

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES



Impactos ambientales significativos generados por el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes y propuesta de un plan de Mitigación.

TESIS

Para optar el grado académico de Doctora en ciencias Ambientales

Autora: María Isabel Niquén Inga

Tumbes, 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES



Impactos ambientales significativos generados por el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes y propuesta de un plan de Mitigación.

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete (Presidente) _____

Dr. Napoleón Puño Lecarnaqué (Secretario) _____

Dr. Leocadio Malca Acuña (Miembro) _____

Dr. Jesús Merino Velásquez (Miembro) _____

Dr. Eber Gines Tafur (Miembro) _____

Tumbes, 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES



Impactos ambientales significativos generados por el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes y propuesta de un plan de Mitigación.

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma

Mg. María Isabel Niquén Inga (Autora)

Dr. Ántero Celso Vásquez García (Asesor)

Tumbes, 2019

ACTA DE REVISIÓN Y DEFENSA DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES ESCUELA DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En Tumbes, a los veintidós días del mes de marzo del año dos mil diecinueve, a las Diecisiete horas, en La Escuela de Posgrado de la UNTUMBES, se reunieron los miembros del Jurado designados con Resolución de Consejo de Escuela N° 015-2019/UNT-EPG, Dr. CARLOS ALBRTO DEZA NAVARRETE - Presidente; Dr. NAPOLEON PUÑO LECARNAQUE Secretario; Dr. LEOCADIO MALCA ACUÑA, Dr. EBER GINES TAFUR y Dr. JESUS MERINO VELASQUEZ - Miembros; y con Resolución Directoral N° 044-2019/UNT-EPG-D, se fijó la fecha de sustentación y defensa de la tesis doctoral: IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS GENERADOS POR EL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE LA CIUDAD DE TUMBES Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN; presentado por la doctorando del Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales MARIA ISABEL NIQUEN INGA, asesorada por el Dr. ANTERO CELSO VASQUEZ GARCIA. DNI: 17896352

Concluida la exposición y sustentación, absueltas las preguntas y efectuadas las observaciones, lo declaran: APROBADO POR UNANIMIDAD, dando cumplimiento al Art. 29° del Reglamento de Investigación con fines de Graduación en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las 18.50 horas, se dio por concluido el acto académico, y dando conformidad se procedió a firmar la presente acta en presencia del público.

Tumbes, 22 de marzo de 2019



Dr. CARLOS ALBRTO DEZA NAVARRETE
Presidente
DNI: 33432901



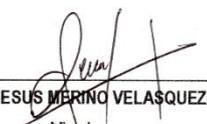
Dr. LEOCADIO MALCA ACUÑA
Miembro
DNI: 00250560



Dr. NAPOLEON PUÑO LECARNAQUE
Secretario
DNI: 00225904



Dr. EBER GINES TAFUR
Miembro
DNI: 17542075



Dr. JESUS MERINO VELASQUEZ
Miembro
DNI: 00240035

C.c. Jurado de Proyecto de Tesis (5), Asesor (1), sustentante (1), UI (2)

DEDICATORIA

Con todo mi amor dedico esta tesis a Dios, agradeciéndole en todo momento por sus bendiciones, por guiarme, por ser la fortaleza y protección en aquellos momentos de dificultad.

A mis adorables hijas Yahaira y Yamira, quienes siempre serán mi motivo de superación.

A mis ejemplares y amados padres Eduardo y Manuela, así como a mi segunda madre y hermana Rosita Felicia por su amor y apoyo incondicional de siempre.

A todas las personas que me han apoyado en la culminación de este trabajo de investigación, con éxito.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
RESUMO	xiv
CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO II.....	20
2. MARCO REFERENCIAL DEL PROBLEMA.....	20
2.1. Antecedentes	20
2.2. Bases Teórico-científicas.....	28
2.3 Definición de términos básicos.....	41
CAPÍTULO III.....	46
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	46
3.1. Localidad y periodo de ejecución:	46
3.2. Tipo de estudio y Diseño de investigación.....	46
3.3. Población, muestreo y muestra.....	46
3.4. Material y Métodos	47
3.5. Procesamiento y análisis de datos	60
CAPÍTULO IV	61
4. RESULTADOS	61
CAPÍTULO V	82
5. DISCUSIÓN.....	82
CAPÍTULO VI	87
6. CONCLUSIONES.....	87
CAPÍTULO VII	90
7. RECOMENDACIONES.....	90
CAPÍTULO VIII	91
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
CAPÍTULO IX	96
9. ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Variables evaluadas en agua procedente del río Tumbes y códigos APHA para su procesamiento en laboratorio.....	49
Tabla 2. Puntos de muestreo de agua superficial en el río Tumbes en coordenadas UTM WGS 84 – 17 S.....	51
Tabla 3. Coordenadas UTM de puntos de medición de ruido en el lado derecho del río Tumbes Junio de 2017.	53
Tabla 4. Valoración (naturaleza y magnitud) de impactos ambientales.	58
Tabla 5. Rangos de valoración de impactos positivos.	59
Tabla 6. Rangos de valoración de impactos negativos.....	59
Tabla 7. Resultados de análisis de agua superficial del río Tumbes determinados por el Laboratorio NKAP S.R.L.	62
Tabla 8. Variación de los valores de pH en agua del río Tumbes.....	63
Tabla 9. Variación de los valores de la concentración de aceites y grasas en agua del río Tumbes expresados en mg/L.....	64
Tabla 10. Variación de los valores de la demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO5) en agua del río Tumbes expresada en mg/L.....	65
Tabla 11. Variación de los valores de la Demanda Química De Oxígeno (DQO) expresada en mg/L en agua del río Tumbes.....	66
Tabla 12. Variación de concentración de sulfatos expresada en mg/L en agua del río Tumbes.	67
Tabla 13. Variación de la concentración de sólidos suspendidos totales (mg/L) en agua del río Tumbes.....	67
Tabla 14. Variación de la Turbidez en agua del río Tumbes.....	68

Tabla 15. Variación de la concentración de sulfuros (mg/L) en agua del río Tumbes.	69
Tabla 16. Variación de la concentración de Cromo hexavalente mg/L en agua del río Tumbes.	70
Tabla 17. Variación de la concentración de Nitrógeno Amoniacal (mg/L) en agua del río Tumbes.....	70
Tabla 18. Resultados de análisis microbiológicos de agua superficial del río Tumbes determinados por el Laboratorio NKAP S.R.L.	71
Tabla 19. Resultados de análisis de metales en agua residual del río Tumbes determinados por el Laboratorio NKAP S.R.L.....	72
Tabla 20. Concentración de Material Particulado MP _{2.5}	78
Tabla 21. Niveles de ruido ambiental en el margen derecho del río Tumbes, Mayo de 2017.	76
Tabla 22. Especies de Flora identificadas en tres transectos del lado derecho del río Tumbes.	78
Tabla 23. Especímenes de fauna avistadas en la zona de estudio cercana al vertimiento del agua residual de la ciudad de Tumbes.	79
Tabla 24. Matriz bidimensional de impactos ambientales significativos por el vertimiento directo del agua residual urbana producida en la ciudad de Tumbes en la parte derecha del río Tumbes.	80
Tabla 25. Matriz de jerarquización de impactos ambientales producidos por el vertimiento directo del agua residual urbana producida en la ciudad de Tumbes sobre la parte derecha del río Tumbes.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del punto de descarga del efluente en estudio, en, el río Tumbes.	17
Figura 2. Red de alcantarillado de Tumbes y Nuevo Tumbes.	21
Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo de agua, medición de la calidad de aire y medición de niveles de ruido en la zona de estudio del río Tumbes (fuente, elaboración propia).	47
Figura 4. Ubicación de 3 transectos para medir biodiversidad de Flora lado derecho de la ciudad de Tumbes.	54
Figura 5. Ubicación de 3 transectos del lado derecho del río Tumbes para medir biodiversidad de Flora.	54
Figura 6. Proceso metodológico de identificación y evaluación de impactos ambientales.	56
Figura 7. Secuencia del estudio de impacto ambiental (proceso predictivo).....	57
Figura 8. Variación del pH en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son menores al LMP máximo del ECA AGUA.	63
Figura 9. Variación de la concentración de Aceites y grasas en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto de vertimiento y 100 m aguas abajo y que el LMP fijado por el ECA AGUA.	64
Figura 10. Variación de la concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto de vertimiento y 100 m aguas abajo y que el LMP fijado por el ECA AGUA.	65
Figura 11. Variación de la concentración de Demanda Química de Oxígeno (DQO) en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto	

de vertimiento y 100 m aguas abajo y que el LMP fijado por el ECA AGUA.	66
Figura 12. Variación de la concentración de Sólidos Suspendedos Totales en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en los puntos 1 y 3..	67
Figura 13. Variación de la Turbiedad en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en los puntos 1 y 3.	68
Figura 14. Variación de la concentración de cianuro total en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en los puntos 1 y 3.	69
Figura 15. Variación de la concentración de Sulfuros en aguas s del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto de vertimiento 2.	69
Figura 16. Variación de la concentración de Cromo hexavalente en aguas s del río Tumbes, nótese que los valores son similares en todas las muestras.	70
Figura 17. Variación de la concentración de Nitrógeno Amoniacal en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto de vertimiento y en el punto 3.....	71
Figura 18. Rosa de los Vientos.	75
Figura 19. Variación de Niveles de ruido, comparados con el LMP. En borde derecho del río Tumbes.....	77

INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1: Mapa de Ubicación	97
Anexo 2: Mapa Topográfico	98
Anexo 3: Mapa de Zonas de Vida	99
Anexo 4: Mapa Hidrográfico	100
Anexo 5: Mapa Climatológico.....	101
Anexo 6: Mapa de Capacidad de uso mayor de tierras	102
Anexo 7: Mapa Fisiográfico.....	103
Anexo 8: Mapa Geológico	104
Anexo 9: Evidencias Fotográficas de Flora	105
Anexo 10: Evidencias Fotográficas de Flora	106
Anexo 11: Evidencias Fotográficas de Fauna.	107
Anexo 12: Informe de ensayo t-532-F217-ecoplanet.....	108
Anexo 13: plano de trincarte	113
Anexo 14: Modelo de un Tricanter	114
Anexo 15: Metrados	115
Anexo 16: Informe de originalidad Turnitin	117

RESUMEN

Para identificar impactos ambientales del vertimiento de aguas residuales urbanas producidas en la ciudad de Tumbes al cauce del río Tumbes; se ejecutó esta Tesis desde abril de 2012 hasta julio de 2017. En tres puntos, M1, 100 m antes del vertimiento; M2, en punto de vertimiento y M3, 100 m aguas abajo. Se evaluó la línea base considerando, suelo, agua, aire, clima, flora, fauna y población en áreas directa e indirecta. Muestras de agua se trasladaron hasta los laboratorios de NKAP SRL ubicados en Trujillo. Se determinaron variables físicas, químicas y microbiológicas. Índices de biodiversidad de flora y fauna; se determinaron con el software Species Diversity and Richness. La valoración de impactos ambientales se hizo por el método de Fisher Davis (Conesa, 2015). Se concluyó que: el vertimiento de aguas residuales urbanas producidas en la ciudad de Tumbes genera impactos ambientales negativos significativos, permanentes en la mayoría de los factores del entorno; se propone una solución viable al problema, la compra de un **Tricanter** que permitiría separar aceites y grasas, sólidos y agua residual, la que se trataría con Ozonizadores o lámparas de rayos Ultravioleta para disminuir Coliformes termotolerantes hasta cifras menores a LMP fijados por el DS 004-2017-MINAM, Categoría 3.

Palabras clave: aguas residuales Tumbes, impactos río Tumbes, Tricanter

ABSTRACT

To identify environmental impacts of urban wastewater discharges produced in the city of Tumbes to the Tumbes river; this thesis was executed from April 2012 to July 2017. In three points, M1, 100m before shedding, M2, at shedding point and M3, 100m downstream. The baseline was evaluated considering soil, water, air, climate, flora, fauna and population in a direct and indirect area. Water samples were transferred to the laboratories of NKAP SRL located in Trujillo. Physical, chemical and microbiological variables were determined. Biodiversity indexes of flora and fauna; were determined using the software Species Diversity and Richness. Environmental impact assessment was done by the Fisher Davis method (Conesa, 2015). It was concluded that: the dumping of urban wastewater produced in the city of Tumbes generates significant negative environmental impacts, permanent in most environmental factors; it is proposed a viable solution for this problem, the purchase of a Tricanter that would allow to separate solids, oils and grease and residual water, which would be treated with Ozonizadores or lamps of Ultraviolet rays to reduce it Coliformes thermotolerantes until smaller to LMP fixed by the DS 004 -2017-MINAM, Category 3.

Keywords: sewage Tumbes, Tumbes river impacts, Tricanter

RESUMO

Para medir impactos ambientais da águas residuais urbanas produzidas na cidade de Tumbes ao río Tumbes; se ejecutó esta Tesis desde abril de 2012 até julho de 2017. En tres puntos, M1, 100m antes do verificação, M2, no ponto de verificação e M3, 100m aguas abajo. Se avalia a linha base considerando, suelo, agua, aire, clima, flora, fauna y población em area directa e indirecta. Muestras do agua se trasladaron hasta los laboratorios de NKAP SRL ubicados en Trujillo. Se determinaron variáveis físicas, químicas e microbiológicas. Índices de biodiversidad de flora y fauna; se escolhendo utilizando o software Species Diversity and Richness. A avaliação de impactos ambientais é feita pelo método de Fisher Davis (Conesa, 2015). Se conclúisse qual o efeito de aguas residuais Urbanas produzidas na cidade de Tumbes, as energias geram impactos negativos positivos, permanentes na maioria dos fatores do entorno; Se propone una solución viável para este problema, a compra de um Traseiro que permite a remoção de sólidos, resíduos e águas residuais residual, que se acariciam com Ozonizadores o lâmparas de raios Ultravioleta para desmembrar Coliformes termotolerantes hasta los LMP fijados por el DS 004- 2017-MINAM, Categoría 3.

Palabras clave: aguas residuais Tumbes, impactos río Tumbes, Tricanter

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, los cuerpos acuáticos superficiales presentan preocupante contaminación proveniente en un 20% de aguas residuales urbanas, 40% de desechos sólidos e industriales, y 40% originada del sector agrícola y únicamente un 3% de los efluentes producidos son tratados. Diariamente cerca de 250 mil metros cúbicos de aguas residuales son vertidos en el río Virilla, convirtiendo la cuenca del río Grande de Tarcoles, que es la más poblada del país, en la más contaminada de Centroamérica. (Peña, 2004, p. 42).

En Costa Rica, el recurso hídrico superficial durante muchos años ha sido afectado por el mal manejo de las cuencas hidrográficas, debido principalmente a prácticas antropogénicas inadecuadas que generan el ingreso de contaminantes a los cuerpos de agua. La concentración de la población, la carencia de mejoras en alcantarillado sanitario y la falta de controles y mecanismos que posibiliten la puesta en práctica de la legislación existente, ha ocasionado que los ríos, en las zonas urbanas, tengan un deterioro significativo de su calidad de manera tal, que muchos ya han perdido su utilidad como fuente de agua potable, irrigación o recreación, y valor estético. (Solano, 2011, p. 10).

Se ha determinado que la cantidad de agua dulce en el planeta y que es disponible para los seres vivos alcanza al 2,5% se estima en el 2,5% del volumen total y está disponible para ecosistemas y biotas terrestres, así como para los seres humanos, de esa manera, se constituye en sustancia fundamental para todas las formas de vida (Henry y Heinke, 1999, p. 167).

En el Perú, el agua residual adecuadamente tratada podría constituirse en una fuente de agua valiosa para cultivos de tallo alto. Sistemas de tratamiento

combinados, asociados a su uso racional, orientaría a estrategia económica y socialmente viables para obtener un recurso con uso eficiente en este rubro de la economía peruana. (Autoridad Nacional del Agua, 2013, p. 22).

En Tumbes la situación problemática de las aguas residuales, se profundiza también al omitir que antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, para evitar que su disposición cause graves problemas de contaminación. El agua, como recurso natural, debe ser la piedra angular que se coloque como eje fundamental del desarrollo sostenible de una ciudad, y cada día se le debe dar mayor valor y ponerle mayor cuidado para evitar su contaminación y su disminución, ya que en el futuro las guerras no serían para conquistar territorios políticos, sino para conquistar territorios con disponibilidad de agua abundante y permanente para garantizar la subsistencia (Héctor Rodríguez P.).

La ciudad de Tumbes perteneciente al distrito, provincia y Región Tumbes está ubicada en la parte norte del territorio peruano a 1 256 km al norte de Lima. Debido a su situación geográfica y de sabana tropical, tiene un clima cálido y semihúmedo durante todo el año, con temperatura promedio de 27 °C. En verano la temperatura máxima llega hasta 40 °C y la mínima invernal es de 18 °C. (Peru travel, 2018, p.2).

En la ciudad de Tumbes, su ubicación, su clima tropical caracterizado por elevadas temperaturas y abundante precipitación pluvial contribuye a incrementar la cantidad de aguas residuales urbanas. Existen zonas residenciales y asentamientos humanos que disponen de conexiones de agua potable y otras que carecen de estos servicios. El agua potable se usa mayormente para preparación de alimentos, lavado de ropa y aseo personal; estas actividades generan una mayor cantidad de aguas residuales que son transportadas vía los ductos del sistema de alcantarillado hasta la zona de rebombeo estación Coloma. El abastecimiento de agua para ser potabilizada es derivado desde el río Tumbes hasta la planta de tratamiento de agua potable; esta agua tiene el antecedente de ser muy contaminada sobre todo en su origen, en el denominado río grande en el Ecuador. (Puño, 2016, p. 8)

Por el vertimiento directo del agua residual urbana sin tratamiento alguno hacia el cauce del río Tumbes desde la denominada cámara de bombeo estación Coloma (coordenadas UTM 559629 E y 9605542 S); se estima que existe una inadecuada gestión de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes que generan impactos en los factores ambientales del entorno básicamente, agua, suelo, aire, flora, fauna, clima, paisaje, y población tanto de la ciudad como de los que se ubican en zonas aledañas y aguas abajo. Las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes, provienen de las aguas residuales domesticas generadas por los pobladores de la ciudad. En las aguas residuales urbanas se incluyen aquellas que provienen de las lluvias propias del lugar los que son conducidas vía canales hasta los colectores del sistema de alcantarillado, y posteriormente vertidas hasta el cauce del río Tumbes (figura 1). (Aguas de Tumbes S.A, 2011).

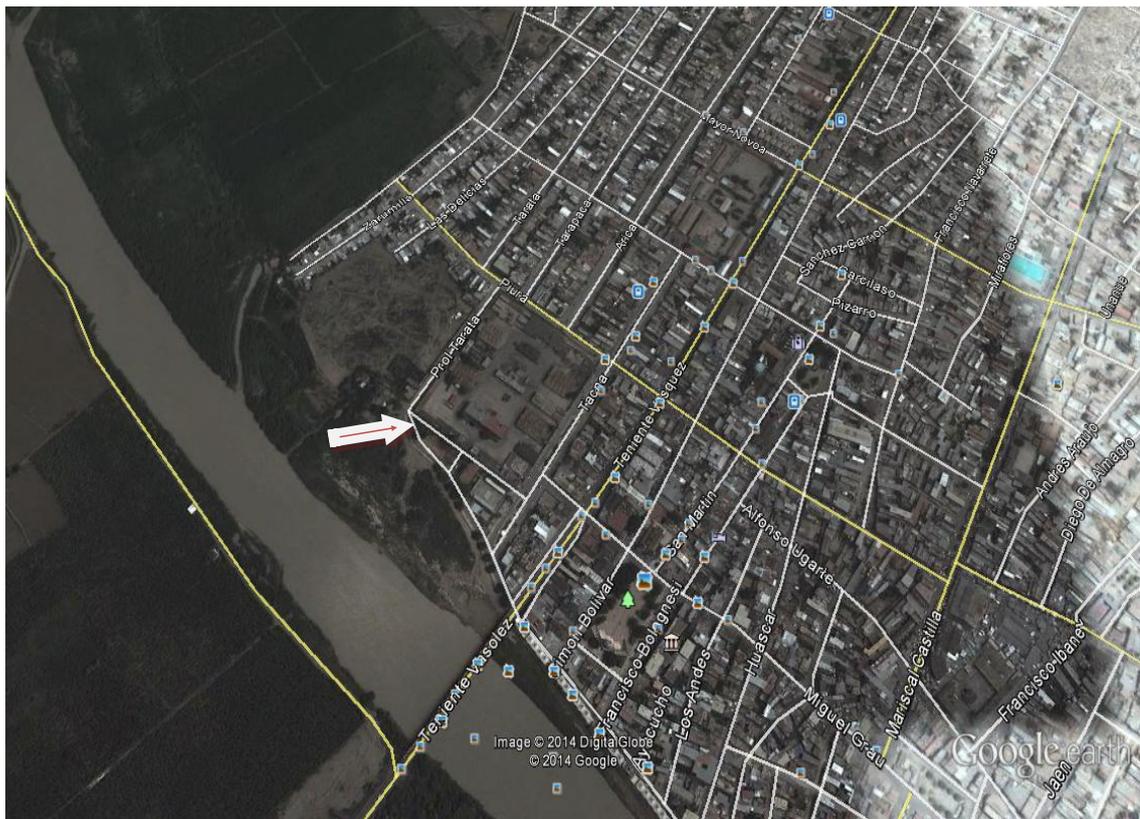


Figura 1. Ubicación del punto de descarga del efluente en estudio, en, el río Tumbes. Fuente: <https://earth.google.com/web/>.

El problema científico se formula en los términos siguientes: ¿La eliminación de las aguas residuales urbanas de la Ciudad de Tumbes, genera impactos ambientales significativos?

Este proyecto de investigación se justifica desde las siguientes perspectivas:

Científicamente se justifica la realización de esta tesis por cuanto ha generado conocimiento sobre un aspecto muy importante relacionado con la calidad de vida del habitante de Tumbes, en el que se trata de elevar el nivel de conocimientos científicos, que logre cambio de actitudes y cambio de comportamientos en el involucrado, tal como lo afirma Zimmerman (2004, p. 24).

Tecnológicamente se justifica porque, se estudió los impactos ambientales significativos, se calificaron según su naturaleza e intensidad y permitieron generar una propuesta de mitigación. Las acciones propuestas son las que constituirían medidas de preservación del ecosistema del río Tumbes, aguas abajo del lugar donde se vierte las aguas residuales urbanas generadas en la zona céntrica de la ciudad de Tumbes.

Desde el punto de vista Social, se justifica por cuanto, de lograrse la implementación de las medidas de mitigación; los resultados implementados por las autoridades pertinentes, beneficiará la calidad de vida en el distrito de Tumbes, disminuyendo el riesgo de epidemias y de contaminación ambiental en general.

Económicamente se justifica la realización de esta tesis, ya que, al disminuir los riesgos de contaminación y difusión de organismos generadores de epidemias, disminuirán también los costos ambientales que significan no solo perder la estética del paisaje sino los costos por restablecer la salud de personas afectadas.

Ambiental, orientada a conservar los ecosistemas y mejorar la calidad de vida de la población tumbesina.

Es importante la ejecución de la presente tesis, ya que al generarse esta investigación pertinente, sobre el mejoramiento de eliminación de aguas residuales urbanas en la ciudad, se plantean consideraciones para mejorar las condiciones ambientales de todo tipo de vida, en especial la del ser humano.

La hipótesis de este trabajo de investigación se formula en los términos siguientes: La eliminación de aguas residuales urbanas en la ciudad de Tumbes genera impactos ambientales significativos sobre el agua del río Tumbes.

Las variables identificadas son:

- Variable independiente (factor causal)

Eliminación de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes.

- Variables dependientes: Agua superficial, y factores del entorno (suelo, aire, clima, flora y fauna).

Los objetivos en la presente investigación son:

- **Objetivo General**

Determinar que la eliminación de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes genera impactos ambientales significativos sobre la calidad de agua superficial del río Tumbes.

- **Objetivos específicos**

- Analizar el agua superficial del río Tumbes en un laboratorio acreditado.
- Describir los impactos ambientales significativos del entorno: suelo, aire, clima, flora y fauna, afectados por la eliminación de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes.
- Valorar los impactos ambientales significativos generados por la eliminación de las aguas residuales usándose la matriz bidimensional y matriz de jerarquización de impactos ambientales
- Formular una propuesta teórica, científica y tecnológicamente viable, sobre la eliminación de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes, que permita mitigar los impactos ambientales significativos.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes

Aguas de Tumbes S.A. (ATUSA, 2011, p. 2) en la descripción de los sistemas operativos de Tumbes, refiere que los Sistemas e instalaciones del servicio de alcantarillado (figura 2) tiene los componentes siguientes:

a. Sistema de colección; los colectores tienen una longitud total de 123,70 km

b. Estaciones de Bombeo

En Tumbes tenemos las cámaras de bombeo (C. B.), con la siguiente denominación:

C.B. N° 01 – Coloma:

C.B. N° 02 – La Urbanización

C.B. N° 03 – Pampa Grande

C.B. N° 04 – Los Jardines

C.B. N° 05 – Salamanca.

c. Planta de Tratamiento

Laguna de oxidación Lishner Tudela, tiene los siguientes componentes y dimensiones:

Primaria:

Longitud = 102,40 m

Ancho = 35,80 m

Profundidad = 1,60 m

Secundaria:

Longitud = 102,40 m

Ancho = 32,50 m

Profundidad = 1,60 m

Área Útil = 0,699 ha

Área Total = 1,56 ha

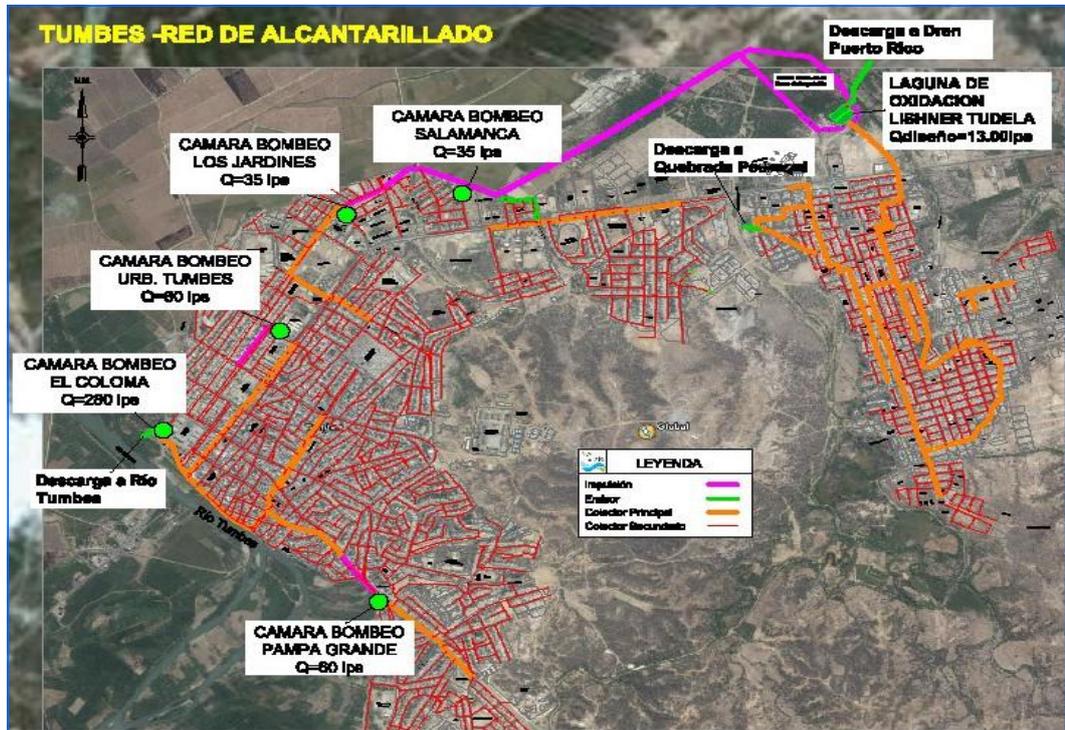


Figura 2. Red de alcantarillado de Tumbes y Nuevo Tumbes. **Fuente:** <https://earth.google.com/web/>. - ATUSA (2011).

León (1995 p. 3), refiere que:

“... cuando se planifican y gestionan adecuadamente, los proyectos de aprovechamiento de aguas residuales ejercen efectos ambientales positivos e incrementan el rendimiento agrícola y acuícola.” Lo que se trata de enfatizar es que en el sistema de tratamiento es posible indicar por razones muy distintas: la calidad deseada de agua, el empleo de la tecnología, ubicación, época de la construcción e impacto ambiental que generará. “Por otro lado, es importante señalar que aun cuando se haya realizado un análisis exhaustivo de los impactos relacionados con la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales, pueden ocurrir situaciones desfavorables en el funcionamiento. Los impactos negativos más importantes de una planta de tratamiento de aguas

residuales son la presencia de malos olores y de mosquitos, relacionado con problemas de operación o falta de mantenimiento de las instalaciones; por lo tanto, es necesario implementar un programa regular de control e inspección y de medidas para mitigar estos impactos negativos.”

Impactos negativos se prevén por: “pérdida de valor de los terrenos aledaños si se presentan malos olores o molestias por el diseño; incorrecto o inadecuada operación y mantenimiento del sistema de tratamiento; problemas con la salud de los agricultores por la falta o inadecuada aplicación de medidas de protección; y efectos adversos a la salud de los consumidores de los productos generados.”

El mismo autor señala que “Impactos económicos positivos se prevén: menos gasto en tratamiento médico; ampliación de la frontera agrícola; costos más bajos por metro cúbico tratado; conservación de los nutrientes para los cultivos; conservación del agua para los períodos de estiaje; fertilización de suelos agrícolas con lodos tratados que contienen materia orgánica y minerales; disponibilidad de alimentos en zonas cercanas a las ciudades que producen las aguas residuales; - sustitución del empleo de agua subterránea en lugares donde es la única fuente de riego; y - más áreas dedicadas a la recreación, turismo, silvicultura, riego y acuicultura.”

Finalmente, “se debe tratar de cuantificar en unidades monetarias los aspectos positivos y negativos, agregándolos a los costos e ingresos esperados del proyecto para llegar a definir la rentabilidad y viabilidad del mismo (B/C); costo anual equivalente, valor presente, tasa de retorno, de difícil cuantificación. Por ello es muy importante la opinión de la comunidad y la decisión política fundamentada, lo que llevaría a la conclusión de que la educación, la conciencia de la población, así como la política de desarrollo económico y social son los factores más importantes a tomar en cuenta al adoptar el diseño e implementación de un sistema de tratamiento, disposición adecuada y uso sanitario de las aguas residuales.”

(Hidalgo y Mejía 2010, p. 5), Mencionan: “a nivel planetario, en las grandes ciudades, se han implementado variados sistemas de tratamiento de aguas residuales con éxito, teniendo en cuenta aspectos como las condiciones topográficas y climáticas de la zona, características de los líquidos a tratar, costos, cultura y costumbres de los habitantes de la zona en estudio.” Las autoras indican que “el objetivo del estudio fue evaluar la contaminación por aguas residuales domésticas, básicamente en la determinación de DBO₅, DQO, grasas y aceites, Coliformes totales, E. Coli y sólidos suspendidos. “El análisis fue realizado en el laboratorio de Corantioquia y los muestreos fueron realizados siguiendo sus respectivas recomendaciones.”

Fondo Nacional del Ambiente-Perú (2010, p. 12) indica: “que el tratamiento de las aguas servidas, también constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que la evacuación de aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación.” “El índice de tratamiento de aguas residuales es bajo (35%), el restante 65% es vertido sin tratamiento a ríos, lagos, mar u otros cuerpos receptores, afectándolos y creando focos de contaminación en los puntos de descarga y aguas abajo. Esta situación podría ser mejorada con una activa fiscalización de la OEFA y autoridades municipales y encargadas del tratamiento de aguas residuales.”

“Las descargas de las aguas residuales municipales se han convertido en un problema ambiental crítico y de difícil concreción, si consideramos que el incremento poblacional de la mayoría de los centros urbanos medianos y grandes es notable debido a la situación socioeconómica y de orden público del país.”

Saneamiento Básico (2010, p. 2):

Al referirse a la identificación y descripción del problema o necesidad, indica que las descargas de aguas residuales sin tratamiento alguno a los cuerpos de agua naturales, generan:

1. Contaminación ambiental del cuerpo receptor y polución con olores molestos.
2. “Elevados índices de enfermedades fitosanitarias.”
3. “Aumento de enfermedades gastrointestinales.”
4. “Inadecuada gestión por ausencia de controles y factores de riesgos ante la carencia de prevención y vigilancia.”
5. “Las descargas de las aguas residuales carentes de tratamiento, deterioran en forma gradual las condiciones de los cuerpos de agua superficiales y de toda la fauna y flora asociada, generando a su vez olores desagradables, impactos visuales negativos que atentan contra la salud pública de las comunidades cercanas y de aquellas que se surten más adelante de estas aguas como fuente de suministro; siendo necesario la implementación de un plan para el manejo y tratamiento de las aguas residuales, orientado a disminuir los niveles de contaminación.”
6. “Indicadores Iniciales: alta contaminación de los cuerpos de agua superficiales ante el vertimiento a cielo abierto y sin ningún tratamiento de aguas residuales producto del desarrollo de actividades domésticas.”

Fernández (2010, p. 23) refiere que:

“El crecimiento acelerado de la población, la contaminación de las fuentes naturales de agua superficial y subterránea, la desigual distribución espacial del recurso hídrico y los prolongados períodos de estiaje, vienen forzando la necesidad de propuestas innovadoras como fuentes alternativas para el abastecimiento de agua. En este contexto, las aguas residuales se constituyen en fuente adicional para atender la demanda del recurso.”

El agua residual tratada, constituye un valioso recurso que podría sustituir un importante volumen de agua de primer uso, en actividades que no requieren de la calidad de agua potable. “El impacto de dicho tratamiento incidirá principalmente en la reducción de los riesgos para la salud pública, la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación; la conservación original de la calidad de las aguas en las fuentes naturales superficiales y

subterráneas y un mejor aprovechamiento por su disponibilidad continua.”
“Es evidente que las limitadas prácticas de manejo de las aguas residuales no son planeadas ni controladas adecuadamente y generan volúmenes considerables de infiltración, con el peligro de contaminar los acuíferos que se utilicen para el abastecimiento de agua potable en las ciudades, constituyéndose en una fuente difusa de contaminación continua.”

“El Tratamiento planificado y controlado de grandes volúmenes de agua residual, se constituye en fuente alternativa para proveer el abastecimiento de agua con un amplio rango de propósitos poblacionales, industriales, agrícolas y recreativos. Si se reusa, el efluente de las plantas de tratamiento puede generar ingresos para el municipio que trata el agua y también conservar los escasos recursos hídricos, principalmente de las zonas áridas de la vertiente del Pacífico.”

Molina y Tigreros (2005, p. 6) reportaron:

“Que las aguas residuales se encuentran presentes por todo el mundo, en forma de productos de las actividades diarias a nivel industrial y doméstico. Las labores domésticas contaminan el agua, sobre todo, con residuos fecales y detergentes. Los trabajos agrícolas y ganaderos pueden producir una contaminación muy grave de las aguas de los ríos y otros cuerpos de agua, debida sobre todo a los vertidos de aguas cargadas de residuos orgánicos.”

El “impacto de esta agua puede variar ampliamente, puesto que las fuentes de agua residual son múltiples y el medio es complejo y variable; por ello, se ha progresado en el empleo de técnicas de tratamiento de este recurso, implementando cada vez algunas más eficientes, para producir efluentes de calidad aceptable, al mismo tiempo se han restringido los límites permisibles de vertimiento, con el fin de evitar impactos negativos a los cuerpos de agua.”

“Ante toda esta problemática, han surgido iniciativas orientadas a frenar estos procesos de desequilibrio y deterioro del medio ambiente, y es así

que se establecen algunas estrategias de planificación y manejo sostenible de carácter internacional, nacional, regional y local.”

Ramos et al (2005, p. 4) mencionaron:

Que hay que evitar que residuos de medicamentos penetren a los colectores de aguas residuales, por el impacto negativo que pueden provocar en el ambiente, principalmente cuando contienen sustancias semisólidas. “El laboratorio de producciones de semisólidos ‘Roberto Escudero’ en Ciudad de La Habana, vierte las aguas residuales que se generan, sin tratamiento, provocando problemas en los sistemas de drenaje dentro y fuera del mismo.” El objetivo del trabajo consistió en el desarrollo de una tecnología cuya tarea técnica de la planta de tratamiento para las aguas residuales le permita solicitar la licencia ambiental, contratar los proyectos y el suministro de los equipos necesarios, y que una vez construida, el laboratorio pueda cumplir con la norma de vertimiento vigente.

(Chalarca, Mejía y Aguirre 2007, p. 4)

En el municipio de Ayapel, departamento de Córdoba, Colombia, realizaron: “cuatro muestreos de campo con el fin de obtener información representativa de las variaciones horarias del agua residual del municipio como también de la calidad del agua en la zona de influencia de éstas en la ciénaga de Ayapel.” En el sector donde se presentan las principales descargas del alcantarillado se determinaron las variables fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual doméstica y de la ciénaga. “Ello con el fin de determinar el posible impacto de las aguas residuales domésticas sobre la calidad del agua de un sector de la ciénaga de Ayapel.”

Los resultados del estudio permitieron afirmar que “existió un impacto negativo de las aguas residuales sobre el complejo cenagoso”, “sin embargo, estas descargas afectan principalmente la calidad ambiental de los sitios aledaños al casco urbano del municipio de Ayapel, principalmente en las épocas de aguas bajas incluyendo la zona pelágica del sector E0.”

Culqui y Culqui, (2014) en su tesis de maestría en Ingeniería Ambiental:

“Niveles de calidad del agua en la cuenca Chancay Lambayeque - ciclo hidrológico 2013 - 2014”, reportaron que **Coliformes Termotolerantes**: “son los microorganismos capaces de fermentar la lactosa a 45 °C (OMS, 1998). Estas bacterias se encuentran en el excremento humano y de otros animales de sangre caliente entrando al sistema por medio de desecho directo de mamíferos y aves”, entre otros (Mitchell et al. 1991). “También pueden originarse en agua provenientes de efluentes industriales, materiales vegetales en descomposición y suelos (OMS, 1998). Esta bacteria ocurre de manera natural en el aparato digestivo humano y ayuda en la digestión de los alimentos y por sí sola no es patógena, sin embargo, asociada con otros organismos patógenos, causan complicaciones en la salud humana. Generalmente se emplea un grupo de bacterias como indicadores de contaminación, esto es una práctica generalizada en todo el mundo, se supone que la NO presencia de estas bacterias hace que el agua sea potable” bacteriológicamente hablando. Son: “Escherichia coli, Streptococos fecales; Clostridios (anaerobios y formadores de esporas). La medición se hace empleando técnicas estadísticas número más probable (índice NMP) en 100 ml de agua.”

Reportaron igualmente que la presencia de Coliformes termotolerantes en el río Chancay se debe a los vertimientos domésticos del distrito de Chongoyape, en el río Reque, Monsefú y descarga de los drenes 6000 y 7000 que llevan consigo vertimientos domésticos y municipales en el río Lambayeque generando impactos ambientales negativos. (p. 179)

Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2013, p. 5):

Indicó que en S/. 180 000 se estima el costo promedio el tratamiento de un caso de cáncer; la pérdida de cinco años de trabajo tiene un costo socio-económico de S/. 125 000; “cada exceso de un ECA- Agua causa un caso de cáncer entre 100 000 personas; en el caso de uso poblacional el costo anual asociado al incremento de la tasa de enfermedades causadas por la contaminación del agua con sustancias tóxicas y cancerígenas: sobrecoste debido a los tratamientos complementarios de agua contaminada para el uso en el proceso productivo.”

En la Agricultura; “el tratamiento de aguas residuales municipales mejora la calidad sanitaria del agua de riego. De este modo será posible superar las barreras sanitarias y fitosanitarias requeridas para la venta de los productos agrícolas en el exterior y así lograr un aumento de las exportaciones, un crecimiento del PBI y, en consecuencia, un mayor bienestar de la población.”

La “afectación de usos de los recursos hídricos por contaminación del agua en pesquería se relaciona con la contaminación de las áreas de extracción de moluscos, peces y cetráceos con aguas residuales ha ocasionado epidemias de hepatitis A, **Salmonella typhi**, **Shigella spp.** y Norovirus.” En el 45% de los brotes, los moluscos fueron el vector transmisor, seguidos por el pescado (39%) y los crustáceos (16%).

Se debe realizar una millonaria inversión tratamiento de aguas residuales para: a) “recuperación del medio ambiente acuático”; b) “reducción de los costos socioeconómicos por los impactos en la salud de las personas por consumo de agua o productos agrícolas higiénicamente no adecuados”; c) “reducción de los costos de tratamiento de agua para la potabilización o uso productivo”, d) “incremento de la agroexportación mejorando la calidad sanitaria de productos agrícolas”; e) “recuperación de cuerpos de agua para su aprovechamiento turístico”; e) “reducción del riesgo de impactos económicos en el sector pesquero por afectación de la calidad sanitaria de productos hidrobiológicos.”

2.2. Bases Teórico-científicas

Teoría 1: el agua como recurso

Fair et al., (2001, p. 11-15, 21-25, 63-66):

Al referirse al abastecimiento y evacuación de aguas de las comunidades “mencionan que las ciudades reciben agua para muchos fines: 1) para usos potables y culinarios; 2) para lavado y baños; 3) para limpieza de ventanas, paredes y pisos; 4) para calefacción y acondicionamiento de aire; 5) para riego de prados y jardines; 6) para riego y lavado de calles; 7)

para llenado de piscinas y estanques de vadeo; 8) para exhibición en fuentes y cascadas; 9) para generar energía hidráulica y de vapor; 10) para emplearla en numerosos y variados procesos industriales; 11) para protección de la vida y la propiedad contra incendios y 12) para eliminar desechos caseros perjudiciales y potencialmente peligrosos (aguas negras) y aguas residuales industriales.”

“La interdependencia entre el suministro de agua potable y la evacuación de las aguas residuales es más pronunciada conforme avanza la urbanización regional y la economía general y sanitaria: El nexo entre el abastecimiento de aguas y la evacuación de las residuales, es el sistema de tuberías de abastecimiento de agua y eliminación de las residuales de los hogares, establecimientos comerciales e industrias.”

Brack y Mendiola (2004, p. 102) mencionan que:

“El agua es un recurso natural renovable que se regenera continuamente mediante el **ciclo del agua o ciclo hidrológico**. Su importancia estriba en los siguientes aspectos”:

1. Es fuente de vida: sin ella no pueden vivir ni las plantas, ni los animales ni los seres humanos.
2. Es indispensable en la vida diaria por sus diversos usos

“En la vertiente del Pacífico se usan al año unos 15 827 452 000 m³, de los que el 82% es para usos agrícolas, urbanos, industriales, y mineros. El resto es para uso energético. En la vertiente del Atlántico el volumen anual utilizado está en los 6 288 648 000 m³, con el 64.3% para fines energéticos (río Mantaro) y el resto para fines agrícolas, poblacionales, mineros, pecuarios e industriales. En la vertiente del Titicaca el volumen utilizado es de 106 590 000 m³, siendo el uso agrícola, el más importante.”

La distribución irregular del agua en el Perú ocasiona diversos **conflictos o problemas**, destacando los siguientes: “1. Problemas originados por el **exceso de agua** por escurrimiento y precipitaciones, Inundaciones: durante los meses de verano se producen las precipitaciones en el territorio

nacional. Por ciertas circunstancias, cuando estas precipitaciones son extraordinarias, los ríos rebasan su cauce e inundan zonas de producción agropecuaria y poblados. Erosión natural: las precipitaciones y la escorrentía fluvial arrastran la capa fértil de los suelos y los empobrecen”;

“2. Problemas originados por la **escasez** del agua. Se refieren a la aridez de una gran parte del territorio nacional, y a las sequías, que se presentan en ciertas regiones por las anomalías en las precipitaciones.”

3. “Problemas originados por el mal **manejo del agua**, a través de acciones negativas por las actividades humanas y que generan erosión y contaminación.” La contaminación es un problema grave y creciente. La destrucción de las cuencas y de la cobertura vegetal influye sobre la disponibilidad y el flujo del agua.

La distribución y el uso del agua en el Perú presentan problemas resaltantes, influenciados directamente por las actividades humanas, a) Destrucción de las fuentes de agua por la tala y quema de los bosques, y el mal manejo de las cuencas; b) Contaminación de ríos, lagos y mares por desagües de las ciudades, de las industrias, relaves mineros y vertimiento de productos químicos (herbicidas, insecticidas, fertilizantes). c) Desperdicio; a pesar que en muchos lugares, especialmente en las zonas áridas, el agua es muy escasa, ésta se desperdicia de muchas formas.”

Por una parte, se pierde agua por las malas instalaciones urbanas y caseras y, por otra parte, el agua es mal usada o usada sin conciencia de ahorro. “Estos problemas deben ser solucionados, porque afectan tanto a las actividades como a la salud humana por lo que todos deben cooperar en superar estos problemas y conservar el agua con estrategias tales como:”

1. “Cuidar las fuentes de agua, no talar los bosques en las orillas de los ríos y quebradas, porque la falta de cobertura vegetal aumenta la erosión y los sedimentos, y disminuye el régimen de agua por menor infiltración. El agua cargada de sedimentos requiere de instalaciones especiales y mayores costos para su purificación.”

Proteger las fuentes de agua potable para que no se ensucien. “Evitar que se talen los bosques, se asienten personas en dichos lugares, y se acerquen animales. Cerca de una fuente de agua no se debe construir letrinas u otras instalaciones a menos de 50 metros de ella. Manejar las cuencas de los ríos. La cuenca es un sistema integral, donde los daños que se infieren en las partes altas repercuten en las partes bajas. La parte colectora de la cuenca de un río, principalmente de los que bajan a la Costa, debe ser conservada y manejada con sumo cuidado porque de ella depende el abastecimiento de agua limpia y suficiente en la parte baja. Manejar la cuenca significa planificar todas las actividades agropecuarias y urbanas de tal manera que afecten en el menor grado posible al recurso agua.”

2. “Controlar la contaminación del agua, no verter los desagües de ciudades, industrias, establos, etc., en los ríos, lagos y mares. En nuestro país aún subsiste la mentalidad que el ambiente es el basurero natural y que las aguas se llevan todo y en forma muy barata. No verter los relaves mineros en los ríos, en los lagos y en el mar. Estos desechos de la industria minera son tóxicos para la vida acuática y para la salud humana. No echar la basura al agua de ríos, mares, lagos, etc. En este sentido los municipios tienen una alta responsabilidad en disponer de los desechos en lugares especiales.”
3. “Ahorrar el agua, en lugares de escasez se deben evitar las pérdidas desde la captación (tanques y reservorios) hasta su distribución en los hogares (cerrar bien los caños y arreglar los defectuosos).”

Teoría 2. Tratamiento de Aguas Residuales

Metcalff & Eddy, INC. (1995)

Mencionan que toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos: la fracción líquida de los mismos (aguas residuales), es esencialmente el agua de la que se desprende la comunidad una vez ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, podemos

definir el agua residual como “aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales, a los que pueden agregarse, eventualmente, aguas subterráneas, superficiales y pluviales.” (p. 1-13):

Si se permite la acumulación y estancamiento de agua residual, la descomposición de la materia orgánica que contiene puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases mal olientes. “A este hecho cabe añadir la frecuente presencia en el agua residual bruta, de numerosos microorganismos patógenos y causantes de enfermedades que habitan en el tracto intestinal humano o que pueden estar presentes en ciertos residuos industriales.” “También suele contener nutrientes, que pueden estimular el crecimiento de plantas acuáticas, y puede incluir también compuestos tóxicos.” “Es por todo ello que la evacuación inmediata y sin molestias del agua residual de sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, es no sólo deseable sino también necesaria en toda sociedad industrializada” (p. 1-13):.

En lo relacionado con el tratamiento de aguas residuales, mencionan que éstas, recogidas en comunidades y municipios deben ser conducidas, en última instancia, a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno.

El desarrollo de la teoría del “germen 100 a cargo de Koch y Pasteur en la segunda mitad del siglo XIX marcó el inicio de una nueva era en el campo del saneamiento. Hasta ese momento se había profundizado poco en la relación entre contaminación y enfermedades, y no se había aplicado al tratamiento de aguas residuales, la bacteriología, era una disciplina entonces en sus inicios.”

Por lo tanto, las generalidades y metodología implícitas en: “(1) la estimación de la tratabilidad de un agua residual (doméstica o industrial); (2) La realización de estudios en plantas piloto y laboratorios y (3) la transformación de datos experimentales en parámetros de proyecto. La relación entre el proyecto de la red de alcantarillado y el tratamiento de aguas residuales es objeto de creciente atención.” Durante el transporte

del agua residual por la red de alcantarillado, en el agua se originan transformaciones tanto químicas como biológicas. La naturaleza de estas transformaciones depende en gran medida del diseño de la red y de la naturaleza de los residuos.

Rolim (2000), señala:

...las aguas residuales son las que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado.

De acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como: a) Domésticas, aquellas aguas utilizadas con fines higiénicos (sanitarios, cocinas, lavanderías, etc.), consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de las descargas de las instalaciones hidráulicas de la edificación y también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares; b) Industriales, son residuos líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características físicas dependiendo del tipo de industria; c) de Infiltración y caudal adicionales; las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, cajas de paso, estructuras de los pozos de registro, estaciones de bombeo, etc. y d) Pluviales; son aguas de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de ésta es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas lluvias.

Las aguas residuales domésticas son por lo general perennes, su composición es esencialmente orgánica y su flujo relativamente constante cuando hay control domiciliario de agua por medio de medidores. Los

olores característicos de las aguas residuales son causados por los gases formados en el proceso de descomposición anaerobia.

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

El agua residual doméstica es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, heces, materia vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos. El gas sulfuro de hidrógeno presente en las aguas residuales proviene del azufre suministrado por las proteínas. Los carbohidratos son las primeras sustancias destruidas por las bacterias, con producción de ácidos orgánicos (por esta razón, las aguas residuales viejas presentan mayor acidez).

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

La materia inorgánica presente en las aguas residuales está formada principalmente de arena y sustancias minerales disueltas. La arena proviene de aguas de lavado de las calles, y de aguas de la superficie y del subsuelo que llegan a la red colectora de modo indebido o que se infiltran por los pozos de registro o por los empalmes de las tuberías.

El consumo per cápita, parámetro extremadamente variable entre diferentes sitios, depende de diversos factores tales como:

- i. Hábitos higiénicos y culturales de la población.
- ii. Cantidad de micro medición del sistema de suministro de agua.
- iii. Instalaciones y equipos hidráulico-sanitarios de los inmuebles.
- iv. Control ejercido sobre el consumo.
- v. Valor de la tarifa y existencia o no de subsidios sociales o políticos.
- vi. Abundancia o escasez de manantiales.
- vii. Intermittencia o regularidad del abastecimiento de agua.
- viii. Temperatura media de la región.
- ix. Renta familiar.
- x. Disponibilidad de equipos domésticos que utilizan agua en cantidad apreciable.
- xi. Índices de industrialización.
- xii. Intensidad y tipo de actividad comercial.

Tradicionalmente, “los caudales de aguas residuales se estiman en función de los caudales de abastecimiento de agua. El consumo per cápita mínimo adoptado para el abastecimiento de agua de pequeñas poblaciones es de 80 l/hab/día, pudiendo alcanzar un máximo de 150 l/hab/día.” Para ciudades con población superior a 100 000 habitantes, el valor mínimo usualmente adoptado es de 150 l/hab/día. (p. 1-20, 23-29)

(Rolim (2000, p. 10) indica:

El pasado, la evacuación de las aguas residuales se llevaba a cabo en la mayoría de los municipios y comunidades de la manera más sencilla posible, sin tener en cuenta las desagradables condiciones que se daban en el lugar de vertido. El riego constituyó, probablemente, el primer método de evacuación de aguas residuales, aunque fue la dilución el primero en adoptarse de manera generalizada. La evacuación de efluentes y su efecto sobre el medio ambiente precisan hoy en día de mayor atención debido al crecimiento industrial y urbano.

“El vertido en aguas superficiales continúa siendo el método de evacuación de aguas residuales más común. No obstante, y con el fin de proteger el medio ambiente acuático, los estados individuales han desarrollado un marco normativo para los cuerpos receptores de agua. En algunos lugares,

las plantas de tratamiento se han diseñado y ubicado de tal manera que parte del efluente tratado pueda ser evacuado aplicándose al terreno y reutilizándose para diversos fines, como pueden ser el riego de campos de cultivo o como agua para refrigeración industrial. Se supone que esta tendencia aumentará en el futuro, especialmente en aquellas localidades y zonas áridas o semiáridas en la que exista escasez de agua.”

Las nuevas tendencias “orientan en muchos lugares en los que el abastecimiento de agua no es capaz de satisfacer adecuadamente la demanda, es obvio que debe cambiar la visión que se tiene del agua ya utilizada por los municipios y comunidades. No se debe considerar como un residuo a eliminar, sino como un recurso.” Esta idea será más ampliamente aceptada conforme aumenten las zonas que experimentan escasez de agua.

Después de ser tratada, el agua residual debe ser evacuada al medio ambiente o reutilizada, como acabamos de ver. “El método más común para la evacuación de los efluentes tratados se basa en el vertido y dilución en corrientes, ríos, lagos, estuarios o en el mar. Para evitar impactos ambientales adversos, la calidad de los efluentes tratados y vertidos debe ser coherente con los objetivos locales en materia de calidad del agua.”

Rolim (2000), concluye:

Que el reutilización de las aguas residuales, se ha convertido en una estrategia a seguir para lograr, de cierto modo, una reducción de los costos y una verdadera cultura ambiental; señala además que el manejo de las aguas residuales se ha convertido en una de las problemáticas de mayor complejidad y alto costo que tienen que resolver las comunidades para alcanzar una mejor calidad de vida. (p. 23-29)

Teoría 3: impactos ambientales significativos

Conesa (2015, p. 45) define:

Impacto ambiental como la alteración favorable o desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes debido a una acción o actividad humana

La **calidad de vida** es explicitada por Conesa (1997, p. 28-44) de la manera siguiente: el término calidad de vida está definido por el nivel de renta; el bienestar social (condiciones de trabajo y vida) y calidad ambiental en función de índices de desarrollo como el tiempo y la ubicación geográfica.

Al describir los principios de la gestión ambiental; considera el entorno de una actividad, como el ambiente que interacciona con aquella en términos de entradas (recursos, mano de obra, espacio, etc.) y de salidas (productos, empleo, rentas, residuos) y por tanto en cuanto a provisor de oportunidades, generador de condicionantes y receptor de impactos. Sugiere considerar en el entorno, un estudio del medio físico, tanto inerte (aire, clima y tierra) como biótico (flora, fauna) y perceptual (paisaje) y otro del medio socioeconómico, lo que conllevaría a realizar un inventario de aquella parte del entorno real o potencialmente afectado.

En otros términos, toda actividad empresarial, recibe del entorno, recursos y los transforma en productos, generando residuos que devuelve al medio; genera igualmente empleo y simultáneamente es motor de desarrollo. Ello permite el incremento de la **calidad de vida**, que se reflejaría en la elevación de las rentas y el bienestar social y en la mejora de las condiciones del entorno; paralelamente, la sociedad va presionando a la empresa de manera directa o a través de las administraciones públicas que regulan actividades y exige mejores condiciones de protección medioambiental.

(Canter 1999, p. 48) refiere que:

“Un criterio importante en investigaciones ambientales, el relacionado con el Inventario Ambiental es una descripción completa del medio tal y como es en un área donde se plantea ubicar una determinada actuación; este se estructura a partir de una lista de control de parámetros de los medios físico químicos, biológico, cultural y socioeconómico; los medios físico-químicos y biológicos pueden denominarse Medio Natural o Medio Humano.”

García, (2001) citado por Vásquez (2005, p. 36) considera que:

Una evaluación de impacto ambiental básicamente debe considerar efectos sobre:

1. Población
2. Flora
3. Fauna
4. Suelo
5. Aire
6. Clima
7. Agua
8. Recursos arqueológicos
9. Estructura paisajística

(Espinoza 2001, p. 21) menciona que el impacto ambiental constituye una alteración significativa generada por acciones humanas; su trascendencia deriva de la vulnerabilidad territorial. Esta es múltiple; por ejemplo: un determinado territorio puede presentar características de fragilidad en cuanto al riesgo de erosión y no por la contaminación de acuíferos. Esta diversidad de facetas siempre debería ponerse de manifiesto en una evaluación de impacto ambiental a cualquiera de esas facetas de la vulnerabilidad o fragilidad del territorio, puede ser individualizada por una serie de características; entre ellas destacan, por ejemplo:

- a) El tipo del impacto que puede ser positivo o negativo respecto al estado previo a la acción; indica si, en lo que se refiere a la parte de la vulnerabilidad que se esté teniendo en cuenta, ésta es beneficiosa o perjudicial.
- b) El tamaño del impacto muestra la extensión y representa el “valor e intensidad del impacto”:..., etc.
- c) El concepto del impacto alude a su importancia. Por ejemplo: importancia ecológica de las especies eliminadas, o intensidad de la toxicidad del vertido, o el valor ambiental de un territorio.
- d) “El tipo de impacto, describe la forma en que se produce.”
- e) “La duración del impacto se refiere al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos: si es a corto plazo y luego cesa; si

aparece rápidamente; si su culminación es a largo plazo; si es intermitente, etc.”

- f) “La reversibilidad del impacto tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior a la acción. Se habla de impactos reversibles y de impactos terminales o irreversibles.”
- g) “El riesgo del impacto estima su probabilidad de ocurrencia.”
- h) “El área espacial o de influencia es el territorio que contiene el impacto ambiental y que no necesariamente coincide con la localización de la acción propuesta. Informa sobre la dilución de la intensidad del impacto, lo que no es lineal a la distancia a la fuente que lo provoca.” Donde las características ambientales sean más proclives aumentará la gravedad del impacto (el ejemplo de la acumulación de tóxicos en las hondonadas con suelos impermeables es bien relevante).

Los métodos y técnicas usualmente aceptadas están destinadas a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales.

El análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana.

Un primer criterio a incluir en la selección de técnicas y métodos es definir si se necesita medir la capacidad de una variable del ambiente o el impacto que sobre ella se genera. Un segundo elemento, se relaciona con su comportamiento en el tiempo. “Por ejemplo, se considera a la naturaleza como un estado de equilibrio que es ocasionalmente perturbado por eventos propios o inducidos. Esta percepción obedece, probablemente, a que los cambios ecológicos acontecen en escalas temporales mayores que las humanas.” Esto introduce una complicación adicional en la

utilización de técnicas y métodos ya que las perturbaciones ambientales ocasionadas por un proyecto y sus efectos sobre el medio ambiente deben compararse no tan sólo con la situación inicial, previa a la acción, sino que con los posibles estados del sistema de acuerdo a las dinámicas de cambio natural.

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. “Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa.” Es relevante destacar acá que un impacto ignorado o subestimado hace insatisfactorio cualquier análisis, aun cuando se use una metodología sofisticada.

La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. “La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse.” Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada.

De Torres (1999), ha planteado:

La posibilidad de cuantificar los impactos en base a la diferenciación clara de las causas (u orígenes de la acción), de los efectos previstos, que es lo que se valora. “Para ello se debe distinguir entre la magnitud del bien afectado; la cantidad de efecto que va a soportar y la capacidad intrínseca de soportar dicho efecto, considerando de manera distinta la calidad o importancia del valor medioambiental de dicho bien destino del efecto.” Se debe tener en cuenta igualmente, que la evaluación del Impacto ambiental se puede tomar en el **contexto preventivo**, cuando aún la acción se halla en fase de propuesta o de **acción correctiva** cuando ya se está ejecutando la acción y de lo que se trata es de minimizar los impactos negativos en el ecosistema. (p.1-6)

2.3 Definición de términos básicos

Los términos que se definen en las líneas siguientes han sido tomados Corporación Autónoma Regional del Quindío s/f):

Agente Contaminante.- “toda aquella sustancia cuya incorporación a un cuerpo de agua conlleve el deterioro de la calidad física, química o biológica de este.”

Agua Superficial.- “Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.”

Agua Contaminada.- “La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.”

Aguas Residuales.- “Son aquellas que resultan del uso doméstico o industrial y contiene materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación, económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales.”

Aguas Residuales Municipales.- “Residuos líquidos, originados por una comunidad. Posiblemente han sido formados por aguas residuales domésticas o descargas industriales.”

Aguas Residuales Urbanas.- “Las que incluyen a las aguas residuales urbanas y las provenientes de la lluvia y que ingresan al sistema de alcantarillado.”

Análisis Físico Químico Del Agua.- “Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para determinar sus características físicas, químicas o ambas.”

Análisis Microbiológico del Agua.- “Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.”

Análisis Organoléptico del Agua.- “Se refiere a olor, sabor y percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua.”

Anaeróbico.- “Proceso bioquímico que no requiere oxígeno libre. Organismo que funciona en ausencia de oxígeno molecular.”

Bacteria Coliformes.- “Bacteria que sirve como indicador de contaminantes y patógenos cuando son encontradas en las aguas. Estas son usualmente encontradas en el tracto intestinal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente.”

Ciclo Hidrológico.- “Ciclo natural del agua que ocurre en el ambiente, incluyendo la evaporación, transpiración, condensación, precipitación, retención y escorrentía.”

Cloraminas.- “Complejo químico que consiste en amoníaco y cloro. Sirve como desinfectante del agua en suministros de agua público porque el cloro puede reaccionar con partículas orgánicas formando productos peligrosos. Las formas en las que las cloraminas existen dependen de las propiedades físico-químicas de la fuente del agua.”

Coliformes.- “Bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35° o 37° C (Coliformes totales).”

Coliformes termotolerantes.- “Bacterias aerobias gram-negativas, no formadoras de esporas, de forma bacilar y que, incubadas 44,5° C, fermentan la lactosa en un término de 48 horas,” con producción de gas, pudiendo ser residentes del tracto digestivo humano y de animales de sangre caliente Coliformes fecales y E. coli son bacterias cuya presencia

indica que el agua podría estar contaminada con heces fecales humanas o de animales.

Color UPC (Unidades de Platino Cobalto UPC).- “Es una medida del Color que le confieren al agua los materiales contaminantes. Para su medición se utiliza la escala de Hazen.”

Conductividad Eléctrica (CE).- “Este parámetro mide el contenido total de sales en el agua. Deberá ser inferior a 0,5 mmhos/cm.”

Contaminación.- “Es un término general que significa la introducción al agua de microorganismos, que hacen el agua impropia al consumo humano, generalmente se considera que implica la presencia o posible presencia de bacterias patógenas.”

Cuerpo Receptor.- “Es todo aquel manantial, zonas de recarga, río, quebrada, arroyo permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, tubería, pantano, agua dulce, salobre o salada, donde se vierten aguas residuales.”

Desarrollo Sostenible.- “Perdurable el paradigma que indica que los recursos naturales se deben explotar de modo tal que permita suplirlas necesidades del presente y de las generaciones futuras.”

Demanda Química de Oxígeno (DQO).- “Es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la totalidad de la materia oxidable, tanto Orgánica como Mineral. Se mide en ppm o mg/lit.” Es el resultado de una oxidación química en húmedo por medio de mezcla Sulfo-Crómica en Caliente. “Guarda cierta relación con la DBO₅, siendo esta última una fracción de la primera que oscila entre el 2 y el 70%. En desechos poco biodegradables como la gasolina y los Hidrocarburos, se dan las relaciones más bajas.” En Aguas poco contaminadas deberá ser inferior a 50 ppm.

Demanda Bioquímica de Oxígeno.- “La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba.” Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales. “DBO5: cantidad de oxígeno necesaria para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, incubada durante cinco días a 20 ° C, reproduce el consumo de oxígeno en el medio natural.”

Escherichia coli (E. coli).- “Bacterias Coliformes que está a menudo asociada con el hombre y desechos a animales y es encontrada en el intestino. Es usada por departamentos de salud y laboratorios privados para medir la calidad de las aguas.”

Efluente.- “Es el flujo saliente de residuos finales de alguna actividad antrópica (industriales, domésticos) que son descargados a un cuerpo receptor.”

Fosfatos.- “Son el resultado de la contaminación con detergentes, aunque también con estiércol y heces. Producen eutrofización de los cuerpos de agua. Deberá ser inferior a 0.2 ppm.”

Hidrocarburos.- “Para vertimientos y escorrentías de estaciones de servicio, se deberán determinar además los siguientes parámetros: Contenido de Hidrocarburos. (Grasas, Aceites, Combustibles).”

Impactos Ambientales Significativos.- “aquellos que afectan directamente al ser humano.”

Materia Orgánica.- “Sustancias de material de plantas y animales muertos, con estructura de carbono e hidrógeno.”

Metales Pesados.- “Tales como Cobre, Cadmio, Mercurio y Plomo, aparecen en el agua como deshecho especial de ciertos tipos de Industria y también como productos de corrosión de las partes electrónicas de los

automóviles. Sus niveles están regulados por las diversas agencias dependiendo del tipo de efluente.”

Muestreo.- “Es la operación de tomar muestras de una sustancia a fin de hacer un análisis de ella, es muy delicada, ya que la validez de los resultados q obtenga en las operaciones a que se le someta posteriormente, dependerá en buena parte del muestreo realizado.”

Nitratos.- “Suelen ser el resultado de la contaminación con residuos de fertilizantes o con aguas residuales de las composteras. Deberá ser inferior a 10 ppm.”

Nitritos.- “Suelen ser el resultado de la contaminación con estiércol de ganado y orinas. Se acepta un valor inferior a 0,5 ppm.”

Sedimentación.- Es el proceso en donde los floculo se trasladan a un tanque, donde por su propio peso se precipitan.

Sistema de Tratamiento.- “Conjunto de operaciones y procesos físicos, químicos y/o biológicos, cuya finalidad es depurar la calidad del agua residual a la que se aplican.”

Sólidos Suspendidos Totales (SST).- “Es la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento. Se mide en ppm.”

Sulfuro de Hidrógeno (H₂S).- “Gas emitido durante la descomposición de materia orgánica por un grupo selecto de bacterias, el cual tiene un olor fuerte como a huevos putrefactos.”

CAPÍTULO III

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localidad y periodo de ejecución:

Esta investigación fue realizada en la margen derecha del río Tumbes a la altura de la cámara de bombeo ubicada frente al cuartel Fuerte Coloma de la ciudad de Tumbes, Departamento de Tumbes.

3.2. Tipo de estudio y Diseño de investigación

Tipo de estudio: Descriptivo,

Diseño de Investigación: descriptivo causal comparativo (Vásquez et al., 2012, p. 23-25) según el cual, las variables independientes y dependientes se medirán por separado en cada fase del sistema y se compararán tratando de explicarlas en función de las causas (factores causales).

3.3. Población, muestreo y muestra

La población, estuvo constituida por las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes.

El muestreo fue del tipo no probabilístico por conveniencia definido por tres estaciones de muestreo:

Se obtuvieron nueve muestras de agua residual superficial del río Tumbes en 3 puntos de muestreo. Se tomaron 3 muestras de esta agua superficial del río 100 metros antes del punto de vertimiento (M-1); 3 muestras en el punto de vertimiento estación de rebombeo Coloma (M-2) y 3 muestras,

100 metros después del punto de vertimiento de agua residual de la ciudad de Tumbes. (M-3)

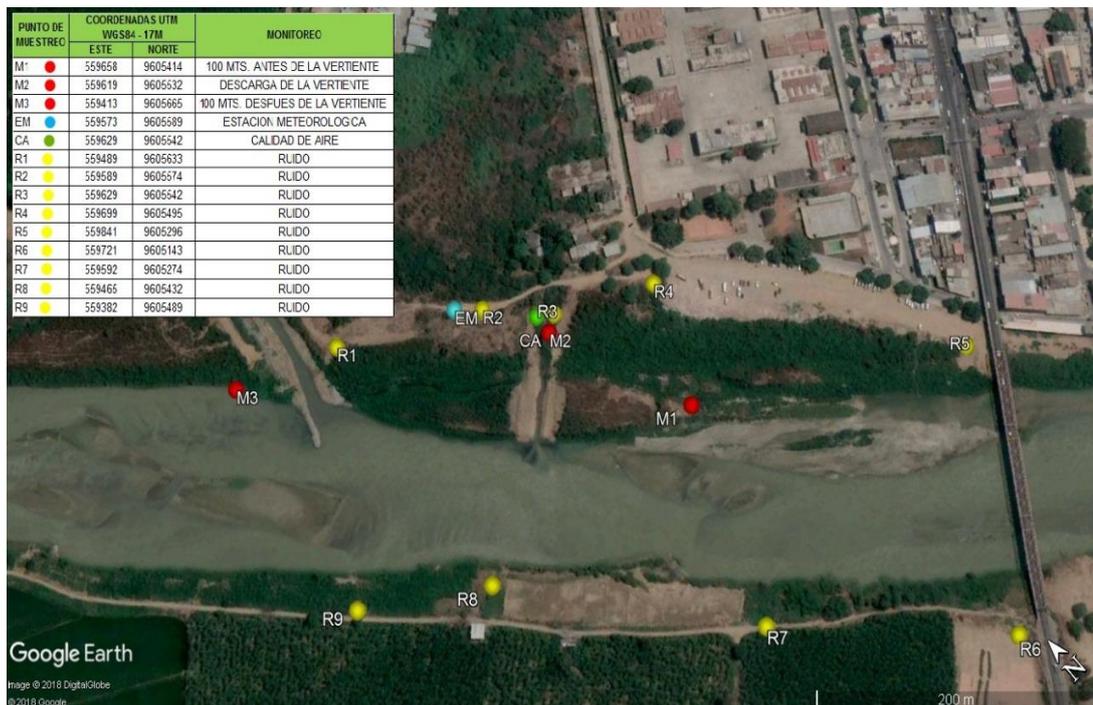


Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo de agua, medición de la calidad de aire y medición de niveles de ruido en la zona de estudio del río Tumbes. Fuente: <https://earth.google.com/web/>.

3.4. Material y Métodos

3.4.1. Línea base

Para describir la Línea base, se toma en cuenta el estudio de las aguas del río Tumbes ubicadas a la altura de la estación de bombeo “Coloma”, en la cual se realiza el impulso y vertimiento de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes. Se identifican también los factores ambientales del entorno suelo, aire, clima, flora y fauna. Los mapas temáticos para este estudio fueron elaborados con el software ARC GIS versión 10.

a) Agua

Las muestras para el análisis del agua superficial fueron obtenidas según criterios de la American Publica Health Association (APHA) citados por

Vásquez (2005, p. 32) y de acuerdo a los procedimientos estandarizados por el laboratorio de control de calidad de aguas de NKAP SRL de la ciudad de Trujillo, laboratorio debidamente acreditado ante INACAL.

Posteriormente se realizaron otros análisis necesarios de diversas variables, con los métodos, técnicas, procedimientos y utilizando los equipos que se describen en la Tabla 1.

Los datos fueron registrados en hojas especialmente confeccionadas para este fin. Las muestras de agua se colectaron en superficie de las zonas de posible impacto de los vertimientos de agua residual de la ciudad de Tumbes señalados en la figura 3.

Las características físico químicas de las muestras de agua fueron analizadas de acuerdo a los métodos descritos por la APHA; AWWA WPCF (1992) referidos por Vásquez (2005, p. 20). En principio algunos análisis fueron realizados in situ y otros, en el laboratorio NKAP SRL de la ciudad de Trujillo. Se analizarán las variables que se muestra en la Tabla 1.

a.1 Medición del valor de pH y variables básicas del agua

Tomada la muestra, esta se colocó en un vaso de precipitación de 250 ml, se colocaron 200 ml de agua, luego se introdujo el electrodo del pHmetro Lovibond y se leyeron la Temperatura en °C y las unidades de pH, este procedimiento se realizó en el mismo lugar de muestreo.

Luego de la toma de muestra, se transvasaron 150 ml en un vaso de precipitación, posteriormente se introdujo el electrodo del Conductímetro marca Lovibond y se leyó la conductividad eléctrica en uS/cm, los datos fueron registrados en una libreta de campo.

Tabla 1: Variables evaluadas en agua procedente del río Tumbes y códigos APHA para su procesamiento en laboratorio.

Variable	Equipos	Lugar
1. Temperatura superficial del agua	pH metro Schott	In situ
2. Oxígeno Disuelto(OD)	Oxímetro Schott Handylab	In situ
3. Salinidad	Conductímetro Schott	In situ
4. pH	pH metro Schott	In situ
5. Sólidos suspendidos Totales	Conductímetro Schott	In situ
6. DBO ₅	Oxímetro Schott Handylab	En LQAC
7. DQO	APHA 5220	En LCA NKAP SRL-Trujillo
8. Aceites y Grasas	APHA 5520	En LCA NKAP SRL-Trujillo
9. Nitratos	APHA 4500 - NO ³⁻	En LCA NKAP SRL-Trujillo
10. Nitritos	APHA 4500 NO ²⁻	En LCA NKAP SRL-Trujillo
11. Fosfatos	APHA 4500-P	En LCA NKAP SRL-Trujillo
12. Coliformes totales	NMP/100mL	Placas petri film 3 M
13. Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	Placas petri film 3 M

Fuente: Elaboración propia.

En la misma muestra utilizada para medir la conductividad eléctrica y con el mismo equipo accionando el otro botón del conductímetro se leyeron las concentraciones de SST y la salinidad. Ambos datos fueron registrados en una libreta de campo.

a.2 Aceites y grasas

La determinación de la concentración de aceites y grasas se realizó con equipo APHA 5220 en LCA NKAP SRL-Trujillo.

a.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Para determinar la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y DQO, la muestra de 250 ml de agua se depositó en un vaso de precipitación y con el Oxímetro, se midió la concentración de Oxígeno disuelto, posteriormente en un frasco de vidrio oscuro con tapa esmerilada colocándose en una bolsa plástica de color negra y almacenó a una temperatura de 20 °C durante cinco días. Al final del quinto día se volvió a medir la concentración de Oxígeno y la diferencia de estas dos lecturas permitió determinar la DBO₅.

a.4 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

En la Demanda Química de Oxígeno (DQO), “se utilizaron técnicas de oxidación mediante reflujo en solución fuertemente ácida (H_2SO_4) con un exceso conocido de dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) en presencia de sulfato de plata (AgSO_4)” que actúa como agente catalizador, y de sulfato mercúrico (HgSO_4) adicionado para remover la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, el remanente de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sin reducir se tituló con sulfato ferroso de amonio; se usó como indicador de punto final el complejo ferroso de ortofenantrolina (ferroina). La materia orgánica oxidable se calculó en términos de oxígeno equivalente.

a.5 Sustancias químicas peligrosas: Sulfatos, SST, turbidez, cianuro, sulfuros, Cr^6 y nitrógeno amoniacal

Estas sustancias químicas peligrosas se determinaron por la técnica de Espectrometría de Masas por Plasma Inducido Acoplado usando un **ICP MS** marca Perkin Elmer Modelo Nexium 350 cuyo proceso se ha traducido de Perkin Elmer. (2017) The 30-Minute Guide to ICP-MS. Esta técnica se basa en la introducción de la muestra, las cuales primero son ligeramente aciduladas y se introducen al equipo mediante una bomba peristáltica, luego la muestra se absorbe y es inyectada a la cámara de nebulización.

a.6 Microbiología del agua (coliformes termotolerantes)

Para los Análisis microbiológicos se utilizó la técnica de diluciones múltiples expresada por el número más probable (NMP/100ml) de bacterias Coliformes totales y Coliformes termotolerantes se determinó según la metodología de tubos múltiples siguiendo lo recomendada por la OMS (1972); y de acuerdo al método 9221, APHA (1992) referidos por Andino y Castillo (2010) referido por Vargas Machuca (2015, p. 38) incluyendo las pruebas presuntiva y confirmativa.

Para tomar las muestras de agua, con un GPS marca Garmin modelo Map 62 S se georeferenciaron los tres puntos de muestreo, cuyas coordenadas UTM (Unidades Transversal de Mercator) se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Puntos de muestreo de agua superficial en el río Tumbes en coordenadas UTM WGS 84 – 17 S.

Puntos	Coordenadas UTM WGS 84	
	Este	Norte
Agua Superficial en punto de vertimiento de agua Residual Urbana (M2)	559619	9605532
Agua Superficial (M1) 100 m antes de M2	559658	9605414
Agua Superficial (M3) 100 m después de M2	559413	9605665

a.7 Concentración de metales presentes

Los metales pesados se determinaron por la técnica de Espectrometría de Masas por Plasma Inducido Acoplado usando un **ICP MS** marca Perkin Elmer Modelo Nexium 350 cuyo proceso se ha traducido de Perkin Elmer. (2017) The 30-Minute Guide to ICP-MS. Esta técnica se basa en la introducción de la muestra, las cuales primero son ligeramente aciduladas y se introducen al equipo mediante una bomba peristáltica, luego la muestra se absorbe y es inyectada a la cámara de nebulización la cual es típicamente de cuarzo y se mantiene en 3 °C, para que luego sólo las gotas menores a 10µm logren proseguir y sean bombeadas por la diferencia de presión hacia el interior del sistema.

b) Suelo

La identificación se realizó con la de cohesión entre partículas para deducir el tipo de suelo que tiene la muestra, descrito en técnica APHA AWWA WPCF (1992) referidos por Vásquez (2005, p. 28).

Se recogieron tres muestras de suelo de la zona de estudio, aprox. 300 gramos por punto, en las profundidades (20, 30 y 50 cm). Se Procedió a observar y secar las muestras a 70 °C para luego pasar por un tamiz con

luz de 2mm, considerando que las partículas de más de 2mm son los elementos gruesos de un suelo y no se consideran en esta textura.

Luego se humedeció con varias gotas de agua hasta formar una pasta. A continuación, en una superficie lisa o una mano con la otra, se trató de hacer un cilindro fino de unos 3 mm de diámetro y 10 cm de largo para luego rodearlo haciendo un círculo con él. Este paso de conformar dicho cilindro se realizó con dificultad, pero se pudo observar que la muestra tiene retención de agua, su color es oscuro con contenido de arcilla, obteniéndose finalmente materia pastosa, que relacionado con la técnica utilizada, se trata de un suelo limo-arenoso.

c) Aire (CO, H₂S, SO₂, NO₂, O₃ y material particulado)

Calidad de aire.

El monitoreo para medir la calidad del aire se realizó con equipos Analizadores Automáticos de gases de marca ECOTECH modelo: Serinus que permitieron registrar la concentración de gases tóxicos en aire, tales como CO, H₂S, SO₂, NO₂, O₃ y material particulado. La cuantificación de material particulado (MP_{2,5}) se midió con un muestreador marca ECOTECH modelo: Micro Vol. 11000.

- **GPS**

Marca : GARMIN.

Modelo : GPS map 60CSx.

Procedencia : USA.

- **Analizadores de Gases**

Marca: ECOTECH **Modelo:** SERINUS para medir SO₂ /H₂S.

Marca: ECOTECH **Modelo:** SERINUS para medir NOX.

Marca: ECOTECH **Modelo:** SERINUS para medir CO.

Marca: ECOTECH **Modelo:** SERINUS para medir O₃.

d) Clima (Temperatura, humedad relativa, punto de rocío, velocidad del viento radiación solar y ultravioleta)

El clima se midió con una Estación Meteorológica Vantage PRO 2 PLUS, marca Davis, Modelo Vantage Pro 2 Plus, N° de Serie 91068557
Procedencia: USA.

Se midió también el ruido ambiental, para lo cual se utilizaron instrumentos con la precisión requerida, debidamente certificados y calibrados antes de su uso. Asimismo los métodos aplicados se encuentran validados, lo que garantiza la confiabilidad de los resultados. Los instrumentos utilizados fueron:

- **GPS**

Marca : GARMIN.

Modelo : GPS map 60CSx.

Procedencia : USA.

Tabla 3: Coordenadas UTM de puntos de medición de ruido en el lado derecho del río Tumbes Junio de 2017.

Punto de Muestreo	Coordenadas		Referencia
	X	Y	
1	559489	9605633	Punto Izquierdo
2	559589	9605574	Estación
3	559629	9605542	Salida de agua residual
4	559699	9605495	Punto Derecho
5	559841	9605296	Costado del puente izquierda
6	559721	9605143	Costado de puente derecha
7	559592	9605274	Frente Al bombeo
8	559465	9605432	Frente al bombeo
9	559382	9605489	Frente al bombeo

Fuente: Elaboración propia.

e) Flora y fauna

Para identificar y diferenciar los componentes de flora, Se trazaron 3 transectos de 10 x 100 m y en ellos se identificaron las especies y se contaron los individuos por especie. Posteriormente se usó el software Past y SDR, se determinaron los índices de Biodiversidad ALFA y Beta. La ubicación de la zona en estudio se muestra en las figuras 4 y 5.



Figura 4. Ubicación de 3 transectos para medir biodiversidad de Flora lado derecho de la ciudad de Tumbes. **Fuente:** <https://earth.google.com/web/>.

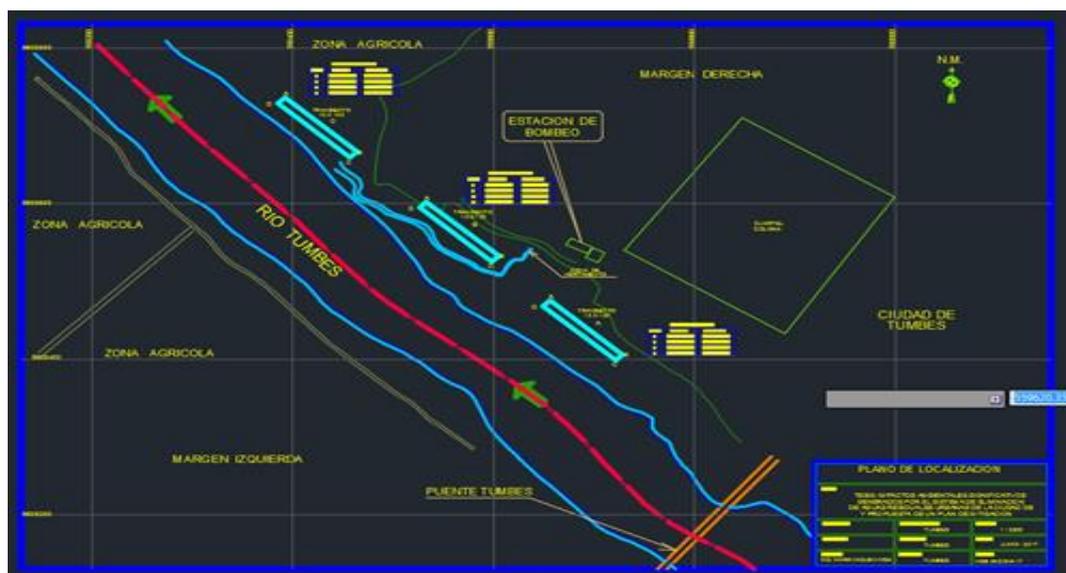


Figura 5: Ubicación de 3 transectos del lado derecho del río Tumbes para medir biodiversidad de Flora. **Fuente:** Elaboración propia.

Para determinar los índices de Biodiversidad Alfa (índice de Shannon-Wiener) y Beta (Índice de Routledge) de Flora se hicieron 3 transectos de 10 x 100 m contando el número de especies y el número de individuos por especie; posteriormente se ingresaron en la hoja de cálculo Excel 2013 y posteriormente utilizó el Software PAST y SDR.

Para especímenes de fauna en el área de estudio se hizo un conteo de aves en una circunferencia con 25 m de radio anotando el número de especímenes por el método de frecuencia de ocurrencias.

3.4.2. Identificación y evaluación de Impactos Ambientales

Para la valoración de impactos ambientales significativos generados por el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes desde la caseta de bombeo Coloma al agua del río Tumbes, se han seleccionado metodologías, que permitan identificar, evaluar e interpretar las implicancias ambientales que ocurren durante la operación de la actividad y los que se espera generar con la implementación de las acciones para la adecuación ambiental de la actividad.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales, trata de establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad y el ambiente en el cual se desarrolla, sin pretender llegar a ser un instrumento obstruccionista, ni un freno al desarrollo socio económico y cultural del área de influencia directa e indirecta.

Para la identificación, predicción, interpretación y comunicación de los probables impactos ambientales que ocurren o se prevé podrían ocurrir, ha sido importante el conocimiento de las zonas comprometidas por la actividad, en cuanto a sus características geográficas y ecológicas; lo que se consigue luego de las visitas de campo efectuadas a la zona de influencia de la actividad. En tal sentido, la identificación de los impactos ambientales, determinada por el conjunto de interrelaciones entre las acciones y los componentes ambientales bióticos, abióticos, socioeconómicos, de interés humano y cultural, que definen la estructura y

funcionamiento del ecosistema, tiene como fin, evaluar las alteraciones que se pueden presentar por el conjunto de acciones que conlleva la operación de la actividad.

La secuencia para el desarrollo de esta fase se muestra en las figuras 6 y 7, dentro del marco de la evaluación ambiental, El procedimiento metodológico seguido para realizar el análisis de los impactos ambientales de la actividad en referencia fue planificado para ser desarrollado de la siguiente manera:

1. Identificación de los factores ambientales susceptibles de ser impactados.
2. Identificación de posibles acciones generadoras de impactos ambientales.
3. Identificación de los impactos ambientales potenciales.
4. Evaluación de los impactos ambientales potenciales.

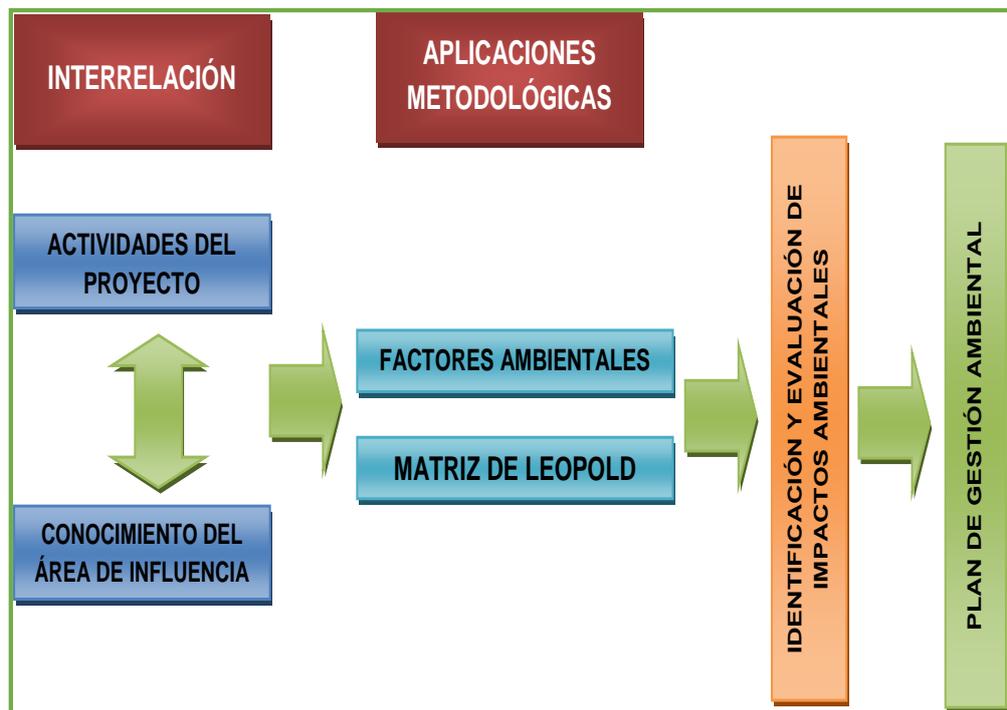


Figura 6: Proceso metodológico de identificación y evaluación de impactos ambientales. **Fuente:** Elaboración propia.

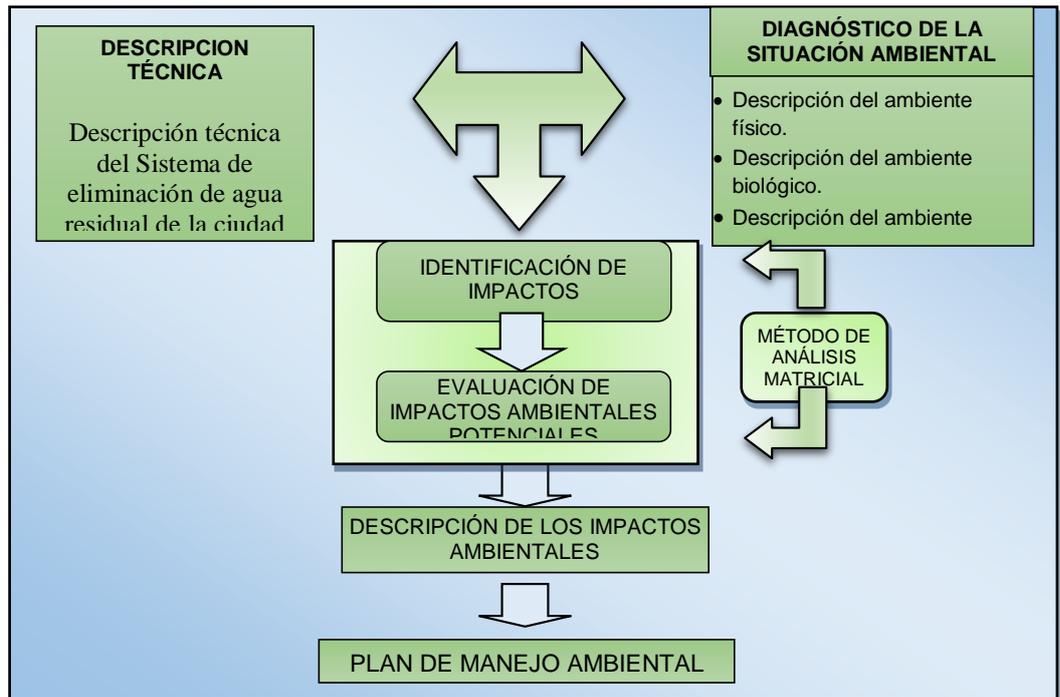


Figura 7: Secuencia del estudio de impacto ambiental (proceso predictivo).
Fuente: Elaboración propia.

Parte fundamental de la valoración de Impactos ambientales lo constituye la identificación de las acciones que podrían causar los impactos.

En la identificación de los impactos cualitativos (negativos o positivos), la Matriz Bidimensional permite diferenciar y adaptar las acciones impactantes sobre los factores ambientales. En ella se identificaron las acciones impactantes siguientes, teniendo en cuenta las acciones que se desarrollan actualmente y luego las acciones que se realizarán para la adecuación ambiental.

3.4.2.1 Identificación de actividades con potencial a causar impactos

Para la valoración cualitativa se utilizaron matrices bidimensionales de causa efecto y para la valoración cuantitativa se utilizó el método de Fisher Davies citado por Conesa (2015, p. 45) en una matriz bidimensional que posibilita la identificación de la interacción entre acciones o actividades del proyecto y factores ambientales. Para la

jerarquización de impactos se empleará el método de De Torres (1999, p. 3-5).

Para la evaluación de los impactos ambientales potenciales a través de la matriz bidimensional de causa y efecto, se han utilizado los criterios que se describen a continuación:

- ✓ El tipo de impacto se diferenció cualitativamente según las características benéficas (Positivo con signo +) o dañinas de un impacto Negativo con signo -).
- ✓ La magnitud del impacto referida al grado de afectación que presenta la acción sobre cada uno de los factores ambientales del entorno. Para su determinación se utilizó el método de **Fisher Davies** citado por Conesa (2015, p. 87). “El cual califica de 1 a 5 cada casilla precedida del signo + o según el impacto sea positivo o negativo” (Tablas 4, 5 y 6).

Tabla 4: Valoración (naturaleza y magnitud) de impactos ambientales.

Tipo de Impacto	
Impacto positivo	+
Impacto negativo	-
Magnitud del Impacto	
Crítico	5
Severo	4
Muy significativo	3
Significativo	2
Poco significativo	1

Fuente: Conesa (2015).

El principio básico de este método es la identificación de la relación pertinente entre la acción impactante y el factor ambiental plausible de ser impactado y en este caso usando una hoja de cálculo MS – Excel, se pintó de rojo, los impactos negativos y de verde los impactos positivos; y se dejó en blanco, aquellas cuadrículas en las que se consideró que no habría interacción, es decir, sin posible impacto.

Para establecer la jerarquización de impactos se utilizó los criterios De Torres (1999) en los que considera que “la magnitud de los impactos podría tener categorías y valores” como los que se muestran en las Tablas 5 y 6, dichos criterios fueron utilizados en otra matriz utilizando una hoja Excel, separando los impactos positivos de los negativos en la sumatoria final.

Tabla 5: Rangos de valoración de impactos positivos.

Categoría	Valores
Muy significativo	+201 a +400
Significativo	+61 a +200
Poco significativo	+16 a +60
Nada significativo	0 a +15

Fuente: de Torres (1999).

Tabla 6. Rangos de valoración de impactos negativos.

Categoría	Valores
Crítico	-401 A -500
Muy significativo	-201 a - 400
Significativo	-61 a – 200
Poco significativo	-16 a – 60
Nada significativo	0 a -15

Fuente: de Torres (1999).

3.4.2.2 Valoración Cualitativa y Cuantitativa

Una vez analizadas las acciones de la actividad que pueden generar impactos ambientales negativos y positivos, se obtuvo los resultados que se detallan en una matriz bidimensional la cual es la aplicación metodológica, que se ha empleado para determinar y cuantificar los impactos ambientales generados por el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes sobre el cauce del río Tumbes.

Se elaboró una matriz bidimensional, colocando en las columnas el listado de las acciones de la actividad que alteran o pueden alterar

factores ambientales del entorno, y en las filas se colocaron el listado de los factores ambientales y atributos del ambiente que pueden ser afectados por la actividad.

Una vez identificados los impactos significativos en la matriz bidimensional, se procedió a su evaluación empleando el juicio de expertos. Luego se discriminan cada uno de los impactos jerarquizando su naturaleza según se calificaron como positivo o negativo en cada factor ambiental.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron ingresados en la hoja de cálculo Excel del Microsoft Office 2013 a partir de las cuales se generaron Tablas y figuras, la validez estadística se realizó usando el ANOVA incluida en el paquete computacional STATISTICAL Package for social Sciences (SSS) versión 24.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

1. Las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes generan impactos ambientales significativos negativos sobre el agua superficial del río de esta ciudad. En forma global las variables evaluadas y sus resultados se presentan a continuación en la Tabla 7.

Se ha determinado también que esta eliminación de aguas residuales urbanas generan impactos ambientales significativos sobre los factores ambientales del entorno, para lo cual ha sido necesario indicar la ubicación de este estudio mediante los siguientes mapas: de ubicación en el distrito de Tumbes (anexo 1), en la cota 40 msnm (anexo 2); en la zona de vida matorral desértico pre montano tropical (transicional a matorral) (anexo 3), en la cuenca hidrográfica baja del río Tumbes (anexo 4); en una zona climática clasificada como árida, con lluvias en todas las estaciones, cálido y húmedo (anexo 5). La capacidad de uso mayor de tierras en pastos temporales- producción forestal en costa, ambas de calidad agrologica baja- Protección (anexo 6); en un área fisiográfica denominada costa Planicie (anexo 7) y geológicamente en un suelo cuaternario holoceno-continental (anexo 8).

Tabla 7: Resultados de análisis de agua superficial del río Tumbes determinados por el Laboratorio NKAP S.R.L.

PARÁMETRO	MUESTRA	EXPRESIÓN	UNIDAD	ANTES	VERTIMIENTO	DESPUES	D.S. N°004-2017-MINAM
				PUNTO 1: ANTES	PUNTO 2: VERTIMIENTO	PUNTO 3: DESPUES	
pH	Muestra1	UNITS pH		7.48	6.86	7.0	8.5
	Muestra2	UNITS pH		7.6	6.82	7.1	8.5
	Muestra3	UNITS pH		7.6	6.84	6.99	8.5
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Muestra1	TSS	mg/L	130.5	101	803.3	
	Muestra2	TSS	mg/L	130.2	99	803.4	
	Muestra3	TSS	mg/L	129	102	803.2	
TURBIEDAD	Muestra1	NTU		158	147.5	876	
	Muestra2	NTU		162	147	877	
	Muestra3	NTU		168	146.5	876	
ACEITES Y GRASAS	Muestra1	HEM	mg/L	1	34	14.47	5
	Muestra2	HEM	mg/L	0.98	36	14.49	5
	Muestra3	HEM	mg/L	0.99	36.1	15	5
CIANURO TOTAL	Muestra1	CNT	mg/L	0.010	0.010	0.010	
	Muestra2	CNT	mg/L	0.010	0.010	0.010	
	Muestra3	CNT	mg/L	0.010	0.011	0.011	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	Muestra1		mg/L	2	199.4	98.77	15
	Muestra2		mg/L	2.2	199	98.2	15
	Muestra3		mg/L	1.8	198	99	15
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	Muestra1		mg/L	14.39	431.7	241.4	40
	Muestra2		mg/L	14.3	431	242	40
	Muestra3		mg/L	14.1	432	239	40
SULFATOS	Muestra1	SO42-	mg/L	27.8	3.96	28.9	1000
	Muestra2	SO42-	mg/L	27.93	3.95	29.88	1000
	Muestra3	SO42-	mg/L	28	9.96	29.9	1000
SULFUROS	Muestra1		mg/L	0.021	5.73	1.03	
	Muestra2		mg/L	0.021	5.73	1.02	
	Muestra3		mg/L	0.021	5.74	1.03	
CROMO HEXAVALENTE	Muestra1	Cr+6	mg/L	0.024	0.024	0.024	
	Muestra2	Cr+6	mg/L	0.024	0.025	0.024	
	Muestra3	Cr+6	mg/L	0.024	0.024	0.025	
NITROGENO AMONIACAL	Muestra1	NNH3-	mg/L	0.042	39.65	13	
	Muestra2	NNH3-	mg/L	0.05	39.5	13.5	
	Muestra3	NNH3-	mg/L	0.041	39.75	14	

p: 0,000

Fuente: Elaboración propia.

1.1 El valor pH, varió desde 6,82 en la muestra 2 hasta 7,6 en las muestras 2 y 3 del punto 1; 100 metros antes del punto de vertimiento. Los valores se encuentran en el rango permitido por el LMP del DS 004-2017. MINAM (ECA AGUA) fijado en el rango de 6,5 hasta 8,5. La prueba de ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas entre todos los valores registrados y con el LMP del ECA AGUA (Tabla 8, figura 8).

Tabla 8: Variación de los valores de pH en agua del río Tumbes.

Variable	MUESTRA	Unidad De Medición	PUNTO 1 antes	PUNTO 2 Vertimiento	PUNTO 3 después	D.S. N°004-2017-MINAM
pH	M1	Unidades pH	7.48	6.86	7.0	8.5
	M2		7.6	6.82	7.1	8.5
	M3		7.6	6.84	6.99	8.5

Fuente: elaboración propia.

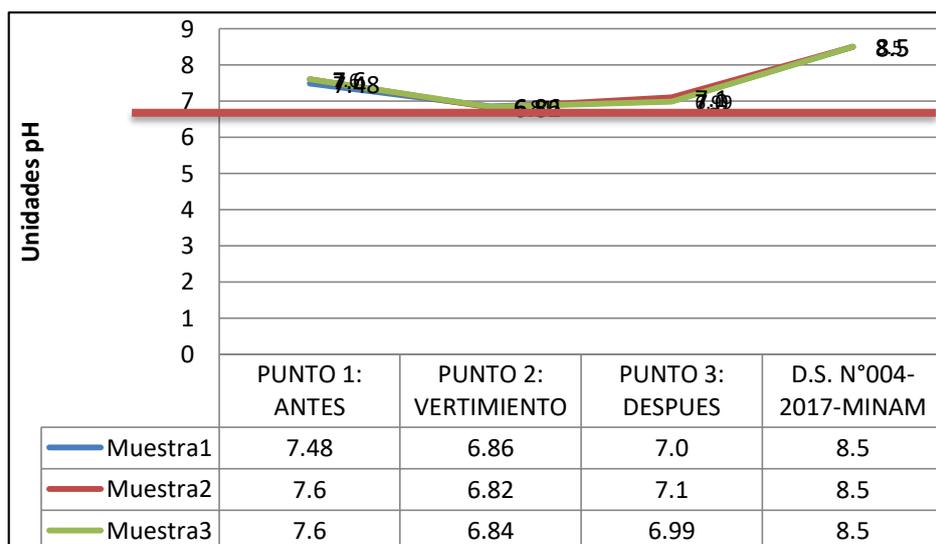


Figura 8: Variación del pH en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son menores al LMP máximo del ECA AGUA.

Fuente: Elaboración propia.

1.2 La concentración de aceites y grasas, variaron desde 0,9 mg/L en el punto 1 y muestra 3 hasta 36,1 mg/L en la muestra 3 del punto de vertimiento. Los valores registrados en las muestras de los puntos de muestreo 2 y 3 fueron muy superiores a lo prescrito en el LMP del DS 004-2017- MINAM (ECA AGUA) fijado en 5 mg/L El ANOVA p: 0,000

permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas entre todos los valores registrados y con el LMP del ECA AGUA (Tabla 9, figura 9)

Tabla 9: Variación de los valores de la concentración de aceites y grasas en agua del río Tumbes expresados en mg/L.

Variable	Muestra	Punto 1: antes	Punto 2: vertimiento	Punto 3: despues	D.S. N°004-2017-MINAM
ACEITES Y GRASAS	M1	1	34	14.47	5
	M2	0.98	36	14.49	5
	M3	0.99	36.1	15	5

Fuente: Elaboración propia.

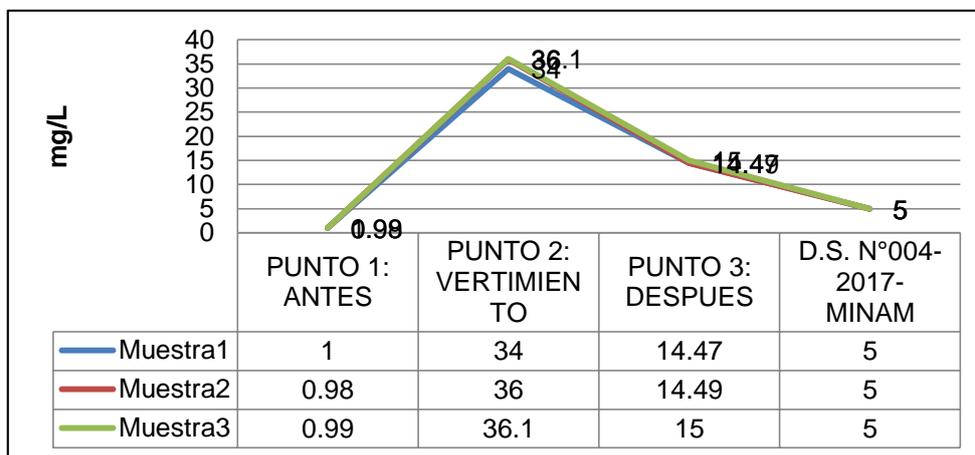


Figura 9: Variación de la concentración de Aceites y grasas en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto de vertimiento y 100 m aguas abajo y que el LMP fijado por el ECA AGUA.

Fuente: Elaboración propia.

1.3 La demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), varió desde 1,8 mg/L en el punto 1 y muestra 3 hasta 199 mg/L en la muestra 1 del punto de vertimiento. Los valores registrados en las muestras de los puntos de muestreo 2 y 3 fueron muy superiores a lo prescrito en el LMP del DS 004-2017- MINAM (ECA AGUA) fijado en 15 mg/L El ANOVA p: 0.000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas entre todos los valores registrados y con el LMP del ECA AGUA (Tabla 10, figura 10).

Tabla 10: Variación de los valores de la demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO5) en agua del río Tumbes expresada en mg/L.

Variable	Muestra	Punto 1: antes	Punto 2: vertimiento	Punto 3: despues	D.S. N°004- 2017- MINAM
DEMANDA BIOQUIMIC A DE OXÍGENO	M1	2	199.4	98.77	15
	M2	2.2	199	98.2	15
	M3	1.8	198	99	15

Fuente: Elaboración propia.

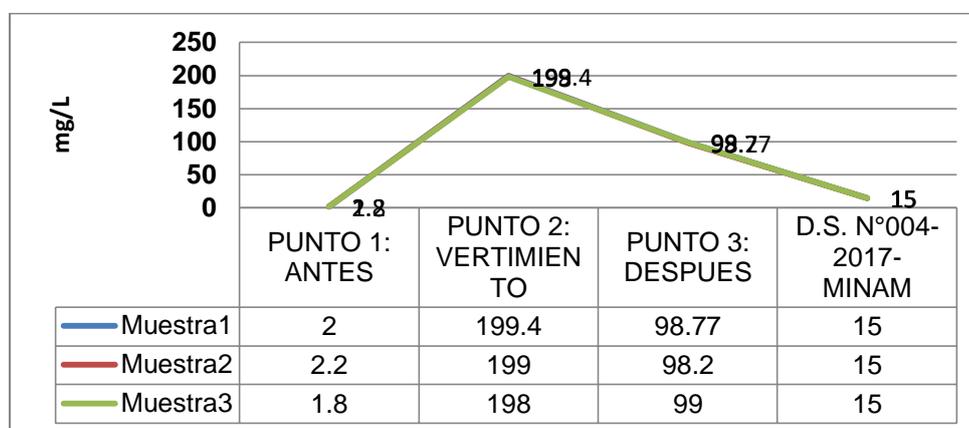


Figura 10: Variación de la concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto de vertimiento y 100 m aguas abajo y que el LMP fijado por el ECA AGUA.

Fuente: Elaboración propia.

1.4 La demanda química de oxígeno (DQO), varió desde 14,1 mg/L en el punto 1 y muestra 3 hasta 432 mg/L en la muestra 3 del punto de vertimiento. Los valores registrados en las muestras de los puntos de muestreo 2 y 3 fueron superiores a lo prescrito en el LMP del DS 004-2017- MINAM (ECA AGUA) fijado en 40 mg/L El ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas entre todos los valores registrados y con el LMP del ECA AGUA (Tabla 11, figura 11).

Tabla 11: Variación de los valores de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) expresada en mg/L en agua del río Tumbes.

Variable	Muestra	Expresión	Punto 1: Antes	Punto 2: Vertimiento	Punto 3: Después	D.S. N°004-2017-MINAM
DEMANDA QUIMICA DE OXÍGENO	M1	DQO	14.39	431.7	241.4	40
	M2	DQO	14.3	431	242	40
	M3	DQO	14.1	432	239	40

Fuente: Elaboración propia.

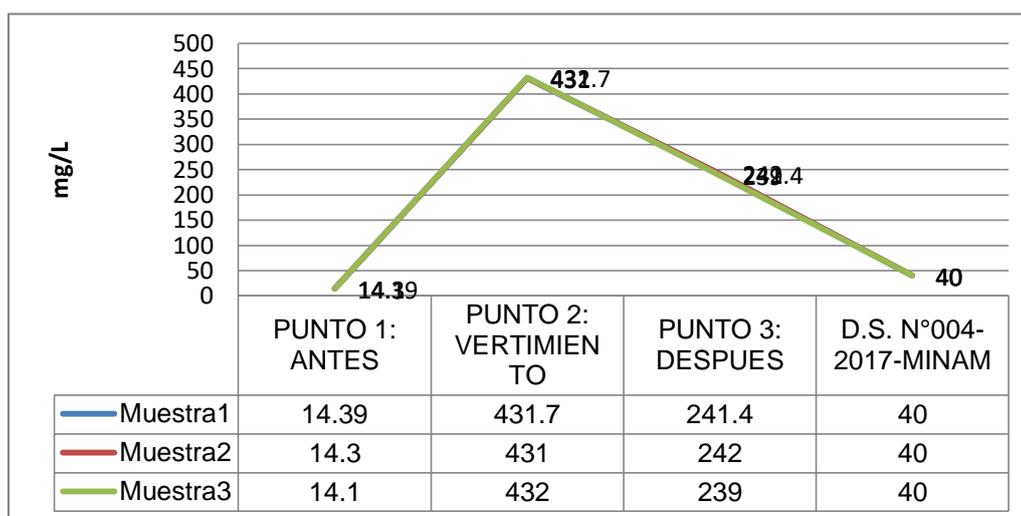


Figura 11: Variación de la concentración de **Demanda Química de Oxígeno (DQO)** en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto de vertimiento y 100 m aguas abajo y que el LMP fijado por el ECA AGUA.

Fuente: Elaboración propia.

1.5 La concentración de sulfatos, varió desde 3,95 mg/L en el punto de vertimiento 2 y muestra 1 hasta 29,9 mg/L en la muestra 3 del punto 3. Los valores registrados en las muestras de los puntos de muestreo 1 y 3 fueron superiores a los registrados en el punto de vertimiento; sin embargo todos no superaron los LMP establecidos en el DS 004-2017- MINAM (ECA AGUA) fijado en 1 000 mg/L El ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas entre todos los valores registrados y con el LMP del ECA AGUA (Tabla 12).

Tabla 12. Variación de concentración de sulfatos expresada en mg/L en agua del río Tumbes.

Variable	Muestra	Expresión	Punto 1: Antes	Punto 2: Vertimiento	Punto 3: Después	D.S. N°004- 2017-MINAM
SULFATOS	M1	SO ₄ ²⁻	27.8	3.96	28.9	1000
	M2	SO ₄ ²⁻	27.93	3.95	29.88	1000
	M3	SO ₄ ²⁻	28	9.96	29.9	1000

Fuente: Elaboración propia.

1.6 Sólidos Suspendidos Totales. La concentración de sólidos suspendidos totales varió desde 99 mg/L en el punto de vertimiento 2 y muestra 2 hasta 803,4 mg/L en la muestra 2 del punto 3. Los valores registrados en los puntos de muestreo 1 y 3 fueron superiores a los registrados en el Punto de vertimiento.

El ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas entre todos los valores registrados y con el LMP del ECA AGUA (Tabla 13, figura 12).

Tabla 13: Variación de la concentración de sólidos suspendidos totales (mg/L) en agua del río Tumbes.

Variable	Muestra	Expresión	Unidad	Punto 1: Antes	Punto 2: Vertimiento	Punto 3: Después
Sólidos Suspendidos Totales	M1	TSS	Mg/L	130.5	101	803.3
	M2	TSS	Mg/L	130.2	99	803.4
	M3	TSS	Mg/L	129	102	803.2

Fuente: Elaboración propia.

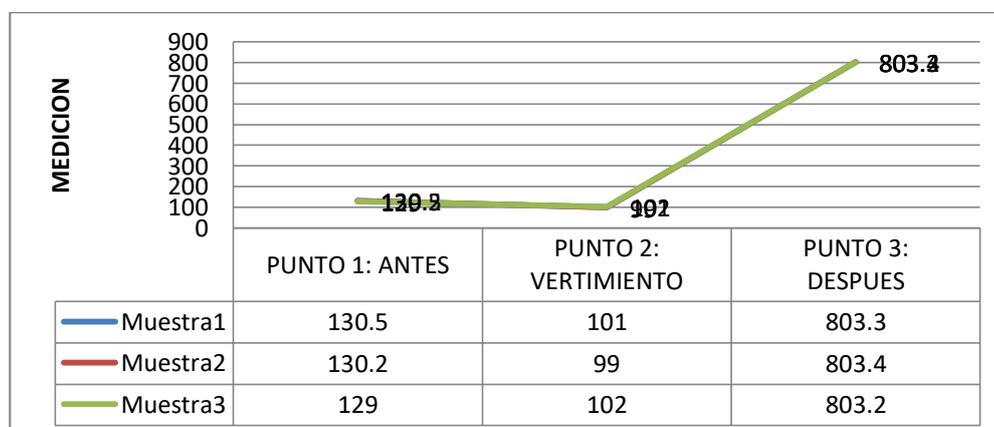


Figura 12: Variación de la concentración de Sólidos Suspendidos Totales en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en los puntos 1 y 3.

Fuente: Elaboración propia.

1.7 Sustancias químicas peligrosas:

La Turbidez varió desde 146,5 NTUL en el punto de vertimiento 2 y muestra 1 hasta 877 NTU en la muestra 2 del punto 3. Los valores registrados en las muestras de los puntos de muestreo 1 y 3 fueron superiores a los registrados en el Punto de vertimiento. El ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas (Tabla 14, figura 13).

Tabla 14. Variación de la Turbidez en agua del río Tumbes.

Variable	Muestra	Expresión	Punto 1: Antes	Punto 2: Vertimiento	Punto 3: Después
TURBIEDAD	M1	NTU	158	147.5	876
	M2	NTU	162	147	877
	M3	NTU	168	146.5	876

Fuente: Elaboración propia.

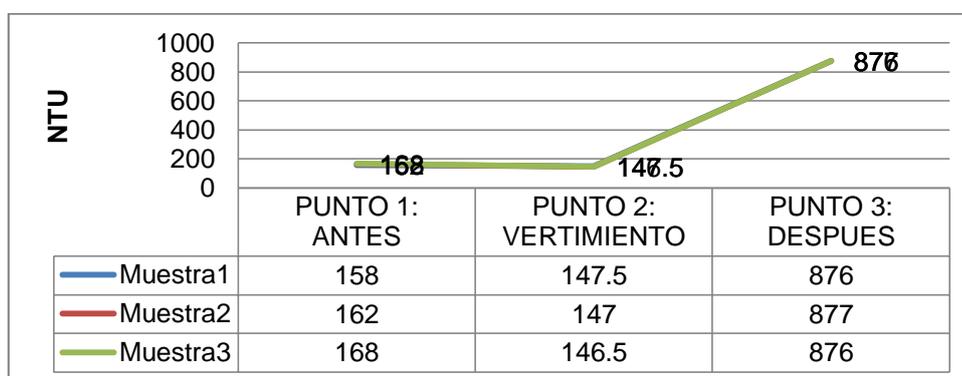


Figura 13. Variación de la Turbidez en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en los puntos 1 y 3.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de cianuro total, varió desde 0,010 mg/L en el punto 1 muestras 1, 2 y 3; en el punto de vertimiento 2, muestras y 2; en el punto 3 muestras 1 y 2 hasta 877 NTU en la muestra 2 del punto 3, Hasta 0,011 mg/L en la muestra 3 del punto de vertimiento y en la muestra 3 del punto 3. El ANOVA p: 0,630 permitió determinar que no existieron diferencias estadísticas significativas (figura 14).

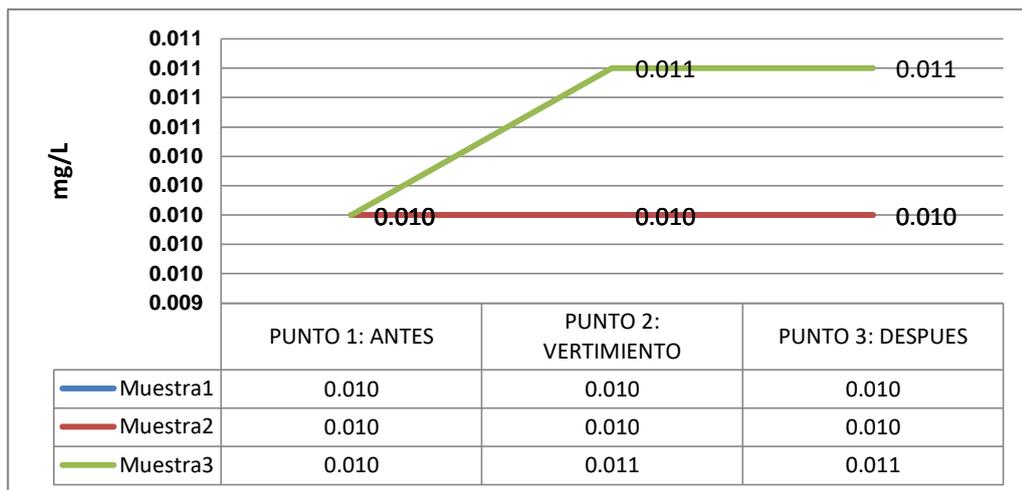


Figura 14: Variación de la concentración de cianuro total en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en los puntos 1 y 3.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de sulfuros, varió desde 0,021 mg/L en el punto 1 de las muestras 1, 2 y 3; en el punto 1 hasta 5,74 mg/L en la muestra 3 del punto de vertimiento. El ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas (Tabla 15, Figura 15).

Tabla 15: Variación de la concentración de sulfuros (mg/L) en agua del río Tumbes.

Variable	Muestra	Punto 1: Antes	Punto 2: Vertimiento	Punto 3: Después
	M1	0.021	5.73	1.03
	M2	0.021	5.73	1.02
	M3	0.021	5.74	1.03

Fuente: Elaboración propia.

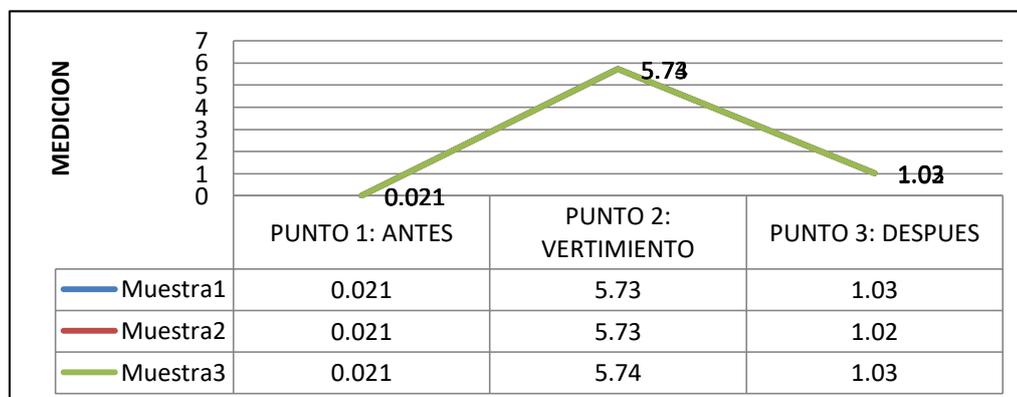


Figura 15: Variación de la concentración de Sulfuros en aguas s del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto de vertimiento 2.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de cromo hexavalente, varió desde 0,024 mg/L en muestras 1, 2 y 3 del punto 1; en la muestra 2 en el punto de vertimiento 2 y Muestra 3, El ANOVA p: 0,630 permitió determinar que no existieron diferencias estadísticas significativas (Tabla 16, figura 16).

Tabla 16: Variación de la concentración de Cromo hexavalente mg/L en agua del río Tumbes.

Variable	Muestra	Expresión	Punto 1	Punto 2	Punto 3
			Antes	Vertimiento	Después
Cromo	M1	Mg/L	0.024	0.024	0.024
Hexava	M2	Mg/L	0.024	0.025	0.024
Lente	M3	Mg/L	0.024	0.024	0.025

Fuente: Elaboración propia.

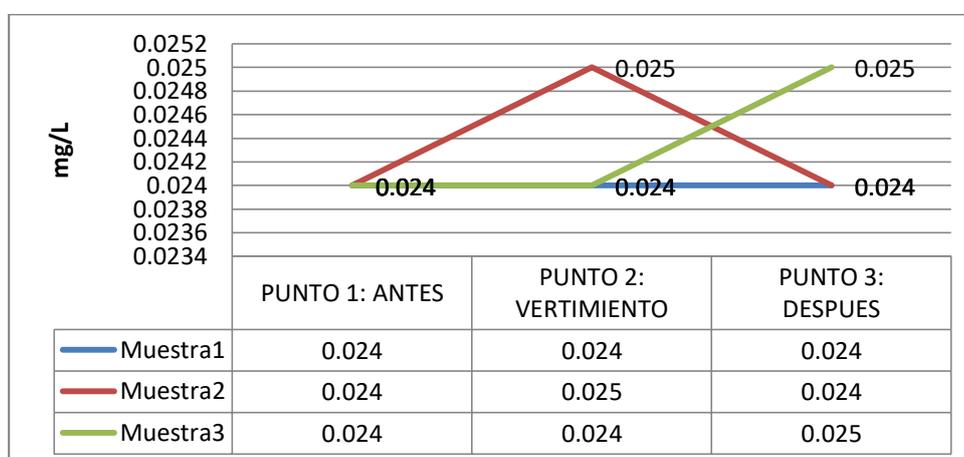


Figura 16: Variación de la concentración de Cromo hexavalente en aguas s del río Tumbes, nótese que los valores son similares en todas las muestras.

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de nitrógeno amoniacal, varió desde 0,041 mg/L en muestra 1, 3 del punto 1; hasta 39,65 en muestra 1 del punto 2 (punto de vertimiento) y El ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas (Tabla 17, figura 17).

Tabla 17: Variación de la concentración de Nitrógeno Amoniacal (mg/L) en agua del río Tumbes.

Variable	Muestra	Expresión	Punto 1: antes	Punto 2: vertimiento	Punto 3: despues
NITROGENO AMONICAL	M1	NNH3-	0.042	39.65	13
	M2	NNH3-	0.05	39.5	13.5
	M3	NNH3-	0.041	39.75	14

Fuente: Elaboración propia.



Figura 17: Variación de la concentración de Nitrógeno Amoniaco en aguas del río Tumbes, nótese que los valores son mayores en el punto de vertimiento y en el punto 3. Fuente: Elaboración propia.

1.8 Los análisis microbiológicos del agua, en lo relacionado con Coliformes termotolerantes y **Escherichia coli**, fueron muy elevados en relación con el LMP fijado por el DS 004-2017 MINAM que indica que el valor no debe exceder de 1 000 NMP/100mL (Tabla 18).

Tabla 18: Resultados de análisis microbiológicos de agua superficial del río Tumbes determinados por el Laboratorio NKAP S.R.L.

Parámetro	Símbolo/Unidad	Resultados de muestra M1	Resultados de muestra M2	Resultados de muestra M3	D.S.N°004-2017-MINAM
Coliformes Totales	NMP/100mL	28x10 ⁵	54x10 ²	49x10 ⁵	
Coliformes termo tolerantes	NMP/100mL	22x10 ⁵	46x10	33x10 ⁵	1000
Escherichia Coli	NMP/100mL	22x10 ⁵	33x10	33x10 ⁵	1000
Bacterias Heterotroficas	UFC/mL	12x10 ⁵	42x10 ³	97x10 ⁴	

Fuente: Laboratorios NKAP SRL (2017).

1.9 Los valores de la concentración de metales, no superaron los LMP establecidos por el DS 004-2017- MINAM, categoría 3 y su tratamiento estadístico indicó que hubieron diferencias estadísticas significativas entre cada metal (Tabla 19).

Tabla 19: Resultados de análisis de metales en agua del río Tumbes determinados por el Laboratorio NKAP S.R.L.

Parámetros inorgánicos	Unidad	RESULTADO DE MUESTRA M1	RESULTADO DE MUESTRA M2	RESULTADO DE MUESTRA M3	D.S. N°004-2017-MINAM
Aluminio	mg/L	1,387	2,846	2,162	5
Antimonio	mg/L	<0,0052	<0,0052	<0,0052	-
Arsénico	mg/L	<0,0065	<0,0065	<0,0065	0,1
Bario	mg/L	0,027	0,031	0,051	0,7
Berilio	mg/L	<0,0057	<0,0057	<0,0057	0,1
Boro	mg/L	0,14	0,097	0,115	1
Cadmio	mg/L	<0,0027	<0,0027	<0,0027	0,01
Calcio	mg/L	47,79	18,11	35,47	-
Cerio	mg/L	<0,0054	<0,0054	<0,0054	-
Cobalto	mg/L	<0,0071	<0,0071	<0,0071	0,05
Cobre	mg/L	<0,0084	0,026	<0,0084	0,2
Cromo	mg/L	<0,0056	<0,0056	<0,0056	0,1
Estaño	mg/L	0,668	1,636	1,143	-
Estroncio	mg/L	0,227	0,085	0,177	-
Fósforo	mg/L	6.742	0,039	4.571	-
Fósforo	mg/L	6.742	0,039	4.571	-
Hierro	mg/L	1.455	3.818	2.752	5
Litio	mg/L	<0,0098	<0,0098	<0,0098	2,5
Magnesio	mg/L	9,381	3,982	7,593	-
Manganeso	mg/L	0.085	0.09	0.253	0.2
Mercurio	mg/L	<0,0008	<0,0008	<0,0008	0,001
Molibdeno	mg/L	<0,0048	<0,0048	<0,0048	-
Niquel	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,2
Plata	mg/L	<0,0093	<0,0093	<0,0093	-
Plomo	mg/L	<0,0047	0,024	<0,0047	0,05
Potasio	mg/L	27,1	2,993	22,88	-
Selenio	mg/L	<0,0069	<0,0069	<0,0069	0,02
Silicio*	mg/L	9,892	9,746	10,5	-
Sodio	mg/L	82,32	9,81	63,16	-
Talio	mg/L	<0,0078	<0,0078	<0,0078	-
Titanio	mg/L	0,012	0,044	0,025	-
Vanadio	mg/L	<0,0075	<0,0075	<0,0075	-
Zinc	mg/L	0,164	0,082	0,073	2

Fuente: Laboratorios NKAP SRL, 2017.
Elaboración propia.

2. Los factores ambientales del entorno también son afectados por la eliminación de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes.

2.1 El suelo en la extensión de muestreo M2 fue limoso-arenoso, con coloración oscura por la presencia de concentraciones nocivas de elementos químicos y compuestos contaminantes, que degradan el

suelo como ecosistema y el hábitat de especies autóctonas. Los contaminantes más resaltantes que no solo afectan la calidad del agua sino también la del suelo, son Coliformes termotolerantes y **Escherischia coli** que fueron muy elevados en relación con el LMP fijado por el DS 004-2017 MINAM que indica que el valor no debe exceder de 1 000 NMP/100mL (Tabla 18).

El suelo también es afectado por la turbidez, en la cual los valores registrados en las muestras de los puntos de muestreo 1 y 3 fueron superiores a los registrados en el Punto de vertimiento. El ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas (Tabla 13).

Asimismo la presencia de sulfuros cambia la calidad del suelo. En este estudio la concentración de sulfuros, varió desde 0,021 mg/L en el punto 1 muestras 1, 2 y 3; en el punto 1 hasta 5,74 mg/L en la muestra 3 del punto de vertimiento. El ANOVA p: 0,000 permitió determinar que existieron diferencias estadísticas significativas.

2.2 La medición de la calidad del aire, realizada con los analizadores automáticos de gases proporcionaron los siguientes resultados:

- a. El valor promedio para el monóxido de carbono fue de 147,305 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; asimismo el mayor valor registrado fue de 846,743 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el menor valor fue 0,173 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; el valor promedio se encuentra por debajo del LMP establecido por el ECA establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM (10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- b. El valor promedio para sulfuro de hidrógeno fue de 1,652 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; asimismo el mayor valor registrado fue de 3,061 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el menor valor fue 0,502 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; el valor promedio se encuentra por debajo ECA establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- c. El valor promedio para dióxido de azufre fue de 1,626 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; asimismo el mayor valor registrado fue de 2,576 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el menor

- valor fue 0,555 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; el valor promedio se encuentra por debajo ECA establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- d. El valor promedio para dióxido de nitrógeno fue de 2,176 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; asimismo el mayor valor registrado fue de 58,082 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el menor valor fue 0,011 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; el valor promedio se encuentra por debajo ECA establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- e. El valor promedio para la concentración de ozono fue de 35,786 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; asimismo el mayor valor registrado fue de 55,376 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el menor valor fue 18,890 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; el valor promedio se encuentra por debajo ECA establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Material Particulado ($\text{MP}_{2,5}$) (Tabla 20)

$$C = (P_f - P_i) / V_c \quad \text{en} \quad \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Términos de la fórmula para determinar la concentración de $\text{MP}_{2,5}$:

Pi = Peso inicial de filtro en microgramos (μg).

Pf = Peso de filtro después de muestreo en microgramos (μg)

Vc = Volumen corregido del Micro Vol 1100 en metros cúbicos (m^3).

Tabla 20: Concentración de Material Particulado $\text{MP}_{2,5}$.

Criterio	Unidad de Medición	Valores	D.S. N° 003-2017-MINAM
Peso inicial de Filtro (Pi)	g	0.14190	Anual: $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	μg	141900	
Peso de filtro después de muestreo (Pf)	g	0.14196	24 horas: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	μg	141960	
Volumen Corregido (Vc)	m^3	3.9921	
Concentración de $\text{PM}_{2,5}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.0297	

Fuente: ECO PLANET EIRL

Elaboración: Propia.

2.3 En cuanto al clima, las variables meteorológicas medidas con la Estación meteorológica fueron las siguientes:

- a. **La presión atmosférica aprox: Atmósfera.**
- b. **La temperatura ambiental,** varió desde 26,1 °C hasta 28,4 °C en el lugar monitoreado, con un valor promedio de 26,9 °C. La temperatura promedio del agua en el punto de muestreo M-1 es de 26,5. La temperatura del agua residual en el punto de muestreo M-2 es de 37 °C, siendo más alta, debido a la incorporación de las agua residuales urbanas.
- c. **La velocidad del viento,** durante el tiempo de monitoreo varió desde 0,22 hasta 1,80 m/s. La Dirección predominante del viento fue de SW-NE (figura 18).

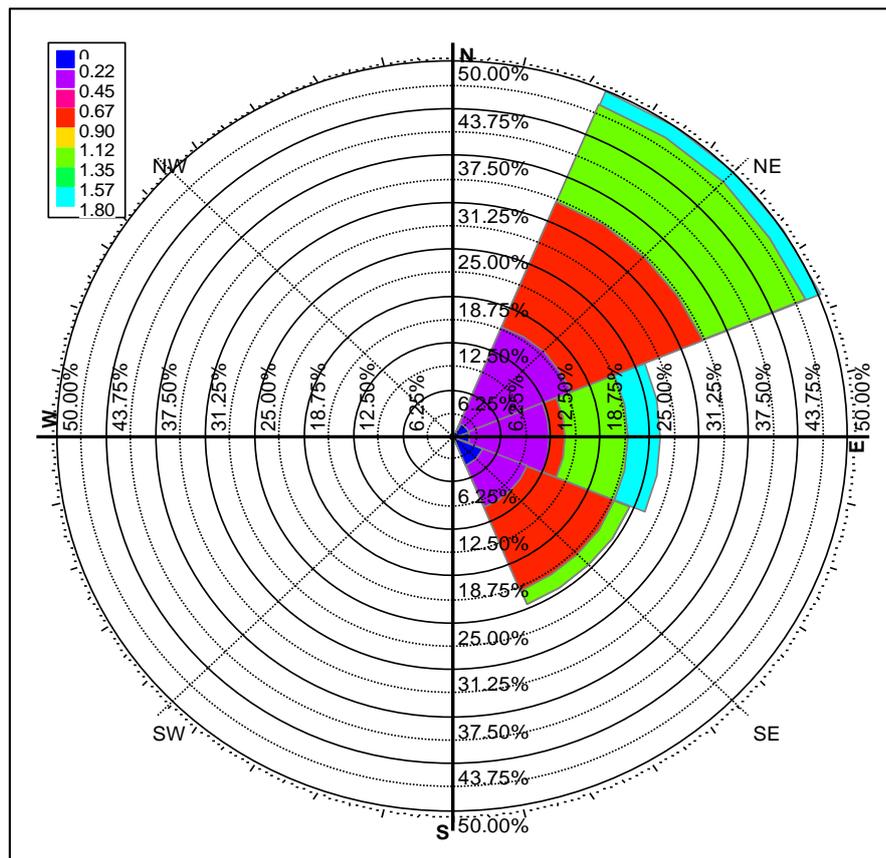


Figura 18: Rosa de los Vientos.

Fuente: Elaboración propia.

- d. **La humedad relativa,** varió desde 75,0% hasta 81,0% en el lugar monitoreado, con un valor promedio de 78,0%.

- e. **El punto de rocío**, varió desde 22 °C hasta 23,7 °C en el lugar monitoreado, con un valor promedio de 22,9 °C.
- f. **El menor valor de la radiación solar**, en la zona monitoreada fue de 155 w/m² y el mayor se registró en 686 w/m².
- g. **El índice de radiación ultravioleta**, durante el tiempo de monitoreo varió desde 1 hasta 4,3.
Estos valores obtenidos alcanzan la categoría de exposición moderado, según lo establecido por la OMS, 2003.
- h. **Los valores del ruido (dBA)** determinados durante el monitoreo, no superaron los 80 dBA establecido como LMP por el D.S. N° 085-2003-PCM (ECA Ruido) horario diurno, los resultados se muestran en la Tabla 21, figura 18 se detalla en comportamiento del nivel de ruido en los nueve puntos monitoreados.

Tabla 21: Niveles de ruido ambiental en el margen derecho del río Tumbes, Mayo de 2017.

Punto de	Nivel de ruido (dBA)				
	LAeqt	LCpeak	Lamin	Lamax	LMP
1	47.9	61.6	39.1	57.3	80
2	53.6	65.1	37.3	62.4	80
3	54.0	62.8	35.3	61.1	80
4	48.0	63.8	37.5	56.9	80
5	56.8	58.5	33.7	62.9	80
6	52.5	62.3	34.9	56.0	80
7	50.5	61.6	35.2	56.1	80
8	56.5	62.3	35.4	59.2	80
9	55.6	61.2	36.1	51.6	80

Fuente: ECOPLANET EIRL.

Elaboración: Propia.

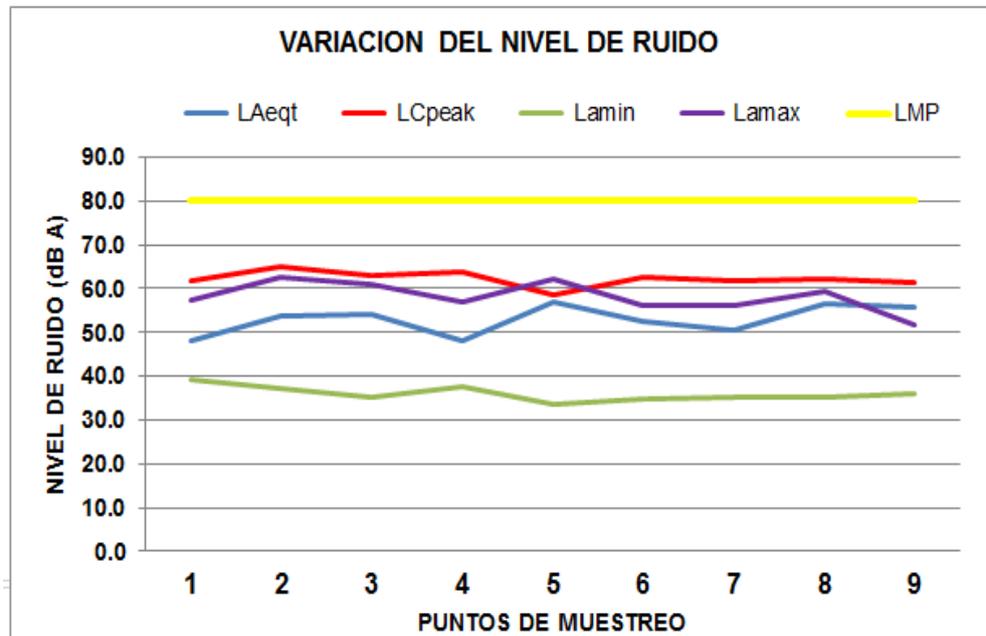


Figura 19: Variación de niveles de ruido, comparados con el LMP. En borde derecho del río Tumbes.

Fuente: **Elaboración:** Propia.

2.4 Flora y fauna

Respecto a la flora, en los tres transectos determinados en el lado derecho del río Tumbes se identificaron solo 26 especies, existiendo ausencia en cantidad de estas especies, debido a las descargas de aguas residuales y con altas temperaturas (en el punto de muestreo M-2 es de 37 °C, siendo más alta respecto a los puntos M-1 y M-3) que interfieren con la reproducción de las especies naturales (Tabla 22).

Tabla 22: Especies de flora identificadas en tres transectos del lado derecho del río Tumbes.

NÚMERO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	TRANSECTO		
			A	B	C
1	<i>Amaranthus spinosus</i>	Bledo Macho	25	35	10
2	<i>Trianthema portulacastrum</i>	Verdolaga de Hoja Ancha	38	42	25
3	<i>Ricinus comunes</i>	Higuera	38	47	15
4	<i>Convolvulus sp</i>	Correhuela	17	12	0
5	<i>Boerhabia erecta</i>	Falsa pega pega	13	11	0
6	<i>Mimosa sp</i>	Minosa	35	45	5
7	<i>Ipomoea sp</i>	Campanilla	12	10	0
8	<i>Phyllivertia sp</i>		15	18	0
9	<i>Lycopersicum pimpinellifolium</i>	Tomate de Campo	35	29	9
10	<i>Asadiracta indica</i>	Arbol del Nin	11	9	0
11	<i>Momordica charantia</i>	Papayita de Soña	25	15	0
12	<i>Proposis pallida</i>	Algarrobo	12	8	12
13	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Azote de cristo	18	22	7
14	<i>Cucumis dipraceutus</i>	Jabonillo de campo	0	25	7
15	<i>Cajanus cajan</i>	Frijol de Palo	10	7	0
16	<i>Musa sp</i>	Platano	0	3	0
17	<i>Muntingia calabura</i>	Cerezo de campo	50	65	20
18	<i>Lycopersicum pimpinellifolium</i>	Flores asulitas	28	32	8
19	<i>Uncaria tomentosa</i>	Uña de Gato	8	10	0
20	<i>Tessaria absinthioides</i>	Pajaro Bobo	35	28	0
21	<i>Chloroleucon chacoense</i>	Overo	30	33	8
22	<i>Typha</i>	Totora	35	37	0
23	<i>Zea mays</i>	Maiz	9	0	0
24	<i>Opuntia rastrera</i>	Rastrera	30	34	0
25	<i>Citrullus lanatus</i>	Sandia	1	0	0
26	<i>Pennisetum sp</i>	Gramalote	40	38	100

Fuente: Elaboración propia.

Índices de biodiversidad Alfa

El índice de Shannon- Wiener para el transecto A fue de 3,021.

El índice de Shannon- Wiener para el transecto B fue de 2,939.

El índice de Shannon- Wiener para el transecto C fue de 2,019.

Índices de biodiversidad Beta

Whittaker	:	0,3
Harrison	:	0,15
Cody	:	8
Routledge	:	0,075 317
Wilson-Shmida	:	0,4
Mourelle	:	0,2
Harrison 2	:	0,041 667
Williams	:	0,076 923

La fauna es afectada por las aguas contaminadas, en la zona de estudio solo existen nueve especímenes y la ausencia total de especies de vida acuática, a causa de las aguas con diversos contaminantes (Tabla 23).

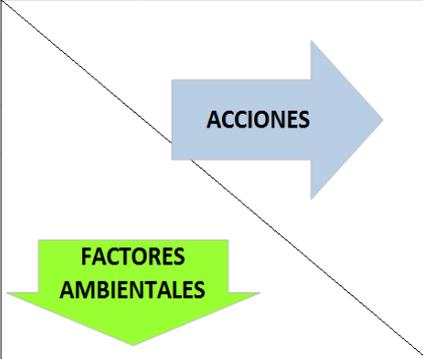
Tabla 23: Especímenes de fauna avistadas en la zona de estudio cercana al vertimiento del agua residual de la ciudad de Tumbes.

Número	Nombre Científico	Nombre Común	Transecto		
			A	B	C
1	Canis Lupus	Perro	6	0	0
2	Coragyps	Gallinazo	12	0	0
3	Ardea alba	Garza Blanca	5	1	0
4	Alcedo atthis	Martín Pescador	4	3	0
5	Iguana iguana	Iguana verde	1	0	0
6	Lepidoptera	Mariposa Amarilla	11	7	8
7	Psammmodromus	Lagartijas	7	5	0
8	Culicidal	Zancudo			
9	Musca domestica	Mosca			

Fuente: Elaboración propia.

3. La valoración de los impactos ambientales significativos, del entorno (suelo, agua, aire, clima, flora y fauna) fue de calificación de impacto negativo, siendo los valores siguientes: Suelo: -8; agua: -10; aire: -9; flora: -3 y fauna: -2. Estos resultados se detallan a continuación, en la matriz bidimensional de impactos ambientales (Tabla 24).

Tabla 24: Matriz bidimensional de impactos ambientales significativos por el vertimiento directo del agua residual urbana producida en la ciudad de Tumbes en la parte derecha del río Tumbes.

		VERTIMIENTO DEL ARU AL RIO TUMBES						FACTORES MAS IMPACTA
		PLANTA						
		ACOPPIO DE AGUA RESIDUAL (CISTERNA ESTACION COLOMA)	VERTIMIENTO DEL AGUA RESIDUAL URBANA AL RIO	AGRICULTURA	RIEGO	CANALES	USO DOMESTICO DE AGUA RIO TUMBES	
ACTIVIDADES MAS IMPACTANTES:		-7	-69	26	3	-9	-10	
1. SUELO	RECURSOS NATURALES		-4	-2	-2			-8
	ECOSISTEMA SUELO		-2		-1			-3
	RELIEVE Y FORMA			2		-1		1
2. AGUA	2.1. AGUA SUPERFICIAL							0
	DISPONIBILIDAD		-5					-5
	USO		-5				-5	-10
	CALIDAD		-5					-5
	2.2. AGUA SUBTERRANEA							0
	USO						-2	-2
3. AIRE	CALIDAD		-2	-3	-3	-1		-9
	CALIDAD (GASES, PARTICULAS)	-2	-2					-4
	CLIMA (MICRO, MACRO)			3				3
	NIVEL DE OLORES	-3	-4		-1	-1		-9
4. FLORA	ARBOLES							0
	ARBUSTOS							0
	CULT. PLATANO			3	3			6
	CULT. DE MAIZ			3	3			6
	OTROS CULTIVOS			3	3			6
	MICROFLORA		-2		1			-1
	PLANTAS ACUATICAS		-3					-3
	ESPECIES EN PELIGRO		-2		1			-1
5. FAUNA	AVES		-1	2		-2		-1
	ANIMALES TERRESTRES, INCLUSO REPTILES		-2	2		-2		-2
	PECES		-5					-5
	MICROFAUNA		-5	2				-3
6. POBLACION	6.2 ASPECTOS HUMANOS							0
	CALIDAD DE VIDA			2				2
	SALUD Y SEGURIDAD		-4		-2	-2	-3	-11
	EMPLEO			3	2			5
	RECREATIVOS							0
	PESCA		-5					-5
	BAÑO (ZONA DE RECREO)		-5					-5
VISTAS PANORAMICAS Y PAISAJE		-1					-1	
7. PAISAJE	ESTETICA E INTERES HUMANO			2				2
	VISTAS ESCENICAS Y PANORAMICAS			2				2
	CUALIDADES NATURALES	-2		2	-1			-1
8. RELACIONES ECOLOGICAS	EUTROFIZACION		-5					-5
	VECTORES ENFERMEDADES INSECTOS	-2	-4		-3	-3		-12
	INVASION DE MALES		-4			-1		-5

LEYENDA

IMPACTO POSITIVO	+
IMPACTO NEGATIVO	-
Critico	5
Severo	4
Muy Significativo	3
Significativo	2
Poco significativo	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Matriz de jerarquización de impactos ambientales producidos por el vertimiento directo del agua residual urbana producida en la ciudad de Tumbes sobre la parte derecha del río Tumbes.

		VERTIMIENTO DEL ARU AL RIO TUMBES						FACTORES MAS IMPACTADOS
		PLANTA						
		ACOPPIO DE AGUA RESIDUAL (CISTERNA ESTACION COLOMA)	VERTIMIENTO DEL AGUA RESIDUAL URBANA AL RIO	AGRICULTURA	RIEGO	CANALES	USO DOMESTICO DE AGUA RIC TUMBES	
ACTIVIDADES MAS IMPACTANTES:		-7	-69	26	3	-9	-10	
1. SUELO	RECURSOS NATURALES		-4	-2	-2			-6
	ECOSISTEMA SUELO		-2		-1			-3
	RELIEVE Y FORMA			2		-1		1
2. AGUA	2.1. AGUA SUPERFICIAL							0
	DISPONIBILIDAD		-5					-5
	USO		-5				-5	-10
	CALIDAD		-5					-5
	2.2. AGUA SUBTERRANEA							0
	USO						-2	-2
3. AIRE	CALIDAD		-2	-3	-3	-1		-9
	CALIDAD (GASES, PARTICULAS)	-2	-2					-4
	CLIMA (MICRO, MACRO)			3				3
	NIVEL DE OLORES	-3	-4		-1	-1		-9
4. FLORA	ARBOLES							0
	ARBUSTOS							0
	CULT. PLATANO			3	3			6
	CULT. DE MAIZ			3	3			6
	OTROS CULTIVOS			3	3			6
	MICROFLORA		-2		1			-1
	PLANTAS ACUATICAS		-3					-3
ESPECIES EN PELIGRO		-2		1			-1	
5. FAUNA	AVES		-1	2		-2		-1
	ANIMALES TERRESTRES, INCLUSO REPTILES		-2	2		-2		-2
	PECES		-5					-5
	MICROFAUNA		-5	2				-3
6. POBLACION	6.2 ASPECTOS HUMANOS							0
	CALIDAD DE VIDA			2				2
	SALUD Y SEGURIDAD		-4		-2	-2	-3	-11
	EMPLEO			3	2			5
	RECREATIVOS							0
	PESCA		-5					-5
	BAÑO (ZONA DE RECREO)		-5					-5
VISTAS PANORAMICAS Y PAISAJE		-1					-1	
7. PAISAJE	ESTETICA E INTERES HUMANO			2				2
	VISTAS ESCENICAS Y PANORAMICAS			2				2
	CUALIDADES NATURALES	-2		2	-1			-1
8. RELACIONES ECOLOGICAS	EUTROFIZACION		-5					-5
	VECTORES ENFERMEADES INSECTOS	-2	-4		-3	-3		-12
	INVASION DE MALES		-4			-1		-5

LEYENDA	
RANGOS DE VALORACION DE	
CRÍTICO	401 a 50
UY SIGNIFICATIVO	201- 400
SIGNIFICATIVO	61 - 200
CO SIGNIFICATIVO	16 - 60
DA SIGNIFICATIVO	0-15
RANGOS DE VALORACION DE	
UY SIGNIFICATIVO	201- 400
SIGNIFICATIVO	61 - 200
CO SIGNIFICATIVO	16 - 60
DA SIGNIFICATIVO	0-15

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

A partir de los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación se acepta la hipótesis que establece, que los sistemas de eliminación de aguas residuales urbanas en la ciudad de Tumbes generan impactos ambientales negativos significativos sobre la calidad del agua del río Tumbes. Estos resultados guardan relación con lo que sostienen varios investigadores, entre ellos por Culqui y Culqui (2014, p.179) quienes determinaron impactos negativos al determinar la presencia de **Coliformes termotolerantes** y otros contaminantes, debido al vertimiento de aguas residuales domésticas de las ciudades de Reque, Monsefú y Chongoyape, en el río Chancay-Lambayeque.

Esto concuerda también con lo que indica León (1995) y la Autoridad Nacional del Agua (2013), en impactos considerados negativos debido a las descargas de los drenes 6000 y 7000- Lambayeque y de los vertimientos domésticos y municipales de poblaciones ubicadas en la ribera del río Lambayeque.

En el caso de los altos niveles en SST en el río Tumbes, estudiados por Puño (2010) y Cánepa (2013) se deben a que éste acarrea aguas abajo los residuos líquidos y sólidos de la ciudad, sin tratamiento alguno además de los sedimentos de tierra introducida por efecto de las mareas.

Para los fosfatos, sulfatos y nitratos en el punto de monitoreo en el río Tumbes a 1,5 Km del mar, Puño (2010) muestra niveles más altos para las dos épocas (secas y lluviosas), descartándose una posible relación con el agua de mar, pero sí es posible que la principal fuente sean las descargas de aguas residuales domésticas crudas de la ciudad de Tumbes, vertidas por la estación de bombeo Coloma.

El agua residual producida en la ciudad de Tumbes vertida sin tratamiento alguno desde la estación Coloma al río Tumbes genera impactos ambientales negativos significativos sobre la mayoría de los factores ambientales del entorno. Sin embargo impactos poco significativos se pueden verificar sobre algunas actividades agrícolas, ello concuerda con lo expuesto por Rolim (2000) citado por Vargas Machuca (2018, p. 28) quien menciona que el agua residual sin ningún tratamiento puede generar epidemias originadas por bacterias, virus, nematodos y huevos de helmintos en los seres humanos expuestos. Igualmente, Rolim (2000, p.10) expresó que se debe tratar el agua residual urbana o industrial que es vertida a cauces de ríos, para minimizar los riesgos de problemas ambientales y de la salud humana.

Puño (2010), en su investigación de la determinación de la calidad del recurso hídrico del río Puyango Tumbes, respecto a las fuentes contaminantes, concentración de metales pesados, el comportamiento de la temperatura en las diversas estaciones de monitoreo, determinó valores máximos en las estaciones durante los años 2004 y 2005. El valor mínimo se alcanzó en la época lluviosa en la estación P01 durante el año 2004. El comportamiento del pH es muy variable y no guarda ningún patrón visible, sin embargo existe un dato por resaltar, el encontrado en la estación P05 (Bocatoma de la Peña durante el 2004) en la estación húmeda, debido a que son valores ácidos, los cuales podrían disolver metales pesados que se encuentran en los sedimentos y transferirlos al agua.

Esta información es acorde con los resultados en el presente estudio de investigación, como indicaremos a continuación.

Respecto al pH del agua residual de la ciudad de Tumbes que se bombea desde la cisterna denominada fuerte Coloma hasta el río Tumbes, es variable, en este caso presentó un pH de 6,84, que está dentro de los LMP fijados por el D.S. 003-2010-MINAM.

En cuanto a la concentración de aceites y grasas, en la muestra (M-2), presentó un valor de <0,99 mg/L, muy por debajo de los 05 mg/L fijado D.S. N° 004-2017-MINAM (agua categoría 3; D1: riego de vegetales).

En la muestra (M-3), la concentración de aceites y grasas presentó un valor de 14,47 mg/L, superando los ECA fijados en el D.S. N° 004-2017-MINAM (aguas categoría 3; D1: riego de vegetales).

La concentración de aceites y grasas del agua residual urbana de Tumbes presentó un valor de 35,93 mg/L, superando los 20 mg/L fijado por el DS 003-2010-MINAM. Esto se atribuye a la elevada cantidad de aceites y similares que se utilizan en las labores culinarias de los hogares de la ciudad de Tumbes y al vertimiento de lubricantes usados por parte de usuarios en centros de aceite vehicular.

En la muestra de agua (M-2), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y demanda química de oxígeno (DQO) presentaron valores de <2,0 mg/L y 14,39 mg/L respectivamente, estos valores se encuentran por debajo de los ECA fijado por el DS 004-2017-MINAM (agua categoría 3; D1: riego de vegetales).

En la muestra de agua (M-3), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y demanda química de oxígeno (DQO) presentaron valores de <98,77 mg/L y 241,4 mg/L respectivamente, estos valores superan los límites máximos permisibles fijados por el ECA AGUA, categoría 3; (D1: riego de vegetales) establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) superó los 100 mg/L fijado por el D.S. 003-2010-MINAM atribuible directamente a alto consumo de oxígeno disuelto por los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica presente en el agua residual urbana generada en la ciudad de Tumbes con una DBO₅ de 199,4 mg/L.

La demanda química de oxígeno (DQO) superó en más del 100% los 200 mg/L fijado como LMP por el D.S. 003-2010-MINAM, y está relacionada directamente con la materia orgánica presente en el agua residual urbana de la ciudad de Tumbes, con una DQO de 431,7 mg/L.

Respecto a la microbiología del agua, en la muestra de agua (M-3) 100 metros después del punto de descarga del ARU, los Coliformes termo tolerantes (Fecales) y *Escherichia coli* presentaron valores de 33×10^5 NMP/100mL cada uno, estos resultados superan ampliamente los ECA establecidos para aguas categoría 3 (D1: riego de vegetales) fijados por el D.S. 004-2017-Minan.

Los Coliformes termotolerantes (fecales) registrada fue de 2 200 000 NMP/100mL, cifra que superó en 2% el LMP de 1 000 NMP/100 mL fijado por el DS 004-2017-MINAM (ECA Agua, Categoría 3), atribuible al nulo tratamiento del agua residual producida en la ciudad de Tumbes y que se vierte sin tratamiento alguno al cauce del río Tumbes, a la falta de criterio ambiental de Aguas de Tumbes S.A. entidad que administra todo el sistema de alcantarillado, a la falta de vigilancia del Organismo Estatal de Fiscalización Ambiental (OEFA), desinterés del Gobierno Regional de Tumbes y de la Municipalidad Provincial de Tumbes quienes por ley deben evitar la contaminación ambiental del río Tumbes.

En la muestra de agua (M-2), 100 metros antes del punto de descarga del ARU, la cantidad de Coliformes termotolerantes (fecales) y *Escherichia Coli* presentaron valores de 460 NMP/100mL y 330 NMP/100mL respectivamente, estos resultados se encuentran por debajo de los ECA fijados por el D.S. 004-2017-MINAM.

En la muestra (M-3), la concentración de metales pesados y peligrosos como el cadmio, cromo, mercurio, plomo, aluminio, arsénico, hierro y zinc, estos se encuentran en bajas concentraciones por debajo de los ECA establecidos en el D.S. 004-2017-MINAM (agua categoría 3 (D1: riego de vegetales)).

En la muestra (M-1), el cadmio, cromo, mercurio, plomo, aluminio, arsénico, hierro y zinc, también se encontraron en bajas concentraciones, por debajo de los LMP establecidos en agua categoría 3 (D1: riego de vegetales) del DS 004-2017-MINAM.

Sin embargo, la concentración de boro en los resultados de las muestras M-2 y M-3, 100 metros antes y 100 metros después del punto de descarga del ARU, la concentración de boro sobrepasa los ECA fijados por la norma, dicho esto asumimos que el agua del río Tumbes viene con un valor elevado de boro, ajeno a las actividades del vertimiento de agua residuales de la ciudad de Tumbes.

Las acciones evaluadas que más impactos ambientales significativos negativos generó el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes sobre los factores ambientales fueron, el acopio de agua residual (cisterna de la estación Coloma), vertimiento de agua residual al río Tumbes (que ha generado elevada temperatura promedio de 37 °C, en el punto de muestreo M-2, debido a la incorporación de agua residuales urbanas, a la energía liberada en las reacciones bioquímicas, y además el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire y las temperaturas registradas de las aguas residuales son más altas que la temperatura del aire), agricultura, riego, canalización del agua para riego y el uso doméstico de agua del río Tumbes (contaminada), siendo el vertimiento directo del agua residual urbana al río Tumbes la acción de más impactos negativos significativos con una valoración de - 69.

Se proponen acciones viables para enfrentar y solucionar un problema que desde hace muchos años atañe a autoridades y tomadores de decisiones que solo ven en el río Tumbes un lugar a donde no se debe acudir, sin embargo, hay un principio que indica que el agua residual no es un residuo que botar sino un recurso que reaprovechar.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES

1. Es necesario recuperar la naturaleza del agua, realizando estudios para continuar con el diagnóstico de la eliminación de aguas residuales urbanas en la ciudad de Tumbes que generan impactos ambientales negativos significativos sobre la calidad del agua del río Tumbes y se efectúen soluciones necesarias para mejorar la calidad, ya que la presencia de elevada población de contaminantes como aceites y grasas, coliformes termotolerantes, DBO5, DQO y otros, fueron muy elevados en relación con el LMP fijado por el DS 004-2017 MINAM que indica que el valor no debe exceder de 1 000 NMP/100mL. (Tablas 9 y 18). Esto convierte al agua en sustancia peligrosa, ya que estas bacterias pueden ocasionar enfermedades entéricas que disminuyen la calidad de vida del ser vivo.
2. Es fundamental restablecer los daños causados sobre los factores ambientales del entorno como el suelo, aire, clima, flora y fauna que vienen siendo afectados por el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes.

Se debe disponer y hacer cumplir una norma legal que permita proteger a estos factores de la contaminación por las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes, y; en el caso de los ya contaminados, identificarlos y caracterizarlos utilizando para ello una metodología normalizada y técnicamente rigurosa para su tratamiento y recuperación de lo contaminado por compuestos tóxicos y peligrosos.

Se debe cuidar la calidad del aire, monitoreándolo de manera rápida y eficiente ya que existen actualmente analizadores automáticos de gases

que permiten medir la concentración de gases tóxicos en el aire, tales como los valores resaltantes en nuestros registros fueron de Monóxido de Carbono $147,305\ 4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$; Sulfuro de Hidrógeno $3,061\ 6\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, Dióxido de Azufre $2,576\ 0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, Dióxido de Nitrógeno $58,082\ 5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ y de Ozono que fue de $55,376\ 5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si bien es cierto estos valores promedio se encuentra por debajo de los ECA establecidos en el D.S. N° 003-2017-MINAM, es preocupante para todos porque sabemos que la mayor cantidad de aguas residuales urbanas se debe a la expansión de la población urbana, por lo tanto, aumenta también la contaminación generada por las aguas residuales de la ciudad de Tumbes.

3. Respecto al **clima**, se puede evitar los cambios considerables de temperatura y mitigar posteriores acciones al cambio climático a consecuencia de la indebida eliminación de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes, realizando los estudios respectivos con una estación meteorológica que inmediatamente registre los valores de distintos parámetros como es el de la temperatura que en la presente investigación varió desde un valor promedio de $26,5\ ^\circ\text{C}$ en el primer punto de muestreo hasta $37\ ^\circ\text{C}$ en el punto monitoreado del agua residual, debido a la incorporación de los contaminantes.

4. Se puede mitigar los impactos negativos o daños producidos en la **flora** y en la **fauna** cercana al sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes, con técnicas de monitoreo que ayuden en el estudio de mejoras de la calidad del agua del río Tumbes, generando mejoras en la reproducción de las especies vegetales, evitando la mortalidad de la vida acuática y otros impactos negativos. Véase las tablas 22 (solo con 26 especies subsistentes de flora) y la tabla 23 (solo con 26 especímenes subsistentes de fauna). La pérdida de flora y fauna ha ocasionado también daños sobre el paisaje, en cuanto a la disminución de la calidad visual y dificultad de acceso a las zonas de influencia básicamente por la margen derecha del río.

5. Para mejorar el procedimiento de **eliminación del agua** residual urbana de la ciudad de Tumbes al río, es necesario que el Estado, mediante nuestras autoridades departamentales, efectúe un plan de inversión que contemple la adquisición de un equipo con separadores de fases como el denominado TRICANTER, el mismo que separa el agua residual de las grasas, aceites y los sólidos, luego con el tratamiento adecuado de uso de lámpara de radiación UV o con Ozonizadores, se mitiga la contaminación, básicamente la que se encuentra en abundante población como es la de Coliformes termotolerantes, la concentración de sólidos suspendidos totales y la demanda bioquímica de oxígeno existente, este valioso recurso hídrico quedaría listo para depositarlo en la cámara de bombeo para su posterior vertimiento al río Tumbes y ser utilizado en las diferentes necesidades o actividades como riego de plantaciones de tallo alto y lo que es más importante se mejora la calidad de vida de todo ser vivo.

6. El empleo de un equipo denominado Tricanter permitirá separar el agua residual de las grasas, aceites y sólidos, seguidamente se da un tratamiento con lámpara de radiación UV o con Ozonizadores, para luego de este tratamiento depositar en la cámara de bombeo para su posterior vertimiento al río Tumbes. De esta manera se reduce la población de los contaminantes del agua llamados Coliformes termotolerantes hasta los LMP establecidos por el DS 004-2017-MINAM ECA AGUA, categoría 3. Así mismo se contribuye científica y tecnológicamente a mitigar los impactos ambientales negativos que se genera por la eliminación incorrecta de las aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes.

CAPÍTULO VII

7. RECOMENDACIONES

Se debe aplicar la propuesta del empleo de un Tricanter, que va a permitir en menor tiempo y con bajo costo, mitigar el problema de la contaminación del río Tumbes generados por la eliminación sin tratamiento de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes. Acerca del Tricanter, ver anexo N° 12

CAPÍTULO VIII

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguas de Tumbes SA. (2011). Descripción de los sistemas operativos Tumbes, Descripción del Sistema de Alcantarillado. Localidad Tumbes. p. 2, disponible en:

http://www.aguasdetumbes.com/pdf/sis_san_tumbes_nuevo_tumbes.pdf

Autoridad Nacional del Agua. (2013). Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú, impactos socio-económicos del vertimiento de aguas residuales sin tratar. p. 5. Disponible en

<http://www.sedapal.com.pe:93/provma/foros15/GIZ%20Alemania.pdf>

Brack, A. y Mendiola, C. (2004). Ecología del Perú. 2a. Ed Lima Bruño. p: 102

Canter, L. (1999). Manual de evaluación de impacto ambiental. Santa Fe de Bogotá, Mc Graw Hill.

Chalarca, D., Mejía, R., Aguirre, N. (2007). Aproximación a la determinación del impacto de los vertimientos de las aguas residuales domésticas del Municipio de Ayapel, sobre la calidad del agua de la ciénaga. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia Print version ISSN 0120-6230 Rev. fac. ing. univ. Antioquia Vol 40. p. 41-58 Medellín Apr/June 2007. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012062302007000200003&script=sci_arttext

Conesa, V. (1997). Instrumentos de la gestión ambiental de la empresa Auditoria Medioambiental, Guía metodológica, Madrid. Mundi-Prensa. p: 43- 61.

Conesa, V. (2015). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, 3ª. ed., Madrid. Mundi-Prensa. P. 45

Corporación Autónoma Regional del Quindío (s/f). Glosario de términos ambientales. Colombia.

Recuperado de:

<https://www.crq.gov.co/Documentos/GLOSARIO%20AMBIENTAL/GLOSARIO%20AMBIENTAL.pdf>

Culqui, M. y Culqui, L. (2014). Niveles de calidad del agua en la Cuenca Chancay Lambayeque - Ciclo Hidrológica 2013 -2014. Tesis Para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias con mención en Ingeniería Ambiental. Escuela de Pos grado. UNPRG. p. 179.

De Torres, D. (1999). Nuevo método para la evaluación de impactos puntuales, Medio Ambiente CANARIAS. Revista 12.

Espinoza, G. (2001). Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo -Centro de Estudios para el Desarrollo - Santiago de Chile. p: 21, Disponible en:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/fundamentos.pdf>

Fair, G., Geyer, J. y D. Ohun. (2001). Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales 1. Ingeniería Sanitaria de Aguas Residuales. Editorial Limusa S.A de C.V. Grupo Noriega Editores. México p:11-15, 21-25, 63-66

Fernández, A. (2010). Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la Agricultura. Proyecto conjunto de FAO, UNW-DPC, UNU-INWEH para el desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en Agricultura. Taller Internacional sobre el uso de aguas residuales en la Agricultura. INFORME DE PAIS PERÚ, Aguas residuales generadas de las actividades productivas y poblacionales, Disponible en:
http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/356/mod_page/content/119/Peru%20INFORME%20DE%20PAIS.pdf

Fondo Nacional Del Ambiente- Perú. (2010). Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú. p. 12
Disponible en:

http://www.fonamperu.org/general/agua/documentos/Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf

Henry, G. y Heinke G. (1999). Ingeniería ambiental; 2a. ed., México. Prentice Hall. p. 167

Hidalgo, M. y Mejía, E. (2010). Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, Cuenca Baja de la Quebrada La Macana, San Antonio de Prado. Municipio de Medellín. Monografía de Investigación Aplicada Para optar el título de Especialistas en Gestión Ambiental. Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería. p. 25, Disponible en: <http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/1304/1/DiagnosticoContaminacionAguasResidualesDomesticas.pdf>

León, G. (1995). Impactos ambientales de los proyectos de uso de aguas residuales. p. 3. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/leon5.pdf>

Metcalf, & Eddy, INC. (1995). Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización. 3a ed. Mc-Graw Hill/ Interamericana de España, Madrid. p:1-13.

Ministerio del Ambiente (2017) D.S. N° 003-2017-MINAM. Estándares de calidad ambiental para aire. ECA AIRE

Ministerio del Ambiente DS 004-2017- MINAM Estándares de calidad ambiental para aire. (ECA AGUA)

Molina, A. y Tigreros, J. (2005). Evaluación preliminar de la remoción de sólidos suspendidos en el sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de Arauca. Universidad Nacional de Colombia sede Arauca, Ingeniería Ambiental p. 6. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4864/1/tesissas.pdf>

Perú Travel (2018). Tumbes. Recuperado de:

<https://www.peru.travel/portals/1/tumbes.pdf>

Peña Chacón, Mario. Gestión integrada de recurso hídrico en la legislación costarricense. 2004.

Puño, N. (2016). Plan de manejo ambiental del recurso hídrico de la cuenca del río Puyango Tumbes. Manglar. Vol. 13(2) p: 53-61.

Quipuzco, L. (2004). Valoración de las aguas residuales en Israel como un recurso agrícola: consideraciones a tomar en cuenta para la gestión del agua en el Perú. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG Vol 7, N° 13, 64-72 (2004) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. ISSN: 1561-0888 (impreso) / 1628-8097 (electrónico) p. 64-72, Disponible en:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/694/547>

Accesado: 26/03/16

Ramos C., Pellón, A., Villafranca, D. Espinosa, M., Escobedo, R. y Álvarez Y. (2005). Tecnología de tratamiento a las aguas residuales de un laboratorio farmacéutico de producción de semisólidos. Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 36, No. Especial, 2005. Dpto. de Estudios sobre Contaminación Ambiental, CNIC. Ave. 25 y calle 158, Cubanacán, Playa, Ciudad de la Habana., MINBAS. Calle 20 de Mayo y Marta Abreu, Plaza, Ciudad Habana. p. 4. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181220525029>

Rolim, S. (2000). Sistemas de lagunas de estabilización. McGraw Hill-Interamericana S.A. Santa Fe de Bogotá. p: 1-20, 23-29. Saneamiento Básico.

<http://www.risaralda-caldas.gov.co/apc-afiles/34383865663662656436343262366233/Saneamiento.pdf>

Solano Arce María del Mar, Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media- alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo, Costa Rica, 2011.

Vásquez, A. (2005). Impactos ambientales de la industria pesquera en el subsistema litoral de Puerto Malabrigo, La Libertad. Tesis Doctor en Medio

Ambiente, Universidad Nacional de Trujillo, Escuela de Post Grado, mimeo vs. pgs.

Vásquez A., Vásquez, O., Díaz, N. y Vásquez W. (2012). Metodología de la Investigación Científica 2a. ed. Impresiones Santa Rosa Chiclayo. p: 23-25.

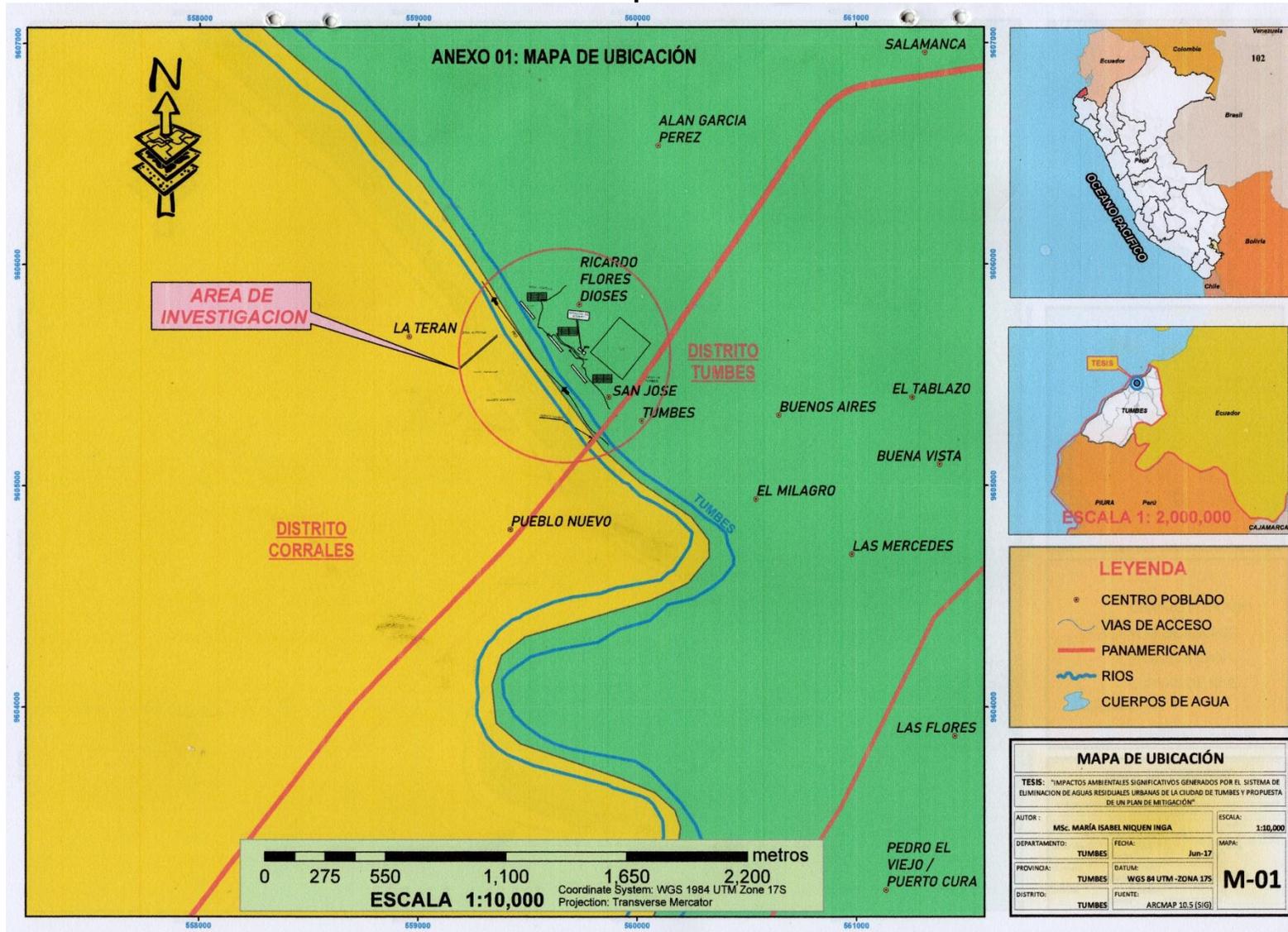
Vargas Machuca, O. (2018) Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales, lagunas de estabilización San José de EPSEL S.A. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias, mención Ingeniería Ambiental, Escuela de Posgrado de la Universidad nacional Pedro Ruiz gallo, Lambayeque p 28)

Wright, H. B. y Cairns, W. (2017). Desinfección de Agua por Medio de Luz Ultravioleta. Technologies Inc. 3020 Gore Road, London, Ontario, Canada N5V 4T7.

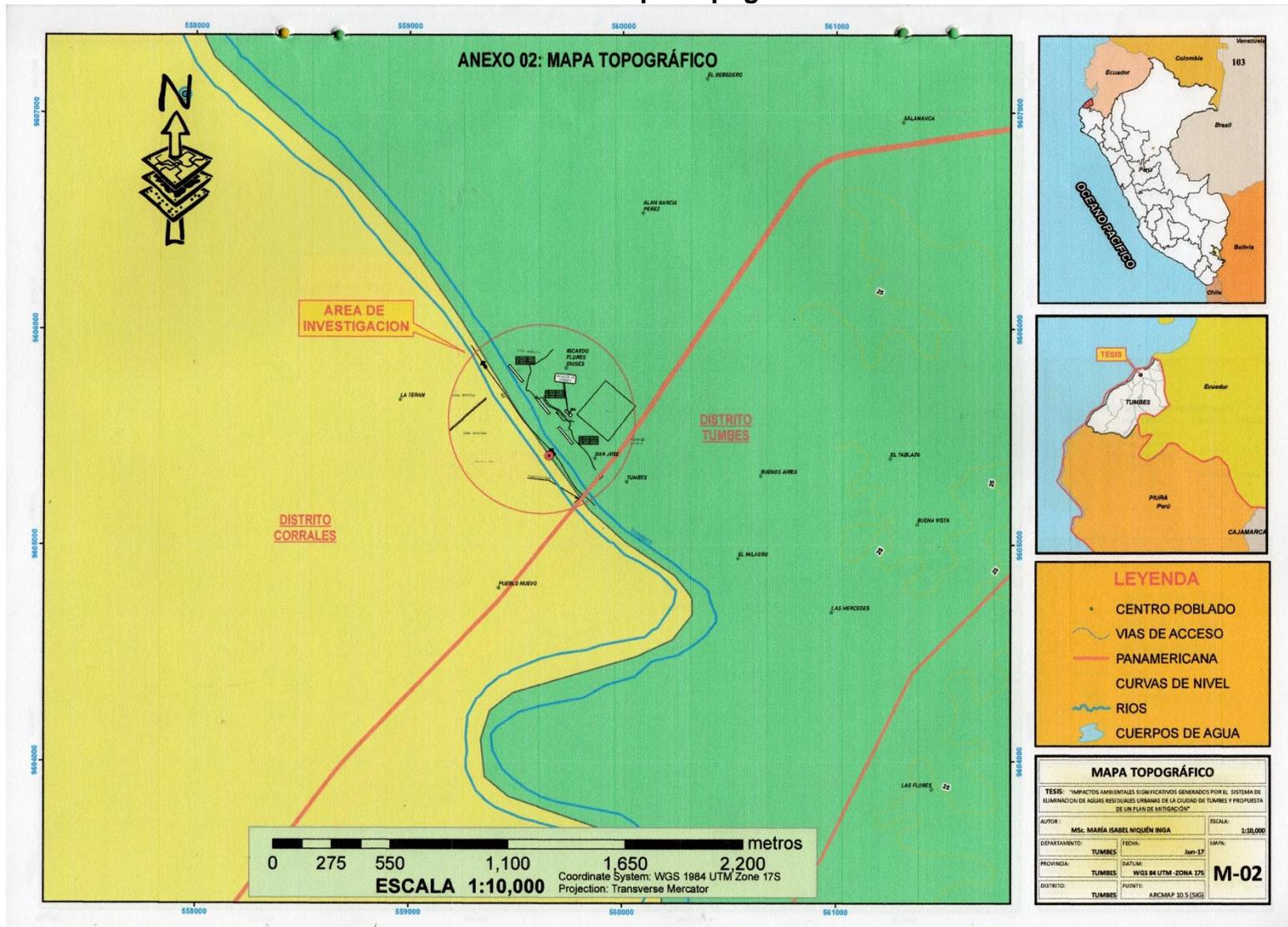
CAPÍTULO IX

9. ANEXOS

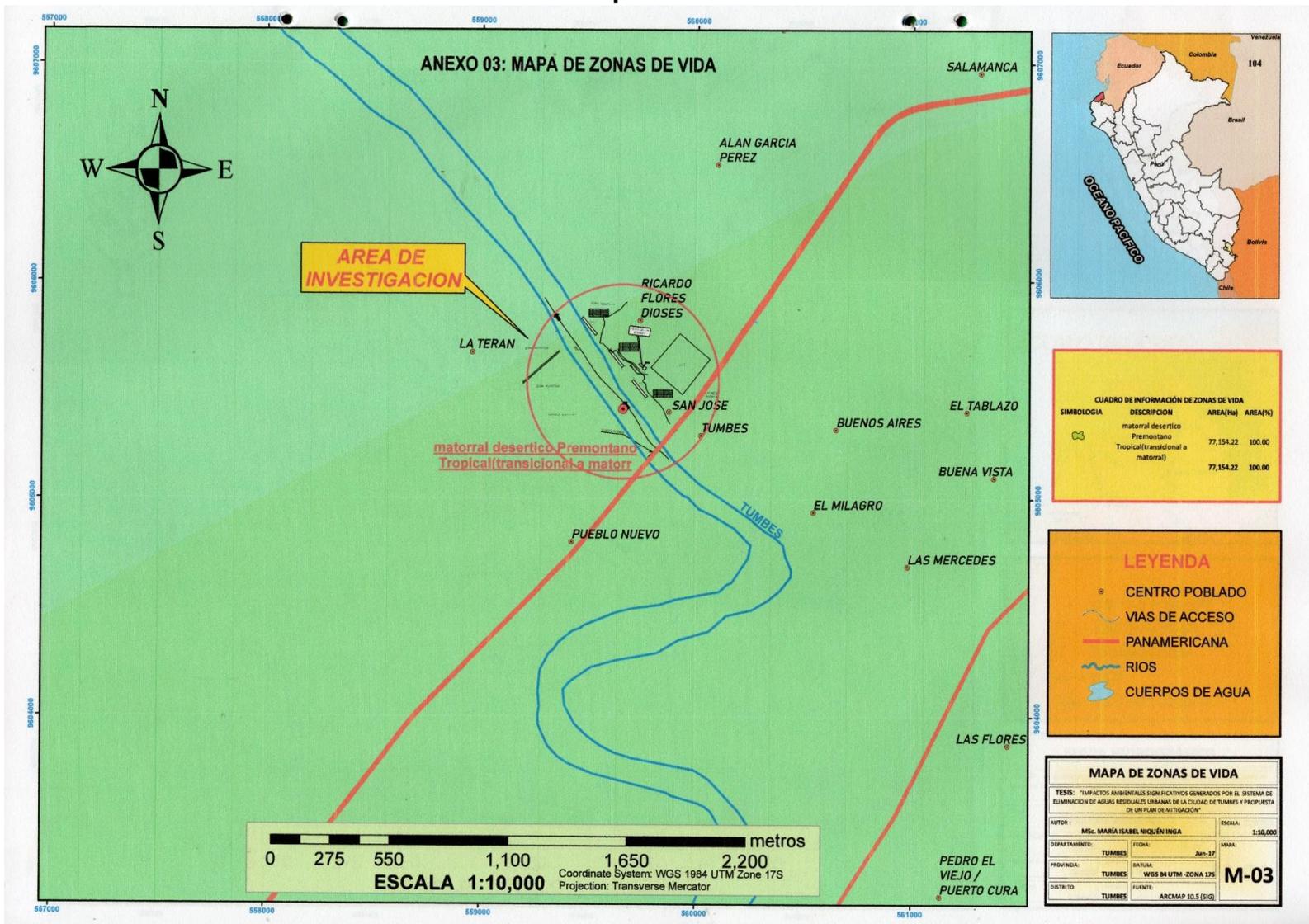
Anexo 1: Mapa de Ubicación



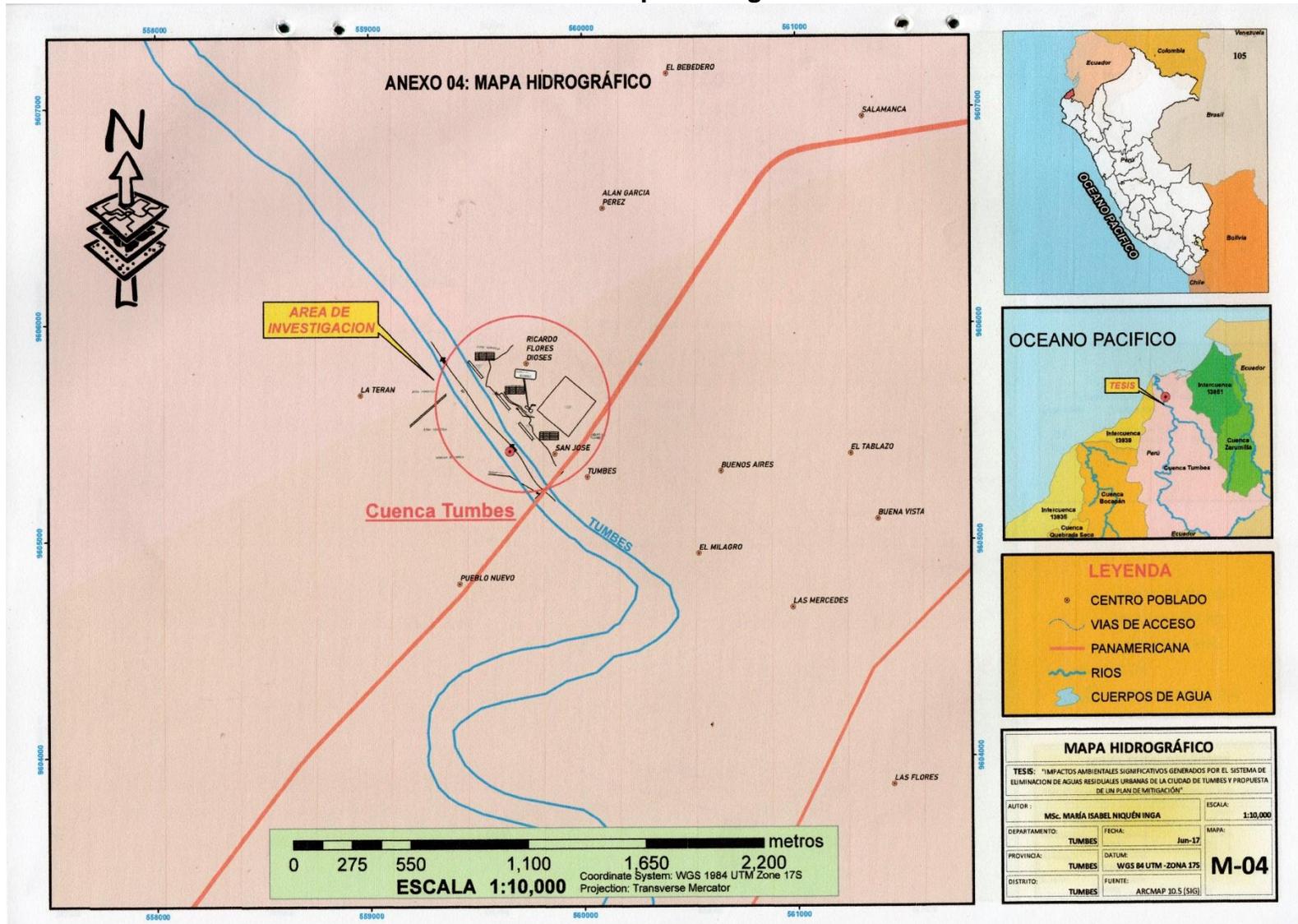
Anexo 2: Mapa Topográfico



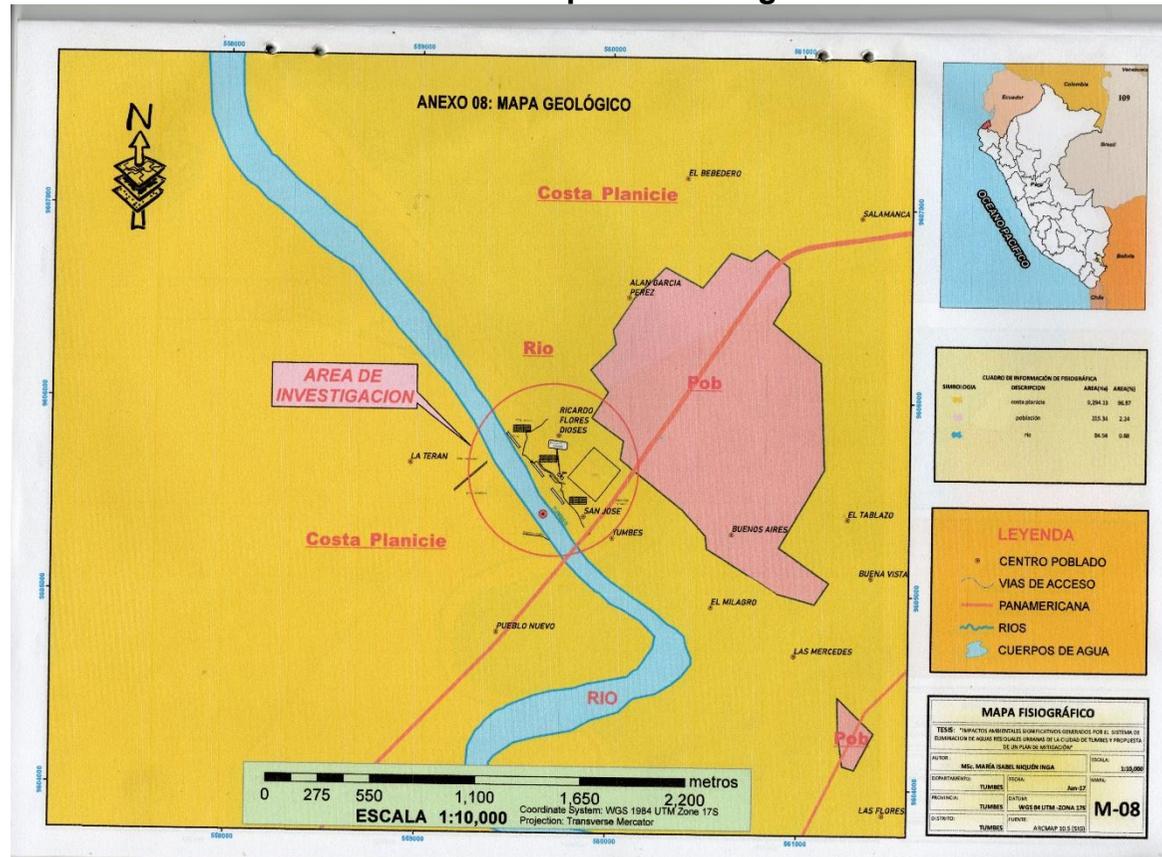
Anexo 3: Mapa de Zonas de Vida.



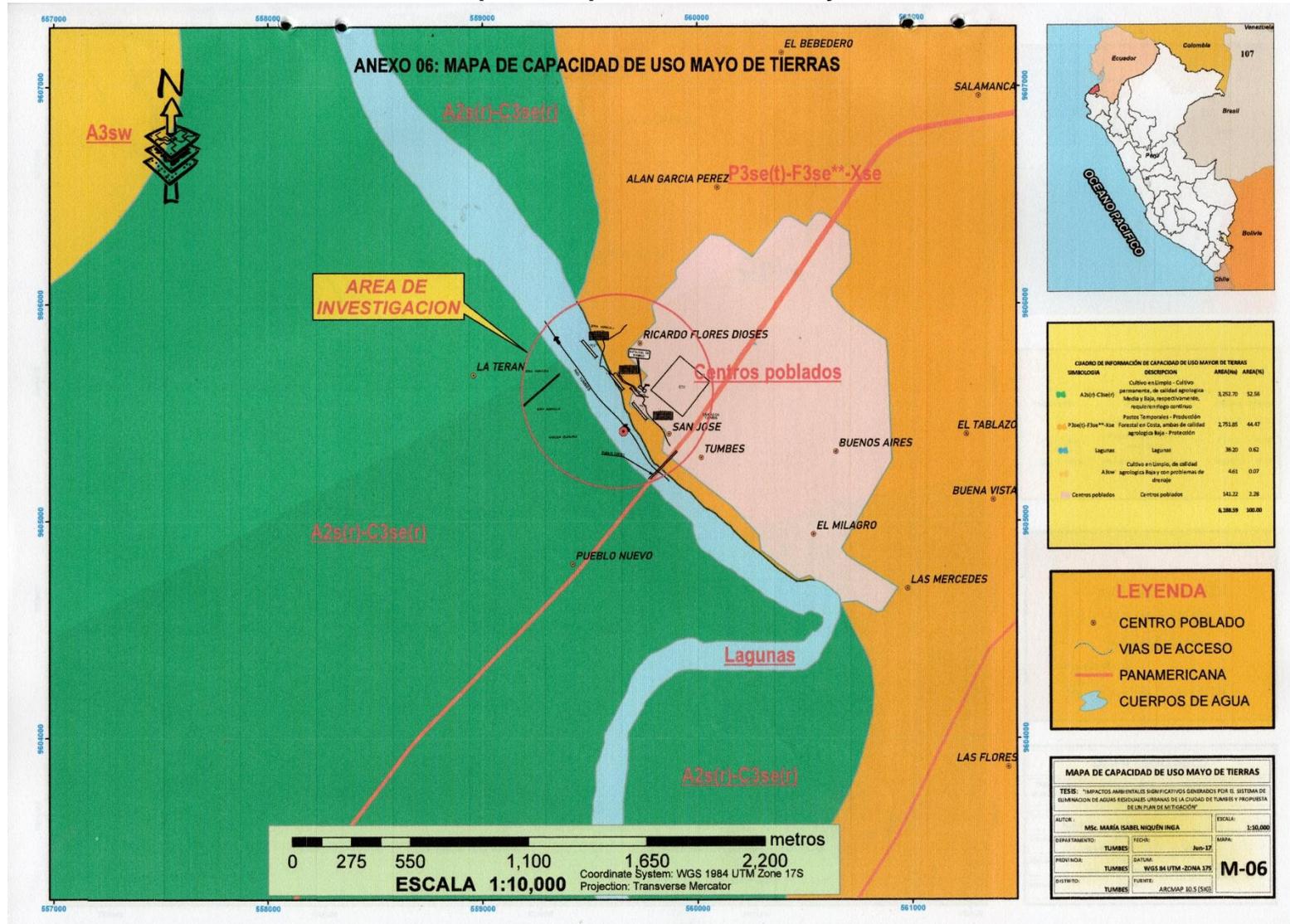
Anexo 4: Mapa Hidrográfico



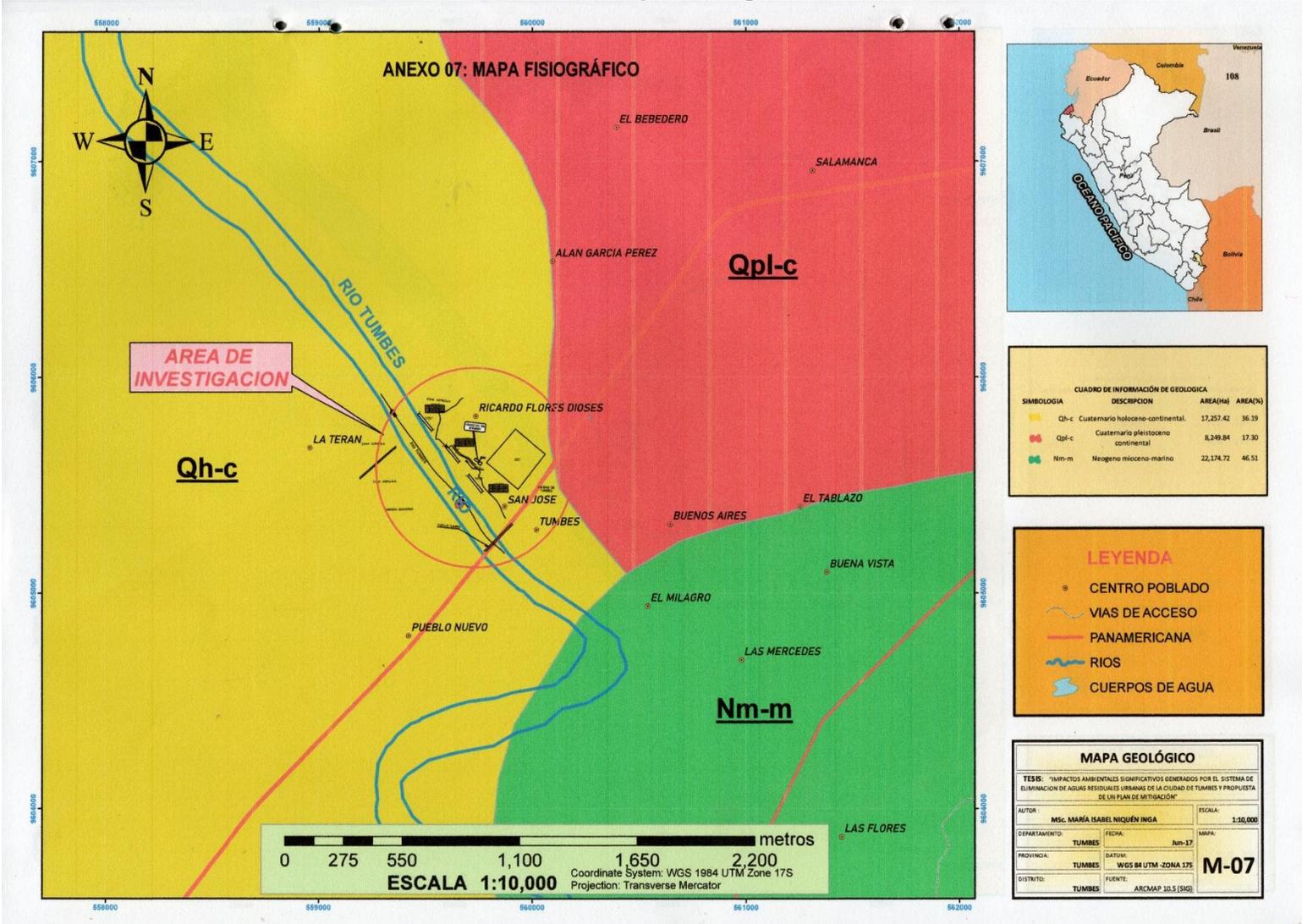
Anexo 5: Mapa Climatológico



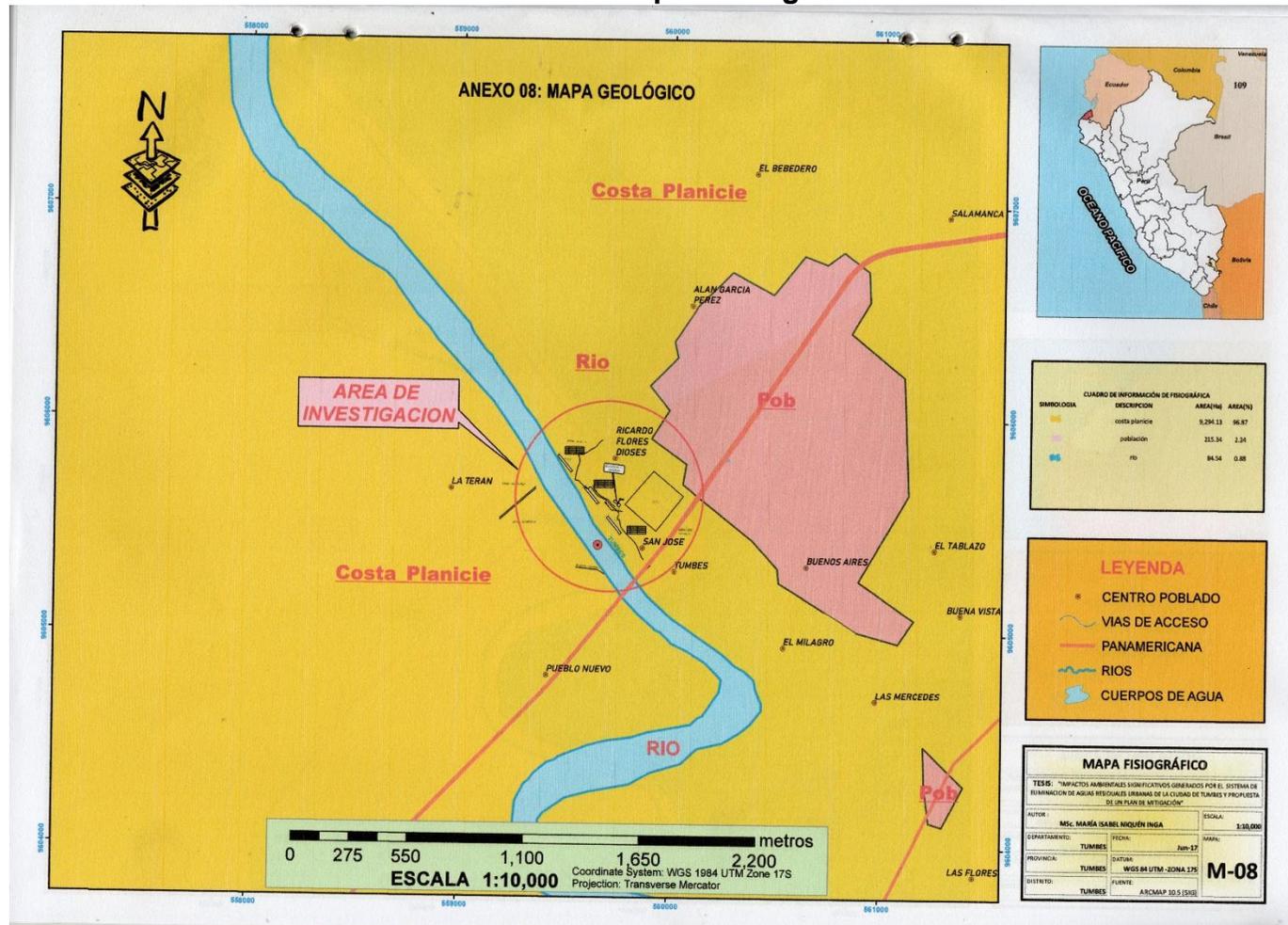
Anexo 6: Mapa de Capacidad de uso mayor de tierras



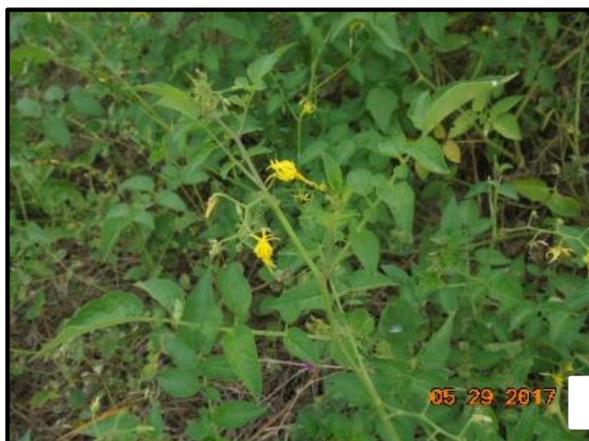
Anexo 7: Mapa Fisiográfico



Anexo 8: Mapa Geológico



Anexo 9: Evidencias Fotográficas de Flora



<p>a. Nombre Común: Tomate de Campo Nombre Científico: <i>Lycopersicon pimpinellifolium</i>.</p>	<p>a. Nombre Común: Árbol de Nin Nombre Científico: <i>Asadiracta indica</i>.</p>
<p>c. Nombre Común: Papayita de Soña Nombre Científico: <i>Momordica charantia</i>.</p>	<p>b. Nombre Común: Frijol de Palo Nombre Científico: <i>Cajanus cajan</i>.</p>

Anexo 10: Evidencias Fotográficas de Flora



e. Nombre Común: Overo Nombre Científico: <i>Chloroleucon chacoense</i>	f. Nombre Común: Uña de Gato Nombre Científico: <i>Uncaria Tomentosa</i>
g. Nombre Común: Plátano Nombre Científico: <i>Musa sp</i>	h. Iguiria.
i. Nombre Común: Verdolaga de Hoja Ancha Nombre Científico: <i>Trianthema portulacastrum</i>	

Anexo 11: Evidencias Fotográficas de Fauna.



a. Nombre Común: Martin Pescador Nombre Científico: Alcedo atthis	b. Nombre Común: Perro Nombre Científico: Canis lupus
--	--

Anexo 12: Informe de ensayo t-532-F217-ecoplanet



**LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POREL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026**



INFORME DE ENSAYO

T-532-F217-ECOPLANET

Pág. 01 de 05

CLIENTE : ECO PLANET E.I.R.L.
CAL.ANTUNEZ DE MAYOLO NRO. 319 URB. LOS GRANADOS (SEGUNDO PISO
B) LA LIBERTAD - TRUJILLO

REFERENCIA : IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS GENERADOS POR EL SISTEMA
DEELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE LA CIUDAD DE TUMBES
Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACION

METODO DE ENSAYO : Físicoquímico, Químico y Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual, Agua Superficial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 2 de junio de 2017
Hora: 12:40

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 2 de junio de 2017

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección	Tiempo máximo de conservación recomendado/obligado
pH*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 H+ A, B, 22nd Ed. 2012	- Units pH	0.25h
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	<1.57 mg/L	7d
Solidos Sedimentables*	APHA-AWW -WEF, 22nd Ed. 2012. Part 2540 Solids A y F Settleable solids	<0.2 ml/L	7d
Turbiedad*	APHA-2130 A,B 22nd Ed. 2012	<0.1 NTU	48h
Metales por ICP	EPA 200.7, Rev 4.4, 1994	Ag <0.0093,Al <0.0080,As <0.0065,Ba <0.0066, Be <0.0057,B <0.0102,Ca <0.0116,Cd <0.0027, Ce <0.0054,Co <0.0071,Cr <0.0056,Cu <0.0094, Fe <0.0058,Hg <0.0008,K <0.0100,Li <0.0098, Mg <0.0146,Mn <0.0070,Mo <0.0048,Se <0.0069, Na <0.0121,Ni <0.0050,P <0.0137,Pb <0.0047, Sb <0.0052,Si <0.0125,Sn <0.0079, Sr <0.0103, Ti <0.0090,Tl <0.0078,V <0.0075,Zn <0.0091 (mg/L)	30d
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1684 Rev. A 2012	<0.99 mg/L	28d

T-532A-F217-ECOPLANET

INFORME DE ENSAYO

T-532-F217-ECOPLANET

Pág. 02 de 05

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección	Tiempo máximo de conservación recomendado/obligado
Cianuro Libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 CN- A, B, E, 22nd Ed. 2012	<0.010 mg/L	14d
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	<2.0 mg/L	48h
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 A, C 22nd Ed. 2012	<5.17 mg/L	28d
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4= A, E, 22nd Ed. 2012	<1.08 mg/L	28d
Sulfuros*	APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012. Part 4500, Sulfide. A,D y F, Methylene blue method	<0.021 mg/L	28d
Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr. A, B, 22nd Ed. 2012	<0.024 mg/L	24h
Nitrogeno Amoniacal*	APHA-4500-NH3- A,B,C 22nd Ed. 2012	<0.032 mg/L	28d
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012	<1.8 NMP/100mL	24h
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 1, 22nd Ed. 2012	<1.8 NMP/100mL	24h
Escherichia Coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, G-2, 22nd Ed. 2012	<1.8 NMP/100mL	24h
Bacterias Heterotroficas*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A, B, C, 22nd Ed. 2012	<1 UFC/mL	24h

Sello

Fecha Emisión

Jefe Administrativo

Jefe del Laboratorio de Química

Jefe del Laboratorio de Microbiología





18/06/2017

Alexandra Aurazo
Rodríguez

Edder Neyra Jaico
CIP 147028

Juan Colina Venegas
CBP 9924

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

***Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.**

* Las muestras serán eliminadas al termino del tiempo máximo de conservación recomendado/ obligado, salvo requerimiento expreso del cliente

* Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

T-532A-F217-ECOPLANET

INFORME DE ENSAYO

T-532-F217-ECOPLANET

Pág. 03 de 05

Código de Laboratorio			T-532-01	T-532-02	T-532-03
Código de Cliente			M-1	M-2	M-3
Ítem de Ensayo			Agua Residual	Agua Superficial	Agua Superficial
Coordenadas	Norte		9605532	9605414	9605665
	Este		559619	559658	559413
Fecha de Muestreo			01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo			15:00	16:00	17:00
Parámetro	Símbolo	Unidad			
pH*		Units pH	6.84	7.54	7.05
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	100.0	130.3	803.3
Sólidos Sedimentables*	SS	ml/L	4	0.5	6
Turbiedad*	-	NTU	147	162	877
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	35.93	<0.99	14.47
Cianuro Total	CNT	mg/L	<0.010	<0.010	<0.010
Demanda Bioquímica de Oxígeno		mg/L	199.4	<2.0	98.77
Demanda Química de Oxígeno		mg/L	431.7	14.39	241.4
Sulfatos	SO42-	mg/L	3.96	27.93	29.88
Sulfuros*		mg/L	5.73	<0.021	1.03
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/L	<0.024	<0.024	<0.024
Nitrogeno Amoniacal*	NNH3-	mg/L	39.65	0.042	13.00

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



T-532A-F217-ECOPLANET

INFORME DE ENSAYO

T-532-F217-ECOPLANET

Pág. 04 de 05

Código de Laboratorio		T-532-01
Código de Cliente		M-1
Item de Ensayo		Agua Residual
Coordenadas	Norte	9605532
	Este	559619
Fecha de Muestreo		01/06/2017
Hora de Muestreo		15:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Totales	NMP/100mL	28x10 ⁵
Coliformes Fecales	NMP/100mL	22x10 ⁵
Escherichia Coli	NMP/100mL	22x10 ⁵
Bacterias Heterotroficas*	UFC/mL	12x10 ⁵

Código de Laboratorio		T-532-02
Código de Cliente		M-2
Item de Ensayo		Agua Superficial
Coordenadas	Norte	9605414
	Este	559658
Fecha de Muestreo		01/06/2017
Hora de Muestreo		16:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Totales	NMP/100mL	54x10 ²
Coliformes Fecales	NMP/100mL	46x10
Escherichia Coli	NMP/100mL	33x10
Bacterias Heterotroficas*	UFC/mL	42x10 ³

Código de Laboratorio		T-532-03
Código de Cliente		M-3
Item de Ensayo		Agua Superficial
Coordenadas	Norte	9605665
	Este	559413
Fecha de Muestreo		01/06/2017
Hora de Muestreo		17:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Totales	NMP/100mL	49x10 ⁵
Coliformes Fecales	NMP/100mL	33x10 ⁵
Escherichia Coli	NMP/100mL	33x10 ⁵
Bacterias Heterotroficas*	UFC/mL	97x10 ⁴

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



T-532A-F217-ECOPLANET

INFORME DE ENSAYO

T-532-F217-ECOPLANET

Pág. 05 de 05

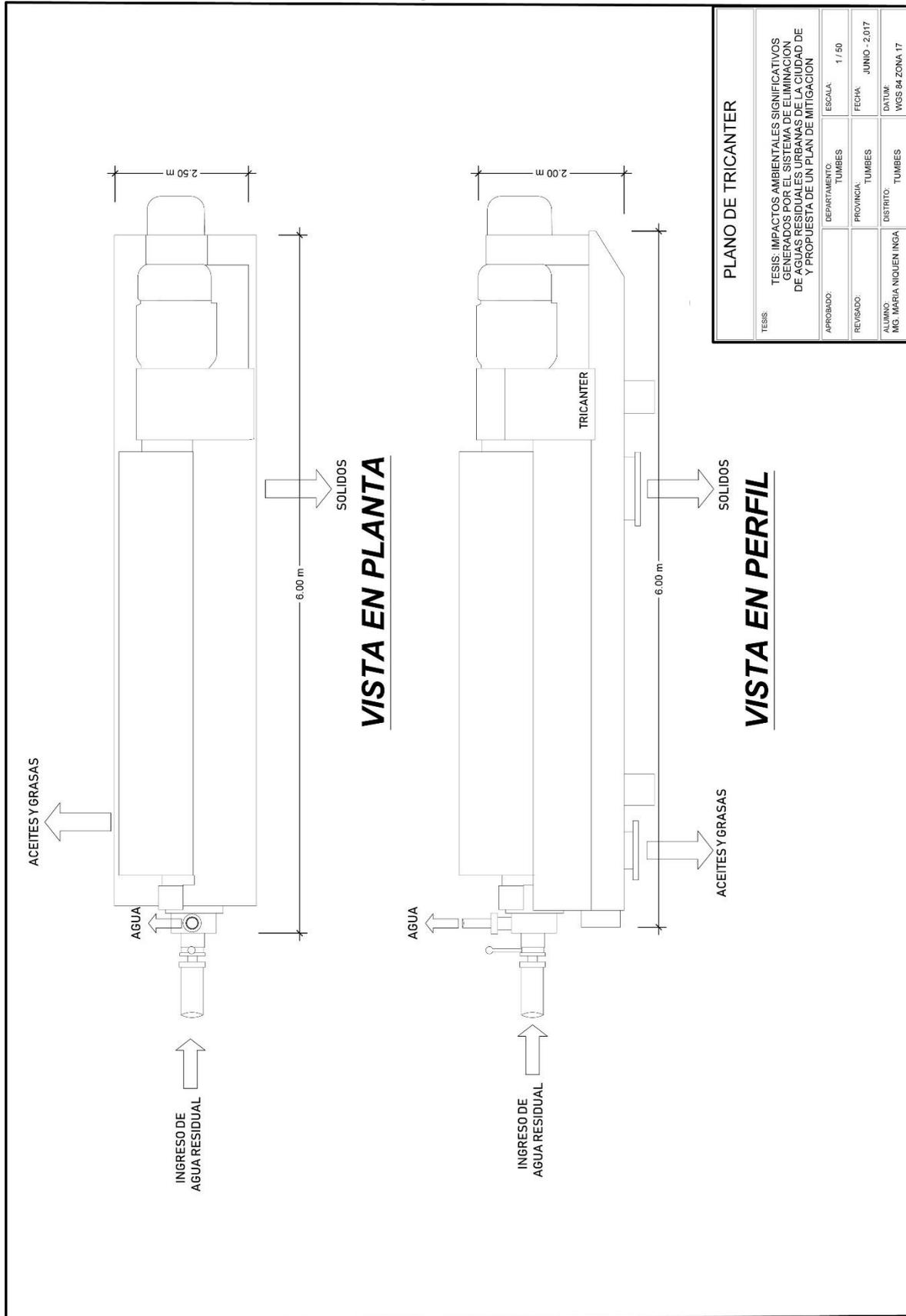
Código de Laboratorio			T-532-01	T-532-02	T-532-03
Código de Cliente			M-1	M-2	M-3
Ítem de Ensayo			Agua Residual	Agua Superficial	Agua Superficial
Coordenadas	Norte		9605532	9605414	9605665
	Este		559619	559658	559413
Fecha de Muestreo			01/06/2017	01/06/2017	01/06/2017
Hora de Muestreo			15:00	16:00	17:00
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Metales Totales por ICP					
Aluminio	Al	mg/L	1.387	2.846	2.162
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0052	<0.0052	<0.0052
Arsénico	As	mg/L	<0.0065	<0.0065	<0.0065
Bario	Ba	mg/L	0.027	0.031	0.051
Berilio	Be	mg/L	<0.0057	<0.0057	<0.0057
Boro	B	mg/L	0.140	0.097	0.115
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Calcio	Ca	mg/L	47.79	18.11	35.47
Cerio	Ce	mg/L	<0.0054	<0.0054	<0.0054
Cobalto	Co	mg/L	<0.0071	<0.0071	<0.0071
Cobre	Cu	mg/L	<0.0084	0.026	<0.0084
Cromo	Cr	mg/L	<0.0056	<0.0056	<0.0056
Estaño	Sn	mg/L	0.668	1.636	1.143
Estroncio	Sr	mg/L	0.227	0.085	0.177
Fósforo	P	mg/L	6.742	0.039	4.571
Hierro	Fe	mg/L	1.455	3.818	2.752
Litio	Li	mg/L	<0.0098	<0.0098	<0.0098
Magnesio	Mg	mg/L	9.381	3.982	7.593
Manganeso	Mn	mg/L	0.085	0.090	0.253
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0008	<0.0008	<0.0008
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0048	<0.0048	<0.0048
Niquel	Ni	mg/L	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Plata	Ag	mg/L	<0.0093	<0.0093	<0.0093
Plomo	Pb	mg/L	<0.0047	0.024	<0.0047
Potasio	K	mg/L	27.10	2.993	22.88
Selenio	Se	mg/L	<0.0069	<0.0069	<0.0069
Silicio*	Si	mg/L	9.892	9.746	10.50
Sodio	Na	mg/L	82.32	9.81	63.16
Talio	Tl	mg/L	<0.0078	<0.0078	<0.0078
Titanio	Ti	mg/L	0.012	0.044	0.025
Vanadio	V	mg/L	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Zinc	Zn	mg/L	0.164	0.082	0.073

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



T-532A-F217-ECOPLANET

Anexo 13: plano de trincarter



PLANO DE TRINCATER			
TESES:	TESIS: IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS GENERADOS POR EL SISTEMA DE ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE LA CIUDAD DE Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACION		
APROBADO:	DEPARTAMENTO:	TUMBES	ESCALA: 1 / 50
REVISADO:	PROVINCIA:	TUMBES	FECHA: JUNIO - 2017
ALUMNO:	DISTRITO:	TUMBES	DATUM: WGS 84 ZONA 17

Anexo 14: Modelo de un Tricanter



Anexo 15: Metrados

Los metrados han sido calculados en una hoja de cálculo de acuerdo a las medidas obtenidas en los planos realizados en el programa.

ITEMS	Descripcion	Parcial	Total	Unid
01.00.00.	CASETA			
01.01.00.	ESTRUCTURAS			
01.01.01.	TRABAJOS PRELIMINARES			
01.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	40.00	40.00	M2
01.01.01.02.	TRAZO Y REPLANTEO	40.00	40.00	M2
01.01.02.	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
	EXCAVACIONES			
01.01.02.01.				
01.01.02.01.01	EXCAVACION P/CIMIENTO CORRIDO H:1.20 A MANO EN T.N	12.20	12.20	M3
01.01.02.01.02	RELLENO Y COMPACTACION P/CIMIENTO C/MATERIAL PROPIO POR DEBAJO DEL T.N	1.27	1.27	M3
01.01.02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE CON EQUIPO D=30m	13.23	13.23	M3
	CONCRETO SIMPLE			
01.01.03.				
01.01.03.01.	SOLADOS			
01.01.03.01.01.	CONCRETO P/SOLADOS E:0.10M C:H-1:10	10.17	10.17	M2
01.01.03.02.	FALSO PISO			
01.01.03.02.01	CONCRETO P/FALSO PISO E:4" C:H-1:8	36.19	36.19	M2
	CONCRETO P/CIMIENTO CORRIDO			
01.01.03.03.				
01.01.03.03.01	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:8 (100 Kg/cm ²) + 30%P.M	9.15	9.15	M3
	CONCRETO ARMADO			
01.01.04				
01.01.04.01	CONCRETO P/SOBRECIMENTOS			
01.01.04.01.01	CONCRETO f'C=175 Kg/cm ² PARA SOBRECIMENTOS	1.02	1.02	M3
01.01.04.01.02	ACERO FY:4200KG/CM2	100.64	100.64	KG
01.01.04.01.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL P/SOBRECIMENTOS	6.79	6.79	M2
	CONCRETO P/COLUMNAS			
01.01.04.02				
01.01.04.02.01.	CONCRETO FC:210KG/CM2 P/COLUMNAS	1.01	1.01	M3
01.01.04.02.02.	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL P/COLUMNAS	12.15	12.15	M2
01.01.04.02.03.	ACERO FY:4200KG/CM2	102.96	102.96	KG
	CONCRETO P/VIGAS			
01.01.04.03				
01.01.04.03.01	CONCRETO FC:210KG/CM2 P/VIGAS	1.30	1.30	M3
01.01.04.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL P/VIGAS	30.52	30.52	M
01.01.04.03.03	ACERO FY:4200KG/CM2	145.30	145.30	KG
	LOSOS ALIGERADAS			
01.01.04.04				
01.01.04.04.01	CONCRETO f'C=175 Kg/cm ² PARA LOSAS ALIGERADAS	3.34	3.34	M3
01.01.04.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL P/LOSA	51.23	51.23	M2
01.01.04.04.03.	ACERO FY:4200KG/CM2	243.83	243.83	KG
01.02.00	ARQUITECTURA			
01.02.01.	ALBAÑILERIA			
01.02.01.01.	MURO DE LADRILLO KIN-KONG 18 HUECOS MAQUINADO (13x23x9cm) C:A/1:5			

ITEMS	Descripcion	Parcial	Total	Unid
03.02.01.01.01.	MURO DE LADRILLO KIN-KONG 18 HUECOS ASENTADO DE SOGA-C:A/1:5	52.01	52.01	M2
01.02.01.02.	REVOQUES Y ENLUCIDOS			
01.02.01.02.01.	MUROS			
01.02.01.02.01.01.	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C:A/1:5	56.06	56.06	M2
01.02.01.02.01.02.	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES C:A/1:5	56.06	56.06	M2
01.02.01.02.02.	DERRAMES Y BRUÑAS			
01.02.01.02.02.01	VESTIDURA DE DERRAMES	11.10	11.10	M
01.02.01.02.03.	COLUMNAS			
01.02.01.02.03.01	TARRAJEO EN COLUMNAS C:A/1:5	48.60	48.60	M
01.02.01.02.04.	CIELORASO			
01.02.01.02.04.01	TARRAJEO EN CIELORASO C:A/1:5	36.19	36.19	M2
01.02.02	CARPINTERIA METALICA			
01.02.02.01	PUERTA METAL LAC 1/16" C/MARCO 2"x2"x1/4" Y REFUERZOS	1.00	1.00	UNID
01.02.02.02	VENTANA DE FIERRO CPN PERFIL DE 1"x1/8" + HOJA BASTIDOR "L" 3/4"	1.00	1.00	UNID
01.02.03	CERRADURAS Y VISAGRAS			
01.02.03.01.	CERRADURAS			
01.02.03.01.01.	CERRADURAS EN EXTERIORES	1.00	1.00	UNID
01.02.03.02.	VISAGRAS			
01.02.03.02.01.	VISAGRAS TIPO CAPUCHIMA ALUMINIZADAS DE 3"	2.00	2.00	UNID
01.02.04.	PINTURA			
01.02.04.01.	PINTURA EN MUROS			
01.02.04.01.01.	PINTURA EN MUROS INTERIORES CON LATEX 02 MANOS	56.06	56.06	M2
01.02.04.01.02.	PINTURA EN MUROS EXTERIORES CON LATEX 02 MANOS	56.06	56.06	M2
01.02.04.02.	PINTURA EN COLUMNAS			
01.02.04.02.01.	PINTURA EN COLUMNAS CON LATEX 02 MANOS	10.29	10.29	M2
01.02.04.03.	PINTURA EN CIELORASO			
01.02.04.03.01.	PINTURA EN CIELORASO CON LATEX 02 MANOS	36.19	36.19	M2
01.02.04.04.	PINTURA EN CARPINTERIA DE MADERA			
01.02.04.04.01	PINTURA EN PUERTAS METALICA			
01.02.04.04.01.01	PINTURA EN PUERTA METALICA - 01 HOJA	2.30	2.30	M2
TOTAL S/. 396 815.00				

Anexo 16: Informe de originalidad Turnitin

**Impactos ambientales
significativos generados por el
sistema de eliminación de aguas
residuales urbanas de la ciudad
de Tumbes y propuesta de un
plan de mitigación**

por María Isabel Niquén Inga

Fecha de entrega: 24-sep-2019 07:23p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1179405704

Nombre del archivo: MSc._MAR_A_ISABEL_NIQUEN_INGA_3.docx (7.81M)

Total de palabras: 21157

Total de caracteres: 113715



Impactos ambientales significativos generados por el sistema de eliminación de aguas residuales urbanas de la ciudad de Tumbes y propuesta de un plan de mitigación

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	0%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Nacional de Tumbes Trabajo del estudiante	1%
3	www.ingenieroambiental.com Fuente de Internet	1%
4	documents.mx Fuente de Internet	1%
5	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
6	www.bivica.org Fuente de Internet	1%
7	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%



9	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
10	Submitted to CACACE Informática Trabajo del estudiante	1%
11	Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador Trabajo del estudiante	<1%
12	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
13	ruie.ucr.ac.cr Fuente de Internet	<1%
14	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1%
15	ar.scribd.com Fuente de Internet	<1%
16	culturaambientalmileni.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
17	www.infoiarna.org.gt Fuente de Internet	<1%
18	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
19	sinat.semarnat.gob.mx Fuente de Internet	<1%

www.sedapal.com.pe:93



20	Fuente de Internet	<1%
21	www.aguasdeltumbes.com Fuente de Internet	<1%
22	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
23	www.camisea.com.pe Fuente de Internet	<1%
24	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
25	google.redalyc.org Fuente de Internet	<1%
26	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1%
27	dspace.uniandes.edu.ec Fuente de Internet	<1%
28	www.librosyeditores.com Fuente de Internet	<1%
29	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1%
30	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1%
31	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Maya

32	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
33	erp.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	repository.unilibre.edu.co Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	consultaspublicas.semarnat.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
37	elaguaclaridadyvida.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
38	sitios.ingenieria.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
41	www.concretonline.com Fuente de Internet	<1 %
42	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.unapiquitos.edu.pe	

Dauph

	Fuente de Internet	<1%
44	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1%
45	fundametz.com Fuente de Internet	<1%
46	intranet2.minem.gob.pe Fuente de Internet	<1%
47	www.pedro-munoz.com Fuente de Internet	<1%
48	www.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1%
49	scielo.conicyt.cl Fuente de Internet	<1%
50	www.agroganadero1.netfirms.com Fuente de Internet	<1%
51	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual Trabajo del estudiante	<1%
52	repositorio.udl.edu.pe Fuente de Internet	<1%
53	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1%

Manuel

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Hayes