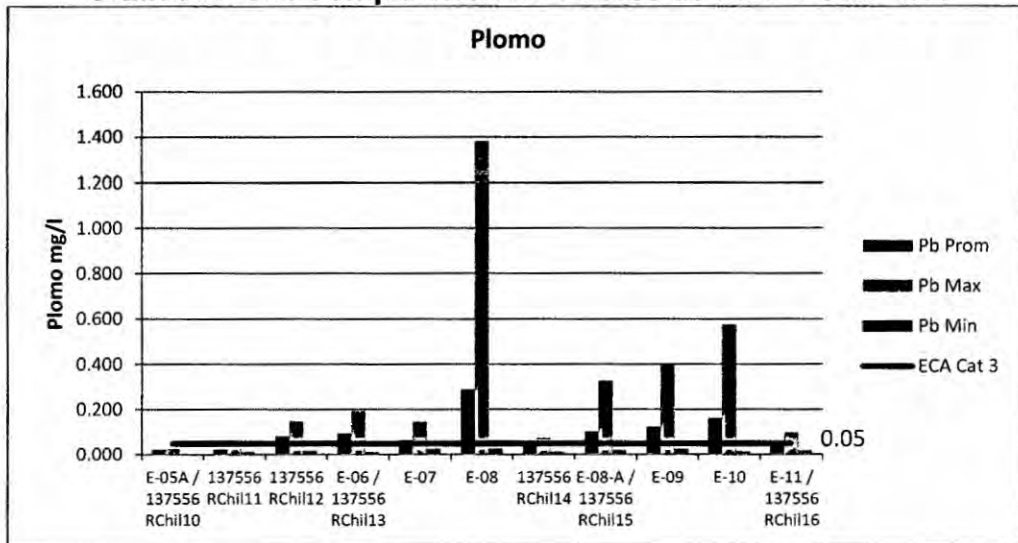
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5.3. Comparación de valores de Cromo con ECA



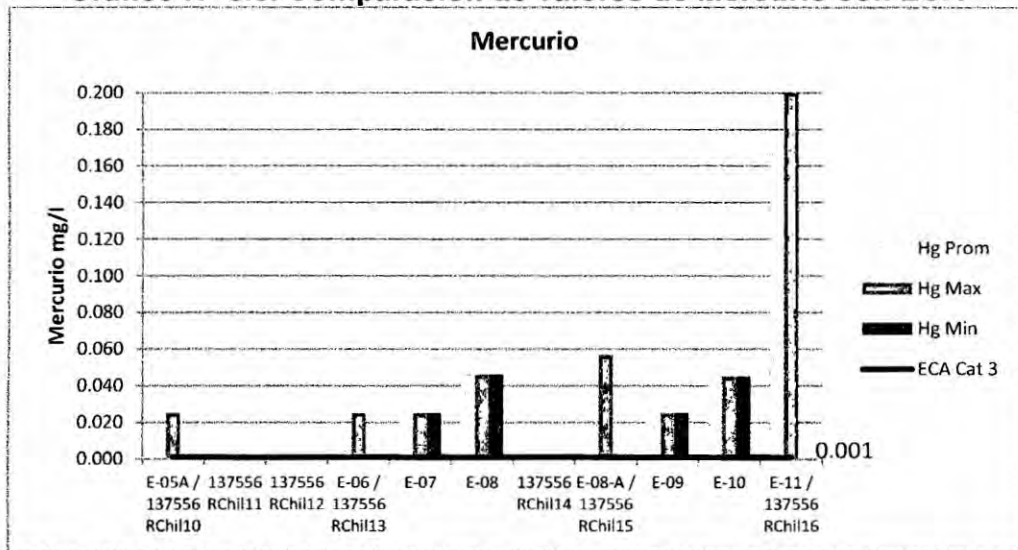
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5.4. Comparación de valores de Plomo con ECA



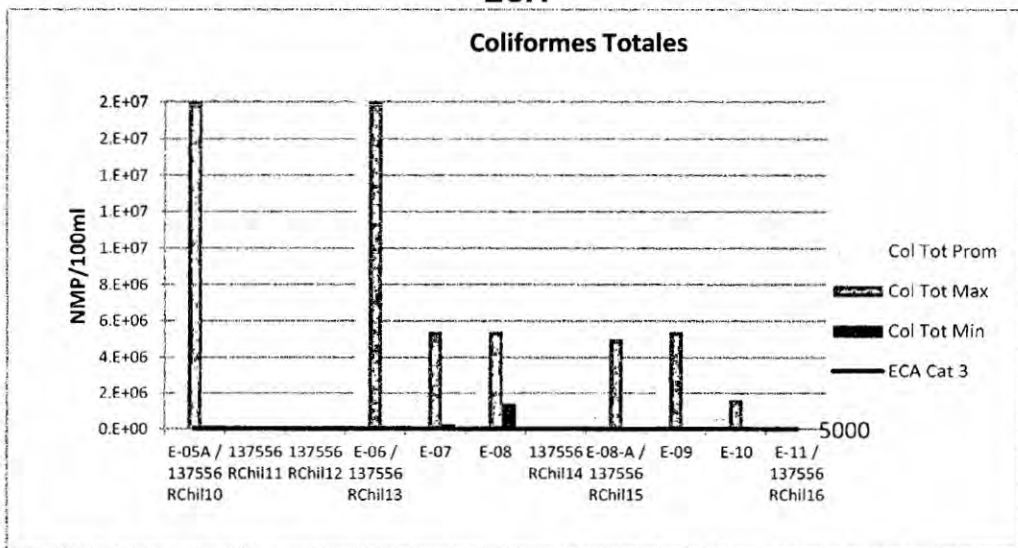
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5.5. Comparación de valores de Mercurio con ECA



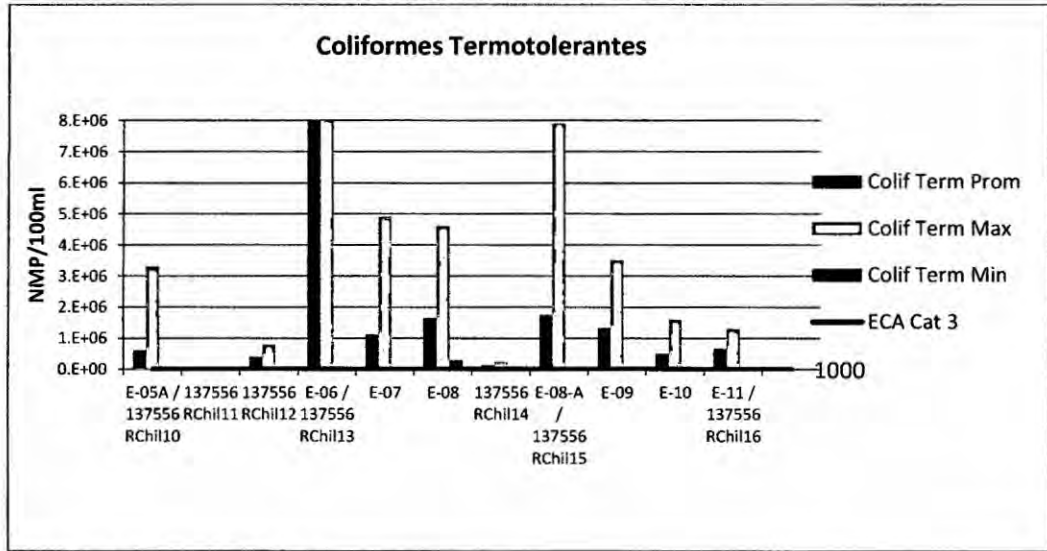
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5.6. Comparación de valores de Coliformes Totales con ECA



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5.7. Comparación de valores de Coliformes Termotolerantes con ECA

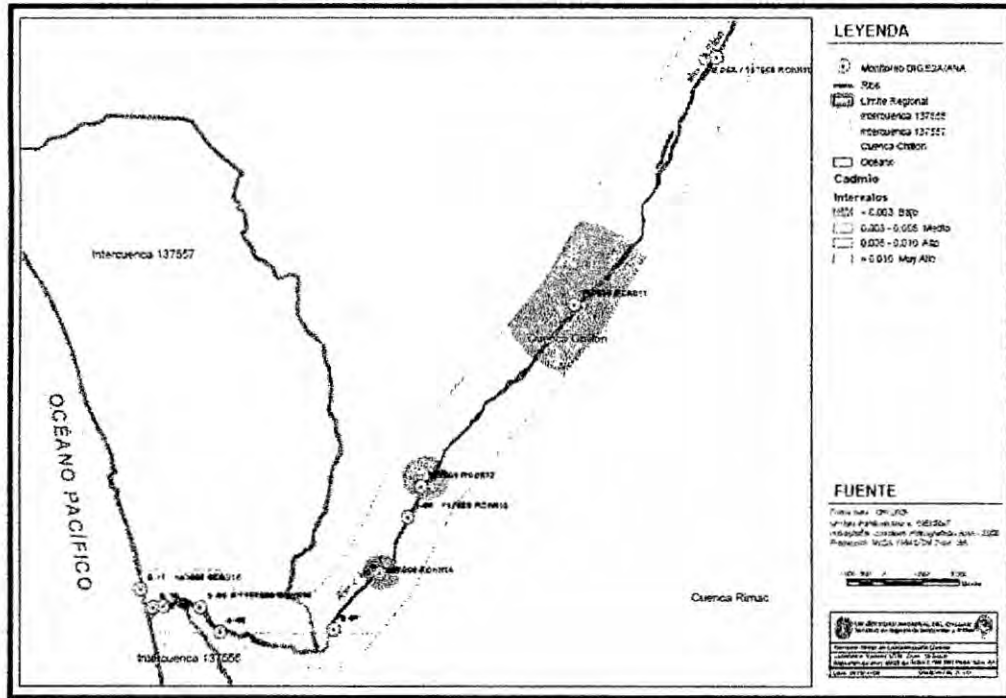


Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Evaluación de nivel de contaminación del agua en la cuenca baja del río Chillón

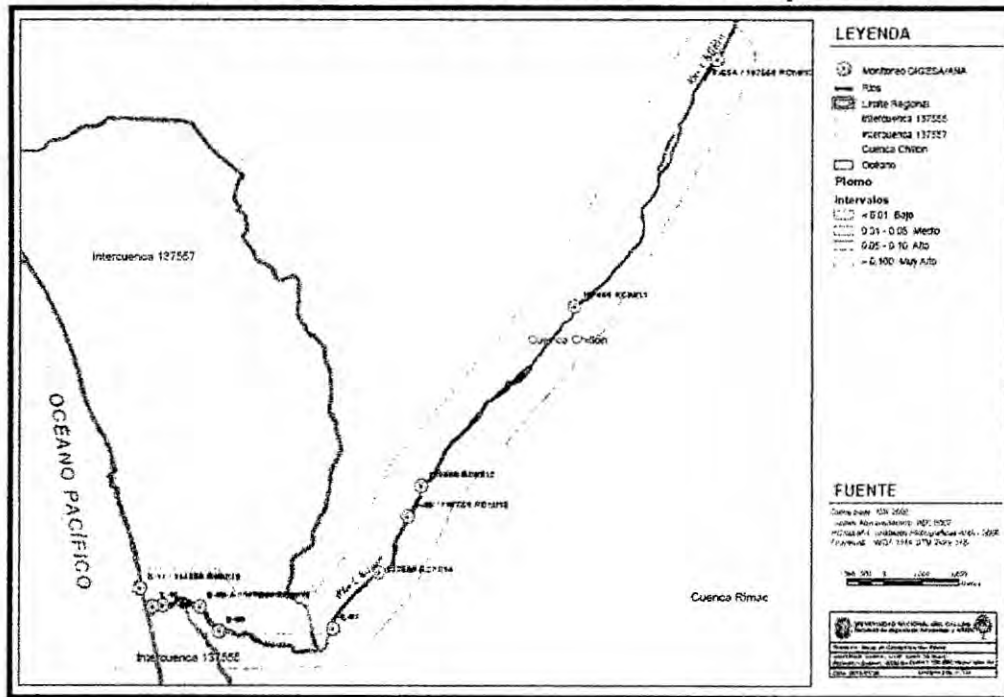
En las imágenes siguientes se muestran los niveles de contaminación de la cuenca baja del río Chillón para parámetros químicos y un parámetro biológico obtenido por análisis mediante interpolaciones del resultado promedio calculado a partir de data obtenida de la DIGESA y ANA.

Gráfico N° 5.8. Evaluación de la contaminación por Cadmio



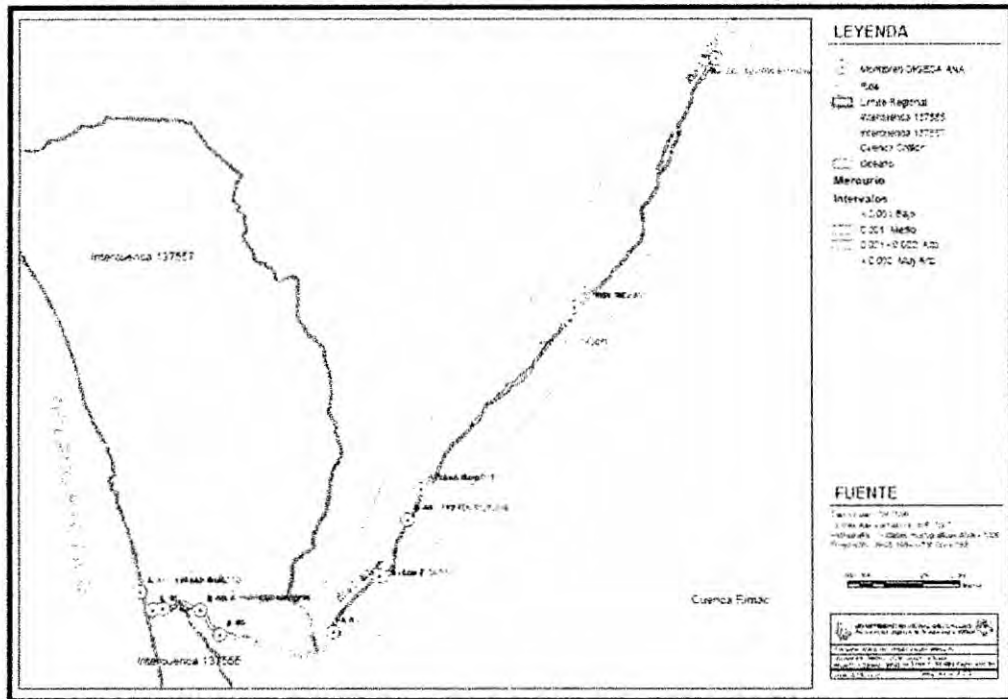
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.9. Evaluación de la contaminación por Plomo



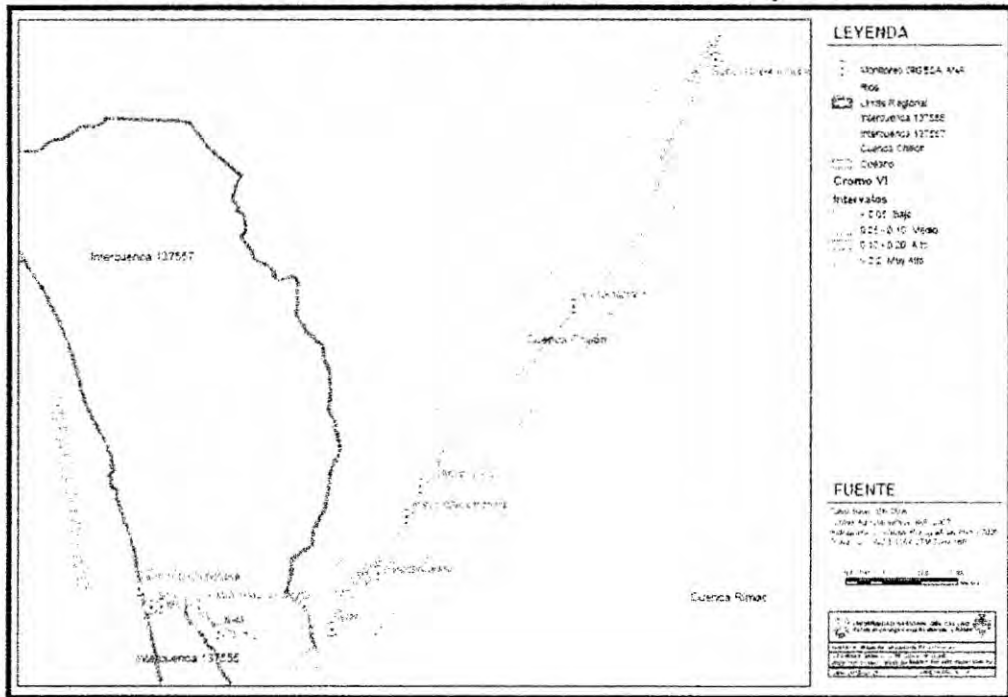
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.10. Evaluación de la contaminación por Mercurio



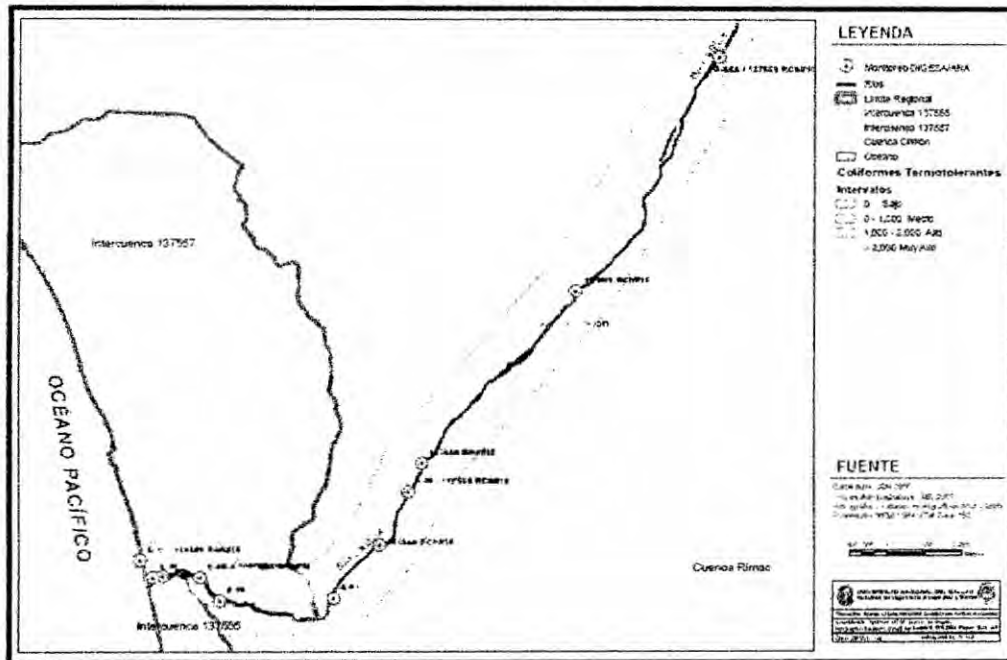
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.11. Evaluación de contaminación la por Cromo VI



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.12. Evaluación de la contaminación por Coliformes Termotolerantes



Fuente: Elaboración Propia

5.2. Evaluación de calidad de suelo

En tabla siguiente se muestra los resultados del análisis de muestras de suelo y en el Anexo N° 11, de las páginas 135 y 136 se presenta la copia del informe de ensayo generado por el laboratorio y en el Anexo N° 12, de la páginas 137 se presenta la cadena de custodia de las muestras.

Tabla N° 5.5. Calidad de suelo cuenca baja río chillón

Parámetros (mg/kg)	Puntos de muestreo de suelo			
	PMS-01	PMS-02	PMS-03	PMS-04
Cianuro libre	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Arsénico total	22.9	17.8	23.3	24.0
Bario total	85.9	356.5	72.2	102.8
Cadmio total	3.61	17.07	3.22	3.93
Cromo VI	<0.28	<0.28	<0.28	<0.28
Mercurio total	<0.06	1.71	<0.06	<0.06
Plomo total	48.38	644.48	42.97	53.52

*Los valores que se registran con el símbolo "<" indica que el valor estuvo fuera del límite de detección.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.6. Variación de concentración de parámetros de calidad de suelo respecto a ECA

Parámetros (mg/kg)	Puntos de muestreo de suelo				
	PMS-01	PMS-02	PMS-03	PMS-04	ECA
Cadmio total	3,61	17,07	3,22	3,93	1,4
% Variación ECA	158%	1119%	130%	181%	Prom 397%
Plomo total	48,38	644,48	42,97	53,52	70
% Variación ECA	-31%	821%	-39%	-24%	Prom 182%

Solo se consideró para este análisis los parámetros que no cumplen con los ECA

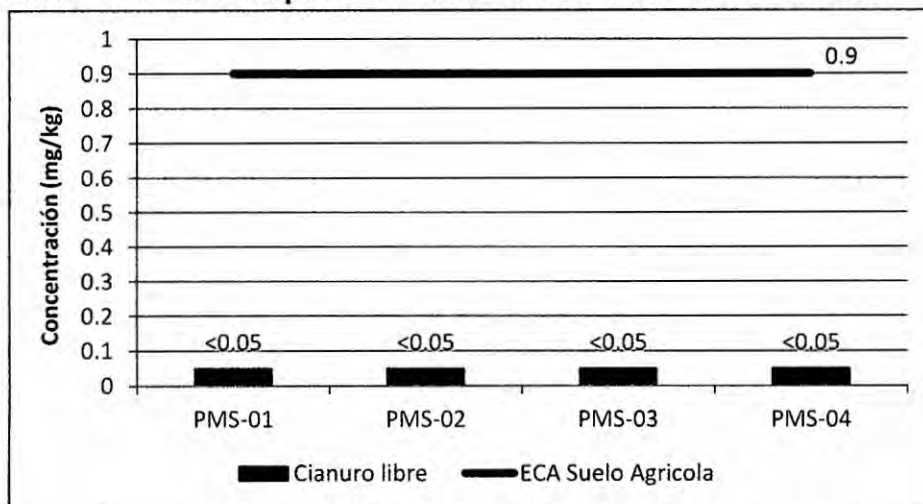
Fuente: Elaboración Propia

5.2.1. Evaluación de calidad del suelo en cuenca baja del río

Chillón

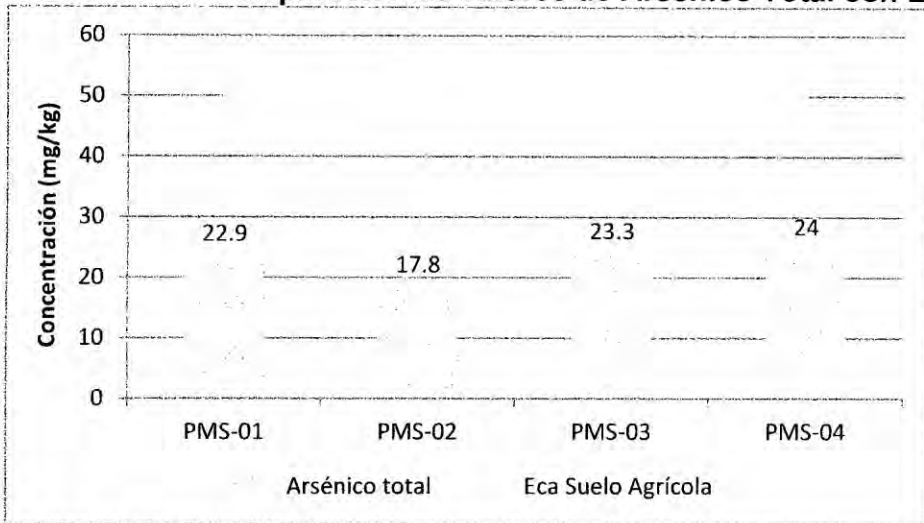
En los gráficos siguientes se presenta la comparación de los resultados con los estándares nacionales de calidad ambiental para suelos agrícolas.

Gráfico N° 5.13. Comparación de valores de Cianuro Libre con ECA



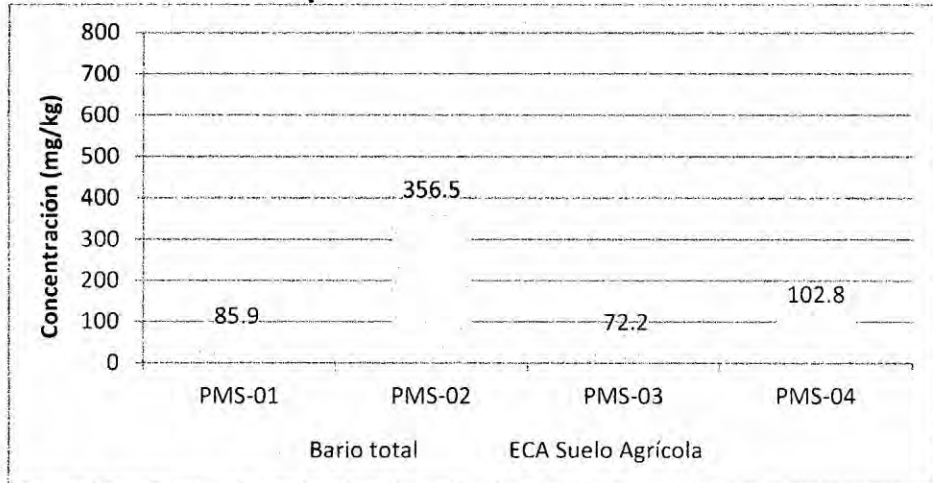
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.14. Comparación de valores de Arsénico Total con ECA



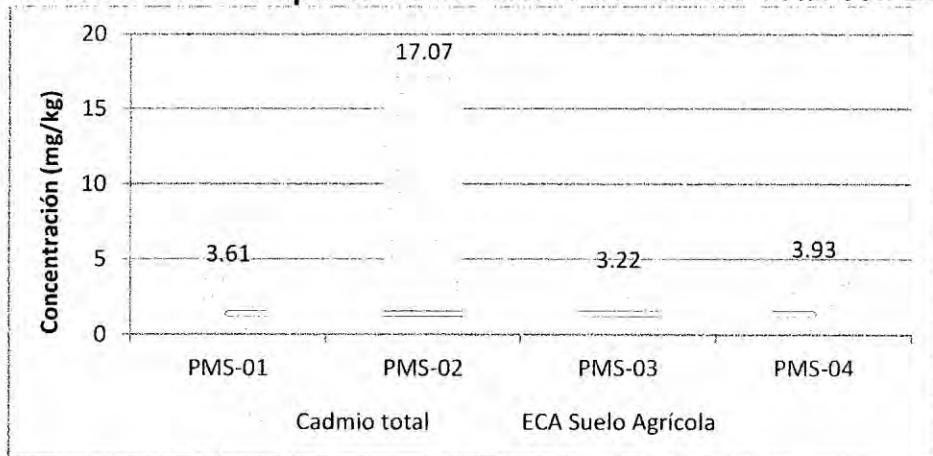
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.15. Comparación de valores de Bario Total con ECA



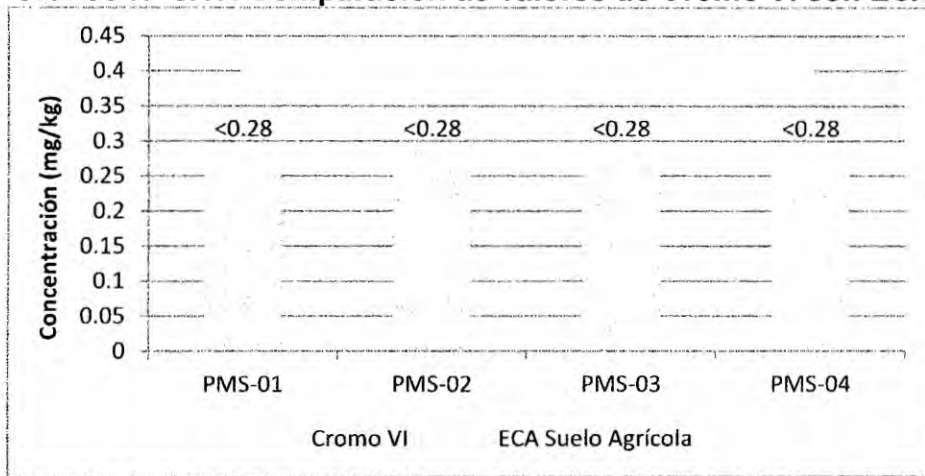
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.16. Comparación de valores de Cadmio Total con ECA



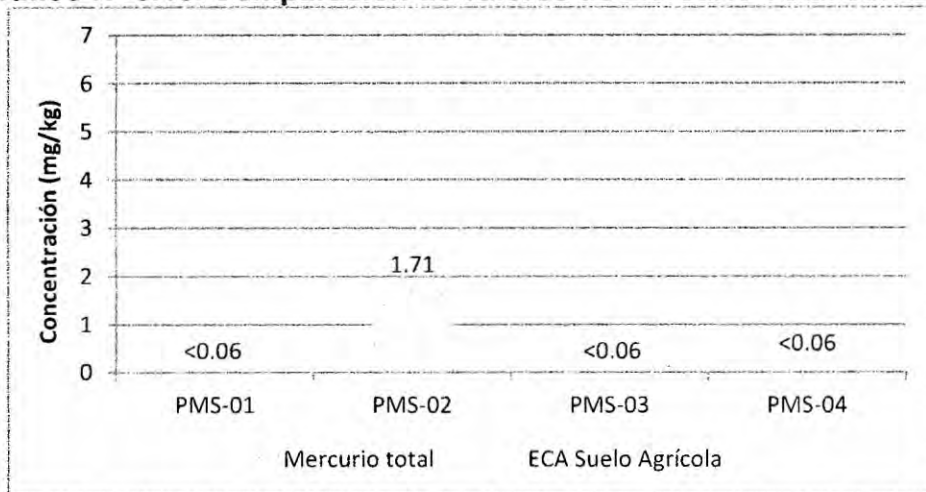
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.17. Comparación de valores de Cromo VI con ECA



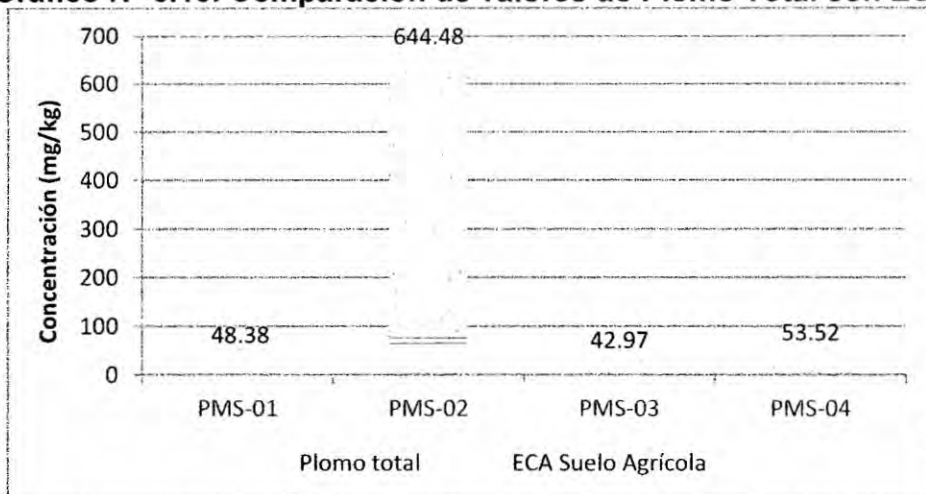
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.18. Comparación de valores de Mercurio Total con ECA



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5.19. Comparación de valores de Plomo Total con ECA



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2. Análisis estadístico de calidad de suelo

En la Tabla N° 5.7 se presentan los resultados del análisis obtenido mediante el software SPSS, tomando como datos de entrada los valores obtenidos del análisis de muestras suelo. En el Anexo N° 13, de las páginas 138 a 140, se presenta el reporte de resultados generado mediante el software SPSS.

Tabla N° 5.7. Estadística de la calidad del suelo

	Media	Error Típico	Mediana	Desv. Típica	Varianza	Mínimo	Máximo
Cianuro_libre	.0500	.00000	.0500	.00000	.000	.05	.05
Arsénico_total	22.0000	1.41833	23.1000	2.83666	8.047	17.80	24.00
Bario_total	154.3500	67.67327	94.3500	135.34653	18318.683	72.20	356.50
Cadmio_total	6.9575	3.37396	3.7700	6.74792	45.534	3.22	17.07
Cromo_VI	.2800	.00000	.2800	.00000	.000	.28	.28
Mercurio_total	.4725	.41250	.0600	.82500	.681	.06	1.71
Plomo_total	197.3375	149.06306	50.9500	298.12612	88879.183	42.97	644.48

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3. Evaluación de riesgos

a. Identificación de Factores de Riesgo.

Tabla N° 5.8. Identificación de causas en los 3 entornos

Factor Humano	Factor Ecológico	Factor Socioeconómico
Los distritos de la cuenca baja del río Chillón crecen con mayor celeridad que los distritos de la cuenca media y alta.	Las condiciones bioclimáticas ofrecen ventajas para las prácticas agrícolas con riego en las áreas con fluviosoles, tales como de maíz, hortalizas (lechuga, brócoli, etc.).	Proceso migratorio de zonas rurales a zonas urbanas
Avance urbano sobre tierras agrícolas, las que cada vez con mayor frecuencia se han ido quedando sin agua debido al sistemático deterioro de la infraestructura de riego.	Existencia de un déficit hídrico entre los meses de estiaje, siendo más crítica la situación para los subsectores ubicados en la parte baja de la cuenca.	Bajo nivel de ingresos para cubrir necesidades básicas
Emisiones de efluentes principalmente domésticos, desembocan en el mismo río incrementando el nivel de contaminación del río.	No existe un tratamiento de las aguas con las que riegan los cultivos agrícolas en la cuenca Baja del río Chillón	Asentamientos rurales dedicados a la agricultura

Factor Humano	Factor Ecológico	Factor Socioeconómico
El sistema de Gestión de las principales organizaciones de la Cuenca del Chillón actualmente es débil, disperso y desarticulado.	Altas concentraciones de parámetros químicos y biológicos en el río	La infraestructura del suministro del servicio de agua potable es bajo la modalidad del pilón público en los distritos de Puente Piedra el 21.37% y Ventanilla el 19.07%
Descoordinación entre los diferentes niveles de gobierno: sectorial, provincial y distrital. Insuficiente gestión técnica legal y administrativa por parte del gobierno local para la gestión ambiental.		Los distritos de Puente Piedra (22.85%) Ancón (15.65%) Carabayllo (12.64%) cuentan todavía con sólo el servicio de pozo séptico. Los distritos de Comas (30.23%) San Martín (30.22%) Carabayllo con (18.83%) Ancón (14.70%) cuentan aún con el servicio de letrinas.
Manejo inapropiado de los recursos hídricos.		Uso de aguas servidas de las mismas habilitaciones urbanas.
Limitado control y vigilancia sobre actividades contaminantes.		Las actividades que más desarrolla la población de la zona ribereña están enfocadas al desarrollo de la agricultura, reciclaje de RRSS, fundición, servicios varios (carpintería, albañilería, cerrajería, mecánica, planchado y pintura), crianza de ganado porcino, caprino.
Los residuos sólidos, se desechan en los canales de regadío, deteriorando y contaminando los suelos de cultivo, así mismo se observó la constante quema de residuos sólidos que generan humos y focos infecciosos por presencia de hongos, bacterias y vectores y manejo inadecuado de los envases de plaguicidas entre otras.		Presencia de plantas clandestinas de fundición, plantas papeleras, botaderos de residuos peligrosos, chancherías clandestinas, descargas de material de desmonte de construcción
No existe por parte de los pobladores, identificación y toma de conciencia sobre la problemática del entorno donde residen.		Desconocimiento e incumplimiento de las normas ambientales por parte de los pobladores y las empresas existentes en la zona.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.9. Identificación de efectos en los 3 entornos

Factor Humano	Factor Ecológico	Factor Socioeconómico
Contaminación de sus cultivos agrícolas y la proliferación de enfermedades que van en desmedro de la salud de la población.	Deterioro de la calidad de las aguas superficiales debido al mal uso de irrigación y utilización de insumos químicos como plaguicidas, herbicidas y fertilizantes inorgánicos.	Incremento de los costos de salud
Posibilidad de contraer enfermedades provocadas por productos alimenticios especialmente plantas de tallos cortos regados con aguas contaminadas.	Presencia de algas negras en canales de regadío por residuos domésticos. Contaminación de suelos y canales de derivación de agua por sólidos sedimentados del agua contaminada trasladada para riego.	El trabajo informal surge como alternativa de supervivencia lo que trae consigo que el poblador ribereño cree nuevas formas de trabajo como el reciclaje de residuos sólidos y criaderos informales de porcinos convirtiéndose en focos de infección
Impacto en la salud de la población involucrada con el manipuleo de aguas residuales	Agricultura afectada por los residuos sólidos y efluentes	Pérdida de días laborales y productividad, gastos en atención médica y curación de la salud.
Las principales enfermedades que podrían afectar a la población son: enfermedades gastrointestinales, respiratorias, de la piel y oftalmológicas.	Pérdida acelerada del suelo agrícola y baja rentabilidad del suelo agrícola frente a la expansión y ocupación del suelo urbano.	Un ambiente degradado requiere procesos de descontaminación, recuperación y reconstrucción de los componentes naturales y construidos, que significan un costo para la economía urbana.
Malos olores, en épocas de estiaje, producto de las descarga de aguas residuales domésticas, y residuos sólidos orgánicos que genera desprendimiento de sulfuro de hidrógeno y aumenta la carga microbiológica en el agua.	Posible contaminación de cultivos por la absorción de metales pesados de suelos o agua contaminados. La fitotoxicidad de los metales pesados se manifiesta particularmente en los suelos ácidos y afecta al crecimiento y la formación de raíces laterales y secundarias	Costos médicos. Absentismo laboral y salarios perdidos

Factor Humano	Factor Ecológico	Factor Socioeconómico
<p>Posible concentración de metales pesados en la cadena de alimentos humanos por un largo período puede provocar daños detectables a la salud (efectos cancerígenos y mutagénicos).</p>	<p>Altas concentraciones de metales pesados, coliformes totales y coliformes termotolerantes en el agua debido al vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales no tratadas y los residuos sólidos arrojados en el lecho del río.</p>	
<p>El agua contaminada, los manipuladores de alimentos infectados, y la presencia de animales en el campo pueden convertirse en vehículos para la contaminación de los productos agrícolas con parásitos que pueden posteriormente transmitirse a los humanos que consumen el producto crudo.</p>	<p>Posible contaminación de las aguas subterráneas por la infiltración de aguas superficiales contaminadas y descarga de efluentes domésticos e industriales</p>	

Fuente: Elaboración Propia

b. Definición de las fuentes de Peligro

Tabla N° 5.10. Definición de fuentes de peligro

Tipología de Peligro	Sustancia	Causa Físico Química											Volumen y/o Concentración Máxima Monitoreado		
		Tipo		Peligrosidad								Otro			
		MP	R	Mi	Mt	Ei	Exp	Inf	Cor	Com					
Antropico	Agua		X		X							X			0.129
			X		X										1.381
			X		X										0.505
			X		X										0.146
			X											X	
Suelos			X												79 000 000
			X		X										17.07
			X		X										644.48

Fuente: Elaboración Propia

c. Definición del suceso iniciador

Tabla N° 5.11. Definición del suceso iniciador

Elemento de Riesgo	Suceso Iniciador / Parámetros de Evaluación	Fuente de Información
Análisis del Entorno Humano		
Exposición potencial de agua a: Contaminación superficial Contaminación Subterránea	Cadmio Plomo Mercurio Cromo Coliformes Totales Coliformes Termotolerantes	Programa nacional de vigilancia de la calidad sanitaria y ambiental de los recursos hídricos - El Monitoreo Ambiental fue efectuado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) desde el año 2004 hasta el 2011 a partir del año 2012 el monitoreo se encuentra a cargo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)
Exposición potencial de suelo a: Residuos sólidos Contaminantes	Arsénico Bario Cadmio Mercurio Plomo Cianuro	Monitoreo de calidad de suelo efectuado para fines de este estudio
Análisis del Entorno Socioeconómico		
Exposición Potencial del Espacio físico a: Cambio de uso Variabilidad del medio y/o entorno	Frente al deterioro de la infraestructura de riego por el avance urbano sobre tierras agrícolas, muchos agricultores se han visto obligados a emplear aguas servidas de las mismas habilitaciones urbanas. Presencia de algas negras en canales de regadío	Plan Integral de la Cuenca del río Chillón, Intercuencas La Pampilla, Ventanilla, Santa Rosa y Ancón y la Zona Marítima Costera Callao Pasamayo. Visita de Campo
Exposición Potencial de Recursos humanos a: Cambios en la seguridad Cambios en el Bienestar Cambios en el Hábitat	Impacto en la salud de la población involucrada con el manipuleo de aguas residuales. Disminución ingresos económicos; fuentes laborales; Incremento costo de vida.	Plan Integral de la Cuenca del río Chillón, Intercuencas La Pampilla, Ventanilla, Santa Rosa y Ancón y la Zona Marítima Costera Callao Pasamayo.

Análisis del Entorno Natural		
<p>Exposición potencial de agua a: Contaminación superficial Contaminación Subterránea</p>	<p>Los parámetros químicos y biológicos evaluados en su mayoría presentan valores con concentraciones superiores a lo establecido a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua de D.S. N° 002-2008 - MINAM, Categoría 3 Riego de Vegetales y Bebida de animales</p>	<p>Programa nacional de vigilancia de la calidad sanitaria y ambiental de los recursos hídricos - El Monitoreo Ambiental fue efectuado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) desde el año 2004 hasta el 2011 a partir del año 2012 el monitoreo se encuentra a cargo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA)</p>
<p>Exposición Potencial de Suelo a : Residuos sólidos Contaminantes</p>	<p>Los parámetros químicos: Cadmio y Plomo monitoreados en el suelo de la cuenca baja del río Chillón presentan valores con concentraciones superiores a lo establecido a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo del D.S. N° 003-2013 - MINAM</p>	<p>Monitoreo de calidad de suelo efectuado para fines de este estudio</p>

Fuente: Elaboración Propia

d. Análisis y formulación de escenarios

Tabla N° 5.12. Formulación de escenarios del entorno humano

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia Probabilidad
Entorno Humano (Suelo / Agua)					
Cuenca Baja	Cadmio	Emisiones de efluentes al río Chillón de la actividad industrial. Presencia de residuos de metálicos y de construcción en la margen del río Chillón. Uso de pesticidas.	Proceso Industrial, plantas de fundición informales. Reciclaje clandestino de metales. Cultivo de productos agrícolas.	Acumulación en el organismo por contacto directo con la población a través de la manipulación durante la siembra, cultivo y cosecha de los productos agrícolas.	5
	Plomo	Emisiones de efluentes al río Chillón de la actividad industrial. Presencia de residuos de metálicos y de construcción en la margen del río Chillón	Proceso Industrial, plantas de fundición informales. Reciclaje clandestino de metales.	Acumulación en el organismo por contacto directo con la población a través de la manipulación durante la siembra, cultivo y cosecha de los productos agrícolas.	5
	Mercurio	Emisiones de efluentes al río Chillón de la actividad industrial.	Proceso Industrial Reciclaje clandestino de metales.	Acumulación en el organismo por contacto directo con la población a través de la manipulación durante la siembra, cultivo y cosecha de los productos agrícolas	5

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia Probabilidad
Entorno Humano (Suelo / Agua)					
Cuenca Baja	Arsénico	Emisiones de efluentes al río Chillón de la actividad industrial, botaderos de residuos peligrosos de curtiembres y plantas de fundición	Proceso Industrial	Acumulación en el organismos por contacto directo con la población a través de la manipulación durante la siembra, cultivo y cosecha de los productos agrícolas	4
	Coliformes Totales	Emisión de efluentes descargados al directamente a los ríos y suelo natural de las chancherías clandestinas. Emisión de efluentes aguas servidas al río Chillón de la población establecida cerca de las riberas del río sin ningún tratamiento previo.	Escases de servicios sanitarios básicos en los asentamientos humanos ubicados en la ribera del río Chillón. Establecimiento de chancherías clandestinas.	Posibilidad de contraer enfermedades infecciosas	4
	Coliformes Termotolerantes	Vertimiento de aguas residuales domésticas, municipales sin ningún tratamiento. Presencia de botaderos de residuos sólidos en ambas márgenes del río Chillón.	Vertimiento de aguas residuales sin autorización de industrias papeleras. Escases de servicios sanitarios básicos en los asentamientos humanos ubicados en la ribera del río Chillón	Posibilidad de contraer enfermedades infecciosas	5

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla N° 5.13. Formulación de escenarios del entorno natural

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia Probabilidad
Entorno Natural (Suelo / Agua)					
Cuenca Baja	Cadmio	Emisiones de efluentes al río Chillón de la actividad industrial, arroja los residuos al río Chillón. Presencia de residuos de metálicos y de construcción en la margen del río Chillón. Uso de pesticidas.	Proceso Industrial, plantas de fundición informales. Reciclaje clandestino de metales.	Afectación a la producción agrícola con la reducción del crecimiento de las plantas, la extensibilidad de la pared celular, el contenido de clorofila.	5
	Plomo	Emisiones de efluentes al río Chillón de la actividad industrial, arroja los residuos al río Chillón. Presencia de residuos de metálicos y de construcción en la margen del río Chillón	Proceso Industrial, plantas de fundición informales. Reciclaje clandestino de metales.	El plomo tiende a acumularse cerca de la superficie del suelo, los cultivos con raíces poco profundas están expuestos a concentraciones relativamente más altas. Acumulación en el suelo a concentraciones donde cualquier rendimiento o calidad del cultivo es afectado.	5
	Mercurio	Emisiones de efluentes al río Chillón de la actividad industrial	Proceso Industrial Reciclaje clandestino de metales.	Contaminación de agua, suelo y posibilidad de contaminación de los productos agrícolas	5

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia Probabilidad
Entorno Natural (Suelo / Agua)					
Cuenca Baja	Arsénico	Emisiones de efluentes al río Chillón de la actividad industrial, botaderos de residuos peligrosos.	Proceso Industrial	Contaminación de agua, suelo y posible afectación en el crecimiento de los cultivos agrícolas	4
	Coliformes Totales	Emisión de efluentes descargados al suelo de las chancherías clandestinas. Emisión de efluentes aguas servidas al río Chillón de la población establecida cerca de las riberas del río sin ningún tratamiento previo.	Escases de servicios sanitarios básicos en los asentamientos humanos ubicados en la ribera del río Chillón. Establecimiento de chancherías clandestinas. Sistema de tratamiento de aguas residuales deficientes.	Contaminación de agua, suelo y posible contaminación de los productos agrícolas	4
	Coliformes Termotolerantes	Vertimiento de aguas residuales domésticas, municipales sin ningún tratamiento. Presencia de botaderos de residuos sólidos en ambas márgenes del río Chillón.	Vertimiento de aguas residuales sin autorización de industrias papeleras. Escases de servicios sanitarios básicos en los asentamientos humanos ubicados en la ribera del río Chillón	Contaminación de agua, suelo y posible contaminación de los productos agrícolas	5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.14. Formulación de escenarios del entorno socio-económico

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia Probabilidad
Entorno Socio-económico					
Cuenca Baja	Los valores de los parámetros monitoreados en el agua sobrepasan el ECA	Riego directo de los cultivos agrícolas con el agua de la cuenca baja el río Chillón	Actividades realizadas cerca de la ribera del río Chillón	Contaminación del suelo y contacto directo con los cultivos agrícolas	5
	Presencia de residuos sólidos en la ribera de la cuenca baja del río Chillón	Disminución del área para la agricultura	Actividades realizadas cerca de la ribera del río Chillón	Disminuye los ingresos de la población que trabaja en la agricultura	5
	Los valores de los parámetros monitoreados en el suelo sobrepasan el ECA	Contaminación del suelo agrícola de la cuenca baja del río Chillón	Actividades realizadas cerca de la ribera del río Chillón	Contaminar los suelos, puede ocasionar que se conviertan en suelos improductivos o producir cosechas inaceptables.	5

Fuente: Elaboración Propia

e. Estimación de la gravedad de las consecuencias

Tabla N° 5.15. Estimación de la gravedad del entorno humano

Entorno Humano							
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Gravedad	Puntuación total
1	Emisión de efluentes de Cadmio	4	4	4	4	20	5
2	Emisión de efluentes de Plomo	4	4	4	4	20	5
3	Emisión de efluentes de Mercurio	4	4	4	4	20	5
4	Emisión de efluentes de Coliformes Totales	4	2	4	4	16	4
5	Emisión de efluentes de Coliformes Termotolerantes	4	2	4	4	16	4
6	Emisión de efluentes de Arsénico	3	4	4	4	19	5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.16. Estimación de la gravedad del entorno socioeconómico

Entorno Socioeconómico							
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Gravedad	Puntuación total
1	Riego directo de los cultivos agrícolas con el agua de la cuenca baja el río Chillón	4	4	4	4	20	5
2	Presencia de residuos sólidos en la ribera de la cuenca baja del río Chillón	4	4	4	4	20	5
3	Los valores de los parámetros monitoreados en el suelo sobrepasan el ECA	4	4	4	4	20	5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.17. Estimación de la gravedad del entorno natural

Entorno Natural							
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Gravedad	Puntuación total
1	Emisión de efluentes de Cadmio	4	4	4	4	20	5
2	Emisión de efluentes de Plomo	4	4	4	4	20	5
3	Emisión de efluentes de Mercurio	4	4	4	4	20	5
4	Emisión de efluentes de Coliformes Totales	4	2	4	4	16	4
5	Emisión de efluentes de Coliformes Termotolerantes	4	2	4	4	16	4
6	Emisión de efluentes de Arsénico	4	4	4	4	20	5
7	Deposición de Cadmio Total	4	4	4	4	20	5
8	Deposición de Plomo Total	4	4	4	4	20	5

Fuente: Elaboración Propia

f. **Estimación del riesgo ambiental**

Tabla N° 5.18. Estimación del riesgo ambiental del entorno humano

		Gravedad Entorno Humano CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4				E4	E6
	5				E5	E1, E2, E3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.19. Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico

		Gravedad Entorno Socioeconómico CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4					
	5					E1, E2, E3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.20. Estimación del riesgo ambiental del entorno socioeconómico

		Gravedad Entorno Socioeconómico CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2					
	3					
	4				E4	E6
	5				E5	E1, E2, E3, E7, E8

Fuente: Elaboración Propia

g. Estimación del Riesgo Ambiental

Tabla N° 5.21. Evaluación del riesgo ambiental del entorno humano

Zona	Escenario	Frecuencia Probabilidad	Gravedad Escenario Humano	% de Riesgo Ambiental
Cuenca Baja	Emisión de efluentes de Cadmio	5	5	100
	Emisión de efluentes de Plomo	5	5	100
	Emisión de efluentes de Mercurio	5	5	100
	Emisión de efluentes de Coliformes Totales	4	4	64
	Emisión de efluentes de Coliformes Termotolerantes	5	4	80
	Emisión de efluentes de Arsénico	4	5	80
Promedio				87.33%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.22. Evaluación del riesgo ambiental del entorno socio-económico

Zona	Escenario	Frecuencia Probabilidad	Gravedad Escenario Humano	% de Riesgo Ambiental
Cuenca Baja	Riego directo de los cultivos agrícolas con el agua de la cuenca baja el río Chillón	5	5	100
	Presencia de residuos sólidos en la ribera de la cuenca baja del río Chillón	5	5	100
	Los valores de los parámetros monitoreados en el suelo sobrepasan el ECA	5	5	100
Promedio				100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.23. Evaluación del riesgo Ambiental del entorno natural

Zona	Escenario	Frecuencia Probabilidad	Gravedad Escenario Humano	% de Riesgo Ambiental
Cuenca Baja	Emisión de efluentes de Cadmio	5	5	100
	Emisión de efluentes de Plomo	5	5	100
	Emisión de efluentes de Mercurio	5	5	100
	Emisión de efluentes de Coliformes Totales	4	4	64
	Emisión de efluentes de Coliformes Termotolerantes	5	4	80
	Emisión de efluentes de Arsénico	4	5	80
	Deposición de Cadmio Total	5	5	100
	Deposición de Plomo Total	5	5	100
Promedio				90.50%

Fuente: Elaboración Propia

h. Caracterización del Riesgo Ambiental

La evaluación ambiental efectuada en la cuenca baja del río Chillón, caracteriza el siguiente riesgo ambiental: Entorno humano 87.33 %, entorno natural 100.00 % y entorno socioeconómico 90,50 %.

$$(CR) = EH + ES + EN / 3$$

CR: Caracterización de Riesgo

EH: Entorno Humano

ES: Entorno Socioeconómico

EN: Entorno Natural

Caracterización del Riesgo: 92.61 %, es un riesgo significativo de acuerdo a la Tabla N° 10.9. Estimador del riesgo ambiental.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Evaluación de la calidad del agua

Los resultados demuestran que el agua de la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje en promedio es de mala calidad pues en el análisis de resultados se encontró que los metales pesados tienen altas concentraciones en todas las estaciones monitoreadas y no cumplen con los valores establecidos para los ECA Categoría 3, (Riego de Vegetales y Bebida de Animales). Cabe precisar que para todos los parámetros analizados se registraron picos máximos muy superiores a los ECA, excepto Cr VI.

Tal como se puede observar en los histogramas comparativos entre valores promedio, máximo y mínimo con el valor de ECA – agua, para la categoría 3 en todos los puntos de monitoreo el resultados exceden en más del doble al ECA para esta categoría. Se encontró para el Cd un valor promedio de 0.0094 mg/l, máximo 0.1290 mg/l y mínimo 0.00019 mg/l; para Cr el valor promedio fue de 0.03055 mg/l, máximo 0.146 mg/l y valor mínimo de 0.0016 mg/L; para Pb el valor promedio fue de 0.0952 mg/l, máximo 1.381 mg/l y mínimo de 0.00274 mg/l; para Hg el valor promedio fue de 0.03068 mg/l, máximo de 0.505 mg/l y mínimo de 0.00004 mg/l, parámetros que muestran que en época de estiaje el agua supera los ECA de categoría 3 .

6.2. Evaluación del nivel de contaminación del agua en época de estiaje

En los Gráficos N° 5.8, N° 5.9, N° 5.10, N° 5.11, N° 5.12, de las páginas 65 a 67, se observa el nivel de contaminación del agua en la cuenca baja del río Chillón, los resultados demuestran que el agua en época de estiaje en promedio tiene un alto nivel de contaminación dado que supera en más del doble el ECA-agua categoría 3. Por lo que el agua del río no tiene la calidad necesaria para riego de vegetales de tallo bajo tampoco de tallo alto.

En general el mayor grado de contaminación se da hacia la desembocadura del río Chillón en el Océano pacífico y se reduce aguas arriba del río. Esto es consistente con lo indicado en el estudio realizado en la cuenca hidrográfica Almendares Vento, en la capital cubana, durante la temporada de seca de 2003 y 2004 por (Lima Cazorla, Olivares Rieumont, Columbie, Gil Castillo, & De La Rosa Mederos, 2005) en el que encontraron que los resultados de los análisis de Zn, Cu, Pb y Cd efectuados a los sedimentos del río Almendares muestran que los niveles de estos elementos son superiores a aquellos donde comienzan a manifestarse los efectos adversos hacia la biota, y en algunas estaciones incluso, superiores a los que indican severos impactos en la biota.

6.3. Evaluación del nivel de contaminación del suelo en la cuenca baja del río Chillón

En el análisis de resultados se determinó que el cadmio (Cd) sobrepasa el valor del ECA para suelo agrícola en todos los puntos evaluados y el

plomo (Pb) es sobrepasado en más del doble en el punto PMS-02 como se puede observar en los gráficos N° 5.16 y 5.19, de las páginas 69 y 70. El análisis estadístico practicado a los resultados de suelo nos da un promedio de 22 mg/kg para arsénico, 154.35 mg/kg Bario Total, 6.96 mg/kg para cadmio, 0.28 mg/kg para cromo VI, 0.47 mg/kg Mercurio, 197.34 mg/kg plomo total y 0.05 mg/kg para cianuro libre. El error típico es mayor para el plomo y Bario debido a que existe una mayor variación entre los valores mínimo y máximo registrados, existe una mayor varianza entre valores de Ba y Pb lo que representa una alta dispersión de los valores respecto al promedio. Esta alta dispersión se puede asociar a la distancia del punto de monitoreo hacia el río o punto de captación de agua para el riego.

El alto contenido de metales pesados en las muestras de suelo, se debe al riego de las áreas agrícolas con agua de alto nivel de contaminación por metales. Tal como lo indica (Esparza, 1998) el uso agrícola de aguas residuales contaminadas con sustancias químicas en altas concentraciones, implican un peligro de contaminación de los productos agropecuarios y por ende un riesgo para la salud de los consumidores. Por otra parte (Lima Cazorla, Olivares Rieumont , Columbie, Gil Castillo, & De La Rosa Mederos, 2005) indica que los altos contenidos de metales encontrados (Zn, Cu, Pb y Cd) en las raíces de la planta *Eichhornia crassipes* indican que gran parte de estos metales están biodisponibles y que representan un peligro potencial para la vida en el río.

La presencia de metales pesados aumenta el riesgo de contaminación por absorción de los productos cultivados y que abastecen a los mercados de la zona de Lima Norte y Callao y como lo demostrado por (Ramirez, 2002) en su estudio de toxicología de Cadmio, este (Cd) se acumulan en los frutos, semillas y hojas en los que se puede encontrar concentraciones importantes.

Los resultados indican, además, que el riego con agua residual está contaminando el suelo tal como se pudo constatar en las muestras de suelo analizadas, pues la concentración de los metales pesados sobrepasaban los ECA's especialmente en puntos cercanos al río donde estos se acumulan constantemente, sobretodo en canales de riego punto PMS-04, esto es consistente con lo indicado por (Prieto G., 2007) que estudio el Valle del Mezquital en México, donde desde hace más de 100 años había empleado para riego directo, aguas residuales y a consecuencia de esto se han acumulado en suelos metales pesados.

Los metales pesados que ingresan en pequeñas cantidades en los suelos encuentran lugares específicos de adsorción donde son retenidos fuertemente en los coloides orgánicos e inorgánicos (Sauve, 2000). Se ha demostrado que adiciones continuas de metales pesados pueden acumularse en los suelos hasta alcanzar niveles tóxicos para el crecimiento de las plantas. (Chang, Granato, & Page, 1992)

6.4. Evaluación del riego potencial en las áreas agrícolas en la cuenca baja del río Chillón

La evaluación de riesgos por riego de área agrícolas con agua del río Chillón, da como resultado un riesgo significativo, pues el alto grado de

contaminación del agua, cambio de uso del espacio físico, disposición de efluentes industriales y domésticos, actividades no compatibles realizados en un mismo espacio, debilidad y desarticulación de las organizaciones de la cuenca baja, inexistencia de servicios sanitarios, entre otros; genera contaminación de suelos y contacto directo de sustancias contaminantes con los cultivos agrícolas; estos eventos tienen una alta frecuencia y probabilidad de ocurrencia, las consecuencias de ocurrencia de los eventos para los diferentes escenarios es alta pues, las cantidades y concentraciones de las sustancias son altas, la peligrosidad de las sustancia es alta, y la extensión en que se da estos eventos es en un gran porcentaje del área del estudio.

Los valores que más incidieron en que el riesgo potencial de como resultado un riesgo significativo, fueron el Pb y Cd en el suelo y Cd, Cr, Pb y Hg en el agua, los que aumentan el riesgo en el entorno ecológico, socioeconómico y humano.

Lo mencionado se puede corroborar con otros estudios realizados como el de (Kabata Pendais & Pendias, 2001). (Gulson, Mizon, Korsch, & Howarth, 1996) que menciona que las excesivas concentraciones de metales en el suelo podrían impactar la calidad de los alimentos, la seguridad de la producción de cultivos y la salud del medio ambiente, ya que estos se mueven a través de la cadena alimenticia vía consumo de plantas por animales y estos a su vez por humanos.

(Mara C. R., 2004) indica que usar agua residual no tratada para el riego directo pueden representar riesgos para la salud de los agricultores y las comunidades que están en contacto prolongado con el agua de desecho,

y también a los consumidores de productos irrigados con esta agua, al estar en contacto directo con las aguas residuales, padecen enfermedades gastrointestinales a causa de coliformes y parásitos (helmintos) lo que fue corroborado a su vez por (Hernández Acosta, Quiñones Aguilar, Cristóbal Acebedo, & Rubiños Panta, 2014) en el estudio de la Calidad biológica de las aguas en México.

De igual forma el uso de estas aguas residuales en la cuenca baja del río Chillón contribuye a la pérdida de valor económico del recurso y del medio ambiente generando una disminución del bienestar para la comunidad tal como lo señala (Turner, 1990) en el estudio su libro "Economics resources and the environment".

En el estudio de contaminación del río Rímac por metales pesados y efecto en la agricultura en el cono este de Lima Metropolitana (Juárez Soto, 2006) encontró que la contaminación de suelos por aguas contaminadas presenta un riesgo importante en el consumo de hortalizas de follaje para As y Cd. Indicando que el As puede ser fácilmente bio-acumulado hasta niveles riesgosos en huacatay y lechuga.

Los resultados obtenidos coinciden con lo encontrado por (Moreno, García, & Arévalo, 2012) quienes realizaron una investigación en la cuenca alta, media y baja del río Moche, encontrando altas concentraciones en los suelos de la margen derecha de la Cuenca Baja hierro (83.400 mg/kg); plomo (0.820 mg/kg); cadmio (0.012 mg/kg); cobre (1.240 mg/kg); zinc (0.380 mg/kg) y arsénico (0.016 mg/kg); en relación con la acumulación de metales en los cultivos.

VII. CONCLUSIONES

7.1. Evaluación de la calidad del agua

En la época de estiaje la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón es de mala calidad y no es apta para riego de vegetales ni bebida de animales.

Las concentraciones aumentan mientras más cercano está el río a su desembocadura o a un centro poblado, asentamiento humano, botadero de residuos y zonas industriales.

7.2. La evaluación del nivel de contaminación

Se encontró que el nivel de contaminación es muy alto en toda el área de estudio, y los valores se reducen a alta contaminación aguas arriba del río desde la desembocadura en el océano Pacífico.

La contaminación por Cd y Pb es gradual pasando de alto grado de contaminación a contaminación moderada en la parte alta de la cuenca baja, es posible que en la cuenca media el agua tenga una mejor calidad.

7.3. Evaluación de la calidad del suelo

Del análisis de calidad de suelo, se concluye que el suelo está contaminado por Cd y Pb.

La distancia al río Chillón y a su desembocadura es inversamente proporcional a la concentración de metales en el suelo agrícola.

Los canales de riego tienen mayor concentración de metales pesados que las parcelas, debido a la sedimentación de MP en los primeros durante el transporte de agua.

Existe una relación de causa y efecto entre la calidad de agua en la época de estiaje con la que se riega y el la calidad de suelo agrícola.

7.4. Evaluación del potencial de riesgos

El análisis de riesgos efectuado se concluye que la cuenca baja del río Chillón presenta un alto potencial de riesgo por contaminación de metales pesados en los suelos agrícolas por el riego con agua contaminada, en época de estiaje.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una evaluación del efecto de los metales pesados bioacumulados en los productos agrícolas cosechados en esta zona, dado que los productos cosechados en esta zona son trasladados hacia los mercados de Lima y Callao.
- Se recomienda evaluar los parámetros de calidad del agua y suelo en época de avenida, para determinar el efecto y nivel de riesgo que se tiene cuando el río aumenta su caudal.
- Es recomendable tomar muestras de agua del río y analizarlas con una frecuencia mensual durante una temporada húmeda y seca con lo que se tendría una caracterización mucho más completa.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(SEMARNAT), (2007). **PROGRAMA DE SANEAMIENTO DE AGUAS EN HIDALGO**. México.

AGRICULTURA, O. D. (2014). **CIUDADES MÁS VERDES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**. Roma.

Ali, G. S. (2000). **INFLUENCE OF CADMIUM AND ZINC ON GROWTH AND PHOTOSYNTHESIS OF BACOPA MONNIERA CULTIVATED IN VITRO**. En G. S. Ali.

Alloway, B. a. (1993). **CHEMICAL PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION**. UK: Oxford.

Alloway, B. J. (1995). **HEAVY METALS IN SOILS** (Vol. Segunda Edición). London: Chapman & Hall.

Alzugaray, G. (2008). **GUÍA DEL MUNDO** . IEPALA.

Angelova V., I. R. (2004). **BIO-ACCUMULATION AND DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN FIBRE CROPS** (flax, cotton and hemp). (págs. 19: 197–205). Industrial Crops and Products.

Aranciva, A. E. **PROYECTO MEGAMINERO PASCUA**.

Astolfi, S. Z. (2005). **EFFECT OF CADMIUM ON H(+)-ATPASE ACTIVITY OF PLASMA MEMBRANE VESICLES ISOLATED FROM ROOTS OF DIFFERENT S-SUPPLIED MAIZE (ZEA MAYS L.) PLANTS**. EN **PLANT SCIENCE** (págs. 169:361-368.).

Autoridad Nacional del Agua, (2012). **INFORME TÉCNICO DE RESULTADOS DEL PRIMER MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN**. Lima, Perú.

- Autoridad Nacional del Agua, (2013). **INFORME TÉCNICO DE RESULTADOS DEL SEGUNDO MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN**. Lima, Perú.
- Baird, C. (1999). **ENVIRONMENTAL CHEMISTRY**. W.H. Freeman & Company.
- Benavides, M. G. (2005). **CADMIUM TOXICITY IN PLANTS**. EN **BRAZILIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY** (págs. 17:21-34).
- Bohn, H. B. (1985). **SOIL CHEMISTRY**. NY, USA: Wiley-InterScience Publications.
- Bolívar, C. J. (2004). **EL AGUA. SUS FORMAS, EFECTOS, ABASTECIMIENTOS, USOS, DAÑOS, CONTROL Y CONSERVACIÓN**. Ecoe Ediciones.
- Campos Marcial A., M. F. (2006). **USO DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA EL RIEGO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS, EN LA AGRICULTURA URBANA**. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.
- Chan, D. H. (2004). **DIFFERENTIAL ACCUMULATION OF CD IN DURUM WHEAT CULTIVARS: UPTAKE AND RETRANSLOCATION AS SOURCES OF VARIATION**. Journal of Experimental Botany.
- Chang, A., Granato, T., & Page, A. (1992). **A METHODOLOGY FOR ESTABLISHING PHYTOTOXICITY CRITERIA FOR CR, CU, NI AND ZN IN AGRICULTURAL LAND APPLICATION OF MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE**. J. Environ. Qual.
- Congreso de la Republica del Perú. (Marzo de 2009). **LEY DE RECURSOS HÍDRICOS- LEY N° 29338**.

Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. (Marzo de 1999). **AGENCIA PARA SUSTANCIAS TÓXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES**. Recuperado el 2015, de Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades: <http://www.atsdr.cdc.gov/>

DIGESA. **RECUPERADO EL 2015, DE PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS**: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/>

DIGESA. (2011). **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA DE LAS AGUAS DEL RÍO CHILLÓN**. Lima.

Eddy, M. (2003). **INGENIERÍA DE RESIDUOS: TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN**. Nueva York: McGraw-Hill.

El Comercio. (03 de Enero de 2014). **EL COMERCIO.PE**: Lima. Recuperado el 28 de Febrero de 2014, de Sitio Web de Diario el Comercio: <http://elcomercio.pe/lima/sucesos/75-aguas-residuales-lima-callao-seran-reutilizables-noticia-1681708>

EPA. (2004). **EDITION OF THE DRINKING WATER STANDARDS AND HEALTH ADVISORIES EPA 822-R-04-005**.

Esparza, M. L. (1998). **EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD POR EL USO DE AGUAS RESIDUALES EN AGRICULTURA**. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente- División de Salud y Ambiente- OPS- OMS.

FAO. (1992). **MANUAL DE CAMPO PARA LA ORDENACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS ESTUDIO: Y PLANIFICACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS** . (T. Sheng, Ed.) Roma: FAO.

FAO. (1999). **LA AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA. COMITE DE AGRICULTURA - 15° PERIDO DE SESIONES** (pág. 16). Roma: Publicaciones FAO.

FAO. (2000). **LA AGRICULTURA URBANA Y PERI-URBANA, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIÓN DOMESTICA: DOCUMENTO DE DISCUSIÓN PARA LA CONFERENCIA DE FAO-ETC/RUAF SOBRE AGRICULTURA URBANA Y PERI-URBANA**. Roma.

Fodor, A. S.-N. (1995). **THE EFFECTS OF CADMIUM ON THE FLUIDITY AND H⁺ ATPASE ACTIVITY OF PLASMA MEMBRANE FROM SUNFLOWER AND WHEAT ROOTS**. En *Journal of Plant Physiology* (págs. 14: 787-792.).

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). **THE WEALTH OF WASTE- THE ECONOMICS OF WASTEWATER USE IN AGRICULTURE**. FAO Waters Report.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). **UN WATER**. Recuperado el 2015, de UN WATER: <http://www.unwater.org/>

Garcia, I., & Dorronsoro, C. (2005). **CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS. EN TECNOLOGÍA DE SUELOS**. En I. Garcias, & C. Dorronsoro. Universidad de Granada - Departamento de Edafología y Química Agrícola.

GESTION. (2014). **CONSTRUCCIÓN DE PLANTA LA CHIRA PÁRR DESCONTAMINAR EL MAR TIENE AVANCE DE 53.75%**.

Goldbol, D. H. (1985). **EFFECT OF ZINC, CADMIUM AND MERCURY ON ROOT ELONGATION ON PICEA ABIES (KARST.) SEEDLINGS**

AND THE SIGNIFICANCE OF THESE METALS TO FOREST DIE-BACK. En Environmental Pollution (págs. 38:375-381.).

Gomaa, A., Hu, H., Bellinger, D., Schwartz, J., Tsai, S., Gonzales Cosio, T., y otros. (2002). **MATERNAL BONE LEAD AS AN INDEPENDENT RISK FACTOR FOR FETAL NEUROTOXICITY STUDY.** Pediatrics.

Gouia, H. G. (2000). **EFFECTS OF CADMIUM ON ACTIVITY OF NITRATE REDUCTASE AND ON OTHER ENZYMES OF NITRATE ASSIMILATION PATHWAY IN BEAN. EN PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY** (págs. 38:629-638).

Gulson, B., Mizon, K., Korsch, M., & Howarth, D. (1996). **NON-OREBODY SOURCES ARE SIGNIFICANT CONTRIBUTORS TO BLOOD LEAD OF SOME CHILDREN WITH LOW TO MODERATE LEAD EXPOSURE IN A MAYOR MINING COMMUNITY.** The science of, 181: 223-230.

Hernández Acosta, E., Quiñones Aguilar, E., Cristóbal Acebedo, D., & Rubiños Panta, J. (2014). **CALIDAD BIOLÓGICA DE AGUAS RESIDUALES UTILIZADAS PARA RIEGO DE CULTIVOS FORRAJEROS EN TULANCINGO, HIDALGO, MÉXICO.** México.

Hernandez, F. **AGRO TECNOLOGÍA TROPICAL.** Recuperado el 2015, de <http://www.agro-tecnologia-tropical.com/>

Hernandez, L. (2006). **AGRICULTURA URBANA Y CARACTERIZACIÓN DE SUS SISTEMAS PRODUCTIVOS Y SOCIALES,**. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 14.

<http://www.digesa.minsa.gob.pe/>. **PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS.** Obtenido de <http://www.digesa.minsa.gob.pe/>.

INEI. (2007). **CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2007 -**
INEI. Lima.

INEI. (2012). **IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012.**
Recuperado el 25 de Agosto de 2013, de
<http://www.inei.gob.pe/estadisticas/censos/>

INRENA, Intendencia de Recursos Hídricos (IRH). (2003). **ESTUDIO INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN COMPONENTE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.** Lima Perú.

Instituto Metropolitano de Planificación. (2005). **PLAN DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN.**

Intawongse, M. a. (2006). **UPTAKE OF HEAVY METALS BY VEGETABLE PLANTS GROWN ON CONTAMINATED SOIL AND THEIR BIOAVAILABILITY IN THE HUMAN GASTROINTESTINAL TRACT.** EN M. A. INTAWONGSE, **UPTAKE OF HEAVY METALS BY VEGETABLE PLANTS GROWN ON CONTAMINATED SOIL AND THEIR BIOAVAILABILITY IN THE HUMAN GASTROINTESTINAL tract** (págs. 23: 36–48). Food Additives and Contaminants.

Jain, S., Vasudevan, P., & Jha, N. (1990). *Azolla pinnata* R. Br. and *Lemnaminor* L. **FOR REMOVAL OF LEAD AND ZINC FROM POLLUTED WATER.** Water Research, 177–183.

Jeny Adina Larrea Murrell, M. M. (2013). **BACTERIAS INDICADORAS DE CONTAMINACIÓN FECAL EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS:** revisión de la literatura. CENIC- CIENCIAS BIOLÓGICAS.

Juárez Soto, H. (2006). **CONTAMINACIÓN DEL RÍO RÍMAC POR METALES PESADOS Y EFECTO EN LA AGRICULTURA EN EL CONO ESTE DE LIMA METROPOLITANA**. Lima.

Judith Prieto Méndez, C. A. (2009). **CONTAMINACIÓN Y FITOTOXICIDAD EN PLANTAS POR METALES PESADOS PROVENIENTES DE SUELOS Y AGUA. TROPICAL AND SUBTROPICAL AGROECOSYSTEMS** - Universidad Autónoma de Yucatán, 29-44.

Kabata Pendais, A., & Pendias, H. (2001). **TRACE ELEMENTS IN SOILS AND PLANTS CRC**. Florida: Press.

Lázaro lima cazorla, rieu mont, s. O., columbie, i., & reinaldo gil castillo, d. D. (2005).

NIVELES DE PLOMO, ZINC, CADMIO Y COBRE EN EL RIO ALMENDARES, CIUDAD HABANA, CUBA. La Habana.

Lerma Reyes, M. (2006). **EVALUACIÓN DE SUELOS Y ESPECIES VEGETALES CON POTENCIAL DE ACUMULACIÓN DE METALES PESADOS**. Chihuahua, Mexico: Universidad Autónoma de Chihuahua.

Malla. R., T. Y. (2007). **SHORTTERM EFFECT OF SEWAGE IRRIGATION ON CHEMICAL BUILD UP IN SOILS AND VEGETABLES**. En The Agricultural Engineering International. The CIGR Ejournal.

Mara, C. R. (2004). **HEALTH GUIDELINES FOR THE USE OF WASTEWATER IN AGRICULTURE**. Obtenido de **HEALTH GUIDELINES FOR THE USE OF WASTEWATER IN AGRICULTURE**.

Mara, D. (1996). **WASTE STABILIZATION PONDS: EFFLUENT QUALITY REQUIREMENTS AND IMPLICATIONS FOR PROCESS DESIGN**. Wat. Sci. Tech.

Mara, D., & Carnicross, S. (1990). **DIRECTRICES PARA EL PECADO USO: RIESGOS DE AGUAS RESIDUALES Y EXCRETAS EN AGRICULTURA Y ACUICULTURA**. Ginebra: Organización Mundial de la Salud (OMS).

Micó Llopis, C. (2005). **ESTUDIO DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS CON CULTIVOS HORTÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE ALICANTE**. Valencia: Servei de Publicacions .

MINAM - Proyecto Línea Base de Cuenca de Ríos. (2011). **ESTUDIO DE LÍNEA BASE AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN**. Lima.

MINAM. (31 de 07 de 2008). **D.S. N° 002-2008-MINAM ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA**. LIMA: DIARIO OFICIAL EL PERUANO.

MINAM. (2014). **GUIA DE MUESTREO DE SUELOS - RM N° 085-2014-MINAM**.

MINISTERIO DE AMBIENTE. (2010). **GUÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES. GUÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES**. Lima, Lima, Perú.

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (1998). **NTP 473: ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES: RIESGO**. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 6.

Moreno, F. H., García, E. M., & Arévalo, V. Q. (2012). **CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS EN LA CUENCA DEL RÍO MOCHE 1980 – 2010. LA LIBERTAD: FACULTAD DE CIENCIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.**

MORENO, J. M. (1996). **ANÁLISIS Y CALIDAD DEL AGUA PARA EL RIEGO:** Editorial Servicios de publicaciones Universidad Politécnica de Valencia. España.

Moscoso Cavallini, J. C. (2011). **ESTUDIO DE OPCIONES DE TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUA RESIDUAL EN LIMA METROPOLITANA.** Lima.

Municipalidad Metropolitana de Lima. (2011). **DIAGNÓSTICO SOCIO AMBIENTAL.** Lima.

Navarro, F. M. (2004). **AGENTES MEDIOAMBIENTALES DE LA GENERALITAT VALENCIANA.** Temario Volumen II Ebook. MAD-Eduforma.

OMS. (1989). **GUÍA PARA EL USO SEGURO DE AGUAS RESIDUALES Y EXCRETAS EN AGRICULTURA Y ACUICULTURA.**

OPS. (1990). **LAS CONDICIONES DE SALUD EN LAS AMÉRICAS.** Publicación Científica I.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. (2013). **EL ABC DE LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL.** Lima: OEFA.

Organización Mundial de la Salud. (2008). **GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE. GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE.**

Oriundo Guarda, C. F., & Robles Gómez, J. T. (2009). **DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SUELOS DEBIDO A LA CONTAMINACIÓN POR FÁBRICAS ALEDAÑAS AL ASENTAMIENTO HUMANO CULTURA Y PROGRESO DEL DISTRITO DE ÑAÑA - CHACLACAYO**. Lima.

Pagnanelli, F. M. (2004). En F. M. Pagnanelli, **SEQUENTIAL EXTRACTION OF HEAVY METALS IN RIVER SEDIMENTS OF AN ABANDONED PYRITE MINING AREA: POLLUTION DETECTION AND AFFINITY SERIES ENVIRONMENTAL POLLUTION** (págs. 132:189-201.).

Poschenrieder C., G. B. (1989). **INFLUENCE OF CADMIUM ON WATER RELATIONS, STOMATAL RESISTANCE, AND ABSCISIC ACID CONTENT IN EXPANDING BEAN LEAVES**. Plant Physiology.

Prieto G., F. M. (2007). **PRESENCIA DE METALES PESADOS EN CULTIVOS DE ACTOPAN E IXMIQUILPAN, VALLE DEL MEZQUITAL, MÉXICO, POR RIEGO CON AGUAS NEGRAS**. Revista Latino Americana Recursos Naturales. México, 3: 100-111.

Ramirez, A. (2002). **TOXICOLOGÍA DEL CADMIO CONCEPTOS ACTUALES PARA EVALUAR EXPOSICIÓN AMBIENTAL U OCUPACIONAL CON INDICADORES BIOLÓGICOS**. Lima: Univeridad Nacional Mayor de San Marcos.

Rodríguez O., J. R. (2006). **CAPACIDAD DE SEIS ESPECIES VEGETALES PARA ACUMULAR PLOMO EN SUELOS CONTAMINADOS**. Revista Fitotecnia Mexicana, 29:239-245.

Roig Marino, B. (2006). **EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CONTAMINADAS CON CROMO.**

Ross, S. M. (1994). **TOXIC METAL IN SOIL-PLANT SYSTEMS.** Wiley and Sons Ltd Chichester, 469.

Sandalio, L. D.-P. (2001). **CADMIUM-INDUCED CHANGES IN THE GROWTH AND OXIDATIVE METABOLISM OF PEA PLANTS.**

Santander, A. R. (2007). **EFFECTOS EN LA REMOCIÓN DE IONES COBRE AL VARIAR LA CONCENTRACIÓN.** Chile: Departamento Metalurgia - Facultad de Ingeniería.

Sauve, S. W. (2000). **SOLID-SOLUTION PARTITIONING OF METALS IN CONTAMINATED SOILS: DEPENDENCE ON PH, TOTAL METAL BURDEN, AND ORGANIC MATTER.** Environ. Sci. Technol. 34:1125–1131.

Scott, C., Faruqui, N., & Raschid, L. (2004). **USO DE AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA DE REGADÍO: HACER FRENTE A LAS REALIDADES DE MEDIOS DE VIDA Y EL MEDIO AMBIENTE.**

Sierra, C. A. (2013). **MANUAL DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS.** Colombia.

Stevens, D. M. (2003). **DETERMINING TOXICITY OF LEAD AND ZINC RUN OFF IN SOILS: SALINITY EFFECTS ON METAL PARTITIONING AND ON PHYTOTOXICITY.** Environmental Toxicology and Chemistry.

Toledo, A. (2002). **EL AGUA EN MÉXICO Y EL MUNDO.** Gaceta Ecológica.

Turner, P. D. (1990). **ECONOMICS RESOURCES AND THE ENVIRONMENT**. Washington : John Hopkins Press.

Wang, Q. C. (2003). **SOIL CONTAMINATION AND PLANT UPTAKE OF HEAVY METALS POLLUTED SITES IN CHINA**. **JOURNAL OF ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY AND HEALTH**. En Q. C. Wang.

WHO. (1988). **CHROMIUM. ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 61**.

WHO. (1995). **INORGANIC LEAD. ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 165**. OBTENIDO DE WORLD HEALTH ORGANIZATION.:

<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc165.htm>

X. ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de consistencia

Evaluación de calidad de agua de riego en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y riesgo por el uso directo en riego agrícola		Operacionalización de las variables			Método a emplear	
Problema	Objetivos	Hipótesis de investigación	Variable	Indicador	Índice	
<p>La cuenca del río Chillón es una de las 8 cuencas del departamento de Lima y una de las tres cuencas más importantes de la ciudad de Lima, siendo utilizada sus aguas para consumo humano, agricultura e industria a la vez sirve como cuerpos receptor y medio de transporte de desechos domésticos, industriales y humanos, en su trayectoria se han asentado botaderos de curtiembres, plantas de fundición informales, las plantas papeleras y textiles descargan sus efluentes líquidos. Como consecuencia de estas acciones se registran altas concentraciones de contaminantes en la cuenca baja del río, según reportes de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), no obstante las aguas sin un previo tratamiento son utilizadas para el riego de áreas de cultivos cuyos productos se comercializan en los mercados de Lima Norte y Callao</p> <p>Formulación del Problema ¿En qué medida la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje constituye un riesgo potencial para las áreas de cultivo en la cuenca baja del río Chillón?</p>	<p>General.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar el potencial riesgo en las zonas agrícolas regadas con las aguas del río Chillón en época de Estiaje. <p>Específico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en la época de estiaje. - Elaborar el mapa de potencial de riesgo en la cuenca baja del río Chillón. - Determinar el potencial de riesgo en las zonas agrícolas regadas con el agua de la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje. 	<p>La Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje determina el potencial de riesgo en las áreas de cultivo por el uso directo en riego agrícola</p>	<p>Independiente.</p> <p>Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje</p> <p>Dependiente.</p> <p>Potencial de riesgo en las áreas de cultivo por uso directo en riego agrícola.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cadmio (Cd) - Cromo (Cr) - Plomo (Pb) - Mercurio (Hg) - Coliformes totales - Coliformes Termotolerantes - Cianuro libre - Arsénico total - Bario total - Cadmio total - Cromo VI - Mercurio total - Plomo total. 	<p>ECA de agua de clase III.</p> <p>ECA para suelo.</p>	<p>Revisión bibliográfica e informes.</p> <p>EPA 9013A / SM 4500-CN-E, EPA 3060A, 1996 / EPA 7196A, 1992 y EPA Method 200.7, Rev.4.4, 1994</p>

Anexo N° 2. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Tipo	Indicador	Escala de medición	Método
Calidad del agua utilizada directamente para riego de hortalizas en cuenca baja del río Chillón.	Independiente	Temperatura	ECA para agua de clase III	Promedio histórico de resultados de monitoreos realizados por DIGESA
		pH		
		Cadmio (Cd)		
		Cromo (Cr)		
		Plomo (Pb)		
		Mercurio (Hg)		
		Coliformes totales		
		Coliformes Termotolerantes		
		Cianuro libre.		
		Arsénico total.		
Potencial de riesgo de las hortalizas cultivadas en la cuenca baja del río Chillón	Dependiente	Bario total.	ECA para suelo	EPA 9013A / SM 4500-CN-E, EPA 3060A: 1996 / EPA 7196A: 1992 y EPA Method 200.7, Rev.4.4, 1994
		Cadmio total.		
		Cromo VI.		
		Mercurio total.		
		Plomo total.		

Anexo N° 3. Tabla de distribución de la población en la cuenca del río Chillón según distritos del área de estudio

Provincia	Cuenca		Distrito	Población		
				1981	1993	2007
Canta		Alta	Arahuay		697	686
			Canta	2257	3218	2978
			Huamantanga		1330	1265
			Huaros		1220	921
			Lachaqui		1183	985
			San Buenaventura		526	505
			Santa Rosa de Quives		3076	6173
			Sub Total Subcuenca		11250	13513
Lima	Chillón	Media – Baja	Ancón	8425	19968	33367
			Carabayllo	52800	108049	213386
			Comas	28980 6	410066	486977
			Independencia	15274 7	186526	207647
			Los Olivos	87519	231367	318140
			Puente Piedra	33922	104261	233602
			San Martín de Porres	29558 5	385759	579561
			Santa Rosa	429	3962	10903
			Sub Total Subcuenca	921233	1449958	2083583
			Callao			Ventanilla
Sub Total Subcuenca		94497				277895
Total Cuenca					1555705	2374991

Fuente: Censos Nacionales Año 1981, 1993 y 2007 – INEI

Anexo N° 4. Tablas de producción de la cuenca baja por distrito

Tabla Cultivos Agrícolas Lima – San Martín de Porres		
Cultivos	2010	2011
	Producción (t.)	Producción (t.)
Acelga	0	178
Ají	68	8
Ajo	0	56
Albahaca	146	421
Alfalfa	96	41
Apio	596	863
Arveja Grano Verde	6	0
Betarraga	968	1215
Camote	178	221
Cebolla	731	320
Cebolla China	897	771
Col China	130	488
Col o Repollo	126	361
Culantro	835	986
Espinaca	662	1023
Flores de Corte	53	28
Frijol Vainita	10	0
Lechuga	1001	1105
Maíz Amarillo Duro	47	25
Maíz Chala	3261	3129
Maíz Choclo	51	65
Nabo	150	392
Papa	89	27
Pepinillo	199	0
Perejil	66	223
Pimiento	57	25
Plátano	5	5
Poroto	957	885
Rábano	1100	1138
Tomate	158	181
Zanahoria	0	97
Zapallo Italiano	39	0

Fuente: Diagnóstico Socio Ambiental – Municipalidad Metropolitana de Lima

Anexo N° 4. Tablas de producción de la cuenca baja por distrito (continúa)

Tabla Cultivos Agrícolas Lima – Puente Piedra		
Cultivos	2010	2011
	Producción (t.)	Producción (t.)
Acelga	268	619
Ajo	0	7
Albahaca	307	859
Alfalfa	225	138
Apio	845	1251
Arverja Grano Verde	41	0
Betarraga	1358	1750
Camote	240	137
Caña de Azúcar (Fruta)	758	357
Cebolla China	1116	1191
Col China	396	876
Col o Repollo	441	749
Coliflor	207	178
Culantro	1275	1395
Espinaca	1049	1481
Flores de Corte	598	383
Fresa y frutilla	56	56
Frijol Grano Seco	35	59
Frijol Vainita	57	84
Haba Grano Verde	31	0
Higuera	4	5
Lechuga	1548	1847
Lúcuma	35	40
Maíz Amarillo Duro	93	42
Maíz Chala	5787	5858
Maíz Choclo	66	0
Manzano	21	20
Nabo	203	519
Palto	27	32
Papa	289	85
Pepinillo	662	977
Perejil	168	301
Plátano	9	9
Poroto	883	976
Rábano	1378	2099
Tomate	191	93
Vid	663	370
Zanahoria	151	100
Zapallo Italiano	405	374

Fuente: Diagnóstico Socio Ambiental – Municipalidad Metropolitana de Lima

Anexo N° 4. Tablas de producción de la cuenca baja por distrito (continúa)

Tabla Cultivos Agrícolas Lima – Carabaylo		
Cultivos	2010	2011
	Producción (t.)	Producción (t.)
Acelga	595	1073
Ají	72	52
Ajo	0	36
Albahaca	800	1336
Alfalfa	620	355
Apio	5927	6139
Arveja Grano Verde	147	196
Betarraga	8784	8875
Brocoli	8002	8188
Camote	641	718
Cebolla	133	202
Cebolla China	892	1566
Col o Repollo	1720	2018
Coliflor	1237	877
Culantro	9713	9740
Espinaca	3881	5684
Fresa y frutilla	683	563
Frijol Grano Seco	165	498
Frijol Vainita	83	174
Haba Grano Verde	138	130
Lechuga	10692	10785
Lúcuma	60	71
Maíz Amarillo Duro	1413	1553
Maíz Chala	47644	54140
Maíz Choclo	492	797
Nabo	699	936
Orégano	12	0
Palto	76	71
Papa	4160	5431
Pepinillo	1872	2264
Perejil	470	698
Pimiento	88	60
Poroto	6043	5787
Rábano	5999	7524
Tomate	1066	904
Vid	210	26
Zanahoria	272	265
Zapallo	271	300
Zapallo Italiano	990	916

Fuente: Diagnóstico Socio Ambiental – Municipalidad Metropolitana de Lima

Anexo N° 4. Tablas de Producción de la Cuenca Baja por Distrito (continúa)

Tabla Cultivos Agrícolas Lima – Comas		
Cultivos	2010	2011
	Producción (t.)	Producción (t.)
Acelga	175	450
Albahaca	171	680
Alfalfa	246	86
Apio	695	877
Arveja Grano Verde	17	0
Betarraga	965	1206
Camote	129	46
Caña de Azúcar (Fruta)	78	62
Cebolla China	925	869
Col China	339	675
Col o Repollo	270	635
Coliflor	88	144
Culantro	871	986
Espinaca	643	1111
Flores de Corte	241	111
Frijol Grano Seco	3	5
Frijol Vainita	46	89
Lechuga	1404	1311
Maiz Amarillo Duro	32	26
Maíz Chala	3718	3886
Maíz Choclo	0	26
Nabo	151	343
Papa	29	0
Pepinillo	618	794
Perejil	156	218
Plátano	3	5
Poro	596	661
Rábano	883	1101
Tomate	81	22
Zanahoria	42	40
Zapallo Italiano	310	234

Fuente: Diagnóstico Socio Ambiental – Municipalidad Metropolitana de Lima

Anexo N° 5. Tabla de actividades productivas y servicios de la zona ribereña de los distritos de Callao, Ventanilla y San Martín de Porres

Distrito	Reciclaje	Agricultura	Ganadería	Servicios	Otros
Callao	Reciclaje de Residuos Sólidos formando almacenes en sus viviendas	No se dedica	Crianza de ganado porcino	Talleres mecánicos, planchado y pintura	Pesca artesanal
Ventanilla	Reciclaje de Residuos Sólidos formando almacenes en sus viviendas	Muy escasamente se siembra	Crianza de ganado porcino	Talleres mecánicos, planchado y pintura	Pesca artesanal Central Térmica Ventanilla
San Martín de Porres	Reciclaje de Residuos Sólidos formando almacenes en sus viviendas	Cultivo de 20 variedades de hortalizas para abastecimiento doméstico y comercial	Crianza de ganado porcino, caprino, avicultura, camales clandestinos	Talleres mecánicos, planchado y pintura, ferreterías y bodegas	Venta de terrenos , Transporte Moto taxistas, transporte de agua para consumo humano

Fuente: Diagnóstico Socio Ambiental – Municipalidad Metropolitana de Lima

Anexo N° 6. Tabla de puntos de muestreo DIGESA y ANA

Código	Descripción del punto	Coordenadas UTM WGS 84 - 18S	
		Este	Norte
E-05A / 137556 RChil10	Canal regadío antes de planta SEDAPAL	282470,00	8694098,00
137556 RChil11	300 m, aguas abajo del botadero de RR.SS de Construcción Sector Chaperito	278645,00	8687445,00
137556 RChil12	Puente Peatonal aguas arriba de la intersección con la Av. Panamericana Norte	274533,00	8682548,00
E-06 / 137556 RChil13	Puente Chillón - Panamericana Norte	274162,00	8681728,00
E-07	Límite con San Diego, margen derecha	272171,00	8678696,00
E-08	AA.HH. Mariano Ignacio Prado	269110,00	8678626,00
137556 RChil14	100m. Comisión de Regantes Chuquitanta	273413,00	8680193,00
E-08-A / 137556 RChil15	Puente Chillón - 700 m. aguas arriba Néstor Gambeta Av. Néstor Gambeta	268592,00	8679288,00
E-09	AA.HH. Márquez (puente Víctor Raúl)	267595,00	8679316,00
E-10	200m antes desembocadura a playa	267317,17	8679294,00
E-11 / 137556 RChil16	Desembocadura del río Chillón a la Playa Márquez después de enrocado	266982,00	8679793,00

Leyenda: E-XX Punto Monitoreado por DIGESA, 137556RChilXX Punto Monitoreado por la ANA

Fuente: Reportes de DIGESA y ANA

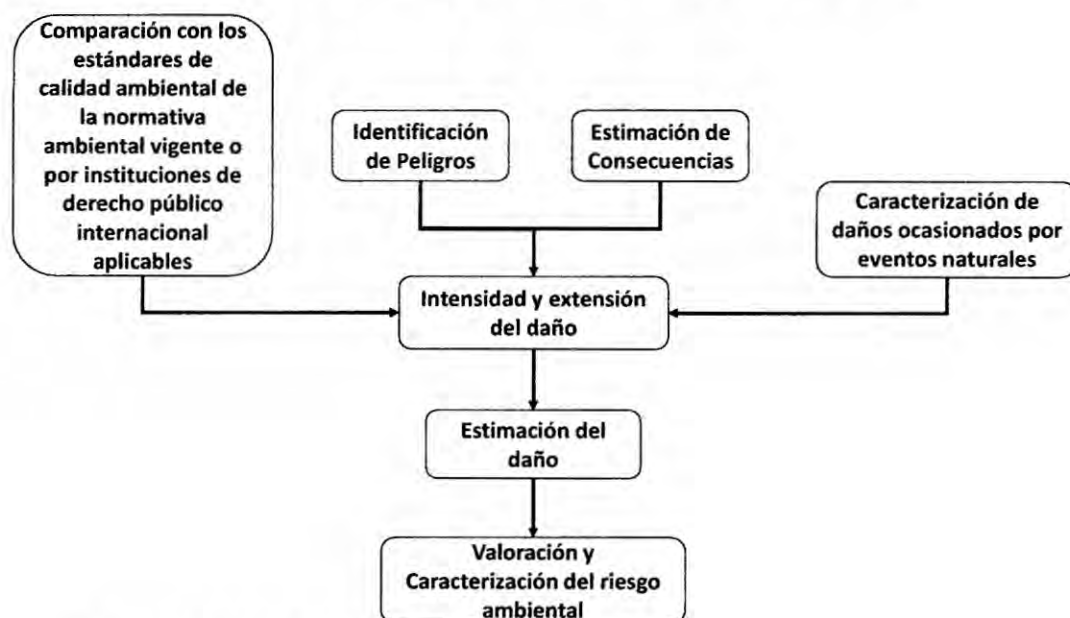
Anexo N° 7. Tabla resumen ECA-Agua para parámetros analizados

Parámetro	unidades	Categoría 1						Categoría 2			Categoría 3
		A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3		
Cadmio	mg/l	0,003	0,003	0,01	0,02	**	0,0093	0,0093	0,0093	0,005	
Plomo	mg/l	0,01	0,05	0,05	0,01	**	0,0081	0,0081	0,0081	0,05	
Mercurio	mg/l	0,001	0,002	0,002	0,001	**	0,00094	0,0001	0,0001	0,001	
Cromo VI	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	**	0,05	0,05	0,05	0,1	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	0	2000	20000	200	1000	<= 14	<= 30	1000	1000	

** Parámetro no relevante para esta sub categoría

Fuente: DS 002-2008-MINAM

Anexo N° 8. Figura de esquema general de evaluación



Fuente: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales

Anexo N° 9. Criterios evaluación de riesgos

Tabla N° 10.1. Formulación de escenarios

Tipo de Peligro		Evento	Escenario de Riesgo	Causas	Consecuencias
Ubicación en el Área de estudio	Natural / Antrópico				
Identificar Peligro		Identificar	Posible desencadenamiento suceso iniciador	Principal Casusa suceso iniciador	Consecuencias asociadas en primera instancia

Fuente: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales

Tabla N° 10.2. Tabla de probabilidad

Valor	Probabilidad	
5	Muy	< una vez a la semana
4	Altamente	> una vez a la semana y < una vez al mes
3	Probable	> una vez al mes y < una vez al año
2	Posible	> una vez al año y < una vez cada 05 años
1	Poco	> una vez cada 05 años

Fuente: UNE 150008 2008 - Evaluación de riesgos ambientales.

Tabla N° 10.3. Formulario para estimación de la gravedad de consecuencias

Gravedad	Límites de Entorno	Vulnerabilidad
Entorno natural	=Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Calidad del medio
Entorno Humano	=cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Población afectada
Entorno Socioeconómico	=cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Patrimonio y capital productivo

Fuente: UNE 150008 2008 - Evaluación de riesgos ambientales.

Dónde:

Cantidad. Es el probable volumen de sustancia emitida al entorno

Peligrosidad. Es la propiedad o aptitud intrínseca de la sustancia de causar daño (toxicidad, posibilidad de acumulación, bioacumulación, etc.)

Extensión. Es el espacio de influencia del impacto en el entorno

Calidad del medio. Se considera el impacto y su posible reversibilidad.

Población afectada. Número estimado de personas afectadas.

Patrimonio y Capital Productivo. Se refiere a la valoración del patrimonio económico y social (patrimonio histórico, infraestructura, actividad agraria, instalaciones industriales, espacios naturales protegidos, zonas residenciales y de servicios).

Tabla N° 10.4. Rangos de los límites de los entornos

Sobre el entorno humano				
Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy	Muy extenso	Muy Alto
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Alto
2	Poca	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Bajo
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual (Área afectada)	Muy bajo
Sobre el entorno natural				
Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy	Muy extenso	Muy elevada
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Elevada
2	Poca	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Media
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual (Área afectada)	Baja
Sobre el entorno socioeconómico				
Valor	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta	Muy	Muy extenso	Muy alto
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Alto
2	Poca	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Bajo
1	Muy poca	No	Puntual (Área	Muy bajo

Fuente: UNE 150008 2008 - Evaluación de riesgos ambientales.

Tabla N° 10.5. Valoración de consecuencias (Entorno humano)

Cantidad(Según ERA) (Tn) Cantidad Peligrosidad			Peligrosidad (Según caracterización) Población afectada		
4	Muy alta	Mayor a 500	4	Muy Peligrosa	Muy inflamable Muy tóxica Causa efectos irreversibles inmediatos
3	Alta	50- 500	3	Peligrosa	Explosiva Inflamable Corrosiva
2	Poca	5- 49	2	Poco peligrosa	Combustible
1	Muy poca	Menor a 5	1	No peligrosa	Daños leves y reversible
Extensión(Km)			Población Afectada (Personas)		
4	Muy extenso	Radio mayor a 1 km	4	Muy alta	Más de 100
3	Extenso	Radio hasta 1 km	3	Alta	Entre 50 y 100
2	Poco extenso	Radio menos a 0.5Km.(zona emplazada)	2	Poca	Entre 5 y 50
1	Puntual	Área afectada(zona delimitada)	1	Muy bajo	<5 personas

Fuente: UNE 150008 2008 - Evaluación de riesgos ambientales.

Tabla N° 10.6. Valoración de consecuencias (Entorno ecológico)

Cantidad(Según ERA) (Tn)			Peligrosidad (Según caracterización)		
4	Muy alta	Mayor a 500	4	Muy Peligrosa	Muy inflamable Muy tóxica Causa efectos irreversibles inmediatos
3	Alta	50- 500	3	Peligrosa	Explosiva Inflamable Corrosiva
2	Poca	5- 49	2	Poco peligrosa	Combustible
1	Muy poca	Menor a 5	1	No peligrosa	Daños leves y reversibles
Extensión(Km)			Población Afectada (Personas)		
4	Muy extenso	Radio mayor a 1 km	4	Muy elevada	Daños muy altos: Explotación indiscriminada de RRNN y existe un nivel de contaminación alto
3	Extenso	Radio hasta 1 km	3	Elevada	Daños altos: Alto nivel de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación moderado
2	Poco extenso	Radio menos a 0.5Km (zona emplazada)	2	Media	Daños moderados: Nivel moderado de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación leve
1	Puntual	Área afectada (zona delimitada)	1	Baja	Daños leves: conservación de los RRNN y no existe contaminación

Fuente: UNE 150008 2008 - Evaluación de riesgos ambientales/ Manual de Estimación del Riesgo INDECI / Ley 28804

Tabla N° 10.7. Valoración de consecuencias (Entorno socioeconómico)

Cantidad			Peligrosidad		
4	Muy alta	Mayor a 500	4	Muy Peligrosa	Muy inflamable Muy tóxica Causa efectos irreversibles inmediatos
3	Alta	50- 500	3	Peligrosa	Explosiva Inflamable Corrosiva
2	Poca	5- 49	2	Poco peligrosa	Combustible
1	Muy poca	Menor a 5	1	No peligrosa	Daños leves y reversibles
Extensión (m)			Patrimonio y capital productivo		
4	Muy extenso	Radio mayor a 1 km	4	Muy alto	Letal: Pérdida del 100% del cuerpo receptor. Se aplica en los casos en que se prevé la pérdida total del receptor. Sin productividad y nula distribución de recursos
3	Extenso	Radio hasta 1 km	3	Alto	Agudo: Pérdida del 50% del receptor. Cuando el resultado prevé efectos agudos y en los casos de una pérdida parcial pero intensa del receptor. Escasamente productiva
2	Poco extenso	Radio menos a 0.5Km (zona emplazada)	2	Bajo	Crónico: Pérdida de entre el 10% y 20% del receptor. Los efectos a largo plazo implican pérdida de funciones que puede hacerse equivalente a ese rango de pérdida del receptor, también se aplica en los casos de escasas pérdidas directas del receptor. Medianamente productiva
1	Puntual	Área afectada (zona delimitada)	1	Muy bajo	Pérdida de entre el 1% y 2% del receptor. Esta se puede clasificar los escenarios que producen efectos pero difícilmente medido o evaluados, sobre el receptor. Alta productividad

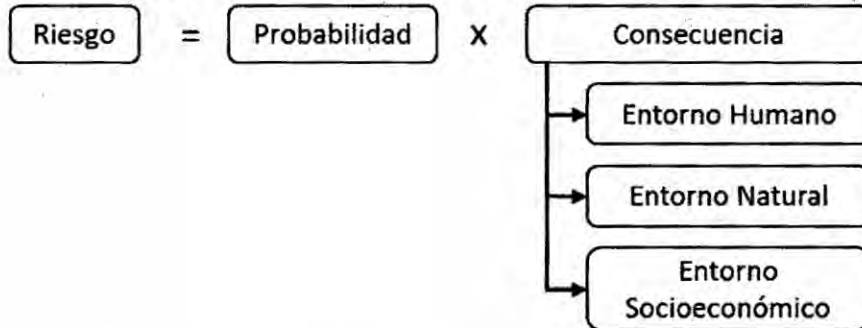
Fuente: Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales.

Tabla N° 10.8. Valoración de escenarios identificados

Valor	Valoración	Valor Asignado
Crítico	20 – 18	5
Grave	17 – 15	4
Moderado	14 – 11	3
Leve	10 – 8	2
No relevante	7 – 5	1

Fuente: UNE 150008 2008 Evaluación de los riesgos ambientales.

Figura N° 10.1. Estimación del riesgo ambiental



Fuente: UNE 150008 – 2008, Evaluación de riesgos ambientales

Tabla N° 10.9. Estimador del riesgo ambiental

		CONSECUENCIA				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1					
	2	E1				
	3					
	4			E2		
	5					

	Riesgo Significativo:	16 - 25	64% – 100%
	Riesgo Moderado:	6 - 15	24% - 60%
	Riesgo Leve:	1 - 5	1% - 20%

Fuente: Norma UNE 150008 2008 - Evaluación de los riesgos ambientales

Anexo N° 10. Tabla con data de la calidad de agua del río Chillón

CODIGO	Temperatura (°C)											Max	Min
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Prom		
E-05A / 137556 RChil10				22.00	21.00				21.10	18.57	20.67	22.00	18.57
137556 RChil11									23.90	16.43	20.17	23.90	16.43
137556 RChil12									25.60	18.47	22.04	25.60	18.47
E-06 / 137556 RChil13				22.00	22.00				22.68	18.61	21.32	22.68	18.61
E-07						19.00	18.00	22.00			19.67	22.00	18.00
E-08						19.00	21.00	23.00			21.00	23.00	19.00
137556 RChil14									23.00	18.60	20.80	23.00	18.60
E-08-A / 137556 RChil15						19.00	20.00	23.00	25.00	9.78	19.36	25.00	9.78
E-09						19.00	20.00	23.00			20.67	23.00	19.00
E-10						19.00	15.00	16.00			16.67	19.00	15.00
E-11 / 137556 RChil16									26.00	20.03	23.02	26.00	20.03

Fuente: Reportes de DIGESA y ANA

Anexo N° 10. Tabla con data de la calidad de agua del río Chillón (Continuación)

CODIGO	pH											Max	Min
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Prom		
E-05A / 137556 RChil10				8.70	7.00				8.41	8.59	8.18	8.70	7.00
137556 RChil11									8.45	8.48	8.47	8.48	8.45
137556 RChil12									8.31	7.92	8.12	8.31	7.92
E-06 / 137556 RChil13				7.30	7.00				8.30	8.07	7.67	8.30	7.00
E-07	7.44	7.76									7.60	7.76	7.44
E-08	7.33	7.46									7.40	7.46	7.33
137556 RChil14									8.32	8.06	8.19	8.32	8.06
E-08-A / 137556 RChil15	7.49	7.76							7.98	6.48	7.43	7.98	6.48
E-09	7.61	7.8									7.71	7.80	7.61
E-10	7.49	7.84									7.67	7.84	7.49
E-11 / 137556 RChil16									8.01	7.78	7.90	8.01	7.78

Fuente: Reportes de DIGESA y ANA

Anexo N° 10. Tabla con data de la calidad de agua del río Chillón (Continuación)

CODIGO	Cadmio (Cd) (mg/l)											Max	Min	
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Prom			
E-05A / 137556 RChil10		0.01000		0.01000	0.01000	0.01000				0.00040	0.00019	0.00677	0.01000	0.00019
137556 RChil11										0.00030	0.00099	0.00065	0.00099	0.00030
137556 RChil12										0.00060	0.00134	0.00097	0.00134	0.00060
E-06 / 137556 RChil13	0.01000	0.01000		0.01000	0.01100	0.01000				0.00030	0.00123	0.00750	0.01100	0.00030
E-07	0.01000			0.01000	0.01000	0.01000	0.02100	0.12900				0.03167	0.12900	0.01000
E-08	0.01000			0.01000	0.01000	0.01300	<0,010	<0,010				0.01075	0.01300	0.01000
137556 RChil14										0.00020	0.00083	0.00052	0.00083	0.00020
E-08-A / 137556 RChil15	0.01000			0.01000	0.01000	0.01300	<0,010	<0,010		0.00030	0.00065	0.00733	0.01300	0.00030
E-09	0.01000			0.01000	0.01000	0.01400	<0,010	<0,010				0.01100	0.01400	0.01000
E-10	0.04300			0.01000	0.01000	0.04100	<0,010	<0,010				0.02600	0.04300	0.01000
E-11 / 137556 RChil16										0.00030	0.00056	0.00043	0.00056	0.00030

Fuente: Reportes de DIGESA y ANA

Anexo N° 10. Tabla con data de la calidad de agua del río Chillón (Continuación)

CODIGO	Cromo (Cr) (mg/l)											Min	
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Prom		Max
E-05A / 137556 RChil10		0.05000		0.05000	0.05000	0.02800	0.02800		<0.002	0.00160	0.02994	0.05000	0.00160
137556 RChil11									<0.002	0.00461	0.00331	0.00461	0.00200
137556 RChil12									<0.002	0.01134	0.00667	0.01134	0.00200
E-06 / 137556 RChil13	0.05000	0.05000		0.05000	0.05000	0.02800			<0.002	0.01085	0.03441	0.05000	0.00200
E-07	0.05000	0.05000		0.05000	0.05000	0.02800	0.02800				0.04057	0.05000	0.02800
E-08	0.14600	0.05000		0.05000	0.05000	0.02800	0.05700	0.028000			0.05843	0.14600	0.02800
137556 RChil14									<0.002	0.01177	0.00689	0.01177	0.00200
E-08-A / 137556 RChil15	0.05000	0.05000		0.05000	0.05000	0.02800	0.07	0.02800	<0.002	0.01243	0.03794	0.07100	0.00200
E-09	0.05000	0.05000		0.05000	0.05000	0.02800	0.08500	0.02800			0.04871	0.08500	0.02800
E-10	0.05000	0.05000		0.05000	0.05000	0.03700					0.04740	0.05000	0.03700
E-11 / 137556 RChil16		0.05							<0.002	0.01327	0.02176	0.05000	0.00200

Fuente: Reportes de DIGESA y ANA

Anexo N° 10. Tabla con data de la calidad de agua del río Chillón (Continuación)

CODIGO	Plomo (Pb) (mg/l)											Max	Min
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Prom		
E-05A / 137556 RChil10		0.02500		0.02500	0.02500	0.02600	0.02500		0.00650	0.00274	0.02	0.03	0.00
137556 RChil11									0.00910	0.03489	0.02	0.03	0.01
137556 RChil12									0.01640	0.14653	0.08	0.15	0.02
E-06 / 137556 RChil13	0.15900	0.09800		0.19400	0.02500	0.06000			0.00910	0.10984	0.09	0.19	0.01
E-07	0.04700	0.02500		0.03400	0.02500	0.14000	0.02500	0.14500			0.06	0.15	0.03
E-08	1.38100	0.02500		0.02500	0.02500	0.14800	0.20800	0.188000			0.29	1.38	0.03
137556 RChil14									0.00910	0.07407	0.04	0.07	0.01
E-08-A / 137556 RChil15	0.07500	0.02500		0.05300	0.02500	0.10500	0.32600	0.18900	0.01780	0.09578	0.10	0.33	0.02
E-09	0.07500	0.02500		0.02500	0.03400	0.14200	0.40000	0.15600			0.12	0.40	0.03
E-10	0.57500	0.02500		0.01000	0.08200	0.40400	0.01500	0.01400			0.16	0.58	0.01
E-11 / 137556 RChil16									0.01650	0.09562	0.06	0.10	0.02

Fuente: Reportes de DIGESA y ANA

Anexo N° 10. Tabla con data de la calidad de agua del río Chillón (Continuación)

CODIGO	Mercurio (Hg) (mg/l)											Max	Min
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Prom		
E-05A / 137556 RChil10		0.02500		0.00011	0.00011	0.00011			<0.00004	<0.0001	0.00633	0.02500	0.00011
137556 RChil11									0.00060	<0.0001	0.00060	0.00060	0.00010
137556 RChil12									<0.00004	<0.0001	0.00004	0.00010	0.00010
E-06 / 137556 RChil13		0.02500		0.00011	0.00011	0.00011			<0.00004	<0.0001	0.00633	0.02500	0.00010
E-07		0.02500									0.02500	0.02500	0.02500
E-08		0.04600									0.04600	0.04600	0.04600
137556 RChil14									<0.00004	<0.0001	0.00004	0.00010	0.00010
E-08-A / 137556 RChil15		0.05700							<0.00004	<0.0001	0.05700	0.05700	0.00010
E-09		0.02500									0.02500	0.02500	0.02500
E-10		0.04500									0.04500	0.04500	0.04500
E-11 / 137556 RChil16		0.505							<0.00004	<0.0001	0.50500	0.50500	0.00010
E-08-A / 137556 RChil15		0.05700							<0.00004	<0.0001	0.10129	0.32600	0.01780
E-09		0.02500									0.12243	0.40000	0.02500
E-10		0.04500									0.16071	0.57500	0.01000
E-11 / 137556 RChil16		0.505							<0.00004	<0.0001	0.05606	0.09562	0.01650

Fuente: Reportes de DIGESA y ANA

Anexo N° 10. Tabla con data de la calidad de agua del río Chillón (Continuación)

CODIGO	Coliformes Totales (NMP/dl)											Prom	Max	Min
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2013			
E-05A / 137556 RChil10		3.50E+07		2.80E+04	1.60E+06	1.70E+04						9.16E+06	3.50E+07	1.70E+04
137556 RChil11												#¡DIV/0!	0.00E+00	0.00E+00
137556 RChil12												#¡DIV/0!	0.00E+00	0.00E+00
E-06 / 137556 RChil13		1.60E+08		7.90E+04	1.60E+06	9.20E+04						4.04E+07	1.60E+08	7.90E+04
E-07	3.00E+05	2.40E+05		2.40E+06	5.40E+06	2.40E+06	2.40E+05	7 900 000				1.83E+06	5.40E+06	2.40E+05
E-08	5.00E+06	3.00E+06		1.40E+06	1.70E+06	5.40E+06	5.40E+06	17 000 000				3.65E+06	5.40E+06	1.40E+06
137556 RChil14												#¡DIV/0!	0.00E+00	0.00E+00
E-08-A / 137556 RChil15	1.60E+06	5.00E+04		5.00E+06	1.70E+06	2.20E+06	1.40E+06	24 000 000				1.99E+06	5.00E+06	5.00E+04
E-09	9.00E+05	5.00E+04		1.60E+05	3.50E+06	2.80E+06	5.40E+06	7 900 000				2.14E+06	5.40E+06	5.00E+04
E-10	2.20E+04	1.30E+04		5.00E+03	1.60E+06	1.30E+06	1.60E+05	490 000				5.17E+05	1.60E+06	5.00E+03
E-11 / 137556 RChil16												#¡DIV/0!	0.00E+00	0.00E+00

Fuente: Reportes de DIGESA y ANA

Anexo N° 10. Tabla con data de la calidad de agua del río Chillón (Continuación)

Coliformes Termotolerantes (NMP/dl)													
CODIGO	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Prom	Max	Min
E-05A / 137556 RChil10		3.30E+06		1.70E+04	3.50E+05	4.60E+03			3.50E+03	4.90E+03	6.13E+05	3.30E+06	3.50E+03
137556 RChil11									5.40E+03	2.30E+04	1.42E+04	2.30E+04	5.40E+03
137556 RChil12									1.60E+04	7.90E+05	4.03E+05	7.90E+05	1.60E+04
E-06 / 137556 RChil13		1.60E+08		2.70E+04	2.80E+05	9.20E+04			1.60E+04	3.30E+05	2.68E+07	1.60E+08	1.60E+04
E-07	5.00E+04	2.40E+05		9.20E+05	1.10E+06	4.60E+05	1.30E+05	4.90E+06			1.11E+06	4.90E+06	5.00E+04
E-08	3.00E+06	1.10E+06		3.10E+05	6.30E+05	2.70E+05	1.70E+06	4.60E+06			1.66E+06	4.60E+06	2.70E+05
137556 RChil14									1.50E+04	2.30E+05	1.23E+05	2.30E+05	1.50E+04
E-08-A / 137556 RChil15	1.60E+06	3.00E+04		1.70E+06	7.90E+05	3.30E+05	1.10E+06	7.90E+06	1.60E+04	2.30E+06	1.75E+06	7.90E+06	1.60E+04
E-09	3.00E+04	3.00E+04		1.60E+04	7.00E+05	1.70E+06	3.50E+06	3.30E+06			1.33E+06	3.50E+06	1.60E+04
E-10	5.00E+03	8.00E+03		2.20E+03	1.60E+06	1.60E+06	9.20E+04	2.40E+05			6.07E+05	1.60E+06	2.20E+03
E-11 / 137556 RChil16									1.60E+04	1.30E+06	6.58E+05	1.30E+06	1.60E+04

Fuente: Reportes de DIGESA y ANA

Anexo N° 11. Informe de ensayo de muestras de suelo



INFORME DE ENSAYO N° 082374-2014 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL: ALEXANDER TERRÓNES GORDILLO
DOMICILIO LEGAL: COOPERATIVA DE VIVIENDA PRIMAVERA MZ 31 LT 9 COMAS
SOLICITADO POR: BACH. ALEXANDER TERRÓNES GORDILLO Y BACH. CAROL VANESSA HERRERA LEÓN
REFERENCIA: TESIS "CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHILLÓN EN ÓPTICA DE ESTIAJE Y RIESGO POR EL USO DIRECTO EN RIEGO AGRÍCOLA"
PROCEDENCIA: CUENCA BAJA DEL RÍO CHILLÓN
FECHA DE RECEPCIÓN: 2014-06-07
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS: 2014-06-07
MUESTREO POR: EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidad
*Clasuro libre	EPA 9013A. Cyanide Extraction procedure for Solids and pHs. 2004 / SM 4500-CR-E Colorimetric Method.	0.05	mg/kg
*Cromo VI	EPA 3060A.1996 / EPA 7190A.1992. Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / Chromium, Hexavalent (Colorimetric)	0.28	mg/kg
Metales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cero, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, Uranio, Vanadio, Zinc).	EPA Method 200.7, Rev. 4.4. EMMC Version. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994		mg/kg

L.C.: Límite de cuantificación.

EL RESULTADOS:

Ensayo	Método	Resultado	L.C.	Unidad
*Clasuro libre	mg/kg	<0.05	<0.05	mg/kg
*Cromo VI	mg/kg	<0.28	<0.28	mg/kg

*El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI/SMA

Nota: resultados de sueros en base seca.

Quim. Belbeth Pajardo León
C.O.P. 048
JEFE DE MISIÓN DE SERVICIOS
SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.S.

COP. F1021/04/01 - 04/11/2012

* El presente informe no ha sido acreditado por INDECOPI/SMA.
 SAG: Servicios Analíticos Generales S.A.S. - Calle Comercio 1000 - Lima 101. - Perú. - Teléfono: (01) 422 22 11. - Fax: (01) 422 22 12. - Email: info@sag.com.pe
 SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.S. - Calle Comercio 1000 - Lima 101. - Perú. - Teléfono: (01) 422 22 11. - Fax: (01) 422 22 12. - Email: info@sag.com.pe
 NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de referencia. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de referencia.



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

SAG



Registro N° LE 047

**INFORME DE ENSAYO N° 082374-2014
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de muestreo	2014-05-07	2014-06-07	2014-06-07	2014-06-07		
Hora de inicio de muestreo (h)	15:00	13:30	15:40	16:10		
Coordenadas WGS 84 zona 18S	02689410 86775254	0270562E 8678408N	0270562E 86775254	0270652E 86775254		
Descripción del punto de muestreo	Margen izquierdo del Arroyo cerca Huanca el Parake	Margen Derecho de río Chilón pasando Parque Paraso	Margen izquierdo de Chilón sito a margen Chugummas	Margen izquierdo de Chilón sito a margen Chugummas		
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código del Cliente	PMS-01	PMS-02	PMS-03	PMS-04		
Código del Laboratorio	1405447	1405444	1405445	1405446		
Ensayo	Unidades	L.O.M.	Resultado			
Metales						
Plata (Ag)	mg/kg	0.05	<0.05	8.1	<0.05	<0.05
Aluminio (Al)	mg/kg	1.0	10741.8	13193.8	10333.4	10858.7
Arsénico (As)	mg/kg	0.1	22.9	17.8	23.3	24.0
Bario (Ba)	mg/kg	0.3	0.3	15.9	<0.3	<0.3
Berilio (Be)	mg/kg	0.1	85.9	356.5	72.2	102.8
Berilio (Be)	mg/kg	0.02	0.22	0.06	0.22	0.12
Calcio (Ca)	mg/kg	2.4	19452.1	>40000	18494.5	14693.9
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.04	3.61	17.07	3.22	3.93
Cesio (Cs)	mg/kg	0.2	35.9	20.8	37.2	37.1
Cobalto (Co)	mg/kg	0.03	8.53	10.07	8.31	9.12
Cromo (Cr)	mg/kg	0.04	10.66	74.62	9.09	17.38
Cobre (Cu)	mg/kg	0.04	103.43	789.63	77.51	116.50
Hierro (Fe)	mg/kg	0.1	18135.9	>20000	17879.2	19227.2
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.06	<0.06	1.71	<0.06	<0.06
Potasio (K)	mg/kg	3.0	1231.9	2552.2	1201.7	1147.9
Litio (Li)	mg/kg	0.3	14.5	11.8	13.8	13.7
Magnesio (Mg)	mg/kg	2.3	8284.0	5708.2	7759.1	7419.2
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.04	566.26	755.17	516.51	600.32
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.2	0.8	3.5	0.4	0.8
Sodio (Na)	mg/kg	2.4	400.4	1486.4	343.6	223.9
Niquel (Ni)	mg/kg	0.04	6.80	47.50	0.48	7.87
Fósforo (P)	mg/kg	0.2	1213.7	25800	1262.9	1122.1
Plomo (Pb)	mg/kg	0.04	48.38	64.45	42.87	53.02
Antimonio (Sb)	mg/kg	0.2	1.1	2.1	1.3	1.7
Selenio (Se)	mg/kg	0.3	<0.3	0.3	<0.3	<0.3
Estañio (Sn)	mg/kg	0.1	2.1	5.7	1.1	2.4
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.1	106.9	163.5	71.3	84.3
Titanio (Ti)	mg/kg	0.02	272.88	358.09	175.98	191.53
Telurio (Te)	mg/kg	0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Vanadio (V)	mg/kg	0.02	43.66	20.17	41.42	46.54
Zinc (Zn)	mg/kg	0.3	323.4	1847.5	158.9	361.7

L.O.M.: Límite de detección del método

Nota: resultados de suelos en base seco.

III. PERIODO DE CONSERVACIÓN DE MUESTRAS:

CromoVI	28 días
---------	---------

Lima, 17 de Junio del 2014

Quimy Belbeth Fajardo León
C.O.P. 048

JEFE DE EMISIÓN DE INFORMES
SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Cof. FI 02 / Modificación 04 / F.E. 04/2012

* El método indicado no ha sido aprobado por INDECOPI/SMA

3M: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM,WW) - APHA AWWA WEF 22nd Edition 2012 - EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana
OBSERVACIONES: Este puntaje de recuperación para el lote de muestra descrito a continuación se logró al utilizar el método de ensayo de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Solo se validó para los resultados obtenidos en el presente informe.
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservación del protocolo estándar con un máximo de 30 días calendario posterior a la fecha de muestreo en su estado original.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de aplicación de la legislación peruana de protección del ambiente de acuerdo a la Ley N° 28611.

Anexo N° 12. Cadena de custodia

CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO DE AGUAS Y SUELOS

Logo:

Cliente: **CIENCA S.A.S.** Lugar: **CIENCA S.A.S. RIO CHICLON** Empresa: **CIENCA S.A.S.**

Contacto: **Alexandra Tardón** E-mail: **ALEXANDRA.TARDON@CIENCA.COM** Proyecto: **91230343**

Planta: **1635** No. Inventario: **311011**

Carta/Contrato: **2014-06VA-10** ANALISIS DE LABORATORIO

PUERTO DE MUESTREO / CODIGO DE CLIENTE	FECHA	HORA	TIPO DE MUESTRA	PARAMETROS IN SITU	PARAMETROS EN LABORATORIO	PROCESADO POR CLIENTE
PHS-01	01/06/14	08:00	SUELO	Cloruro ✓ Sulfato ✓ pH ✓		
PHS-02	01/06/14	08:00	SUELO	Cloruro ✓ Sulfato ✓ pH ✓		
PHS-03	01/06/14	08:00	SUELO	Cloruro ✓ Sulfato ✓ pH ✓		
PHS-04	01/06/14	08:00	SUELO	Cloruro ✓ Sulfato ✓ pH ✓		

MUESTREOS TOMADOS EN LA CUENCA BARRA DEL RIO CHICLON

Nombre y Apellido del Responsable del Muestreo: **ALEXANDRA TARDON**
 Nombre y Apellido del Responsable de Laboratorio: **CAROL MARCELA ALVARADO**

No. de Muestra: **91230343**
 Fecha: **01/06/14**

Anexo N° 13. Reporte análisis SPSS

```

GET
  FILE='D:\ALEXANDER\TESIS\Análisis SPSS\Variables.sav'.
DATASET NAME Conjunto_de_datos1 WINDOW=FRONT.
SAVE OUTFILE='D:\ALEXANDER\TESIS\Análisis SPSS\Variables.sav'
/COMPRESSED.
FRECUENCIAS VARIABLES=Cianuro_libre Arsénico_total Bario_total Cadmio_total Cromo_VI Mercurio_
/STATISTICS=STDDEV VARIANCE MINIMUM MAXIMUM SEMEAN MEAN MEDIAN
/ORDER=ANALYSIS.
  
```

Frecuencias

Notas

Resultados creados		25-ene-2015 16:10:11
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\ALEXANDER\TESIS\Análisis SPSS\Variables.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	4
Manipulación de los valores perdidos	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos se basan en todos los casos con datos válidos.
Sintaxis		FRECUENCIAS VARIABLES=Cianuro_libre Arsénico_total Bario_total Cadmio_total Cromo_VI Mercurio_total Plomo_total /STATISTICS=STDDEV VARIANCE MINIMUM MAXIMUM SEMEAN MEAN MEDIAN /ORDER=ANALYSIS.
Recursos	Tiempo de procesador	00 00:00:00,000
	Tiempo transcurrido	00 00:00:00,010

[Conjunto_de_datos1] D:\ALEXANDER\TESIS\Análisis SPSS\Variables.sav

Estadísticos

		Cianuro_libre	Arsénico_total	Bario_total	Cadmio_total	Cromo_VI
N	Válidos	4	4	4	4	4
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		,0500	22,0000	154,3500	6,9575	,2800
Error típ. de la media		,00000	1,41833	67,67327	3,37396	,00000
Mediana		,0500	23,1000	94,3500	3,7700	,2800
Desv. típ.		,00000	2,83666	135,34653	6,74792	,00000
Varianza		,000	8,047	18318,683	45,534	,000
Mínimo		,05	17,80	72,20	3,22	,28
Máximo		,05	24,00	356,50	17,07	,28

Estadísticos

		Mercurio_total	Plomo_total
N	Válidos	4	4
	Perdidos	0	0
Media		,4725	197,3375
Error típ. de la media		,41250	149,06306
Mediana		,0800	50,9500
Desv. típ.		,82500	298,12612
Varianza		,681	88879,183
Mínimo		,06	42,97
Máximo		1,71	644,48

Tabla de frecuencia

Cianuro_libre

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos ,05	4	100,0	100,0	100,0

Arsénico_total

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 17,80	1	25,0	25,0	25,0
22,90	1	25,0	25,0	50,0
23,30	1	25,0	25,0	75,0
24,00	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

Bario_total

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 72,20	1	25,0	25,0	25,0
85,90	1	25,0	25,0	50,0
102,80	1	25,0	25,0	75,0
356,50	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

Cadmio_total

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 3,22	1	25,0	25,0	25,0
3,61	1	25,0	25,0	50,0
3,93	1	25,0	25,0	75,0
17,07	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

Cromo_VI

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos ,28	4	100,0	100,0	100,0

Mercurio_total

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos ,06	3	75,0	75,0	75,0
1,71	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

Plomo_total

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 42,97	1	25,0	25,0	25,0
48,38	1	25,0	25,0	50,0
53,52	1	25,0	25,0	75,0
644,48	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

XI. APÉNDICES

MT-01. Mapa Área de Estudio

MT-02. Mapa de Delimitación Política

MT-03. Mapa de Puntos de Muestreo de Suelo

MT-04. Mapa de Puntos de Monitoreo de Agua