



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



**Determinación de la Concentración de Coliformes Fecales y Totales en
el Río Mayo, por Incidencia de la Descarga de Aguas Residuales de la
Ciudad de Moyobamba 2009**

TESIS

**Para Obtener el Título de
INGENIERO AMBIENTAL**

Autor

Bach. Fernando Tananta del Aguila

Asesor

Ing. Alfonso Rojas Bardalez

CÓDIGO N° 06050709

Moyobamba, Diciembre 2009

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



**Determinación de la Concentración de Coliformes Fecales y Totales en
el Rio Mayo, por Incidencia de la Descarga de Aguas Residuales de la
Ciudad de Moyobamba 2009**

TESIS

**Para Obtener el Título de
INGENIERO AMBIENTAL**

Autor

Bach. Fernando Tananta del Aguila

Asesor

Ing. Alfonso Rojas Bardalez

CÓDIGO N° 06050709

Moyobamba, Diciembre 2009



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las ocho de la noche del día Martes 22 de Junio del Dos Mil Diez, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Ing. M.Sc. ASTRIHT RUIZ RIOS	PRESIDENTE
Ing. M.Sc. MIRTHA FELICITA VALVERDE VERA	SECRETARIO
Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA	MIEMBRO
Ing. ALFONSO ROJAS BARDÁLEZ	ASESOR

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado "DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES FECALES Y TOTALES EN EL RÍO MAYO. POR INCIDENCIA DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA, 2009", presentado por el Bachiller en Ingeniería Ambiental FERNANDO TANANTA DEL ÁGUILA; según Resolución N° 0061-2009-UNSM-T/COFE-MOY de fecha 19 de Junio del 2009.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entresí, reservada y libremente lo declaran: APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de BUENO y nota QUINCE (15).

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 21:30 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.


Bigo. M.Sc. ASTRIHT RUIZ RIOS
Presidente


Ing. M.Sc. MIRTHA FELICITA VALVERDE VERA
Secretario


Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA
Miembro


Ing. ALFONSO ROJAS BARDÁLEZ
Asesor



A Dios que guía mi caminar

A mis queridos padres Edison Tananta Tenazoa, y Tereza del Aguila Murrieta, a mis hermanos Edinson y José Manuel, a quienes les debo todo de lo que hasta ahora he logrado, por confiar en mí, por su apoyo constante e incondicional, moral y económico durante mi formación profesional.

Fernando Tananta del Aguila.

AGRADECIMIENTO

- A Dios que siempre me ha brindado su amistad incondicional y que hasta ahora me guía, me protege y me impulsa a seguir adelante.
- A la Universidad Nacional de San Martín - T - Facultad de Ecología, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y así asimilar los conocimientos para mi formación académica y profesional que hoy me sirve para poder desenvolverme plenamente en el campo de mi carrera profesional.
- A los catedráticos de la Universidad Nacional de San Martín, quienes me orientaron para lograr mis objetivos.
- A la Empresa de Servicios Integrales de Ingeniería y Tecnología Ambiental E.I.R.L. representado en la persona del Ing. Ambiental Alfonso Rojas Bárdalez, excelente profesional, empresario exitoso y docente de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental que viene contribuyendo al desarrollo del Alto Mayo, de la Región San Martín y del País; quien me abrió las puertas de su empresa para iniciar esta experiencia extraordinaria en mi formación profesional y a la vez asesorarme en el desarrollo del proyecto de investigación.
- Al Blgo. Víctor Rodríguez Reyna, por el apoyo incondicional con el laboratorio de estudios microbiológicos MICROLAB.
- A mis grandes amigos, Oswaldo Juep Danducho, Julio Victor Neyra Santacruz, Roiser Cervantes Cuquihuanca, Jorge Luis Córdova Wajajay y Richard Robert Rengifo Gonzales, con quienes compartí momentos y experiencias inolvidables que se quedaran como el más grato recuerdo de esta etapa de mi existencia.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE.....	iii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	x
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Fundamentación teórica.....	2
1.3.1 Antecedentes de la investigación.....	2
1.3.2 Bases teóricas.....	3
❖ Normativa de calidad de agua en función del uso.....	3
❖ Ley de los recursos hídricos Ley N° 29338.....	4
❖ Estándares Nacionales de Calidad Ambiental D°S° 002-2008- MINAM.....	6
❖ Descripción de las categorías de uso del agua en el área de estudio.....	6
1.3.3 Definición de términos.....	10
1.4 Variables.....	12
1.5 Hipótesis.....	12
II. MARCO METODOLÓGICO.....	13
2.1 Tipo de investigación.....	13
2.2 Diseño de investigación.....	13
❖ Determinación del área de estudio.....	13
2.3 Población y muestra.....	15
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
2.4.1 Técnica para la toma de muestras de agua residual.....	15
2.4.2 Método para determinar coliformes fecales y totales.....	16
2.4.3 Método para determinar el caudal de descarga.....	17
2.4.3 Método para determinar y cuantificar impactos ambientales.....	17
2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	20

2.5.1 Formulas para realizar cálculos de incremento y dispersión microbiológica de coliformes fecales y totales en el Río Mayo.....	20
2.5.2 Tratamiento estadístico de datos obtenidos.....	22
III. RESULTADOS.....	27
3.1 Resultados.....	27
❖ De los objetivos específicos.....	27
• Del estudio bacteriológico.....	27
• Del caudal de descarga del vertedero.....	41
• Caudal del vertedero vs incremento microbiológico en el Río Mayo.	42
• Correlación y regresión lineal simple.....	43
❖ Del segundo objetivo específico.....	49
• Impactos sobre el medio físico.....	49
• Impactos sobre el medio biológico.....	50
• Impactos sobre el medio socioeconómico.....	52
❖ Del tercer objetivo específico.....	54
3.2 Discusiones.....	55
3.3 Conclusiones.....	57
3.4 Recomendaciones.....	58
Referencias bibliográficas.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Coordenadas UTM de área de estudio.....	14
Tabla N° 02: Coordenadas UTM de los puntos de muestreo.....	14
Tabla N° 03: Resultados de la muestra del mes de agosto del 2009.....	28
Tabla N° 04: Resultados de la muestra del mes de setiembre del 2009.....	28
Tabla N° 05: Resultados de la muestra del mes de octubre del 2009.....	28
Tabla N° 06: Resultados de la muestra del mes de noviembre del 2009.....	28
Tabla N° 07: Resultados de la muestra del mes de diciembre del 2009.....	28
Tabla N° 08: Consolidado del muestreo de coliformes, durante los meses de agosto a diciembre del año 2009 y su comparación con los ECAs, según las categorías de uso del agua.....	28
Tabla N° 09: Incremento de la concentración de coliformes fecales y totales entre P-0y P-2.....	31
Tabla N° 10: Capacidad de dispersión del Río Mayo en una distancia de 50m.....	35
Tabla N° 11: Resultado de monitoreo del caudal de descarga de aguas residuales urbanas de la ciudad de Moyobamba.....	41
Tabla N° 12: Peces capturados durante nuestra permanencia en el área de estudio, de agosto a diciembre del 2009.....	51
Tabla N° 13: Aves más comunes atraídas por la fauna ictiológica del área de estudio, de agosto a diciembre del 2009.....	51
Tabla N° 14: Hallazgos de pobladores durante sus actividades de pesca en los meses de agosto a diciembre del 2009.....	52
Tabla N° 15: Características demográficas del puerto Flor del Mayo.....	53
Tabla N° 16: Características demográficas del puerto de Tahuishco.	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico N° 01: Incremento de la concentración de coliformes fecales entre P-0 y P-2.....	33
Grafico N° 02: Incremento de la concentración de coliformes totales entre la P-0 y la P-2.....	34
Grafico N° 03: Capacidad de dispersión de coliformes fecales del Río Mayo entre la ZM y P-2(en 50m de distancia).....	37
Grafico N° 04: Capacidad de dispersión de coliformes totales del Río Mayo entre la ZM y P-2 (en 50m de distancia).....	38
Grafico N° 05: Capacidad de dispersión del Río Mayo en un tramo de 50m comprendido entre la ZM y P-2, expresado en porcentajes.....	39
Grafico N° 06: % de coliformes totales sin dispersar, presencia en P-0 y aporte del vertedero al Río Mayo.....	40
Grafico N° 07: % de coliformes fecales sin dispersar, presencia en P-0 y aporte del vertedero.....	40
Grafico N° 08: Caudal de descarga de aguas residuales del vertedero evaluado del mes de agosto a diciembre 2009.....	41
Grafico N° 09: Relación entre caudal de descarga de aguas residuales e incremento de la concentración de coliformes fecales, en el Río Mayo en los meses de agosto a diciembre 2009.....	42
Grafico N° 10: Relación entre caudal de descarga de aguas residuales e incremento de la concentración de coliformes totales, en el Río Mayo en los meses de agosto a diciembre 2009.....	42
Grafico N° 11: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes totales en el P-0.....	43
Grafico N° 12: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes fecales en el P-0.....	44
Grafico N° 13: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes totales en el P-1.....	45
Grafico N° 14: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes fecales en el P-1.....	46
Grafico N° 15: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes totales en el P-2.....	47

Grafico N° 16: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes fecales en el P-2..... 48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 01: Fotos de fase de campo..... 62

ANEXO N°2: Fase de laboratorio..... 67

ANEXO N° 03: Diseños de monitoreo y medición de caudales..... 69

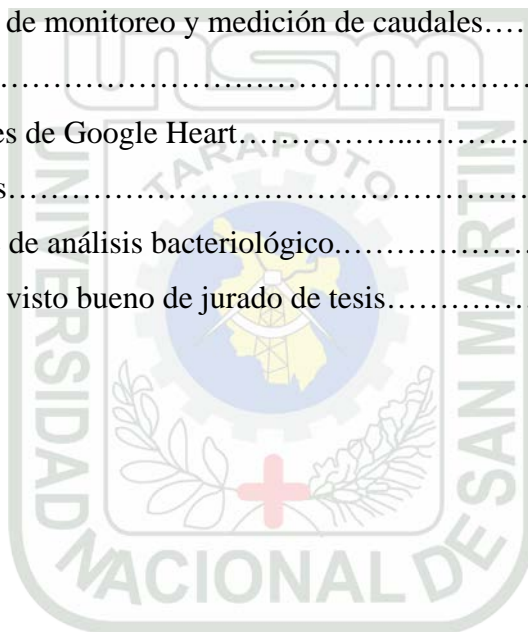
ANEXO N° 0 4: Mapas..... 72

ANEXO N° 05: Imágenes de Google Heart..... 74

ANEXO N° 06: Matrices..... 76

ANEXO N° 07: Informe de análisis bacteriológico..... 80

ANEXO N° 08: Hoja de visto bueno de jurado de tesis..... 85



RESUMEN

La contaminación hídrica es uno de los problemas de mayor trascendencia en las ciudades modernas y su principal agente contaminador es la población urbana a través de los desechos domésticos y agrícolas, la ciudad de Moyobamba, ubicada en la Selva Alta de la Región San Martín en el Perú, no es una excepción si no que también contribuye a la contaminación de uno de los ríos más importantes de la región.

Para determinar la contaminación microbiológica del Río Mayo por contaminantes microbiológicos, por incidencia de las descargas de aguas residuales procedentes de la ciudad de Moyobamba, se planteó esta investigación que ha tenido por título *“Determinación de la concentración de coliformes fecales y totales en el Río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, 2009”*, el área de estudio comprendió el sector Juan Antonio que se encuentra aguas arriba del puerto de Tahuishco, ciudad de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Región San Martín.

Se planteó un objetivo general que fue determinar la concentración de coliformes fecales y totales en el Río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba y como objetivos específicos la investigación se planteó determinar la concentración microbiana de coliformes fecales y totales, como indicador de contaminación del Río Mayo; determinar los posibles riesgos ambientales y en la salud de la población aledaña, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba sobre el Río Mayo y plantear alternativas de solución para la adecuada disposición final de las aguas residuales de la ciudad de Moyobamba.

Para lograr los objetivos del proyecto se desarrollaron trabajos de campo y gabinete, en la etapa de campo se determinaron estaciones de muestreo en el vertedero y en el cuerpo receptor, como análisis adicional se determinó la capacidad de dispersión que presenta el Río Mayo con respecto a coliformes totales y fecales, así mismo se identificaron, calificaron y valoraron impactos ambientales generados por la descarga de las aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, finalmente se plantearon alternativas de solución para corregir los impactos que se están generando.

Con la investigación, se conoce que el Río Mayo presenta elevadas concentraciones de coliformes fecales y totales antes de que el vertedero tenga influencia, pero se conoce también que en 50 metros el río presenta una elevada capacidad de depuración natural, pudiendo disminuir hasta en un 99% las concentraciones bacterianas registradas en la fuente ó vertedero.

Además utilizando modelos estadísticos de correlación lineal simple, se llegó a la conclusión que existe relación de moderado a significativo entre los volúmenes de aguas residuales descargados al Río Mayo y el incremento de coliformes totales en el Río Mayo, mientras que para coliformes fecales la relación de causa-efecto es medianamente aceptable.

por otro lado la descarga de aguas residuales en el Río Mayo provenientes de la ciudad de Moyobamba, cuantitativamente generan un impacto de -10.56 (*valor adimensional*-revisar numeral 2.4.4) lo que cualitativamente representa un impacto moderado, de carácter negativo con mayor incidencia sobre el medio socioeconómico (salud pública) y en el medio físico (Aire-Calidad), para corregir estos impactos se plantea la formulación de un proyecto de inversión pública para el mejoramiento del sistema de evacuación y disposición final de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, dicho proyecto tiene que contemplar construcción de lagunas de estabilización con tratamientos primarios y secundarios, además de un programa de educación ambiental orientado a evitar riesgos en la salud de la población por consumo de peces contaminados.

ABSTRACT

The water pollution is one of the problems of major transcendence in the modern cities and his principal contaminating agent is the urban population across the domestic and agricultural waste, Moyobamba's city, located in the High place Jungle of the San Martín region in Peru, is not an exception if not that also contributes to the pollution of one of the most important rivers of the region.

To determine the microbiological pollution of the Rio May by microbiological pollutants, by incident of the unloads of waste water proceeding from Moyobamba's city, there appeared this investigation that it has taken as a title "*Determination of the concentration of coliformes fecal and total in the May river, for incident of the unload of waste water of Moyobamba's city, 2009*", the area of study there understood the sector Juan Antonio who is upstream from Tahuishco's port, Moyobamba's city, Moyobamba's Province, Region San Martin.

I raise a general aim that was to determine the concentration of coliformes fecal and total in the May river, for incident of the unload of waste water of Moyobamba's city and as specific aims the investigation considered to determine the microbial concentration of coliformes fecal and total, as indicator of pollution of the Rio In May; to determine the possible environmental risks and in the health of the bordering population, for incident of the unload of waste water of Moyobamba's city on the May river and to raise alternatives of solution for the suitable final disposition of the waste water of Moyobamba's city.

To achieve the aims of the project fieldworks and office developed, in the field stage stations of sampling decided in the dump and in the body recipient, since additional analysis decided the capacity of dispersion that presents the May river with regard to coliformes total and fecal, likewise they identified, qualified and valued environmental impacts generated by the unload of the waste water of Moyobamba's city, finally alternatives of solution appeared to correct the impacts that are generated.

With the investigation, it is known that the May River presents high concentrations of coliformes fecal and total before the dump has influence, but it is known also that in 50

meters the river presents a high capacity of natural purification, being able to diminish even in 99 % the bacterial concentrations registered in the source.

In addition using statistical models of linear simple correlation, I come to him to the conclusion that exists relation of moderated to significantly between the volumes of waste water unloaded to the May river and the increase of coliformes total in the May river, whereas for coliformes fecal the relation of reason - effect is moderately acceptable.

On the other hand the unload of waste water in the Rio In May from Moyobamba's city, quantitatively they generate an impact of -10.56 (value adimensional numeral checks 2.4.4) what qualitatively represents a moderate impact, of negative character with major incident on the socioeconomic way (public health) and in the physical way (Air - quality), to correct these impacts there appears the formulation of a project of public investment for the improvement of the system of evacuation and final disposition of waste water of Moyobamba's city, the above mentioned project has to contemplate construction of lagoons of stabilization with primary and secondary treatments, besides a program of environmental education orientated to avoiding risks in the health of the population for consumption of contaminated fish.

I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

La presente investigación está enfocada al caudal de descarga y al análisis microbiológico de coliformes fecales y totales que son descargados diariamente al Río Mayo, producto del consumo agua de la población urbana de la ciudad de Moyobamba, siendo que en el 2009 el consumo de agua ha estado caracterizado por cinco categorías de aprovechamiento, el domestico que utilizó 1,104,508 m³/día (68.62%), comercial que utiliza el agua a razón de 409,571 m³/día (25.45%), industrial 15,584 (0.97%), estatal 66,471 m³/día (4.13%), social 13,092 m³/día (0.81%) según los datos estadísticos con que cuenta la Empresa Prestadora de Servicios Moyobamba (EPS-Moyobamba), como se aprecia el agua es primordial para todas las actividades humanas, pero a pesar de su importancia el agua es uno de los recursos más deficientes administrados en nuestro planeta, se la desperdicia, contamina y hay muy poco interés en ponerla disponible y aprovechable, el agua es uno de los recursos vitales que más se ha sobre-explotado y manejado de manera irracional en el sentido del desarrollo insustentable (Tyler, 1994; Olguin, 1999). En la ciudad de Moyobamba, las aguas residuales van a parar directamente al Río Mayo, con elevadas concentraciones microbiológicas y contaminantes fisicoquímicos, sin embargo las demás ciudades de la amazonia peruana pasan por el mismo proceso acelerado de contaminación urbana de las fuentes de agua, tal como lo da a conocer *Gomes G. Rosario, 1995* en el documento denominado “diagnostico de la contaminación ambiental en la amazonia peruana”, así mismo da a conocer que ninguna de las ciudades de la selva hace tratamiento de sus aguas servidas, las que son directamente vertidas en los ríos que las circundan, los que a su vez proveen de agua a otras poblaciones en su curso.

Conociendo esta realidad, con la presente investigación queremos aportar con la generación de conocimientos en cuanto a la calidad de nuestros ríos, con respecto al incremento ó aporte bacteriológico de las descargas de aguas residuales sobre el Río Mayo, a la altura del Sector Juan Antonio en la ciudad de Moyobamba, en tal sentido con la brindamos un amplio panorama para resolver, tal vez la interrogante que muchos investigadores se han planteado para otros ríos contaminados.

¿Cuál es la concentración de coliformes fecales y totales en el Río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba en los meses de agosto a diciembre 2009?

1.2. Objetivos:

1.2.1 General

- Determinar la concentración microbiana de coliformes fecales y totales en el Río Mayo, aportados por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba.

1.2.2 Específicos:

- Determinar la concentración microbiana de coliformes fecales y totales, como indicadores de contaminación del Río Mayo.
- Determinar los impactos ambientales generados por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba sobre el Río Mayo.
- Plantear alternativas de solución para la adecuada disposición final de las aguas residuales de la ciudad de Moyobamba.

1.3. Fundamentación teórica

1.3.1 Antecedentes de la investigación

El agua es un recurso imprescindible para la vida, pero escaso, la escasez de agua dulce (menos del 1% en el planeta), es uno de los problemas ambientales fundamentales presentados en el Informe "*Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*" del PNUMA. (Proyecto de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), por otro lado la provisión de agua está amenazada por factores como el mal uso y la contaminación por residuos industriales y humanos, por ello el manejo prudente de este recurso es crucial para el desarrollo sostenible de la población humana.

A causa de la contaminación del agua, gran parte de las personas de los países en vías de desarrollo sufren de enfermedades causadas directa o indirectamente por el consumo directo de agua contaminada o por organismos portadores de enfermedades que se reproducen en el agua.

En 1995, el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), ha elaborado un diagnóstico sobre la contaminación ambiental en la amazonia peruana, el estudio se desarrolló en las ciudades de Iquitos, Pucallpa y Tarapoto, el estudio llegó a las conclusiones que la descarga de los desagües, se hace directamente a los cuerpos de agua circundantes sin considerar los tipos de desechos que arrastran y sin tratamiento previo, lo que supone una fuente importante de contaminación de dichos cuerpos de agua, sobre todo por bacterias coliformes y otros gérmenes patógenos, además de ello en las fuentes de agua ubicadas cerca de lugares donde se expenden combustibles y lubricantes, astilleros y puentes se encuentran películas de grasas e hidrocarburos extendidas en la superficie, es

decir podemos darnos cuenta que las actividades humanas producen desechos cuya cantidad y tipo varía según la actividad, ya sea doméstica, industrial, comercial, etc. En el caso de los desechos domésticos, la mayoría son biodegradables y tienen un tiempo de vida bastante corto, sin embargo por el volumen y por la capacidad de albergar gérmenes patógenos para la salud humana, merece ser estudiado priorizando las ciudades de mayor número de habitantes. (Gómez G. Rosario, IIAP, 1995), en el año 2000 un estudio realizado en el Río Mayo, llegó a la conclusión de que la concentración de coliformes se encontraba por debajo de los límites máximos permisibles, concluyendo que las aguas del Río Mayo se encontraban moderadamente contaminadas (Valverde V. Mirtha F, 2000).

Ya en el año 2002, se realizó algunos monitoreos de los índices de calidad de agua, principales indicadores de la ecogestión del Río Mayo, llegando a la conclusión de que el parámetro de coliformes fecales, se encuentra por debajo del límite permisible en todas las estaciones monitoreadas (Vergara M. Segundo E, 2002), siendo estas estaciones ubicadas aguas arriba de los puntos de monitoreo de la presente investigación.

Siendo los niveles de contaminación bacteriana del agua en los ríos y otras fuentes, de primaria importancia para la salud humana (Deutsh *et. al*, 2000); es que en el presente estudio solo se realizó el análisis microbiológico para determinar, las concentraciones microbiológicas (CF y CF) aportadas por el vertedero al Río Mayo, principal río que recorre por las Provincias de Rioja, Moyobamba, Lamas y San Martín.

1.3.2 Bases Teóricas

❖ Normativa de calidad de aguas en función del uso.

En base a la vinculación entre calidad de aguas y sus usos, se establecen estándares y criterios de calidad específicos que definen los requisitos que ha de reunir determinada fuente de agua para un fin concreto, requisitos que generalmente, vienen expresados como rangos cuantitativos de determinadas características fisicoquímicas y biológicas, una vez establecidos estos criterios de calidad en función del uso, se promulgan leyes y se desarrollan programas orientados a garantizar el cumplimiento de dichos criterios.

En esta normativa se tratan diferentes asuntos relacionados con la calidad de las aguas, como es la protección contra la contaminación causada por sustancias peligrosas, el tratamiento y vertido de aguas residuales urbanas e industriales o la contaminación por nitratos a partir de fuentes agrícolas.

❖ La Ley de los Recursos Hídricos Ley N° 29338.

TÍTULO PRELIMINAR

Artículo I.- Contenido

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

Artículo II.- Finalidad

La presente Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

Artículo III.- Principios

Los principios que rigen el uso y gestión integrada de los recursos hídricos son:

1. Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua

El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos. El agua es parte integrante de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico.

2. Principio de prioridad en el acceso al agua

El acceso al agua para la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana es prioritario por ser un derecho fundamental sobre cualquier uso, inclusive en épocas de escasez.

3. Principio de participación de la población y cultura del agua

El Estado crea mecanismos para la participación de los usuarios y de la población organizada en la toma de decisiones que afectan el agua en cuanto a calidad, cantidad, oportunidad u otro atributo del recurso. Fomenta el fortalecimiento institucional y el desarrollo técnico de las organizaciones de usuarios de agua.

Promueve programas de educación, difusión y sensibilización, mediante las autoridades del sistema educativo y la sociedad civil, sobre la importancia del agua para la humanidad y los sistemas ecológicos, generando conciencia y actitudes que propicien su buen uso y valoración.

4. Principio de seguridad jurídica

El Estado consagra un régimen de derechos para el uso del agua. Promueve y vela por el respeto de las condiciones que otorgan seguridad jurídica a la inversión relacionada con su uso, sea pública o privada o en coparticipación.

5. Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas

El Estado respeta los usos y costumbres de las comunidades campesinas y comunidades nativas, así como su derecho de utilizar las aguas que discurren por sus tierras, en tanto no se oponga a la Ley. Promueve el conocimiento y tecnología ancestral del agua.

6. Principio de sostenibilidad

El Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran.

El uso y gestión sostenible del agua implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

7. Principio de descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única

Para una efectiva gestión pública del agua, la conducción del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es de responsabilidad de una autoridad única y desconcentrada.

La gestión pública del agua comprende también la de sus bienes asociados, naturales o artificiales.

8. Principio precautorio

La ausencia de certeza absoluta sobre el peligro de daño grave o irreversible que amenace las fuentes de agua no constituye impedimento para adoptar medidas que impidan su degradación o extinción.

9. Principio de eficiencia

La gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el aprovechamiento eficiente y su conservación, incentivando el desarrollo de una cultura de uso eficiente entre los usuarios y operadores.

10. Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica

El uso del agua debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y ambiental, y su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación activa de la población organizada. El agua constituye parte de los ecosistemas y es renovable a través de los procesos del ciclo hidrológico.

11. Principio de tutela jurídica

El Estado protege, supervisa y fiscaliza el agua en sus fuentes naturales o artificiales y en el estado en que se encuentre: líquido, sólido o gaseoso, y en cualquier etapa del ciclo hidrológico.

❖ **Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Decreto Supremo 002-2008-MINAM**

En este decreto supremo (002-2008-MINAM), se han establecido los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental, estos han sido comparados con los resultados de la presente investigación, teniendo en cuenta los usos del agua, estos usos según este decreto supremo se agrupan en cuatro categorías de uso.

El uso del agua en el área donde se desarrolló la presente investigación, se encuentra en las categorías 1, 3 y 4 y cada una de estas categorías según el uso del agua, presenta sus respectivos Estándares de Calidad Ambiental.

Se ha utilizado tres ECAs, debido a que este tramo el Río Mayo tiene usos múltiples y están contemplados en el Decreto Supremo 002-2008-MINAM, pues es aprovechado principalmente como recurso recreacional este tipo de uso se encuentra en la *Categoría 1*, así mismo representa agua para bebida de animales (*Categoría 3*) y si queremos que el recurso se conserve en un buen estado, se contempla en la *Categoría 4*.

Cuando el agua es utilizado en estas tres categorías, tiene cumplir la condición de presentar niveles de ECAs por debajo de los 5000 UFC/100ml para coliformes totales y la concentración no debe sobrepasar 2000 UFC/100ml para coliformes fecales según el D° S° 002-2008-MINAM.

❖ **Descripción de las categorías de uso del agua en el área de estudio.**

CATEGORÍA 1 -B: Población y recreacional

Se encuentran en esta categoría las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A), que no es motivo de nuestro estudio, así mismo en esta categoría también están las *aguas superficiales destinadas al uso recreacional (B)*, que es el uso que la población le da a las aguas superficiales del puerto de Tahuishco, y por lo tanto es interés del proyecto de investigación.

En la categoría *Categoría 1 B, aguas superficiales destinadas para recreación*, cuando las aguas son de contacto primario son reconocidas como **B1** y cuando son de contacto secundario son reconocidas como **B2**, en el proyecto se toma tanto aguas de contacto primario **B1** y aguas de contacto secundario **B2**, ya que el puerto de Tahuishco es una zona turística, donde el río tiene uso recreacional de contacto directo e indirecto.

Las actividades recreativas que se desarrollan en estas aguas (Río Mayo), son la natación, buceo libre, canotaje, moto acuática y pesca.

Si el agua presenta menos de 1000 UFC/100ml para coliformes fecales y 4000 NFC/100ml, el agua es apto para estos usos (D°S-002-2008-MINAM), es por ello que en

los resultados de la investigación, los valores de coliformes fecales y totales son comparados con estos niveles de concentración microbiológica (ECAs).

CATEGORÍA 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Como su nombre lo indica las aguas dentro de esta categoría, son utilizadas para el riego de vegetales y para bebidas de animales, en el presente proyecto de investigación utilizamos los ECAs aprobados en el (D.S 002-2008-MINAM.), para el uso del agua como bebida de animales, ya que en el transcurso del tramo del río en el que se realizó los muestreo de coliformes fecales y totales, encontramos animales mayores como vacunos y equinos que hacen uso del recurso como bebida.

Los ECAs para este uso, es una concentración bacteriológica de 1000 UFC/100ml para coliformes fecales y 5000 UFC/100ml para coliformes totales.

De igual forma los resultados obtenidos en la fase de campo para coliformes fecales y totales son comparados con estos Estándares mencionados para el uso del agua como bebida de animales.

CATEGORÍA 4: Conservación del ambiente acuático

En esta categoría se encuentran, las aguas de las lagunas, lagos, ríos de la costa, sierra y selva, ecosistemas marino costeros (estuarios marinos), estos no deben superar los Estándares de Calidad Ambiental (D°S°-002-2008-MINAM), para garantizar un estado de conservación saludable.

Teniendo en cuenta que el Río Mayo, es el cuerpo receptor de las descargas de aguas residuales de la Ciudad de Moyobamba, debería contar con planes de manejo para garantizar la calidad de sus aguas para que no causen impactos en los medios con los que interactúa, entonces para que pueda garantizar la calidad de sus aguas, este debe encontrarse con concentraciones de coliformes fecales por debajo de 1000 UFC/100ml y así mismo debe presentar concentraciones menores a 2000 UFC/100ml, que son los estándares normados en el D° S°-002-2008-MINAM.

Los resultados de la concentración de coliformes fecales y totales encontrados en los muestreos, son comparados con estos valores de 1000 UFC/100ml y 2000 UFC/100ml, para C. fecales y totales respectivamente por ser los ECAs normados en el D° S°-002-2008-MINAM.

❖ Datos técnicos cualitativos y cuantitativos del Río Mayo en el tramo de investigación

Río Mayo-50 metros aguas arriba del vertedero (A-A)

Coordenadas: WGS 84 18M Este-282124.310; Norte-9334756.0287

El tramo del río presenta un ambiente lótico de agua blanca, con una pendiente de orilla 36°, un ancho de 94.24 metros y una profundidad mayor a 1.8 metros y color marrón, con una transparencia de 3 cm. La fuerza de corriente es fuerte y la orilla estrecha. El sustrato más común está compuesto de arena. Cobertura ribereña 80% y su vegetación es bosque con presencia de cético, arbustos y gramíneas. El área no presenta viviendas cercanas a menos de 200m de radio, y tampoco presenta actividades agrícolas.

Río Mayo-altura del vertedero (A-V)

Coordenadas: WGS 84 18M Este-282164.954E; Norte-9334720.27637 O-2 Este-282229.9097; Norte-9334791.3856

En este tramo el río presenta un ambiente lotico de agua blanca, con una pendiente de orilla 39°. Presenta un ancho de 96.31 m. y una profundidad mayor a 2.0 m. color marrón y de pardo a oscuro por la mezcla de aguas residuales del vertedero con las aguas del río, llegando a 3 a 4 m de la orilla hacia el centro, con una transparencia es menos de 3 cm. La fuerza de corriente es fuerte y la orilla estrecha. El sustrato más común está compuesto de arena y materia orgánica acumulada por el vertedero, esta materia orgánica presenta aproximadamente 0.5m de profundidad, solo en la orilla del vertedero, mas no en la orilla del Río Mayo propiamente dicho, por la fuerza de corriente del río no existe acumulación de materia orgánica en el lecho del cuerpo receptor.

Cobertura ribereña 80% y su vegetación es bosque con presencia de cético, arbustos y gramíneas, de esta zona en dirección aguas abajo comienzan las actividades agrícolas principalmente cultivos de arroz bajo sistema de riego.

Río Mayo-aguas abajo (A-O)

Coordenadas: WGS84 18M Este-282208.9680; Norte-9334693.9035

El tramo del río presenta un ambiente lotico de agua blanca, con una pendiente de orilla 40°. Presenta un acho de 93.97 m. y una profundidad mayor de 2.5 m. color marrón, con una transparencia de 3cm. La fuerza de la corriente es fuerte-torrentosa y la orilla es estrecha. El sustrato más común de la orilla está compuesto de arena. Cobertura ribereña en menor y presenta arrozales.

A continuación se presentan las coordenadas de las orillas del tramo descrito.

Coordenadas	Este	Norte	Descripción
O-1	282124.310	9334756.028	Margen derecha A-A
O-2	282191.348	9334822.264	Margen Izquierda A-A
O-3	282164.954	9334720.276	Margen Izquierda A-V
O-4	282229.909	9334791.385	Margen Izquierda A-V
O-5	282208.968	9334693.903	Margen derecha A-O
O-6	282270.407	9334765.004	Margen derecha A-O

Características del área de estudio.

Uso del suelo paralelo al vertedero.

A la margen derecha del Río Mayo, partiendo del punto de descarga hasta los 240 m, el suelo se encuentra ocupado por actividad agrícola, principalmente por cultivos de arroz, bajo el sistema de producción a riego, es necesario mencionar que la tubería matriz de conducción de aguas residuales, se encuentra colapsado a 100 metros antes de llegar al punto de descarga en el Río Mayo, por lo que existe alta probabilidad que en épocas de lluvias prolongadas, las aguas residuales discurran hacia las plantaciones de arroz a riego, para descargarse posteriormente a poco mas de 50 metros del punto de descarga inicial.

Posterior a los 240 metros aguas abajo del punto de descarga hasta el puesto de Tahuishco, el suelo de la margen derecha del Río Mayo se encuentra ocupado por pastos para la crianza de ganado vacuno, cuyos individuos consumen el agua del río.

Presencia de otros vertimientos.

Se ubicó el punto de muestreo N° 2 a 50 metros aguas abajo del punto de vertimiento, considerando que inmediatamente después de los 50 metros encontramos un vertimiento de 0.5 metros de ancho, que proviene de los cultivos de arroz, así mismo después de los 240 metros existe otra descarga de un metro de ancho que descarga sus aguas al Río Mayo, proviniendo este al igual que la anterior de los arrozales.

1.3.3 Definición de términos

El Agua.

Según (SÁNCHEZ, 2008), el agua pura es un líquido inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que solo puede detectarse en capas de gran profundidad, a la presión atmosférica (760 mm de mercurio) el punto de fusión del agua es de 0 °C y su punto de ebullición de 100 °C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C. Cuando el agua se enfría y se congela, el sólido que resulta ocupa un volumen mayor que el del líquido del que proviene; disminuye su densidad, de 1g/cm³ en el agua líquida a 0.9 g/cm³ en el hielo. El agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, puede permanecer en estado líquido aunque su temperatura esté por debajo de su punto de fusión; se puede enfriar fácilmente a unos - 25 °C sin que se congele. El agua sobre enfriado se puede congelar agitándola, descendiendo más su temperatura o añadiéndola un cristal u otra partícula de hielo.

Calidad de agua.

El término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.

Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada.

De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

Vertimiento.

Evacuación deliberada de desechos u otras sustancias al ambiente.

Agua residual o aguas servidas.

Aguas contaminadas por uso doméstico, industrial o agrícola. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto de los últimos años por la contaminación que genera a los ecosistemas.

Coliformes fecales.

Grupo bacteriano presentes en los intestinos de los mamíferos y los suelos, que representan una indicación de la contaminación fecal del agua. Son fáciles de identificar y contar en laboratorio por su capacidad de fermentar la lactosa.

Coliformes totales.

Comprende la totalidad del grupo coliformes, para determinar la contaminación de aguas también se utiliza la prueba para este grupo.

Muestra simple.

Es aquella muestra tomada en un corto período, de tal forma que el tiempo empleado en su extracción sea el transcurrido para obtener el volumen necesario.

Muestras compuestas.

Dos o más muestras simples que se han mezclado en proporciones conocidas y apropiadas para obtener un resultado promedio de sus características. Las proporciones se basan en mediciones de tiempo o de flujo.

Estándar de Calidad Ambiental (ECAs).

Instrumentos establecidos por la autoridad competente con el propósito de promover políticas de prevención, reciclaje, reutilización y control de la contaminación, destinados a proteger la salud humana y la calidad del ambiente.

Animales mayores.

Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos. (D°S°002-2008-MINAM).

Calidad ambiental.

Presencia de elementos, sustancias y tipos de energías que le confieren una propiedad específica al ambiente y a los ecosistemas. (D°S° 019-2009-MINAM)

Impacto Ambiental: alteración positiva o negativa de uno o más componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto (D°S° 019-2009-MINAM)

Caudal.

Volumen de agua por unidad de tiempo, en este caso la medición se realizó en el vertedero.

Monitoreo.

Obtención espacial y temporal de información específica sobre el estado de las variables ambientales, funcional a los procesos de seguimiento y fiscalización ambiental. (D°S° 019-2009-MINAM)

Río Mayo.

El río Mayo es un afluente del río Huallaga que discurre en la parte norte del Departamento de San Martín. Su cuenca se ubica en las provincias de Rioja, Moyobamba, Lamas y San Martín.

Cuerpo receptor:

Es todo aquel manantial, zonas de recarga, ríos, quebrada, arroyos permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, turbera, pantano, agua dulce, salobre o salada, donde se vierten aguas residuales.

1.4. variables

Variable Independiente

Causa: Volumen o caudal de descarga de aguas residuales.

Variable Dependiente

Efecto: Concentración de coliformes fecales y totales en el Río Mayo.

1.5. hipótesis

“La concentración de coliformes fecales y totales en el Río Mayo es alta producto de la descarga de elevados volúmenes de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba.”



II. MARCO METODOLÓGICO.

2.1 Tipo de investigación:

- ❖ De acuerdo a la orientación : Aplicada
- ❖ De acuerdo a la técnica de contrastación : Descriptiva

2.2 Diseño de investigación.

❖ **Determinación del área de estudio.**

El presente proyecto se desarrolló en el sector Juan Antonio de la ciudad de Moyobamba, departamento de San Martín, Moyobamba es la capital de la Provincia de Moyobamba, la misma que se encuentra situada en la parte norte del departamento de San Martín, en la región selva del Perú entre los meridianos 76°43' y 77°38' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, entre los paralelos 5° 09' Y 6° 01' de latitud Sur, considerando los puntos extremos de sus límites. Moyobamba tiene una altitud de 860 m.s.n.m. y se encuentra a 96 metros sobre el nivel del río Mayo, lo que facilita que las aguas residuales se viertan directamente al Río Mayo. (PEAM, 1998).

El estudio comprende la zona descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, el objetivo del estudio ha sido determinar las concentraciones de coliformes fecales y totales aportados por las descargas de aguas residuales sobre el Río Mayo, para ello se ubicaron puntos de muestreo ubicadas en las coordenadas UTM, WGS 84: Este-282127; Norte-9334759 (Punto-0); Este-282163, Norte-9334711 (Punto-1); Este-282211, Norte-9334698 (Punto-2) y Este-282657E, Norte 9333761 (Punto-3), el proyecto se desarrolló en el sector denominado Juan Antonio, a 1150 metros aguas arriba del puerto de Tahuishco, distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, región San Martín. (*Ver Anexo N° 03 y Figura N° 01*)

Para determinar el área de estudio y ubicar la zona más accesible se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG), por otro lado la determinación del área de estudio se efectuó mediante una visita de campo preliminar, luego se procedió a determinar los puntos de muestreo considerando los criterios de accesibilidad, no existencia de otra descarga que podría alterar los resultados durante la determinación de coliformes y finalmente se consideró la presencia de poblaciones cercanas que podrían verse afectados producto de las descargas de aguas residuales de la localidad de Moyobamba sobre el Río Mayo. (**Protocolo de Efluentes Industriales del sub sector Industria**)

Tabla N° 01: Coordenadas UTM del área de estudio.

Punto	Este	Norte	Descripción
P-0	282127.943	9334759.527	50 metros aguas arriba del punto de descarga.
P-1	282163.632	9334711.860	En la misma fuente ó vertedero.
P-2	282211.647	9334698.149	50 metros aguas abajo del punto de descarga.
P-3	282657.173	9333761.300	Frente al puerto de Tahuishco.
Población-1	282575.000	9333739.000	Población del puerto Flor del Mayo.
Población-2	282705.000	9334537.000	Población del puerto de Tahuishco.

Fuente: Elaboración propia.

La toma de muestras de agua se realizo en cuatro puntos de muestreo los mismos que se ubicaron de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla N° 02: Coordenadas UTM de los puntos de muestreo

Puntos de muestreo para parámetros de coliformes fecales y totales			
Punto	Coordenadas de ubicación		Descripción de la ubicación
	Este	Norte	
Punto-0 (P-0)	282127.943	9334759.527	50 metros aguas arriba del punto de descarga
Punto-1 (P-1)	282163.632	9334711.860	Vertedero de aguas residuales.
Punto-2 (P-2)	282211.647	9334698.149	50 m aguas abajo del vertedero de aguas residuales.
Punto-3 (P-3)	282657.173	9333761.300	Frente al Puerto de de Tahuishco.

Fuente: Fase de campo 2009

2.3 Población y muestra

❖ Población:

Coliformes fecales y totales descargados en el Río Mayo como componentes microbiológicos patógenos de las aguas residuales de la ciudad de Moyobamba.

❖ Muestra:

El volumen de muestra de agua para los análisis microbiológicos de coliformes fecales y totales ha sido de 100 ml por cada muestra. (D°.S°. N° 037-2008. Para el Sub Sector Industrias)

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El material de estudio para la investigación se obtuvo de un análisis de aguas residuales (vertedero) y cuerpo receptor (Río Mayo), para ello se tomaron cuatro muestras las mismas que han sido recogidas de la siguiente manera, la primera muestra en el punto ubicado a 50 metros aguas arriba del vertedero, la segunda en el vertedero, la tercera 50 metros aguas abajo del vertedero, y finalmente se adiciono un cuarto punto de muestreo ubicado frente al puerto de Tahuishco, considerando que es la zona donde se encuentra la población más cercana que directamente utiliza el Río Mayo para recrearse, para el desarrollo del proceso de muestreo se procedió de acuerdo a procesos ya establecidos que se detallan a continuación.

2.4.1 Técnica para la toma de muestras de agua residual

❖ Toma de muestras

El muestreo se realizó siguiendo las recomendaciones propuestas por el *protocolo de monitoreo de efluentes líquidos del sub sector industria*.

Las muestras han sido recolectadas en cuatro puntos de muestreo, teniendo en cuenta que la recolección en el cuerpo receptor se realice a siete metros de la orilla y a dos tercios de profundidad, mientras que en el vertedero la muestra ha sido recolectada en el centro del cuerpo de agua residual.

En cada una de los puntos de muestreo se procedió a la recolección de las muestras simples, recolectadas en forma horaria y luego se las hizo muestras compuestas, las mismas que han sido trasladados al laboratorio para su y análisis correspondiente.

Las muestras tomadas en el vertedero y en Río Mayo como cuerpo receptor, fueron tomadas en frascos esterilizados de 500 ml, estas muestras han sido analizadas en el laboratorio MICROLAB el mismo día de su recolección, utilizando el método de filtración por membranas.

Para determinar coliformes totales se utilizó caldo lauril sulfato como medio de cultivo, con diluciones 10-1, 10-2 y 10-3, mientras que para determinar coliformes fecales se utilizó como medios de cultivo, caldo lauril sulfato, caldo brilla y caldo triptonado, con diluciones 10-1, 10-2 y 10-3.

La recolección de muestras se llevó a cabo en forma paralela a la medición del caudal de descarga.

2.4.2 Método para determinar coliformes Fecales y Totales

Los coliformes totales y fecales se analizaron en el laboratorio de Análisis Químicos y Biológicos MICROLAB. Las determinaciones se realizaron siguiendo el protocolo de análisis de coliformes propuesto para aguas superficiales.

La determinación de coliformes fecales y totales se hizo utilizando el método de filtración por membrana, para coliformes totales se utilizó en Caldo Caldo m-Endo Lactosa Bilis Verde Brillante (BRILA) y para coliformes fecales se realizó en Caldo-m FC.

❖ Descripción del método de análisis en laboratorio (*filtración por membranas*)

Este método se basa en la filtración de una muestra para concentrar células viables sobre la superficie de una membrana y transferirlas a un medio de cultivo apropiado, para posteriormente contar el número de unidades formadoras de colonias (UFC) desarrolladas después de la incubación.

❖ Procedimiento para recuento de coliformes fecales.

- Esterilizar materiales a utilizar (campana, pinza).
- Colocar las almohadillas (PAD) mediante el dispensador en las placas Petri.
- Embeber las almohadillas con aproximadamente 1.8 a 2.0 ml de Caldo m-FC.
- Armar el equipo de filtración y colocar el filtro de membrana.
- Filtrar un volumen de muestra de 100 ml.
- Retirar el filtro y colocarlo en la placa petri preparada, verificar su adhesión a la almohadilla.
- Incubar las placas en forma invertida a 45 °C por 24 hr.
- Transcurrido el tiempo de incubación proceder a realizar el recuento, diferenciando las colonias típicas de coliformes fecales que se caracterizan por presentar un color Azul típico de intensidad variable. Las colonias que no presentan color azul no deben considerarse en el recuento.
- Expresar el recuento de coliformes totales por 100 ml. de muestra (UFC/100mL).

❖ Procedimiento para recuento de coliformes totales

- Esterilizar materiales a utilizar (campana, pinza).
- Colocar las almohadillas (PAD) mediante el dispensador en las placas Petri.
- Embeber las almohadillas con aproximadamente 1,8 a 2,0 mL de Caldo m-Endo.
- Armar el equipo de filtración y colocar el filtro de membrana.
- Filtrar un volumen de muestra de 100 ml.
- Retirar el filtro y colocarlo en la placa petri preparada, verificar su adhesión a la almohadilla.
- Incubar las placas en forma invertida a 35 °C por 24 h.
- Transcurrido el tiempo de incubación proceder a realizar el recuento, diferenciando las colonias típicas de coliformes totales que se caracterizan por presentar un color rojo oscuro con brillo metálico típico. Las colonias que no presentan brillo metálico no deben considerarse en el recuento.
- Expresar el recuento de coliformes totales por 100 ml. de muestra (UFC/100mL).

2.4.3 Método para determinar el Caudal de Descarga (Área – Velocidad de Corriente)

Este método es utilizado para encontrar el caudal en corrientes superficiales y canales abiertos, para ello es necesario definir el área de la sección (A) y la velocidad promedio (V), conocidos estos dos datos el caudal es calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = A \cdot V$$

En la práctica el área transversal total de la corriente o canal se divide en pequeñas áreas seccionales y en cada una de estas áreas se determina el flujo o caudal parcial, el caudal total se obtiene sumando los caudales parciales. (Ver anexo N°3 Figura N° 02)

Se midió directamente el caudal de descarga cada sábado durante el periodo de la investigación, considerando que es un día en que existe mayor consumo de agua potable y generación de agua residual por la población.

2.4.4 Método para identificar, calificar y valorar impactos ambientales.

Para la identificar, calificar y valorar impactos potenciales se utilizó la matriz de Leopold Modificada. (Ver anexo N° 06 Matrices), teniendo en cuenta las características ambientales del área en términos de los medios físico, biológico y socioeconómico y las características del vertido se ha valorado según los criterios de riesgos en la salud, y protección de los recursos naturales para ello ha sido imprescindible la utilización del análisis matricial, se desarrollo una evaluación cualitativa teniendo en cuenta las características del vertido y los daños que este está ocasionando sobre los diversos factores del área de intervención, por otro lado se realizo la valoración cuantitativa de impactos

ambientales, teniendo en cuenta los parámetros e indicadores para la valoración de impactos ambientales.

Los impactos varían en grado y magnitud, en función de la fragilidad de los recursos mismos y de sus interrelaciones en el ecosistema, para la valoración de impactos ambientales se utilizaron criterios técnicos, que finalmente dan como resultado un indicador ambiental que es cuantitativo y expresa la situación ambiental en su aspecto más relevante.

El resultado de la evaluación del impacto es un valor adimensional que se obtiene de un análisis de los siguientes criterios de evaluación.

- **Carácter (C):**

Positivo (+1).- Aquel admitido como tal por la comunidad técnica y científica como por la población en general en el contexto de un análisis completo de los costos beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación completa.

Negativo (-1).- Aquel cuyo efecto se traduce en pérdidas del valor naturalístico, estético, cultural, paisajístico de la productividad ecológica ó en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación de la erosión o de la colmatación y demás riesgos ambientales de la discordancia con la estructura ecológica, geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

- **Grado de perturbación en el ambiente (P):**

Importante (3).- aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del ambiente, de los recursos naturales o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso que se produzca el efecto. En el caso que la destrucción sea completa se denomina total.

Regular (2).- Aquel cuyo efecto se manifiesta con la alteración del ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas en los niveles anteriores.

Escasa (1).- Aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

- **Importancia desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental (I):**

Alto (3).- Cuando entre los espacios afectados se encuentra algún área naturales protegidas, parques de interés nacional o regional.

Medio (2).- Áreas de cría, de cultivo y reproducción, áreas protegidas por gobiernos locales o en trámite de reconocimiento.

Bajo (1).- Cuando no existen áreas protegidas o de especial importancia para la fauna.

- **Riesgo de ocurrencia(O):**

Muy probable (3).- Cuando el impacto se producirá de todas maneras, sin haber forma de evitarlo.

Probable (2).- Cuando aplicando técnicas de prevención ó control, se puede evitar el impacto

Poco probable (1).- Cuando no se tiene la certeza de que el proyecto ocurrirá.

- **Territorio involucrado o extensión (E):**

Regional (3).- Cuando el impacto es notorio en todo el territorio regional.

Local (2).- Aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio, es decir se produce en todo el área comprendido a una población.

Puntual (1).- Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado nos encontramos ante un impacto puntual.

- **Duración a lo largo del tiempo (D):**

Permanente (3).- El impacto puede estar presente durante todo el tiempo, es considerado de 4 a más de 10 años.

Media (2).- El efecto puede durar de 1 a 4 años.

Corta (1).- Cuando el impacto dura de meses hasta 1 año.

- **Reversibilidad para volver a las condiciones iniciales (R).**

Reversible (1).- aquel en el que la alteración puede ser asimilable por el entorno de forma medible a corto, mediano y largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Parcial (2).- efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo oportunamente las medidas correctoras y así mismo es aquel en el que la alteración puede ser reemplazable.

Irreversible (3).- aquel en el que la alteración del medio ó pérdida que supone es imposible de reparar tanto por acción humana como por acción natural.

2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizaron programas de información geográfica como Arc Gis 9.2 Gogle Heart, y programas informáticos de Microsoft Office.

Según los usos del agua del Río Mayo en la zona, la comparación de resultados obtenidos en laboratorio se hizo con los Estándares de Calidad Ambiental – ECAs, según el D° S° N° 002-2008-MIMAN, para luego ser representados en tablas y gráficos.

En los resultados encontramos datos de incremento y dispersión de la concentración de coliformes fecales y totales, estos datos han sido calculados con la finalidad de evaluar el aporte del vertedero a la concentración existente, pero además de ello se evaluó la capacidad de dispersión de las concentraciones que presenta el Río Mayo, para ello se utilizó fórmulas de balance de concentraciones.

2.5.1 Fórmulas para realizar cálculos de incremento y dispersión microbiológica de coliformes fecales y totales en el Río Mayo.

Se realizó un balance de concentraciones entre el Punto-0 (P-0: 50 metros aguas arriba del vertedero) y el Punto-2 (P-2: 50 metros aguas abajo del vertedero), las mismas que se encuentran distando 100 metros una de otra. (Ver anexo N° 03 Figura N°01)

Variación de la concentración o incremento microbiológico $\Delta [I]$

Para encontrar la variación de concentraciones se utilizó la siguiente fórmula:

$$\Delta [I]: [P-2] - [P-0]$$

Donde:

$\Delta [I]$: Variación de concentración entre P-0 y P-2

[P-2] : Concentración microbiológica 50 metros aguas abajo del vertedero.

[P-0] : Concentración microbiológica 50 metros aguas arriba del vertedero.

La condición para esta fórmula es que debe cumplir $[P-2] > [P-0]$

Incremento microbiológico expresado en porcentaje [% I]

Para expresar el incremento en porcentaje se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% [I]: (\Delta [I] * 100 / [P-0])$$

Donde:

% [I] : Variación o incremento expresado en %.

$\Delta [I]$: Variación de concentración entre P-0 y P-2

[P-0] : Concentración microbiológica 50 metros aguas arriba del vertedero.

Variación de la concentración o dispersión microbiológica $\Delta [D]$

Para encontrar la dispersión que tiene el río como cuerpo receptor, se realiza un balance de concentraciones, para ello se tiene en consideración la concentración en la zona de mezclas, ya que la concentraciones microbiológicas aguas arriba, se suman a las concentraciones del vertimiento, por lo tanto la concentración total o concentración en la zona de mezclas es el resultado de la suma de las concentraciones aguas arriba del vertedero, mas la concentración microbiológica del mismo vertedero ó las concentraciones en los puntos P-0 y P-1.

Para nuestro caso se trabajó con la concentración resultante de la suma de las concentraciones de los puntos 1 y 2, lo que resulta es la concentración en la zona de mezclas ([ZM]).

Como la concentración en la zona de mezclas ([ZM]), es mayor que la concentración en el P-2, por lo tanto se trata de una dispersión microbiológica ejercida por el cuerpo receptor (Río Mayo).

A continuación se presentan las formulas para calcular los datos de la tabla N° 09.

[ZM]: [P-0] + [P-1]:

Donde:

[P-0]: Concentración microbiológica 50 metros aguas arriba del vertedero.

[P-1]: Concentración microbiológica del vertedero.

Para encontrar la variación de concentraciones o dispersión microbiológica, se utilizó la siguiente fórmula:

$\Delta [D]: [E-ZM] - [P-2]$

Donde :

$\Delta [D]$: Variación o dispersión de la concentración entre ZM y P-2

[ZM] : Concentración microbiológica en zona de mezcla.

[P-2] : Concentración microbiológica en P-2

Esta fórmula debe cumplir la condición $[ZM] > [P-2]$

Variación de la concentración o expresado en porcentaje $\Delta \% [C]$

Para encontrar la variación de concentraciones expresado en porcentajes, se utilizó la siguiente fórmula:

$\Delta \% [D]$: $(\Delta [C] * 100 / [E-ZM])$

Donde :

$\Delta \% [D]$: Variación de la concentración o dispersión expresada en porcentaje

$\Delta [C]$: Variación de la concentración entre E-ZM y P-2

[E-ZM] : Concentración microbiológica en zona de mezcla.

2.5.2 Tratamiento estadístico de los datos obtenidos.

Utilizando el método de regresión lineal y correlación, propuesto por Manuel Córdova Zamora en su libro denominado “Estadística Inferencial, edición febrero del 2006”, se determinará el grado de relación existente entre la concentración de coliformes fecales y totales en el Río Mayo (variable dependiente) y los volúmenes de agua residual descargados al Río Mayo, como ya se mencionó líneas arriba las aguas residuales provienen del sistema de alcantarillado de la ciudad de Moyobamba y son descargados en el Río Mayo sin ningún tipo de tratamiento, por lo que se como hipótesis se considera que “La concentración de coliformes fecales y totales en el Río Mayo es alta producto de la descarga de elevados volúmenes de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba.”

En tal sentido para afirmar o rechazar la hipótesis se realizara un análisis de regresión lineal simple y correlación a los datos de volúmenes de la descarga y a los datos resultantes de los muestreos en el Punto N° 2, el mismo que se encontró ubicado 50 metros aguas abajo del punto de descarga.

El análisis de regresión lineal se ha determinado con la metodología siguiente:

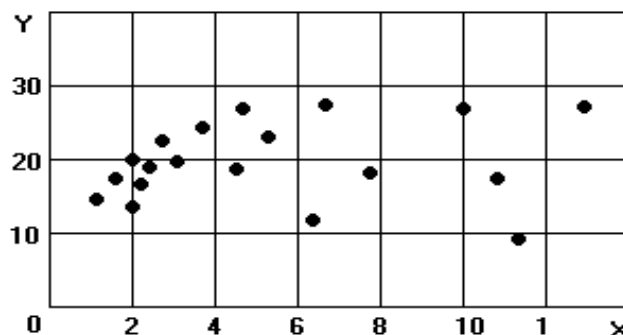
Se dispone de una muestra de observaciones formadas por pares de variables, siendo los resultados de caudal de descarga las variables independientes, mientras que los datos de coliformes fecales y totales corresponden a las variables dependientes, formando los pares ordenados:

(X1, y1)

(X2, y2)

(Xn, yn)

A través de esta muestra, se desea estudiar la relación existente entre las dos variables X e Y. Es posible representar estas observaciones mediante un gráfico de dispersión, como el siguiente.



También se puede expresar el grado de asociación mediante algunos indicadores, que se verán a continuación.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Ó MEDIADAS DE ASOCIACIÓN DE VARIABLES

Covarianza entre las variables X e Y. Es una medida de la variación conjunta. Se define como

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \frac{1}{n} S_{xy}$$

Puede tomar valores positivos o negativos.

Positivo, significa que ambas variables tienden a variar de la misma forma, hay una asociación positiva.

Negativo, significa que si una aumenta, la otra tiende a disminuir, y vice versa.

Covarianza cercana a cero indica que no hay asociación entre las variables.

Coefficiente de correlación lineal.

La covarianza tiene el inconveniente de que su valor no es acotado, por lo que, a partir de él es difícil juzgar si es grande o pequeña.

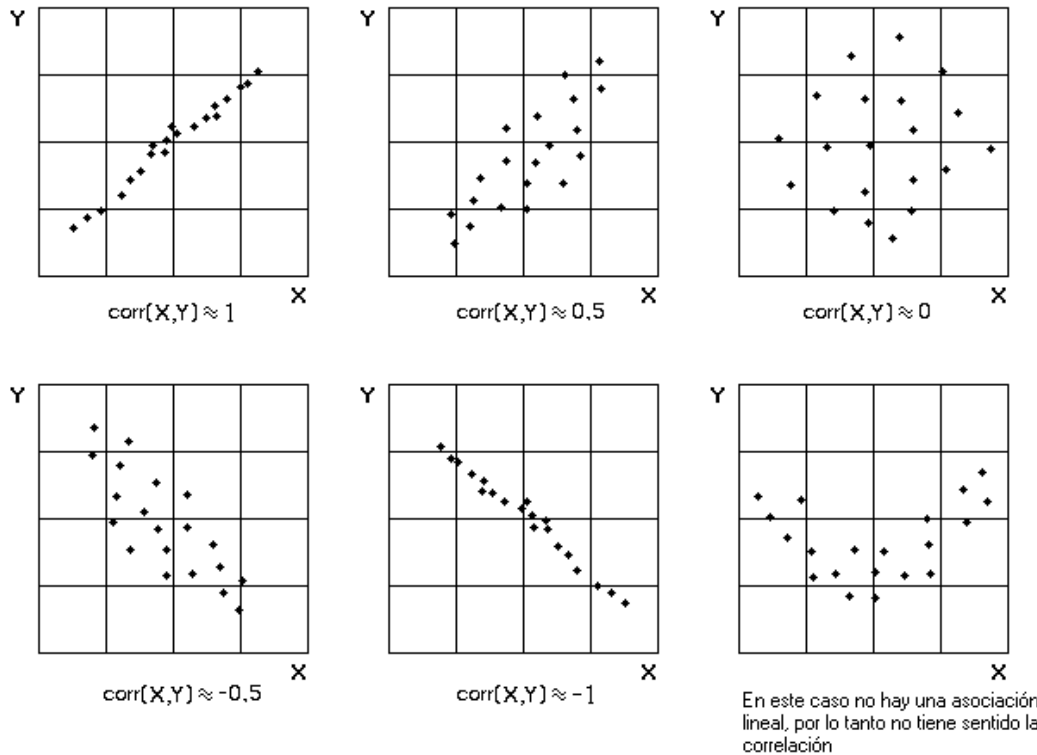
Se define la correlación, que es una medida de asociación lineal independiente de las unidades de medida.

Es igual a la covarianza dividida por las desviaciones standard:

$$\text{corr}(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{dsX * dsY} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}}$$

El valor de la correlación entre cualquier par de variables es un número entre -1 y 1. Un valor alto de correlación no indica que existe alguna relación de causa-efecto entre las variables.

La interpretación del coeficiente de correlación puede ilustrarse mediante los siguientes gráficos.



ANÁLISIS REGRESION LINEAL SIMPLE

Ahora para determinar que si hay una relación de causalidad de la variable X (causa) hacia la variable Y (efecto). Además, se sabe que esa relación es de tipo lineal, dentro del rango de los datos.

Establecimiento del modelo.

Estableceremos un modelo, para explicar la causa (Y) en términos del efecto (X), del tipo siguiente:

$$Y_i = a + bX_i + e_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

Siendo que a y b son dos cantidades fijas (parámetros del modelo) y los e_i son cantidades aleatorias que representan las diferencias entre lo que postula el modelo a y lo que realmente se observa, $y = bx + a$

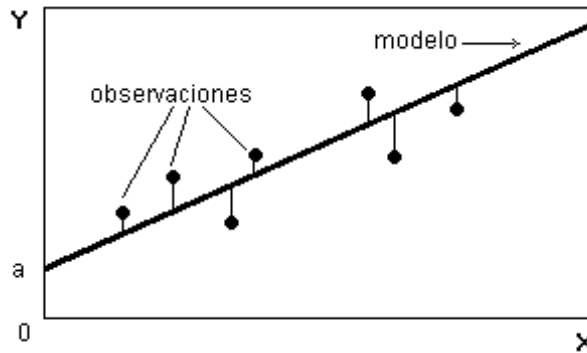
Por esa razón a los e_i los llamaremos "errores" o "errores aleatorios". Se asume que tienen valor esperado 0 y desviación estándar común σ .²

Para determinar la correlación es importante determinar primero la correlación, conocido ello nuestro problema es estimar los parámetros a, b y σ^2 para poder identificar el modelo.

Para estimar a y b se utiliza el método de mínimos cuadrados, que consiste en encontrar aquellos valores de a y de b que hagan mínima la suma de los cuadrados de las

desviaciones de las observaciones respecto de la recta que representa el modelo, en el sentido vertical.

Como en el siguiente gráfico:



En la figura, son los cuadrados de los segmentos verticales cuya suma de cuadrados se debe minimizar, para determinar a y b. Estos segmentos representan los errores e del modelo. b se llama pendiente de la recta que representa los datos y a se llama intercepto sobre el eje vertical.

La solución está dada por las siguientes fórmulas:

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Valores ajustados al modelo.

El modelo de regresión lineal se puede utilizar para obtener valores de Y ajustados al modelo, Los valores puntuales se obtienen mediante la fórmula $Y_i = a + bX_i$ en que a y b son los valores estimados por el procedimiento indicado anteriormente, y X_i toma los valores de la muestra. Los puntos que representan estos valores en el gráfico de dispersión, yacen sobre la recta.

La raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las diferencias entre los valores observados y ajustados, es una estimación de la varianza del error, σ .

Coefficiente de determinación.- Es una medida de bondad de ajuste del modelos de regresión lineal a los datos, es deseable que los valores de Y ajustados al modelo, sean lo más parecidos posible a los valores observados.

Una medida de lo parecido que son, es el coeficiente de correlación.

Se define el coeficiente de determinación, R^2 , como el cuadrado del coeficiente de correlación entre los valores de Y observados y los valores de Y ajustados. Sin embargo se puede demostrar que es igual a la siguiente expresión:

$$R^2 = \frac{S_{xy}^2}{S_{xx}S_{yy}} = \frac{[\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]^2}{[\sum (x_i - \bar{x})^2][\sum (y_i - \bar{y})^2]}$$

III. RESULTADOS

3.1 Resultados

Para lograr el objetivo general de la investigación (Determinar la concentración microbiana de coliformes fecales y totales en el Río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba), se han obtenido datos de análisis microbiológicos en laboratorio y datos de caudal de descarga del vertedero de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, durante los meses de agosto a diciembre del 2009.

Así mismo se ha determinado los posibles impactos negativos y potenciales sobre el ambiente, finalmente se plantean alternativas de solución de acuerdo a los datos obtenidos en campo.

❖ **De los objetivos específicos**

“Determinar la concentración microbiana de coliformes fecales y totales, como indicador de contaminación del Río Mayo”

• **Del estudio bacteriológico**

Durante los meses de agosto a diciembre, se han monitoreado tres puntos principales (P-0: 50 metros aguas arriba de la descarga ó vertedero; P-1 : En la fuente de descarga de aguas residuales y P-2: 50 metros aguas abajo de la descarga) y por cuestiones de comparación de resultados en los dos últimos meses se ha incrementado una punto de monitoreo, a la cual la hemos denominado como P-3 y ésta ha sido ubicada frente al Puerto de Tahuishco, debido a que es una zona donde el agua tiene uso recreacional.

A continuación se presenta la descripción y ubicación referencial de los puntos de muestreo.

Puntos de Muestreo	Unidad	Ubicación	Método de Análisis
P-0	UFC/100 ml	50 metros aguas arriba del vertedero y 7 m de la orilla del Río Mayo.	Filtración por Membranas
P-1	UFC/100 ml	En el vertedero 10 metros antes de llegar al Río Mayo.	Filtración por Membranas
P-2	UFC/100 ml	50 metros aguas abajo del vertedero y 7 m de la orilla del Río Mayo	Filtración por Membranas
P-3	UFC/100 ml	Frente al Puerto de Tahuishco y 7m de la orilla del Río Mayo	Filtración por Membranas

Teniendo en cuenta la descripción y ubicación de los puntos de muestreo, se presenta los resultados obtenidos en los muestreos de campo.

Tabla 03: Resultados de la muestra del mes de agosto de 2009.

Punto de Muestreo	Unidad	Resultados	
		Coliformes Totales	Coliformes Fecales
P-0	UFC/100 ml	2.1×10^5	1.5×10^4
P-1	UFC/100 ml	3.8×10^8	5.8×10^7
P-2	UFC/100 ml	3.9×10^5	4.1×10^4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 04: Resultados de la muestra del mes de setiembre de 2009.

Punto de Muestreo	Unidad	Resultados	
		Coliformes Totales	Coliformes Fecales
P-0	UFC/100 ml	1.9×10^5	1.7×10^4
P-1	UFC/100 ml	4.3×10^8	6.1×10^7
P-2	UFC/100 ml	4.2×10^5	6.2×10^4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 05: Resultados de la muestra del mes de octubre de 2009.

Punto de Muestreo	Unidad	Resultados	
		Coliformes Totales	Coliformes Fecales
P-0	UFC/100 ml	3.5×10^3	2.6×10^2
P-1	UFC/100 ml	1.7×10^7	8.2×10^5
P-2	UFC/100 ml	3.7×10^3	4.2×10^2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 06: Resultados de la muestra del mes de noviembre de 2009.

Punto de Muestreo	Unidad	Resultados	
		Coliformes Totales	Coliformes Fecales
P-0	UFC/100 ml	2.3×10^5	1.8×10^4
P-1	UFC/100 ml	8.5×10^8	1.1×10^8
P-2	UFC/100 ml	5.1×10^5	4.9×10^4
P-3	UFC/100 ml	2.7×10^6	3.3×10^5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 07: Resultados de monitoreo muestra del mes de diciembre de 2009.

Punto de Muestreo	Unidad	Resultados	
		Coliformes Totales	Coliformes Fecales
P-0	UFC/100 ml	3.4×10^4	2.5×10^3
P-1	UFC/100 ml	4.7×10^8	4.9×10^7
P-2	UFC/100 ml	6.5×10^6	3.9×10^5
P-3	UFC/100 ml	5.8×10^6	4×10^5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 08: Consolidado del muestreo de coliformes, durante los meses de agosto a diciembre del año 2009 y su comparación con los ECAs, según las categorías de uso del agua.

Puntos de Muestreo		Meses					ECA para la Categoría de Uso-1 (Recreación)	ECA para la Categoría de Uso-3 (Bebida de animales)	ECA para Categoría de Uso-4 (Conservación del agua)
		Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
P-0	CT(UFC/100 ml)	2.1×10^5	1.9×10^5	3.5×10^3	2.3×10^5	3.4×10^4	CT 4×10^3 CF 2×10^3	CT 5×10^3 CF 1×10^3	CT 3×10^3 CF 2×10^3
	CF(UFC/100 ml)	1.5×10^4	1.7×10^4	2.6×10^2	1.8×10^4	2.5×10^3			
P-1	CT(UFC/100 ml)	3.8×10^8	4.3×10^8	1.7×10^7	8.5×10^8	4.7×10^8			
	CF(UFC/100 ml)	5.8×10^7	6.1×10^7	8.2×10^5	1.1×10^8	4.9×10^7			
P-2	CT(UFC/100 ml)	3.9×10^5	4.2×10^5	3.7×10^3	5.1×10^5	6.5×10^6			
	CF(UFC/100 ml)	4.1×10^4	6.2×10^4	4.2×10^2	4.9×10^4	3.9×10^5			
P-3	CT(UFC/100 ml)	**	**	**	2.7×10^6	5.8×10^6			
	CF(UFC/100 ml)	**	**	**	3.3×10^5	4×10^5			

FUENTE: Elaboración propia (Datos de campo de agosto a diciembre del 2009.)

Según los valores de concentración expresados en la tabla N° 08, podemos observar que el Río Mayo durante los meses de agosto, setiembre, noviembre y diciembre 50 metros aguas arriba del vertedero presenta elevadas concentraciones de coliformes fecales y totales, que superan los Estándares de Calidad Ambiental dispuestos por el D° S° 002-2008-MINAM, por otro lado 50 metros aguas abajo del vertedero, las concentraciones son mayores a las del Punto-0, esto significa que el vertedero de aguas residuales de la Ciudad de Moyobamba, tiene incidencia sobre el aporte de concentraciones bacteriológicas sobre el Río Mayo.

CT: Concentraciones de coliformes totales en 100ml de agua de muestra (UFC/100 ml)

CF: Concentraciones de coliformes fecales en 100ml de agua de muestra (UFC/100 ml)

****:** Muestran los meses en los que no se realizaron los muestreos en el P-3

CAT-1: Categoría de uso 1, uso del agua como recreacional.

CAT-3: Categoría de uso 3, es decir uso para bebidas de animales.

CAT-4: Categoría de uso 4, es decir para la conservación del ambiente acuático.

ECA-1: Estándar de Calidad Ambiental para aguas de la Categoría 1

ECA-3: Estándar de Calidad Ambiental para aguas de la Categoría 3

ECA-4: Estándar de Calidad Ambiental para aguas de la Categoría 4

Tabla N°09: Incremento de la concentración de coliformes fecales y totales entre el P-0 y P-2

Meses Puntos de Muestreo Incremento bacteriano.		Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		[P-0]	<i>CT</i> (UFC/100 ml)	2.1×10^5	1.9×10^5	3.5×10^3
	<i>CF</i> (UFC/100 ml)	1.5×10^4	1.7×10^4	2.6×10^2	1.8×10^4	2.5×10^3
[P-2]	<i>CT</i> (UFC/100 ml)	3.9×10^5	4.2×10^5	3.7×10^3	5.1×10^5	6.5×10^6
	<i>CF</i> (UFC/100 ml)	4.1×10^4	6.2×10^4	4.2×10^2	4.9×10^4	3.9×10^5
$\Delta[I] = [P-2]-[P-0]$	ΔCT (UFC/100 ml)	1.8×10^5	2.3×10^5	2×10^2	2.8×10^5	6.4×10^6
	ΔCF (UFC/100 ml)	2.6×10^4	4.5×10^4	1.6×10^2	3.1×10^4	3.8×10^5
$[\% \Delta C] = \Delta[I] * [P-0] / 100$	$\% \Delta CT$	85.71	121.05	5.71	121.74	19017.65
	$\% \Delta CF$	173.33	264.71	61.54	172.22	15500.00

Fuente: Elaboración propia (Procesamiento de información de campo 2009.)

Según los resultados que se presentan en la tabla N° 09, el vertimiento de aguas residuales incrementó la concentración de coliformes totales sobre el Río Mayo, con un valor porcentual mínimo de 5.71% registrado en el mes de octubre del 2009, y llegó a un máximo de 19017.65 %, de incremento de coliformes totales, registrado en el mes de diciembre del 2009.

Mientras que en coliformes fecales el menor incremento se presentó en el mes de octubre 61.54% y el mayor incremento en el mes de diciembre.

El incremento de concentración solo en el mes de octubre no superaron los ECAs.

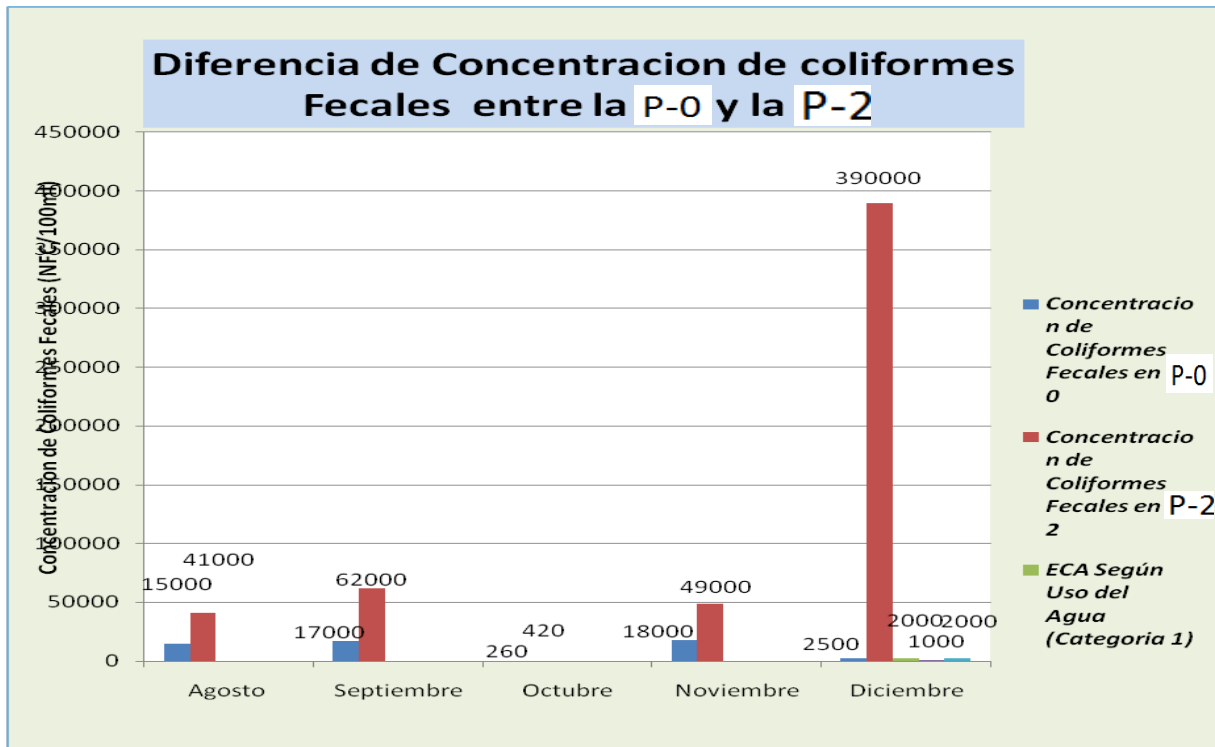
[P-0] : Concentración 50 metros aguas arriba del vertedero, **CT** para coliformes totales y **CF** para coliformes fecales.

[P-2] : Concentración 50 metros aguas abajo del vertedero, **CT** para coliformes totales y **CF** para coliformes fecales.

Δ [I] : Incremento microbiológico en 50 metros, **ΔCT** para coliformes totales y **ΔCF** para coliformes fecales.

[% ΔC] : Incremento de microbiológico expresado en porcentaje, **%ΔCT** para coliformes totales y **%ΔCF** para coliformes fecales.

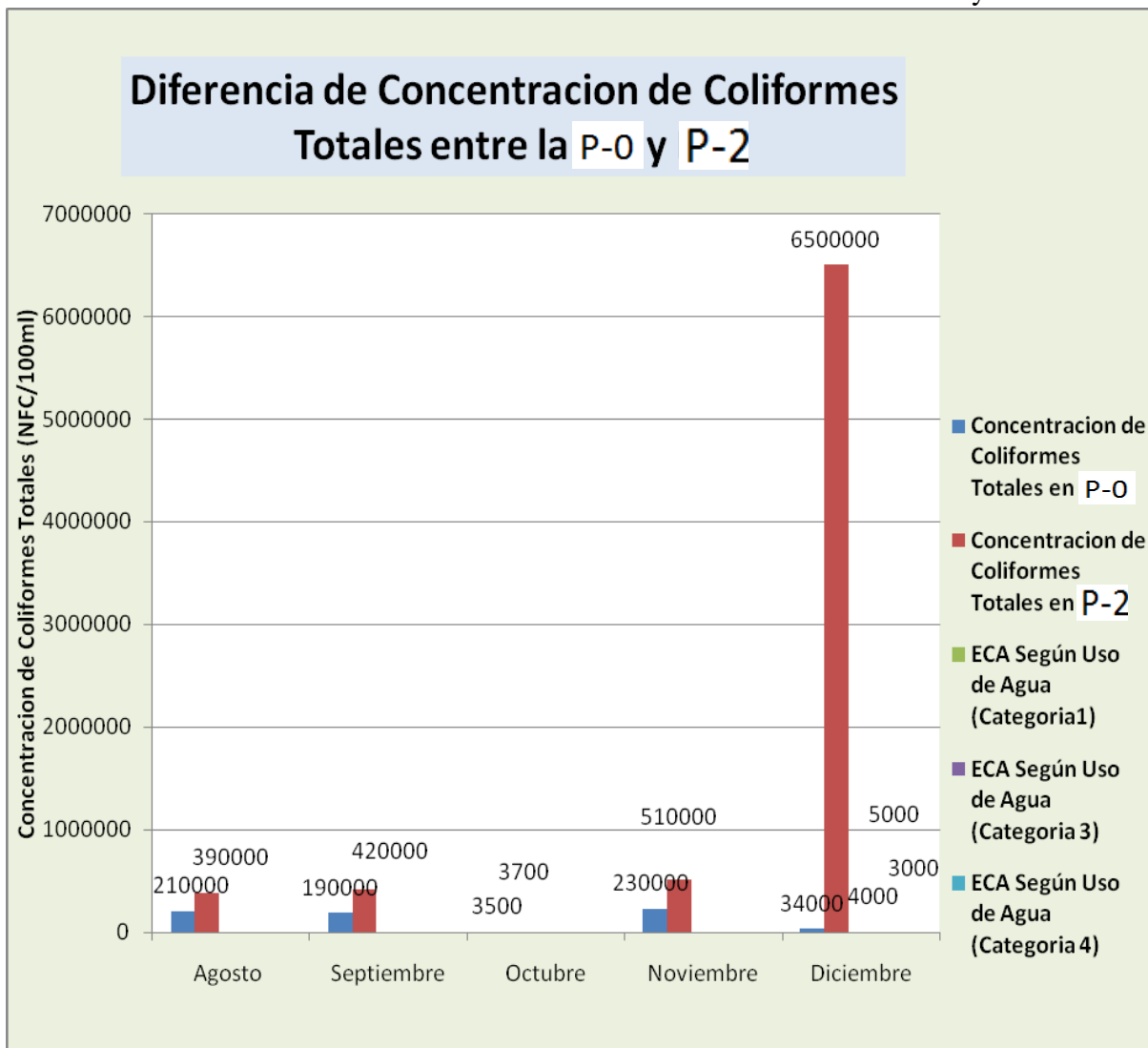
Grafico N° 01: Incremento de la concentración de coliformes fecales entre P-0 y P-2



Fuente: Tabla N° 08.

En el grafico N° 01, podemos observar que el menor incremento de coliformes fecales entre el P-0 y la P-2, se registro en el mes de octubre del 2009, y a la vez no supera los Estándares de Calidad Ambiental (D°S° 002-2008-MINAM- 200-1000 y 2000 UFC/100ml), mientras que en los demás meses de muestreo, las concentraciones superan los ECAs en P-0 y la P-2.

Grafico N° 02: Incremento de la concentración de coliformes totales entre P-0 y P-2



Fuente: Tabla N° 08.

Al igual que los coliformes fecales, los coliformes totales tampoco superaron los ECAs solo en el mes de octubre, y de igual forma existió un incremento mayor en el mes de diciembre llegando a 6466000 UFC/100ml.

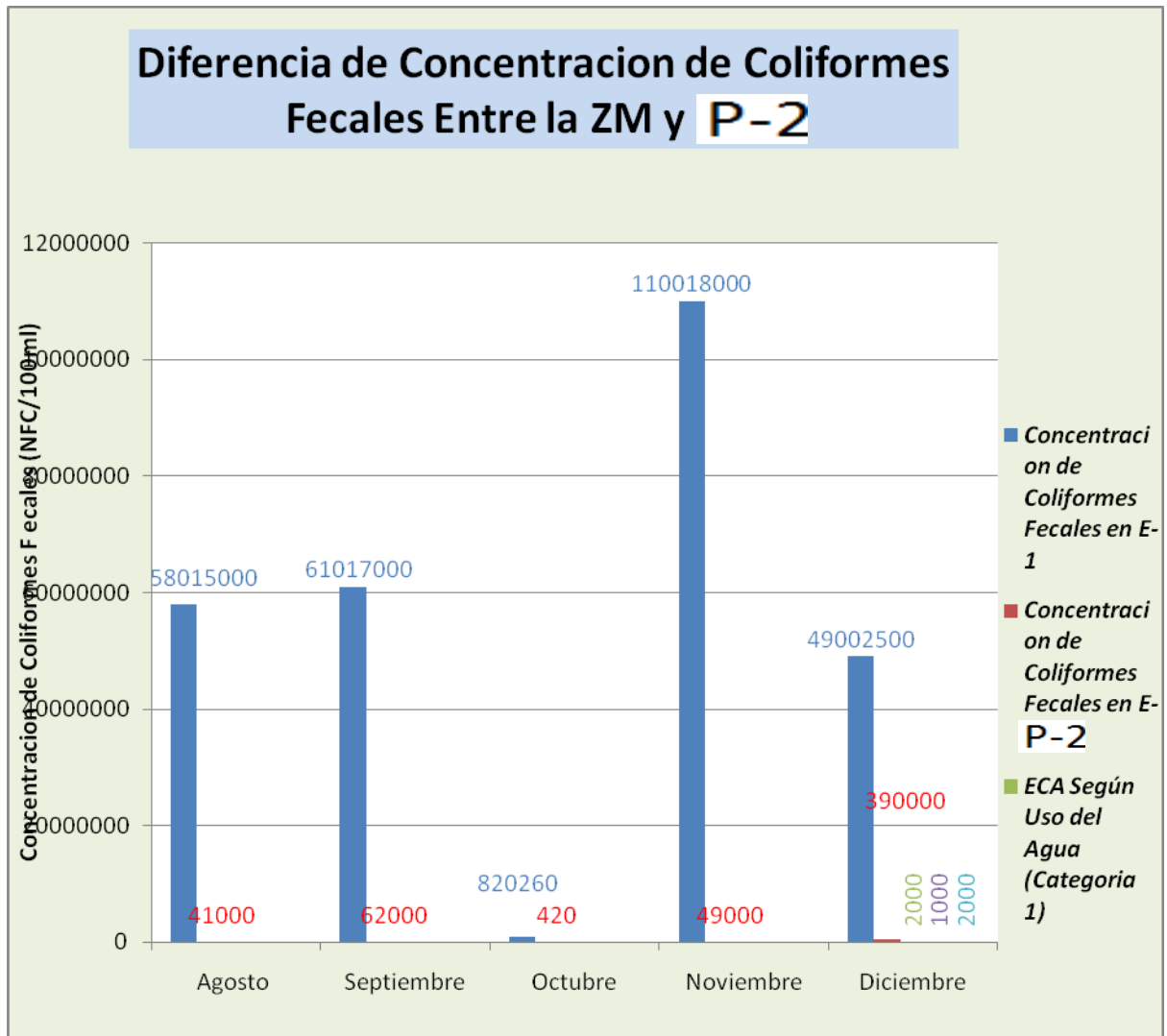
Tabla N° 10: Capacidad de dispersión del Río Mayo, en una distancia de 50 metros.

Meses		Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Puntos de muestreo y dispersión bacteriana entre puntos.				
[ZM] Zona de Mezclas [P-0] + [P-1]	CT	380210000	430190000	17003500	850230000	470034000
	CF	58015000	61017000	820260	110018000	49002500
[P -2] 50 metros aguas abajo del vertedero	CT	390000	420000	3700	510000	6500000
	CF	41000	62000	420	49000	390000
Δ [D] Dispersión microbiológica a 50 m [ZM] - [P-2]	ΔCT	379820000	429770000	16999800	849720000	463534000
	ΔCF	57974000	60955000	819840	109969000	48612500
[% D] Dispersión en 50 metros [D]*[ZM] /100	%ΔCT	99.89742511	99.90236872	99.9782398	99.9400162	98.6171213
	%ΔCF	99.92932862	99.89838897	99.9487967	99.9554618	99.2041222
[% D-5m] porcentaje de dispersión cada 5 m [% D]/10	%ΔCT	9.989742511	9.990236872	9.99782398	9.99400162	9.86171213
	%ΔCF	9.992932862	9.989838897	9.99487967	9.99554618	9.92041222
% total de coliformes sin dispersar	CT	0.102574893	0.097631279	0.02176023	0.05998377	1.38287869
	CF	0.070671378	0.101611026	0.05120328	0.04453817	0.79587776
% de coliformes en P-0 [P-0]*100/[ZM]	CT	0.05523263	0.044166531	0.020584	0.0270515	0.00723352
	CF	0.02585538	0.027861088	0.03169727	0.01636096	0.00510178
% de aporte del vertedero al Río Mayo % total - % de coliformes en P-0	CT	0.04734226	0.053464748	0.00117623	0.03293227	1.37564517
	CF	0.044816	0.073749939	0.01950601	0.02817721	0.79077598

En la tabla N° 10, queda demostrado que entre la ZM y el P-2 (50 metros aguas abajo del vertedero), existe un alto grado de dispersión natural, llegando hasta 99.67% promedio, mientras que en coliformes fecales existió una dispersión natural de 99.78% promedio, lo que significa que por cada 5m existe una depuración promedio de 9.73%.

- [ZM]** : Concentración de coliformes en la zona de mezclas.
CT para coliformes totales y *CF* para coliformes fecales.
- [P-2]** : Concentración 50 metros aguas abajo del vertedero, *CT* para coliformes totales y *CF* para coliformes fecales.
- Δ [D]** : Dispersión microbiológica a 50 metros ΔCT para coliformes totales y ΔCF para coliformes fecales.
- [% D]** : Porcentaje de dispersión en 50 metros $\% \Delta CT$ para coliformes totales y $\% \Delta CF$ para coliformes fecales.
- CAT-1** : Categoría de uso 1, uso del agua como recreacional.
- CAT-3** : Categoría de uso 3, es decir uso para bebidas de animales.
- CAT-4** : Categoría de uso 4, es decir para la conservación del ambiente acuático.
- ECA-1** : Estándar de Calidad Ambiental para aguas de la Categoría 1
- ECA-3** : Estándar de Calidad Ambiental para aguas de la Categoría 3
- ECA-4** : Estándar de Calidad Ambiental para aguas de la Categoría 4

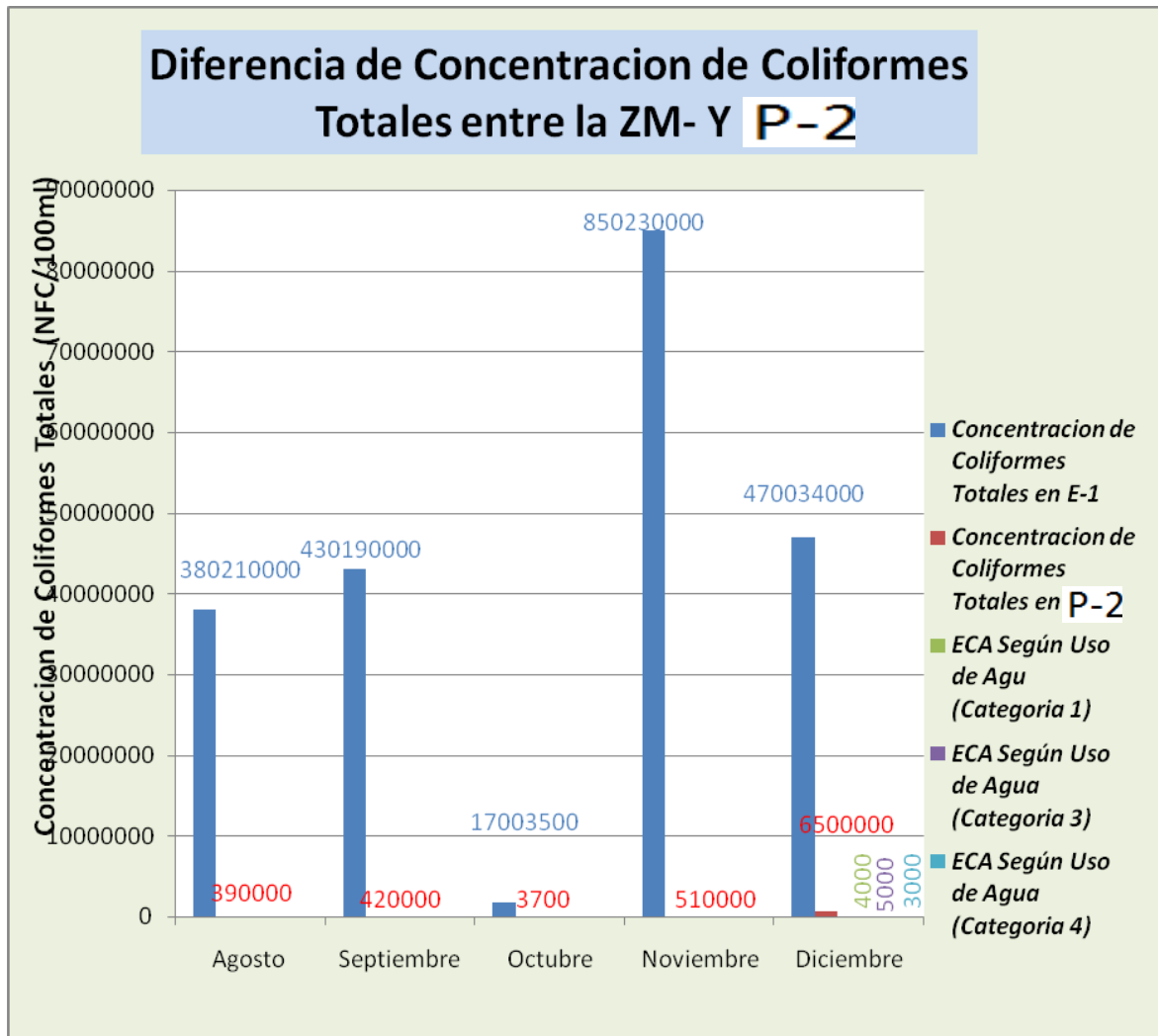
Grafico N° 03: Capacidad de dispersión de de coliformes fecales del Río Mayo entre la ZM y el P-2 (en 50 metros de distancia)



Fuente: Tabla N° 10.

Según los resultados presentados en el grafico N° 03, se observa que la capacidad de dispersión del Río Mayo es alta ya las concentraciones de coliformes fecales se dispersan casi en su totalidad en una distancia de 50 metros.

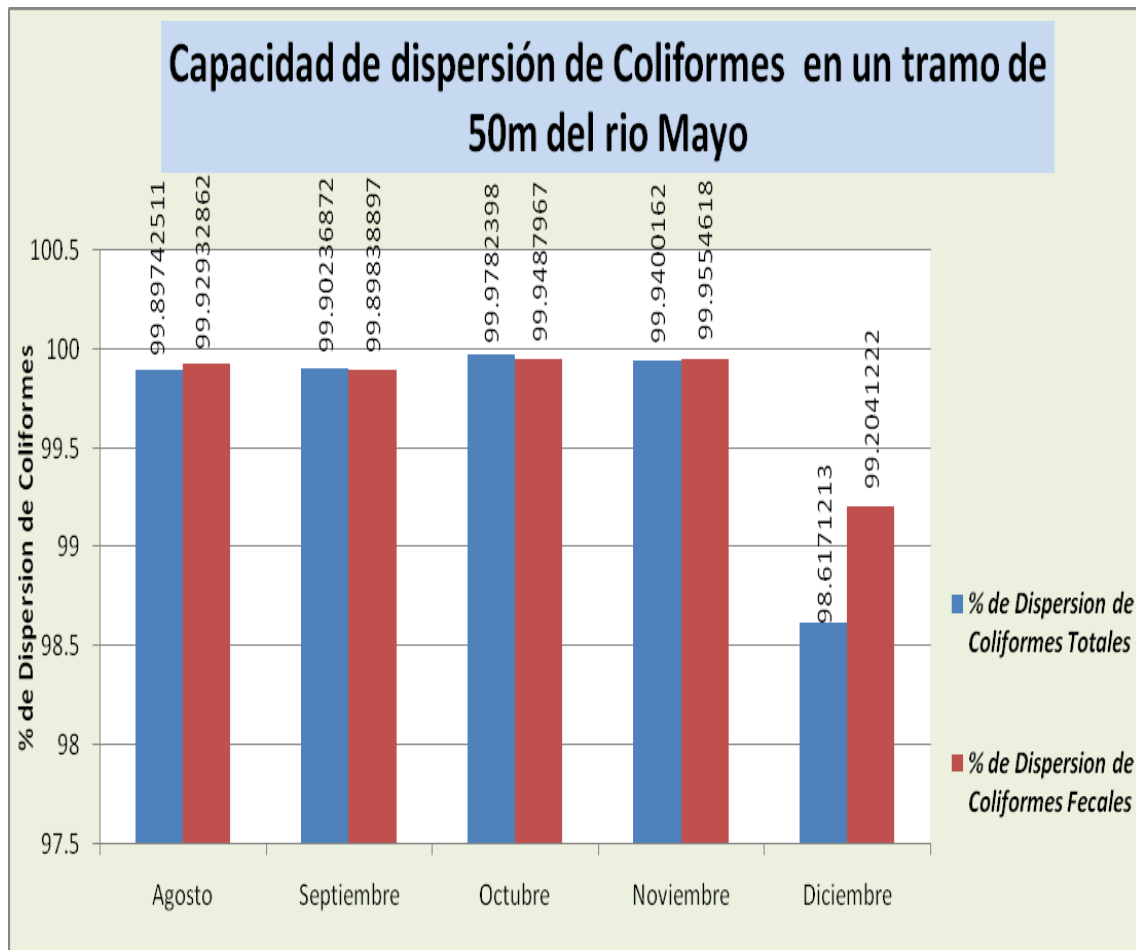
Grafico N° 04: Capacidad de dispersión de de coliformes totales del Río Mayo entre la ZM y el P-2 (en 50 metros de distancia)



Fuente: Tabla N° 10.

Según los resultados presentados en el grafico N° 04, se observa que la capacidad de dispersión del Río Mayo es alta, ya que en 50 metros se dispersa casi la totalidad de concentración de coliformes.

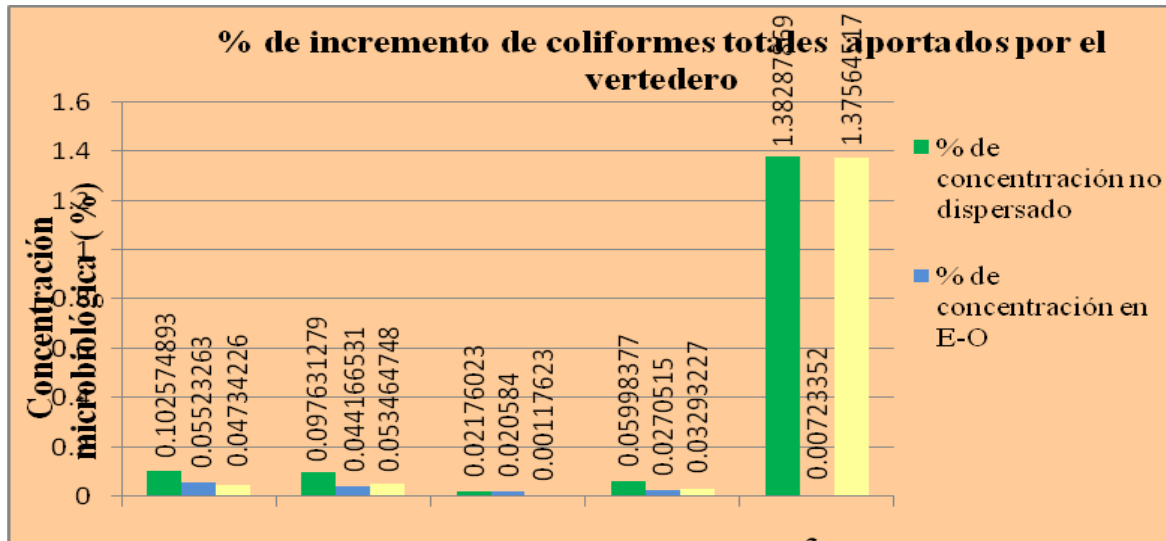
Grafico N° 05: Capacidad de dispersión del Río Mayo en un tramo de 50 metros comprendido entre la ZM y el Punto-2, expresado en porcentajes



Fuente: Tabla N° 10.

Según los resultados el grafico N° 05, para coliformes totales existe una capacidad de dispersión promedio de 99.67%, mientras que la capacidad de dispersión para coliformes fecales es de 99.78% promedio, lo que significa que cada 5 metros el Río Mayo puede dispersar 9.73% de la concentración microbiológica con las condiciones de caudal de descarga similar a los resultados.

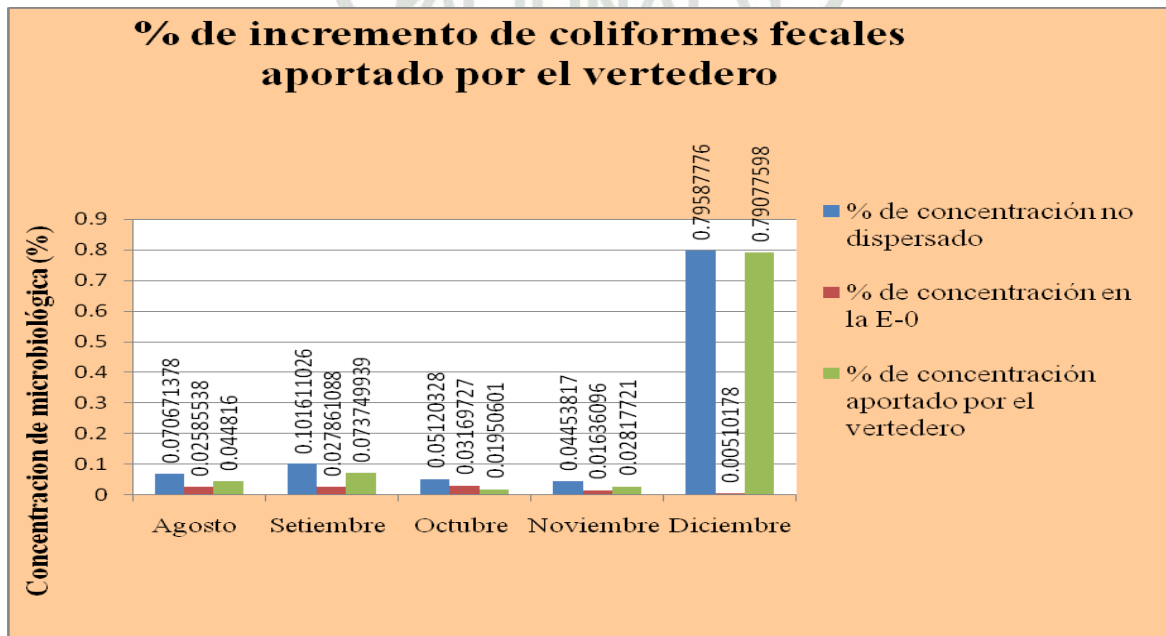
Grafico N° 06: % de coliformes totales sin dispersar, presencia en P-0 y aporte del vertedero al Río Mayo.



Fuente: Tabla N° 10

De la concentración de coliformes totales que se quedo sin dispersar 50 metros aguas abajo del vertedero, más del 50% representa las concentraciones que ya existían en el Punto-0.

Grafico N° 07: % de coliformes fecales sin dispersar, presencia en P-0 y aporte del vertedero.



Fuente: Tabla N° 10

De la concentración de coliformes fecales que se quedo sin dispersar 50 metros aguas abajo del vertedero, más del 50% representa las concentraciones que ya existían el punto 0.

• **Del caudal de descarga del vertedero**

Los caudales que se presentan se han obtenido mediante el método de “Aforo directo área de la sección transversal por velocidad de corriente” (ver anexo N° 03)

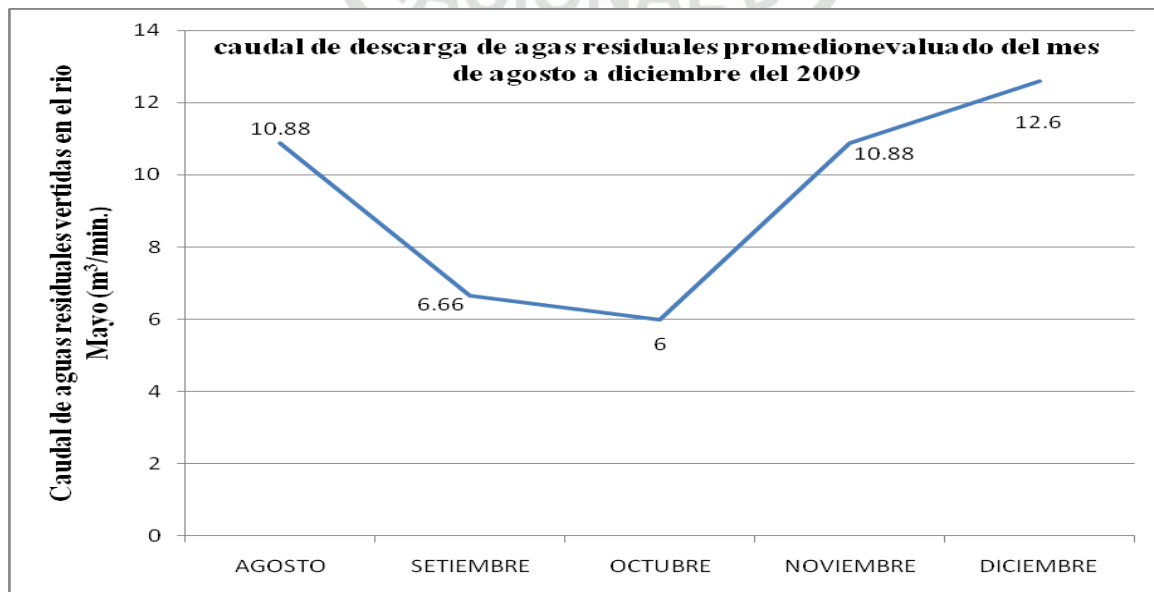
TABLA 11: Resultados de monitoreo del caudal de descarga de aguas residuales urbanas de la Ciudad de Moyobamba.

Caudal de descarga de efluente de aguas residuales				
Mes	Velocidad media (m/s)	Área (m ²)	Caudal (m ³ /segundo)	Caudal (m ³ /minuto)
Agosto	1.06	0.17	0.18	10.88
Setiembre	0.89	0.12	0.11	6.66
Octubre	0.77	0.13	0.10	6
Noviembre	0.95	0.19	0.18	10.88
Diciembre	1.53	0.14	0.21	12.6

Fuente: Elaboración propia 2009.

Según los datos obtenidos, según la tabla N° 11 en el mes de octubre se registro el menor caudal de descarga, mientras que en el mes de noviembre se registro el mayor caudal de aguas residuales, debido a la presencia de lluvias en la fecha del muestreo.

Grafico N° 08: Caudal de descarga de aguas residuales del vertedero evaluado del mes de agosto a diciembre 2009.

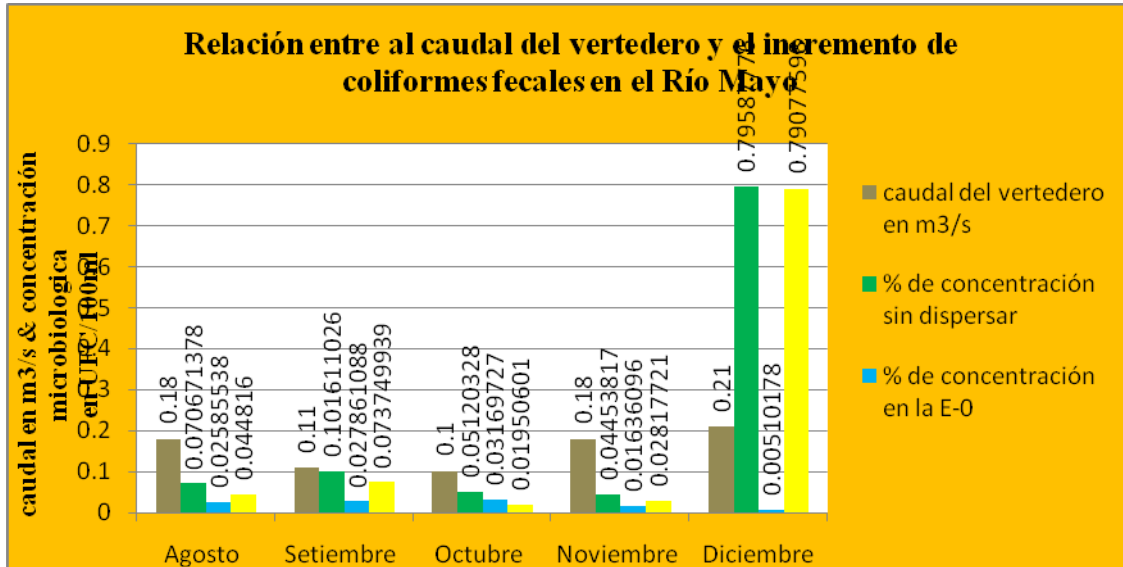


Fuente: Tabla N° 11.

En el grafico se observa que el mes con menores caudales de descarga ha sido octubre, y el mes con mayores descargas diciembre 2009, debido a la presencia lluvias en los días de muestreo.

• Caudal del vertedero vs Incremento microbiológico en el Río Mayo.

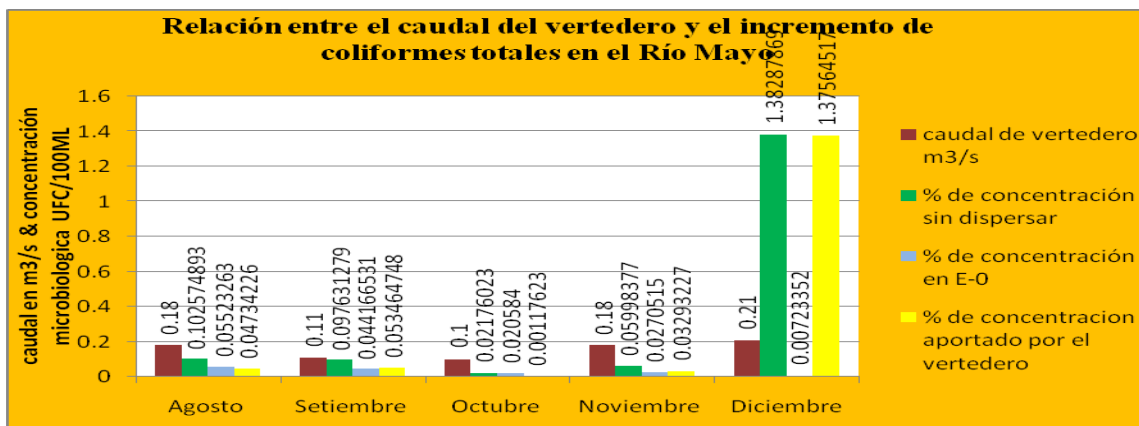
Grafico N° 09: Relación entre caudal de descarga de aguas residuales e incremento de la concentración de coliformes fecales, en el Río Mayo en los meses de agosto a diciembre 2009.



Fuente: Tablas N° 10 y 11.

Existe una relación directa entre el caudal de aguas residuales descargadas en el Río Mayo y el incremento de coliformes fecales.

Grafico N° 10: Relación entre caudal de descarga de aguas residuales e incremento de la concentración de coliformes totales, en el Río Mayo en los meses de agosto a diciembre 2009.



Fuente: Tablas N° 10 y 11.

Existe una relación directa entre el caudal de aguas residuales descargadas en el Río Mayo y el incremento de coliformes totales, cabe indicar que en promedio el incremento de coliformes totales es 0.18 del porcentaje inicial en la P-0.

• **Correlación y regresión lineal simple.**

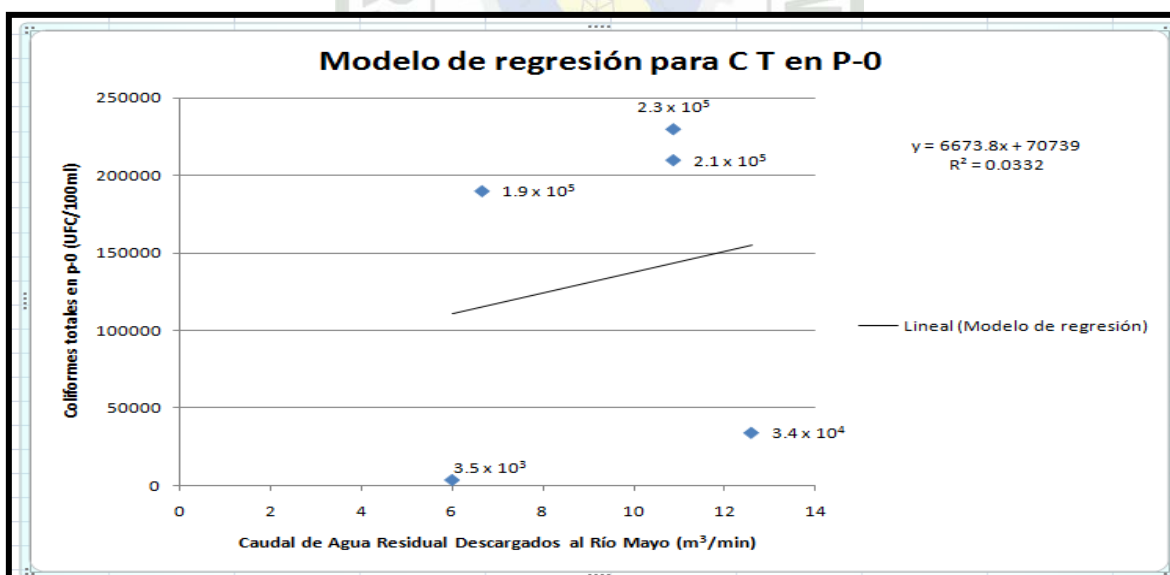
Producto del análisis de correlación y regresión lineal simple para los resultados del muestreo en cada punto de muestreo, se tiene los siguientes resultados.

Correlación y regresión lineal simple en P-0

Coliformes totales:

Nº	Caudal (X)	Concentración de CT (Y)
1	10.88 (m ³ /min.)	210000 (UFC/100ml)
2	6.66 (m ³ /min.)	190000 (UFC/100ml)
3	6 (m ³ /min.)	3500 (UFC/100ml)
4	10.88 (m ³ /min.)	230000 (UFC/100ml)
5	12.6 (m ³ /min.)	34000 (UFC/100ml)

Grafico N° 011: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes totales en el Punto 0 (P-0).

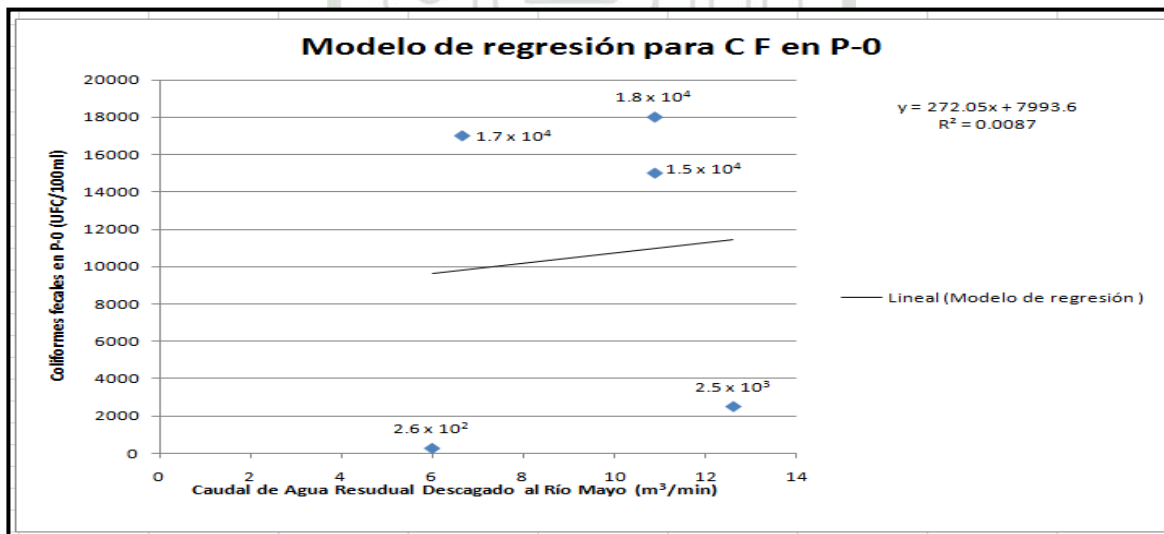


Interpretación: En el siguiente grafico se observa que el coeficiente de determinación es 0.0332, por lo que su coeficiente de correlación es la raíz cuadrada de esta, es decir es igual a 0.18 por ello se determina que la relación del caudal de descarga de aguas residuales no tiene incidencia sobre la concentración de coliformes totales presentes en el P-0, lo cual es lógico ya que el P-0 se encuentra 50 metros aguas arriba del vertedero.

Coliformes fecales:

Nº	Caudal (X)	Concentración de C.F. (Y)
1	10.88 (m ³ /min.)	15000 (UFC/100ml)
2	6.66 (m ³ /min.)	17000 (UFC/100ml)
3	6 (m ³ /min.)	260 (UFC/100ml)
4	10.88 (m ³ /min.)	18000 (UFC/100ml)
5	12.6 (m ³ /min.)	2500 (UFC/100ml)

Grafico N° 012: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes fecales en el Punto 0 (P-0)



Interpretación: En el siguiente gráfico se observa que el coeficiente de determinación es 0.0087, por lo que su coeficiente de correlación es la raíz cuadrada de esta, es decir es igual a 0.093 por ello se determina que la relación del caudal de descarga de aguas residuales no tiene incidencia sobre la concentración de coliformes fecales presentes en el P-0, lo cual es lógico ya que el P-0 se encuentra 50 metros aguas arriba del vertedero.

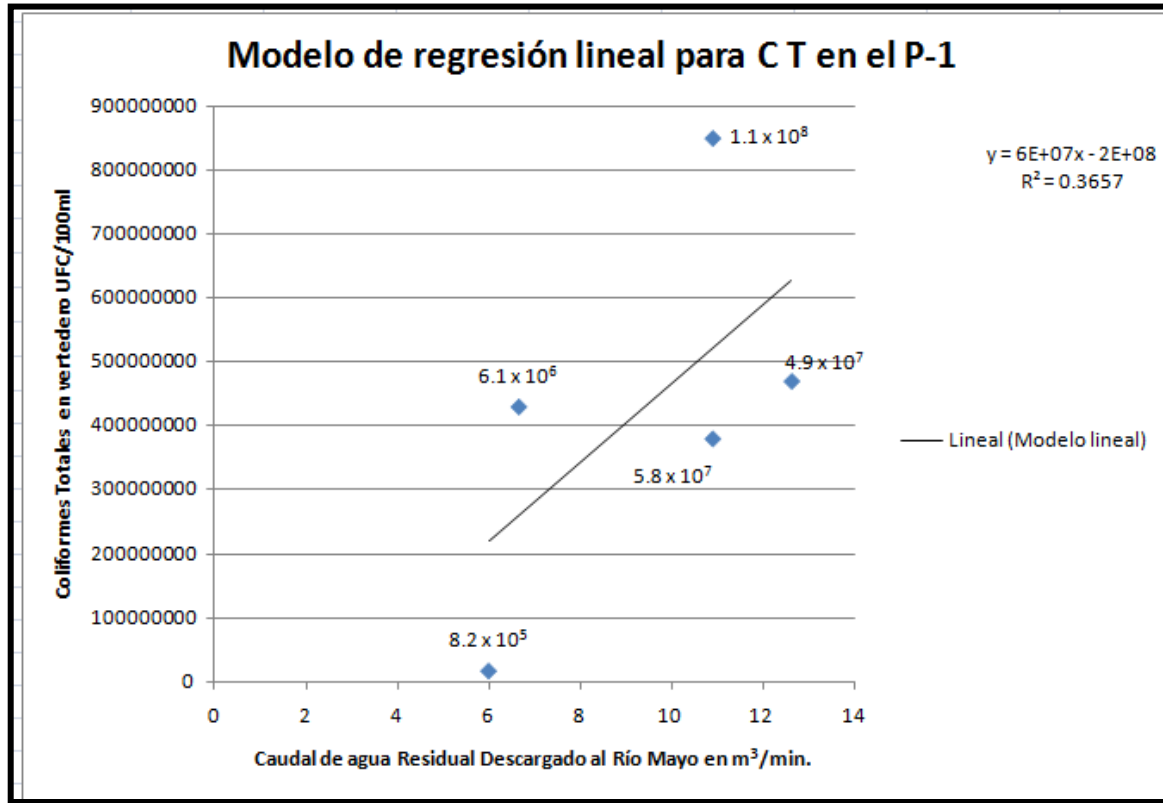
Correlación y regresión lineal simple en P-1

La correlación lineal para los resultados de muestreo ha sido determinado tanto para coliformes totales como fecales obteniendo el siguiente resultado:

Coliformes totales:

Nº	Caudal (X)	Concentración de CT (Y)
1	10.88 (m ³ /min.)	380000000 (UFC/100ml)
2	6.66 (m ³ /min.)	430000000 (UFC/100ml)
3	6 (m ³ /min.)	17000000 (UFC/100ml)
4	10.88 (m ³ /min.)	850000000 (UFC/100ml)
5	12.6 (m ³ /min.)	470000000 (UFC/100ml)

Grafico N° 013: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes totales en el Punto 1 (P-1)

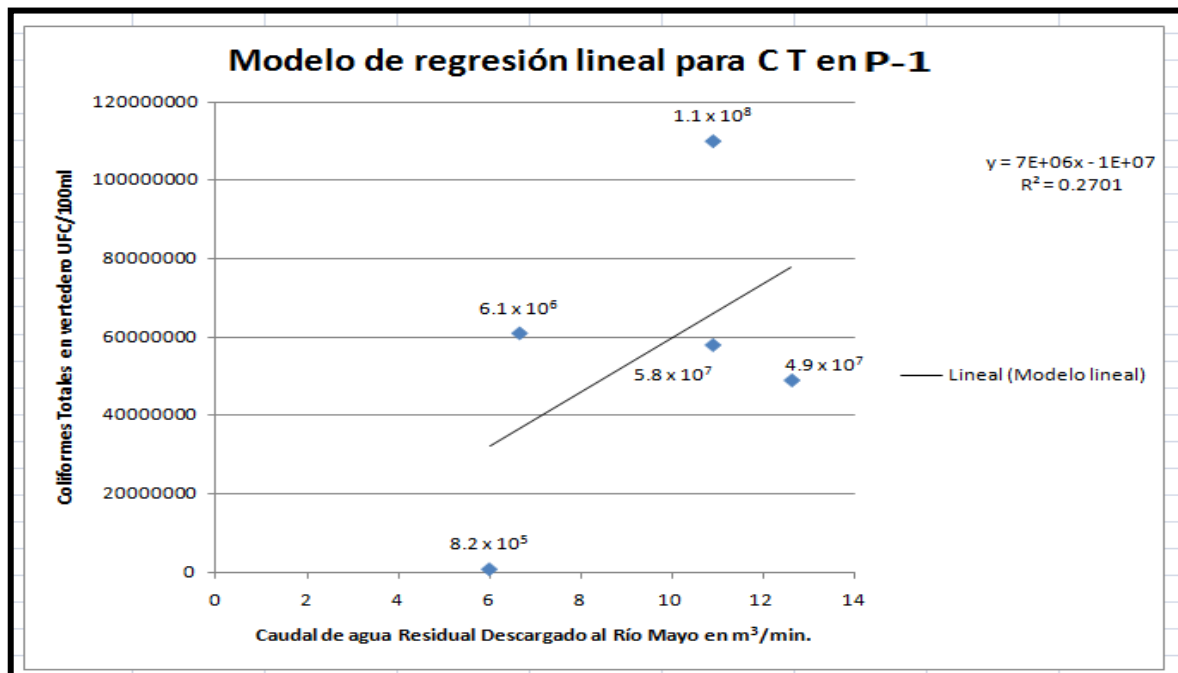


Interpretación: En el siguiente grafico se observa que el coeficiente de determinación es 0.3657, por lo que su coeficiente de correlación es la raíz cuadrada de esta, es decir es igual a 0.605 por ello se determina que la relación del caudal de descarga de aguas residuales tiene incidencia moderada sobre la concentración de coliformes totales presentes en el P-1.

Coliformes fecales:

Nº	Caudal (X)	Concentración de C.F. (Y)
1	10.88 (m³/min.)	58000000 (UFC/100ml)
2	6.66 (m³/min.)	61000000 (UFC/100ml)
3	6 (m³/min.)	820000 (UFC/100ml)
4	10.88 (m³/min.)	110000000 (UFC/100ml)
5	12.6 (m³/min.)	49000000 (UFC/100ml)

Grafico N° 014: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes fecales en el Punto 1 (P-1).



Interpretación: En el siguiente grafico se observa que el coeficiente de determinación es 0.2701, por lo que su coeficiente de correlación es la raíz cuadrada de esta, es decir es igual a 0.52 por ello se determina que la relación del caudal de descarga de aguas residuales tiene mediana incidencia sobre la concentración de coliformes fecales presentes en el P-1.

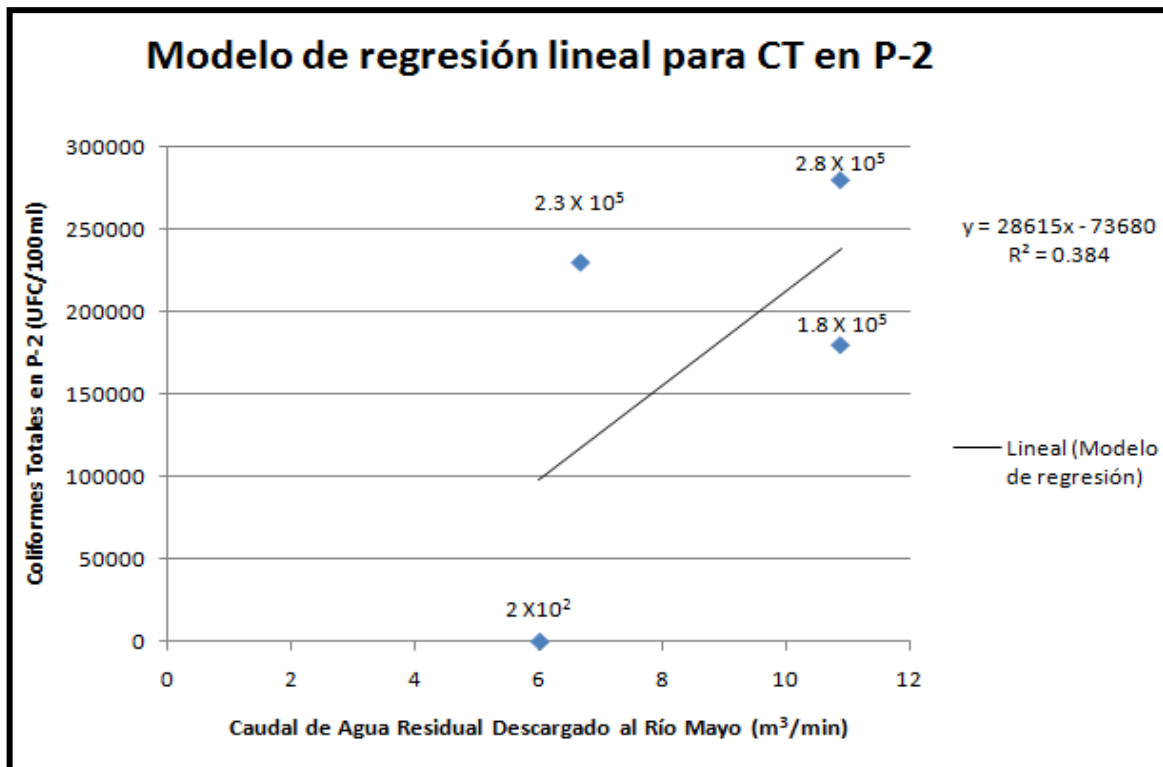
Correlación y regresión lineal simple en P-2

Para determinar en qué medida las variables guardan correlación entre sí, se descarto los datos obtenidos en el mes de diciembre ya que son datos extremadamente alejados del promedio y su valor hace que el análisis no sea el más exacto.

Coliformes totales:

N°	Caudal (X)	Concentración de C.T. (Y)
1	10.88 (m ³ /min.)	180000 (UFC/100ml)
2	6.66 (m ³ /min.)	230000 (UFC/100ml)
3	6 (m ³ /min.)	200 (UFC/100ml)
4	10.88 (m ³ /min.)	280000 (UFC/100ml)

Grafico N° 015: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes totales en el Punto 2 (P-2)

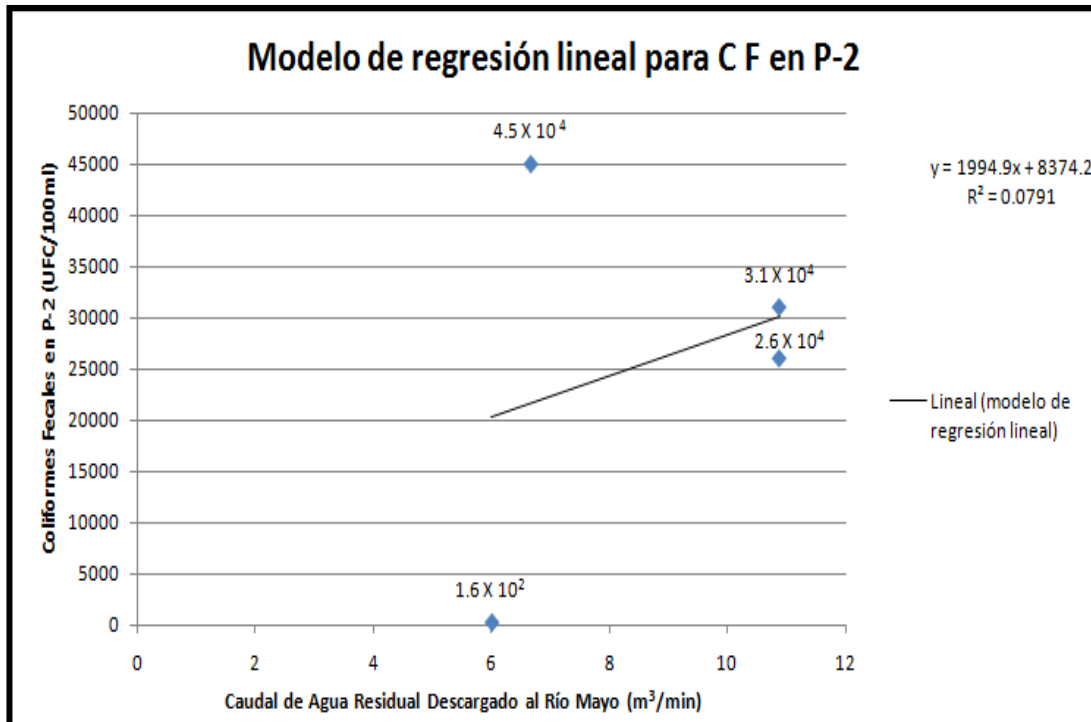


Interpretación: En el siguiente gráfico se observa que el coeficiente de determinación es 0.384, por lo que su coeficiente de correlación es la raíz cuadrada de esta, es decir es igual a 0.62 por ello se determina que la relación del caudal de descarga de aguas residuales tiene incidencia moderadamente acentuada sobre la concentración de coliformes totales presentes en el P-2.

Coliformes fecales:

Nº	Caudal (X)	Concentración de C. F. (Y)
1	10.88 (m ³ /min.)	26000 (UFC/100ml)
2	6.66 (m ³ /min.)	45000 (UFC/100ml)
3	6 (m ³ /min.)	160 (UFC/100ml)
4	10.88 (m ³ /min.)	31000 (UFC/100ml)

Grafico N° 015: Análisis de regresión lineal simple para los datos resultantes del muestreo de coliformes fecales en el Punto 2 (P-2)



Interpretación: En el siguiente gráfico se observa que el coeficiente de determinación es 0.0791, por lo que su coeficiente de correlación es la raíz cuadrada de esta, es decir es igual a 0.281 por ello se determina que la relación del caudal de descarga de aguas residuales tiene incidencia una ligera incidencia sobre la concentración de coliformes fecales presentes en el P-2.

De los valores de coeficiente de correlación obtenidos se concluye que las descargas de aguas residuales del vertedero de la ciudad de Moyobamba, sobre el Río Mayo presentan mayor incidencia en los puntos de muestreo 1 y 2 (P-1y P-2) para coliformes totales, siendo esta relación de moderada a acentuada.

Mientras que el mayor grado de correlación para coliformes totales se presenta en el punto de muestreo 1 (P-1), llegando a un punto de mediana relación.

❖ **Del segundo objetivo específico.**

“Determinar los posibles riesgos ambientales y en la salud de la población aledaña, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba sobre el Río Mayo”

Para identificar, calificar y cuantificar los impactos ambientales de la descarga de aguas residuales, que se producen en el sector Juan Antonio, se utilizó la matriz de Leopold Modificada, y se ha tenido en cuenta los criterios de protección de los recursos naturales y la protección de la salud pública y de las personas.

En general la descarga de aguas residuales en el Río Mayo provenientes de la ciudad de Moyobamba, cuantitativamente genera un impacto de -10.56 lo que cualitativamente representa un impacto moderado, de carácter negativo con mayor incidencia sobre el medio socioeconómico (salud pública) y en el medio físico (Calidad del aire).

A continuación se describe detalladamente los impactos que se generan por el vertedero.

• **Impactos sobre el medio físico.**

Según el resultado de la matriz de Leopold modificada, el vertimiento de aguas residuales sobre el Río Mayo, a la altura del sector Juan Antonio en la Ciudad de Moyobamba, generan un impacto moderado de carácter negativo que afecta directamente a los factores agua, aire suelo y paisaje.

Sobre el aire.- a 1150 metros aguas abajo del lugar de vertimiento, el agua del Río Mayo es utilizada para realizar actividades recreativas (Puerto de Tahuishco), como producto de la descomposición de materia orgánica se generan olores puntuales en la zona de descarga, por ello el impacto en este factor es de carácter negativo, con regular grado de perturbación, con importancia media desde el punto de vista de la conservación de los recursos naturales, así mismo presenta un grado de ocurrencia permanente de extensión local, y finalmente este impacto es reversible. La característica que afecta del aire es su calidad.

Sobre el agua.- Existe una incidencia directa sobre la calidad del agua del Río Mayo, no solamente con concentraciones microbiológicas sino también con contaminantes propios de las aguas residuales urbanas, de acuerdo a ello se clasifico al impacto del vertimiento de aguas residuales sobre este recurso como impacto moderado de carácter negativo, con un grado de perturbación escasa debido a los resultados de dispersión, con un grado de ocurrencia probable de forma puntual de permanencia continua y moderadamente reversible.

Suelo.- Actualmente el vertedero afecta directamente dos cualidades del suelo, su calidad y su grado de erosión.

Actualmente tiene incidencia directa sobre la calidad del suelo y la erosión, en cuanto a la erosión, se presenta porque el colector a colapsado 150 metros antes de llegar al cuerpo receptor (Río Mayo), lo que genera que los suelos con la saturación de agua comiencen a ceder por la ha saturación, aproximadamente 0.5 ha se encuentran saturadas de agua, lo que está generando erosión en la zona de vertimiento.

Por todo ello, el impacto que genera por las descargas de aguas residuales sobre este medio ha sido clasificado como moderado de carácter negativo, con riesgos mayores de erosión y deterioro de la calidad del suelo por incremento de residuos sólidos presentes en el agua residual.

Paisaje.- las descargas de aguas residuales, no afectan de manera significativa el paisaje del lugar, ya que las aguas negras o residuales a escasos metros ya se han mezclado en su totalidad, el impacto es negativo de extensión territorial puntual, en general existe un impacto negativo pero es compatible con el paisaje.

- **Impactos sobre el medio biológico.**

Según los resultados de la matriz de Leopold modificada, se tiene que existe un impacto moderado de carácter negativo y afecta directamente a los factores flora y fauna.

Flora.- Como la matriz de conducción ha colapsado 150 metros antes del cuerpo receptor (Río Mayo), el suelo se ha saturado de agua lo cual causa impacto negativo sobre la flora de plantas herbáceas y plantas arbustivas, que han mostrado marchitamiento de hojas y muerte durante el periodo de campo.

0.5 ha contiguas a la zona de colapso de la matriz de conducción tiene el problema de saturación con aguas residuales.

Por todo ello se ha clasificado que existe un impacto negativo, moderado y que afecta directamente a la cobertura vegetal.

Fauna

Fauna Acuática

Basándonos en el criterio de protección de los recursos naturales, y evaluando mediante la matriz de Lopold modificada, es que se ha determinado que existe un impacto *negativo moderado*, este impacto es producido principalmente elevadas concentraciones de coliformes fecales y totales de agua descargados diariamente sobre el Río Mayo.

Este impacto es demostrado ya que de cada diez peces capturados en la zona de mezclas, por pescadores artesanales, 6 presentan parásitos en las branquias.

Los peces más comunes que son atraídos por el caudal de descarga, que han sido capturados por los pescadores artesanales y a su vez presentan estos parásitos incrustados en las branquias se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 12: Peces capturados durante nuestra permanencia en el área de estudio, de agosto a diciembre del 2009.

Peces más comunes capturados durante la permanencia in-situ en el vertedero de la ciudad de Moyobamba.		
Nombre Científico	Nombre común	Numero
<i>Lycengraulis sp</i>	Mojarra	40
<i>Prochilodus nigricans</i>	Boquichico	12
<i>Roedides ayersii</i>	Denton	09
<i>Acana trimaclata</i>	Bagre	14
<i>Tilapia rendalis</i>	Tilapia	05

Fuente: Datos de campo Agosto-Diciembre 2009.

Fauna Aérea

De igual manera de acuerdo al criterio de protección de los recursos naturales es que se ha determinado que existe un impacto *negativo moderado de permanencia continua*, sobre la fauna aérea, ya que existen especies de aves que dependen directamente de la fauna acuática para su subsistencia, y como se ha encontrado presencia de parasitismo en peces, es probable que se estén transmitiendo enfermedades relacionadas con las bacterias parasitas.

Las aves más comunes que se han registrado durante la etapa de campo, que son atraídos por la fauna acuática con riesgos de infecciones por bacterias son:

Tabla N° 13: aves más comunes atraídas por la fauna ictiológica del área de estudio, de agosto a diciembre del 2009

Aves más comunes que son atraídas por la fauna acuática en el vertedero de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba.		
Nombre Científico	Nombre común	Numero
<i>Furnarius leocopus</i>	Alcalde	07
<i>Egretta alba</i>	Garza Blanca	20
<i>Ceryle torquata</i>	Martin pescador	05

Fuente: Datos de campo Agosto-Diciembre 2009.

- **Impactos sobre el medio socioeconómico**

De la evaluación de impactos potenciales producto de las descargas de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba sobre el Río Mayo, los impactos sociales se encuentran en un rango mayor, ya que se los ha determinado que sobre este medio las descarga de aguas residuales tiene un impacto severo sobre la salud pública de pescadores artesanales, y sobre la salud de la población de Moyobamba indirectamente.

A continuación se sustenta este impacto con mayores detalles

Los pescadores artesanales y la población de Moyobamba.

La generación de afluentes líquidos de origen residual urbano, capta el interés de pescadores artesanales al vertedero, ya que los peces son atraídos por los sólidos generalmente, la afluencia de pescadores artesanales es continua y con un número de hasta 5 personas por día, logrando capturar hasta un máximo de 18 Kg de peces en ocasiones, y este impacto ha sido clasificado como severo, porque la pesca es reincidente, llegando hasta el vertedero desde niños de 8-10años, hasta personas adultas de 50 años.

Los peces capturados según manifiestan son para alimentación propia y son vendidos también en el mercado central de Moyobamba.

Los olores y sustancias que el desagüe emana a diario, son inhalados por estos pescadores, además de están en contacto permanente con las aguas residuales.

A continuación presento un cuadro de los hallazgos de población pescando en el Río Mayo durante la etapa de campo.

Tabla N° 14: Hallazgos de pobladores durante sus actividades de pesca en los meses de agosto a diciembre del 2009.

Numero de hallazgos de pescadores artesanales en el vertedero de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba.				
Mes	N° Personas	Niños	Adultos	Reincidentes
<i>Agosto</i>	12	5	7	3
<i>Setiembre</i>	8	4	4	5
<i>Octubre</i>	10	6	4	4
<i>Noviembre</i>	9	7	5	3
<i>Diciembre</i>	7	4	3	5
Total	46	26	20	20

Fuente: Datos de campo Agosto-Diciembre 2009.

Durante los meses de agosto a diciembre del 2009, se ha registrado un total de 46 hallazgos de ellos 26 han sido niños y 20 adultos, siendo 20 los reincidentes en la pesca artesanal la zona de descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, por lo que existe un alto riesgo de de contaminación en la población de Moyobamba, ya que el mercado de estos peces es la ciudad de Moyobamba.

Poblaciones más cercanas.

Actualmente existen dos poblados más cercanos a la zona de vertido, el primero es el puerto de del poblado Flor del Mayo que se encuentra 500 metros aproximadamente y a 1150 metros se encuentra el turístico puerto de Tahuishco, estos dos poblados presentan las siguientes características.

Tabla N° 15: Características demográficas del puerto Flor del Mayo.

Características del puerto de Flor del Mayo.			
Número de viviendas	Habitantes por familia.	Total	Descripción
15	3.87	58	Zona agrícola/ población agricultores aguas utilizadas para bebida de animales

Fuente: Datos de campo Agosto-Diciembre 2009.

Tabla N° 16: Características demográficas del puerto de Tahuishco.

Características del puerto de Tahuishco			
N° Viviendas	Habitantes por familia.	Habitantes	
71	4.99	354	Zona de recreación turística/ paseos en bote, natación y buceo libre con elevada afluencia turística en los meses de noviembre y diciembre

Fuente: Datos de campo Agosto-Diciembre 2009.

Los pobladores del puerto de Tahuishco manifiestan que los olores percibidos son nauseabundos, generalmente en horas nocturnas y en tiempo de verano.

Es por ello que de manera general en el medio socioeconómico las aguas residuales de la ciudad de Moyobamba tienen un impacto negativo severo.

- **Del tercer objetivo específico**

“Plantear alternativas de solución para la adecuada disposición final de las aguas residuales de la ciudad de Moyobamba”

Según los datos obtenidos en la etapa de campo, para reducir, controlar o mitigar los impactos potenciales generados en el ambiente físico, biológico y social, producto de las descargas de aguas residuales con altas concentraciones microbiológicas sobre el Río Mayo, se plantea las siguientes medidas correctoras.

- Elaborar un proyecto de inversión pública para el mejoramiento del sistema de evacuación y construcción de la Planta de Tratamiento, de Aguas Residuales de la Ciudad de Moyobamba, teniendo en consideración reubicar la zona de descarga debiendo encontrarse ésta aguas abajo del Puerto de Tahuishco, con el fin de evitar conflictos sociales e impactos en la actividad turística de la zona.
- La planta de tratamiento debe considerar lagunas de estabilización con tratamientos primarios (físicos) y secundaria (biológicos), ya que tienen una enorme ventaja con relación a la reducción de coliformes fecales y huevos de helmintos. (La Organización Mundial de la Salud, OMS 1989 y Mara & Cairncros, 1989)
- Desarrollar un Programa de Educación Ambiental orientado a evitar consumo de peces contaminados y por ende riesgos potenciales sobre la salud de la población.

3.2. Discusiones

Los niveles y fuentes de contaminación bacteriana del agua en ríos y otras fuentes de agua son de primaria importancia para la salud humana, (*Deutsh et al., 2000*); para este estudio el parámetro de coliformes fecales y totales ha significado el centro de la investigación, teniendo como resultados que solo en el mes de octubre del 2009, las concentraciones microbiológicas no sobrepasaron los Estándares de Calidad Ambiental según el D° S° 002-2008 MINAM.

Según el estudio del IIAP, denominado Diagnostico Sobre la Contaminación Amazónica Peruana, (*Gómez G. Rosario, 1995*), que llegó a la conclusión, que los principales contaminantes en los cuerpos de agua de las grandes ciudades amazónicas son las bacterias coliformes, las cuales suelen ir acompañadas de otros gérmenes patógenos que originan diversas enfermedades infectocontagiosas y ello es debido a que las descargas de las aguas servidas se hacen directamente sin ningún tipo de tratamiento.

El mismo estudio afirma que los ríos cercanos a las ciudades de ciudades de Tarapoto, Pucallpa e Iquitos, presentan los más altos índices de contaminación por aguas residuales urbanas.

Utilizando el método de filtración por membranas para el recuento de coliformes fecales y totales, la presente investigación, reafirma que existe elevadas concentraciones bacterianas en el Río Mayo, que inclusive superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), mucho antes de que el vertedero haya tenido contacto con las aguas del río.

En el año 2001 en el Río Mayo, se desarrolló una investigación con respecto a la contaminación biológica, en la cual según el autor, utilizando el Método del Numero más Probable (NMP), estableció que los resultados se encuentran dentro de los límites que considera la Ley de General de Aguas-Clase II-(Antes), (*Valverde V. Mirtha F, 2001*).

Tomamos el dato como referencial ya que nuestra investigación se encuentra comprendida dentro del tramo de río de la investigación desarrollada en el 2001 por Valverde V. Felicita.

De igual forma Vergara M, Segundo E, en el año 2002, utilizando el Método del Numero más Probable (NMP) ha determinado que la contaminación biológica para los parámetros

de coliformes fecales y totales, se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental.

Contrario a los datos obtenidos por los dos investigadores anteriores, los muestreos realizados en los meses de agosto a diciembre del 2009 en el Río Mayo por la presente investigación, utilizando el Método de Filtración por Membranas se determina que las concentraciones de coliformes fecales y totales aguas arriba de la descarga, sobrepasan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (Decreto Supremo 002-2008.MINAM), por lo que para los usos de recreación, bebida de animales y conservación del recurso hídrico, el Río Mayo no cumple con las condiciones que establece el Decreto Supremo 002-2008-MINAM.

Antes del año 1995, Gomes G. Rosario-IIAP, precisa que no se han reportado investigaciones en los ríos como el Mayo, Huallaga, ni sus afluentes, por ello aun no se hablaba de impactos antrópicos al recurso hídrico, sin embargo en el año 2002, ya se conoce que las zonas de mayor impacto antrópico en el Río Mayo, han sido las localidades de San Francisco, Yuracyacu y Tangumi, (*Vergara M, Segundo E, 2002*), (poblados ubicados aguas arriba del proyecto de investigación), con la presente podemos afirmar que el impacto negativo al recurso hídrico del Río Mayo, se ha incrementado en los últimos años, pero aún se mantiene en un rango moderado, aunque los parámetros de coliformes fecales y totales en el área de influencia directa del estudio, superan los ECAs establecidos según D° S° 002-2008-MINAM.

Valverde V. Mirtha F, 2001, considera establecer un control de las descargas de aguas servidas a fin de que el Río Mayo no sea fuente de contaminación, además plantea que se debe educar y concientizar a la población en asuntos ambientales, considerando el avance de la contaminación hídrica del Río Mayo, estamos en total acuerdo que el control de aguas residuales vertidas directamente al río, debe darse con la construcción de Plantas de Tratamiento en cada ciudad asentada en el curso del Río Mayo, así mismo es imprescindible educar a la población en asuntos ambientales a fin de prevenir, controlar o mitigar los impactos de la contaminación hídrica en nuestros ríos.

3.3. Conclusiones

Según los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, la evaluación de impactos ambientales y el planteamiento de alternativas de solución se llegó a las siguientes conclusiones.

❖ Utilizando el método de filtración de membranas para determinar la concentración de coliformes fecales y totales, se conoce que las concentraciones bacteriológicas (CF y CT) 50 metros aguas arriba del vertedero superan los ECAs, siendo $[1.3 \times 10^5]$ para CT y $[1.0 \times 10^4]$ para CF, la incidencia ó aporte bacteriológico del vertedero al Río Mayo ha sido analizado mediante el método de regresión lineal simple, determinando que existe una que existe relación de moderado a significativo para coliformes totales, mientras que para coliformes fecales la relación de causa efecto es medianamente aceptable, por otro lado se hace evidente que 50 metros aguas abajo del punto de vertimiento las concentraciones en promedio disminuyen a 1.6×10^6 para CT y 1.0×10^5 para CF, siendo evidente la alta capacidad de depuración natural del Río Mayo.

❖ Utilizando el método de análisis matricial (Matriz del Leopold Modificada), se determinó que las descargas de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, sobre el Río Mayo, generan un impacto de -10.56 (*valor adimensional revisar numeral 2.4.4*) lo que cualitativamente representa un impacto moderado, de carácter negativo con mayor incidencia sobre el medio socioeconómico (salud pública) y en el medio físico (calidad del aire).

❖ Para minimizar riesgos en la salud de la población, evitar generación de olores desagradables en la zona de descarga y puntos de fuga, se plantea que la Municipalidad Provincial de Moyobamba, realice los estudios técnicos para la implementación de un proyecto de inversión pública para el mejoramiento del sistema de evacuación y tratamiento de aguas residuales de la Ciudad de Moyobamba, es recomendable que en el proyecto de mejoramiento se incluya la construcción de lagunas de estabilización con tratamientos primarios y secundarios, finalmente es imprescindible desarrollar un programa de educación ambiental orientado a disminuir el número de pescadores artesanales en el punto de descarga, por ende los riesgos de enfermedad en estos y la población que consume estos peces contaminados.

3.4. Recomendaciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos y al proceso de desarrollo de la investigación se recomienda.

- ❖ Por la presencia de elevadas concentraciones microbiológicas presentes aguas arriba del vertedero, se recomienda a la comunidad universitaria realizar un estudio de la contaminación del Río Mayo, debiendo desarrollarse en un área de mayor distribución en el curso de agua, dicho estudio permitirá comprender el estado actual de gestión del Río Mayo y tomar decisiones inmediatas que ayuden a prevenir y controlar la pérdida de su calidad en términos de usos para conservación del recurso, recreación y consumo para bebida de animales.
- ❖ Debido a la cantidad de pescadores artesanales que realizan sus actividades de pesca en el vertedero de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba y al número de peces con presencia de parásitos en las branquias se recomienda a la UNSM-T, realizar un estudio de la fauna acuática como indicadores de contaminación ambiental por vertederos, el nivel de parasitismo que presentan y el mercado de los peces que resulten ser indicadores de contaminación.
- ❖ El impacto ambiental generado por las descargas de aguas residuales provenientes de la Ciudad de Moyobamba, en los meses de agosto a diciembre del 2009, ha sido moderado, por ello de no existir medidas mitigatorias dentro de un proyecto integral que contemple cambio de redes y construcción de lagunas de estabilización, la alternativa más practica e inmediata es la construcción de biofiltros, con capacidad de retener los sólidos y bacterias antes del vertimiento de agua residual al Río Mayo.
- ❖ La municipalidad Provincial de Moyobamba, a través de la Empresa Prestadora de Servicios-Moyobamba (EPS-M), tiene la labor de elaborar un proyecto de inversión pública para el mejoramiento del sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales de la Ciudad de Moyobamba, el proyecto tiene que contemplar construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, cambio de redes de evacuación, considerar el cambio de la ubicación actual del punto de descarga debiendo ésta estar situada aguas abajo del Puerto de Tahuishco, con el fin de evitar cualquier tipo de conflicto social e

impactos negativos en la actividad turística de la zona, todo ello por encontrarse dentro de sus competencias por estar dentro del ámbito de su jurisdicción.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- **A.M LASHERAS; J.L. MUZQUIZ. I. RUIZ Y *et al.*** 1999. Study of the quality of the waters of the Aragon River: characterisation of waters, sediments and fishes. Editorial Castilla. España. Pág. 25-28.
- **CARRANZA, C. CF.** 2003. Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay: propuesta de recuperación. Perú. Pág. 12-18.
- **CONESA FERNANDEZ-VITORA, V.** 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 412 p.
- **DECRETO SUPREMO N° 002-2008-MINAM** Estándares Nacionales de Calidad de Agua. Pág. 3-7.
- **DECRETO SUPREMO N° 019-2009-MINAM** Reglamento de la Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Pág. 1-8.
- **D. OWEN. J.** (2002). Contaminación de las Aguas. España. Pág. 10, 25,40.
- **EZPINOZA, P. BARRA, R. PARRA, O.** 2002. Ríos de la vergüenza. Editorial Lirios. Chile. Pág. 50-57.
- **GOMEZ G, R; IIAP** 1995. Diagnostico sobre la contaminación Ambiental en la Amazonia Peruana. Pág. 5-8.
- **LEY GENERAL DE AGUAS Y SU REGLAMENTO.** D.L. N. 17752. Editorial Santa. Perú. Pág. 10, 21, 25.
- **MANUEL CORDOVA ZAMORA,** Estadística inferencial, segunda edición 2006, Pág. del 297 al 337. Editorial MOSHERA Lima-Perú.
- **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-181-SSA1-1998,** Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua, de tipo doméstico. Pág. 5, 10.
- **NORMA-092-SSA1-1994** Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Pág. 7, 15.
- **PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES.** Pág. 28, 30,34.
- **PROTOCOLO DE MONITOREO DE EFLUENTES LIQUIDOS del Sub Sector INDUSTRIA.** Pág. 55-60.
- **(REGLAMENTO DE DESAGÜES INDUSTRIALES D.S. N° 028-60 del 29. 11.60)** Pág. 3, 7.
- **REGLAMNTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES.** Norma S090. Editorial El Peruano. Perú. Pág. 28-30.

- **REYNOLS**, Nelly. A. 2002. Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica. Chile. Pág. 21, 28,39.
- **SEOANEZ** C, M. 2001. Ingeniería del Medio Ambiente – Aplicado al Medio. Argentina. Pág. 10, 15,18.
- **TUNDISI**, J. 1993. Environmental impact assessment of lakes and reservoirs. 11 p.
- **VALVERDE** V, M F. 2001. Nivel de contaminación de las aguas del Río Mayo por actividad agrícola, Moyobamba-San Martín durante enero del 2000, y su aplicación en un plan de gestión ambiental. Pág. 27, 80.
- **VERGARA** M, S E. 2002. Índices de calidad de agua y diversidad Ictiológica como indicadores de gestión del Río Mayo (sub Cuenca Alto Mayo) Región San Martín Perú. Pág. 24, 64.
- **VERGARA**, S. 1995. Índices de Calidad de Agua como Indicador de Contaminación y su Distribución Espacio – Temporada en el Río Rocha. Bolivia. Pág. 21, 32.
- **WEITZENFELD**, H. (Ed.). 1990. Manual Básico de Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS-OMS, Metopec, México. 196 p.

ANEXOS

ANEXO N° 01: FOTOS FASE DE CAMPO

FOTO N° 01: Muestra el vertedero de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba



FOTO N° 02: Muestra la zona de descarga del vertedero.



FOTO N° 03: Midiendo el área de la sección transversal para calcular el caudal de descarga.



FOTO N° 04: Tomando la muestra en el Punto-1 (en el vertedero).



FOTO N° 05: Tomando la muestra en el Punto-0 (50 metros aguas abajo del vertedero).



FOTO N° 06: Tomando la muestra en el P-2 (50 metros aguas abajo del vertedero)



FOTO N° 07: Tomando la muestra en el P-3 (frente al puerto de Tahuishco)



FOTO N° 08: Población lugareña pescando en la zona de mezcla (riesgo para la salud)



FOTO N° 09: Población lugareña pescando en la zona de mezcla (riesgo para la salud pública).



FOTO N° 10: Población lugareña pescando en la zona de mezcla (riesgo para la salud pública).



FOTO N° 11: Población lugareña pescando en la zona de mezcla (riesgo para la salud pública).



ANEXO N° 02: FASE DE LABORATORIO

FOTO N° 12: Filtrando la muestra y sembrando en el medio de cultivo.



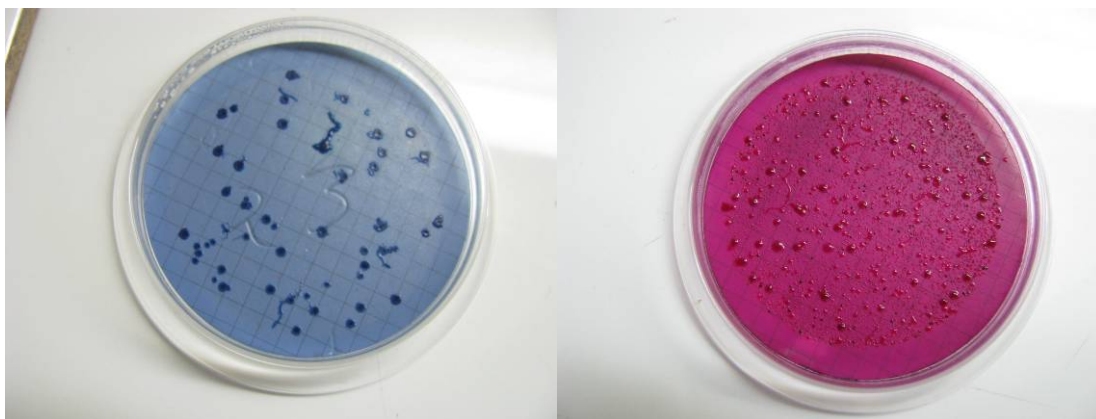
FOTO N° 13: Proceso de Incubación a 35°C por 24h.



FOTO N° 14: Resultados de coliformes fecales y totales.

coliformes fecales

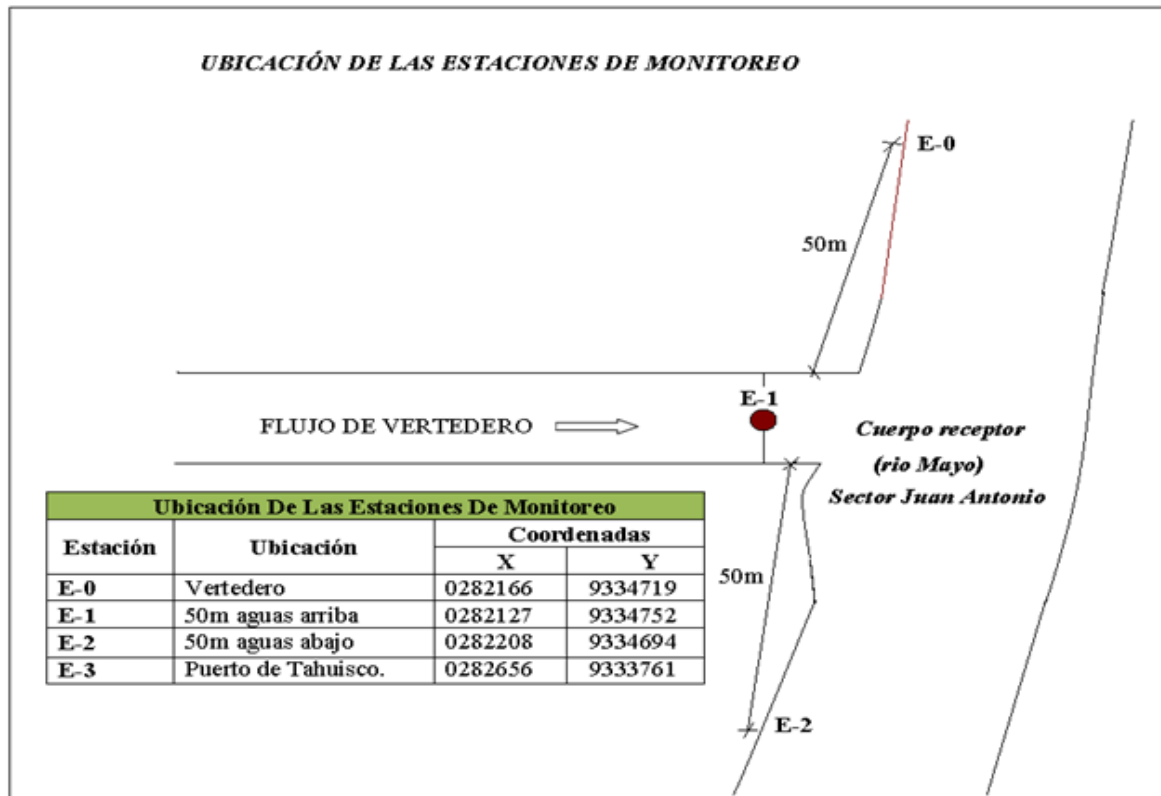
coliformes totales.



ANEXO N° 03: DISEÑOS DE MONITOREO Y MEDICION DE CAUDALES.

DISEÑO DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.

Figura N° 01: Ubicamos los puntos para la toma de muestras.

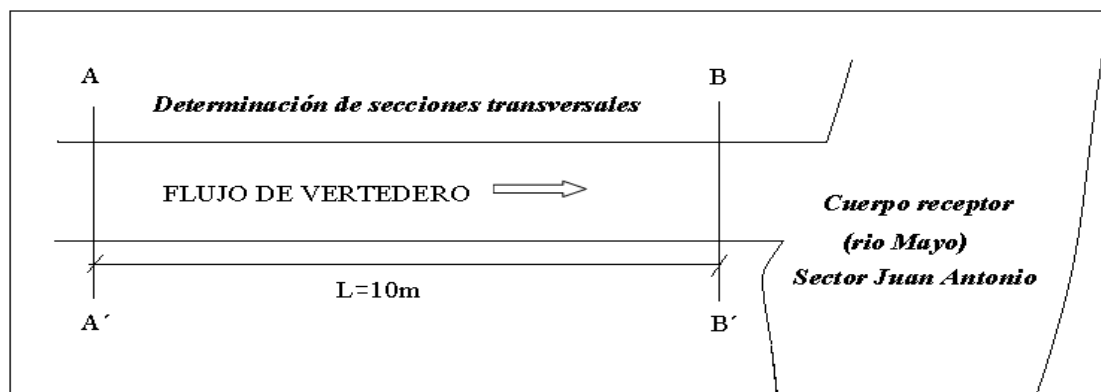


Fuente: Elaboración propia 2009

MEDICIÓN DE CAUDALES.

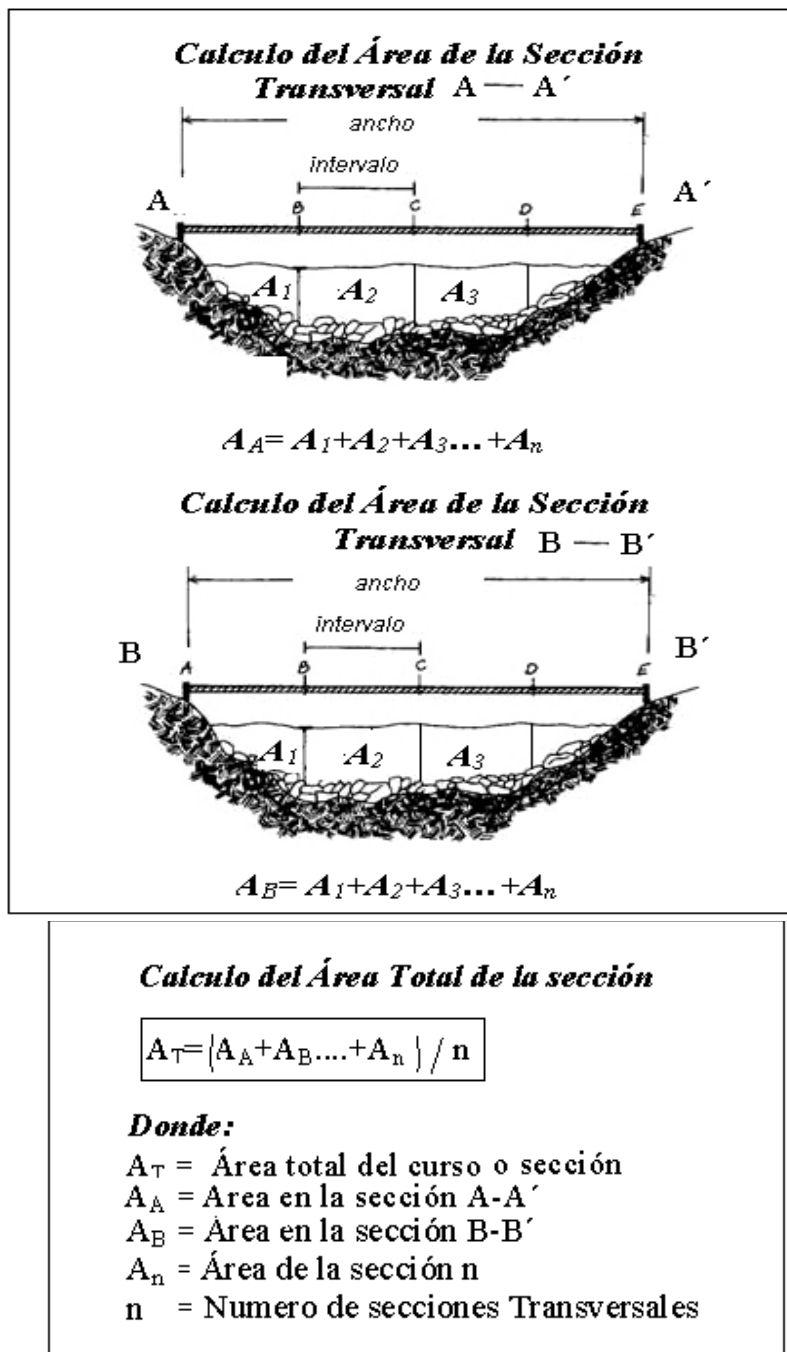
Para calcular el caudal de descarga del vertedero, se ha seguido el procedimiento que se muestra en las figuras.

Figura N° 02: Ubicamos las secciones transversales y determinamos una distancia conocida L= 10 metros.



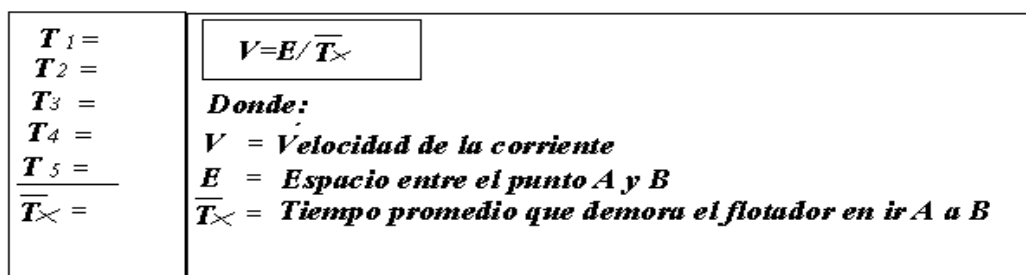
Fuente: Elaboración propia 2009.

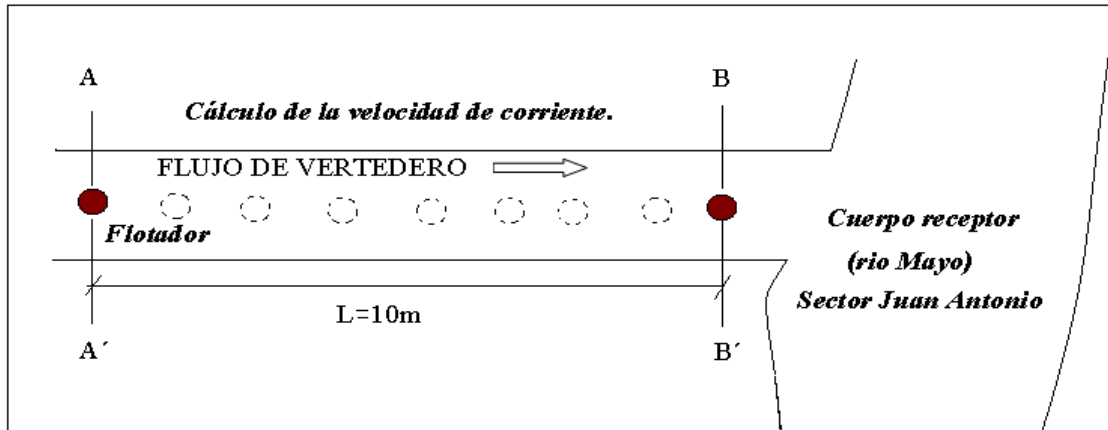
Figura N° 03: Diseños y formulas para el cálculo de áreas para determinar el caudal de descarga.



Fuente: Elaboración propia 2009.

Figura N° 04: Cálculo de la velocidad de corriente de la descarga.





Conocida el área de la sección transversal y la velocidad de corriente en m/s, entonces el caudal de descarga es igual a:

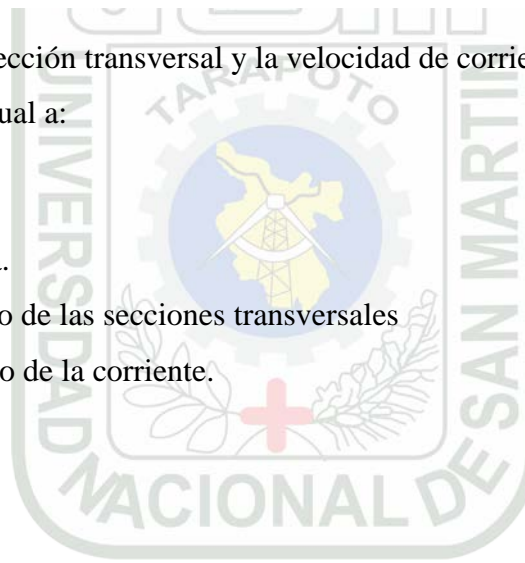
$$Q = A_T \times V$$

Donde:

Q = Caudal de descarga.

A_T = Área total promedio de las secciones transversales

V = Velocidad promedio de la corriente.



MAPA N°01: UBICACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO



MAPA N° 02: UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO Y LA POBLACION MAS CERCANA



ANEXO N° 05: IMÁGENES DE GOOGLE HEART

Imagen N°01: Imagen vista general del vertedero teniendo en cuenta la ciudad de Moyobamba



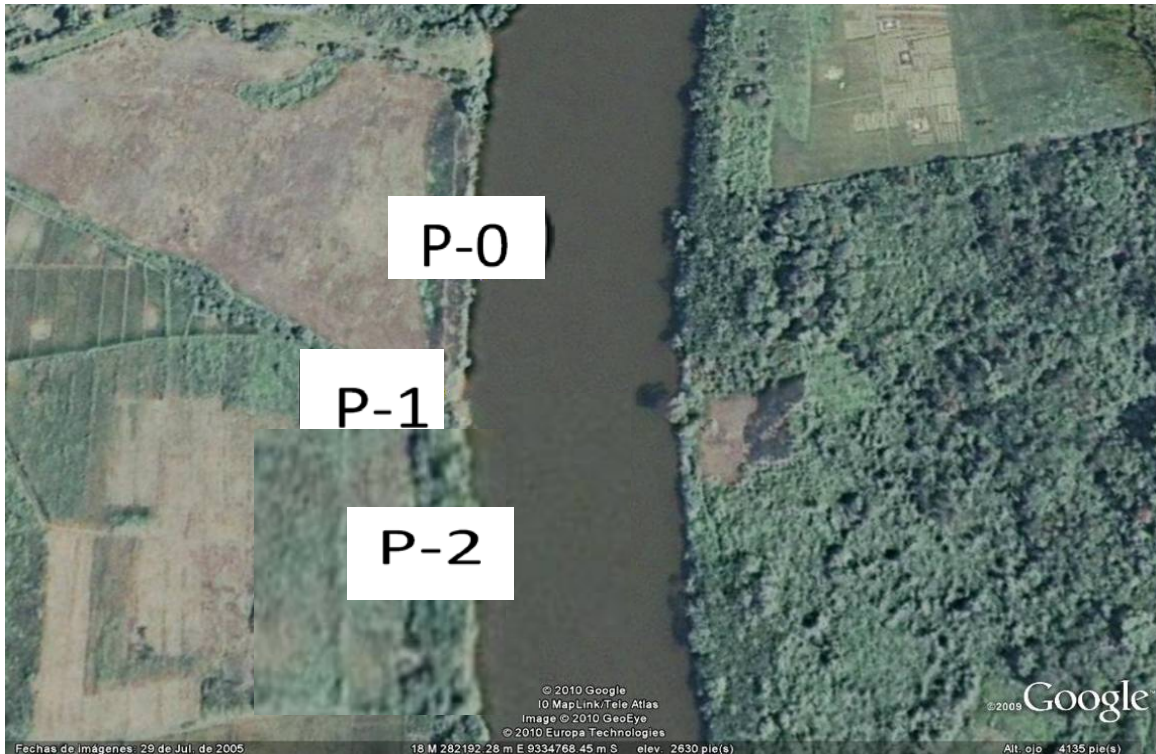
Fuente: Software ambiental Google Heart.

Imagen N°02: vista de las características del área.



Fuente: Software ambiental Google Heart.

Imagen N°03: vista de la ubicación de los puntos de muestreo.



Fuente: Software ambiental Google Heart.



ANEXO N° 06: MATRICES

Matriz N° 01: Matriz de identificación de impactos ambientales

Matriz de interacción causa-efecto		ELEMENTOS AMBIENTALES AFECTABLES									
		MEDIO FISICO					MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO SOCIO ECONÓMICO	
		Aire	Agua	Suelo		Paisaje	Flora	Fauna		Salud pública	
		Calidad de aire	Calidad de agua	Calidad de suelo	Erosión	Calidad del Paisaje	Cobertura vegetal	Fauna acuática	Fauna aérea	Salud pública	
Causante de impactos	Funcionamiento de desagüe	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	
	Descarga de aguas residuales	x	X	x	x	x	x	x	x	x	9
Identificación Parcial de Impactos		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Identificación Total de Impactos		9									9

TESIS UNSM



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE SAN MARTÍN

TARAPOTO - PERÚ

Matriz N° 02: Matriz de clasificación de impactos ambientales

Matriz de interacción causa-efecto		ELEMENTOS AMBIENTALES AFECTABLES									
		MEDIO FISICO					MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO SOCIO ECONÓMICO	
		Aire	Agua	Suelo		Paisaje	Flora	Fauna		Salud pública	
		Calidad de aire	Calidad de agua	Calidad de suelo	Erosión	Calidad del Paisaje	Cobertura vegetal	Fauna acuática	Fauna aérea	Salud pública	
Causante de impactos	Funcionamiento de desagüe	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	
	Descarga de aguas residuales	-	-	-	-		-	-	-	-	-9
Clasificación Parcial de Impactos		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Clasificación total de Impactos		-9									-9



Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM



Matriz N° 03: Matriz de evaluación y valoración de impactos potenciales

Matriz de interacción causa-efecto		ELEMENTOS AMBIENTALES AFECTABLES																		Parcial	Total		
		MEDIO FISICO								MEDIO BIOLÓGICO						MEDIO SOCIO ECONÓMICO							
		Aire		Agua		Suelo		Paisaje		Flora		Fauna				Salud pública							
Causa del impacto	Funcionamiento de desagüe	Calidad de aire		Calidad de agua		Calidad de suelo		Erosión		Calidad del Paisaje		Cobertura vegetal		Fauna acuática		Fauna aérea		Salud pública					
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9													
Causa del impacto	Descarga de aguas residuales	C	-1	C	-1	C	-1	C	-1	C	-1	C	-1	C	-1	C	-1	C	-1	C	-1	-9	-1
		P	2	P	1	P	1	P	2	P	1	P	1	P	2	P	1	P	3	P	3	14	1.56
		I	2	I	1	I	1	I	1	I	1	I	3	I	2	I	3	I	3	I	3	17	1.89
		O	3	O	2	O	1	O	2	O	1	O	2	O	2	O	1	O	3	O	3	17	1.89
		E	2	E	1	E	1	E	1	E	1	E	1	E	1	E	1	E	2	E	2	11	1.22
		D	3	D	3	D	3	D	3	D	2	D	2	D	3	D	3	D	3	D	3	25	2.78
		R	1	R	1	R	1	R	2	R	1	R	1	R	1	R	1	R	2	R	2	11	1.22
Impactos parciales		-13		-9		-8		-11		-7		-10		-11		-10		-16					-10.56
Sumatoria Total de Impactos																					-10.56		



IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Los impactos presentados como resultados en la matriz N° 03 han sido valorados utilizando los siguientes criterios.

Carácter (C): positivo (+1); negativo (-1) y neutro (0).

Grado de perturbación en el ambiente (P): Importante (3); regular (2) y escasa (1).

Importancia desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental (I): alto (3); medio (2) y bajo (1).

Riesgo de ocurrencia(O): muy probable (3); probable (2) y poco probable (1).

Territorio involucrado o extensión (E): regional (3); local (2) y puntual (1).

Duración a lo largo del tiempo (D): permanente (3); media (2) y corta (1).

Reversibilidad para volver a las condiciones iniciales (R): Reversible (1); parcial (2) e irreversible (3).

ESCALA DE VALORACIÓN DE IMPACTOS	
Impacto total= c(p + i +o +e + d +r)	
NEGATIVO	
SEVERO	[≤ - 15 >
MODERADO	[-9 ≥ 15]
COMPATIBLE	≥ - 9]
POSITIVO	
ALTO	[≥ 15 >
MEDIO	[9 ≤15]
BAJO	≤ 9]

INFORME DE ANÁLISIS N° 021 – 2009

SOLICITANTE : Fernando Tananta del Aguila
 PROCEDENCIA : Río Mayo - Moyobamba
 ENVASES : 3 Frascos de vidrio estériles (aprox. 250 mL c/u)
 TOMA DE MUESTRA : Muestra recolectada por el solicitante
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 14 de Agosto del 2009

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD	RESULTADOS	
		COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
En descarga; disposición final de vertedero	NTC/100 mL	$3,8 \times 10^8$	$5,8 \times 10^7$
A 50 m aguas arriba; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$2,1 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$
A 50 m aguas abajo; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$3,9 \times 10^5$	$4,1 \times 10^4$

Fecha de emisión de resultados: Moyobamba, 17 de Agosto del 2009.

Laboratorio de Análisis
MICROLAB E.A.R.L
 AREA LABORATORIO CLINICO

Mélg. Victor Rodríguez Reyna
 C.B.P. N° 3188

INFORME DE ANÁLISIS N° 022 – 2009

SOLICITANTE : Fernando Tananta del Aguila.
 PROCEDENCIA : Río Mayo - Moyobamba
 ENVASES : 3 Frascos de vidrio estériles (aprox. 250 mL c/u)
 TOMA DE MUESTRA : Muestra recolectada por el solicitante
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 14 de Setiembre del 2009

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD	RESULTADOS	
		COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
En descarga; disposición final de vertedero	NTC/100 mL	$4,3 \times 10^8$	$6,1 \times 10^7$
A 50 m aguas arriba; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$1,9 \times 10^5$	$1,7 \times 10^4$
A 50 m aguas abajo; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$4,2 \times 10^5$	$6,2 \times 10^4$

Fecha de emisión de resultados: Moyobamba, 17 de Setiembre del 2009.

Laboratorio de Análisis
MICROLAB E.I.R.L.
AREA LABORATORIO CONICO

M. Sc. Víctor Rodríguez Reyna
I. R. P. N° 3788

INFORME DE ANÁLISIS N° 023 – 2009

SOLICITANTE : Fernando Tananta del Aguila.
 PROCEDENCIA : Río Mayo - Moyobamba
 ENVASES : 3 Frascos de vidrio estériles (aprox. 250 mL c/u)
 TOMA DE MUESTRA : Muestra recolectada por el solicitante
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 28 de Octubre del 2009

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD	RESULTADOS	
		COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
En descarga; disposición final de vertedero	NTC/100 mL	$1,7 \times 10^7$	$8,2 \times 10^5$
A 50 m aguas arriba; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$3,5 \times 10^3$	$2,6 \times 10^2$
A 50 m aguas abajo; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$3,7 \times 10^3$	$4,2 \times 10^2$

Fecha de emisión de resultados: Moyobamba, 30 de Octubre del 2009.

Laboratorio de Análisis
MICROLAB E.I.R.L
 AREA LABORATORIO CLINICO

Victor Rodriguez Reyna
 Mbg. Victor Rodriguez Reyna
 C. B. P. N° 3788

INFORME DE ANÁLISIS N° 024 – 2009

SOLICITANTE : Fernando Tananta del Aguila.
 PROCEDENCIA : Río Mayo - Moyobamba
 ENVASES : 3 Frascos de vidrio estériles (aprox. 250 mL c/u)
 TOMA DE MUESTRA : Muestra recolectada por el solicitante
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 05 de Noviembre del 2009

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD	RESULTADOS	
		COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
En descarga; disposición final de vertedero	NTC/100 mL	$8,5 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$
A 50 m aguas arriba; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$2,3 \times 10^5$	$1,8 \times 10^4$
A 50 m aguas abajo; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$5,1 \times 10^5$	$4,9 \times 10^4$
Puerto Tahuishco; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$2,7 \times 10^6$	$3,3 \times 10^5$

Fecha de emisión de resultados: Moyobamba, 08 de Noviembre del 2009.

Laboratorio de Análisis
MICROLAB E.I.R.L.
 AREA LABORATORIO CLÍNICO

[Firma]
 M.Bigo. Víctor Rodríguez Reyna
 C.B.P. N° 3788

INFORME DE ANÁLISIS N° 025 – 2009

SOLICITANTE : Fernando Tananta del Aguila.
 PROCEDENCIA : Río Mayo - Moyobamba
 ENVASES : 3 Frascos de vidrio estériles (aprox. 250 mL c/u)
 TOMA DE MUESTRA : Muestra recolectada por el solicitante
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 12 de Diciembre del 2009

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD	RESULTADOS	
		COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
En descarga; disposición final de vertedero	NTC/100 mL	$4,7 \times 10^8$	$4,9 \times 10^7$
A 50 m aguas arriba; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$3,4 \times 10^4$	$2,5 \times 10^3$
A 50 m aguas abajo; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$6,5 \times 10^6$	$3,9 \times 10^5$
Puerto Tahuishco; disp. final de vertedero	NTC/100 mL	$5,8 \times 10^6$	$4,0 \times 10^5$

Fecha de emisión de resultados: Moyobamba, 15 de Diciembre del 2009.

Laboratorio de Análisis
MICROLAB E.I.R.L.
 AREA LABORATORIO CLÍNICO
 Mbg. Victor Rodríguez Reyna
 C.B.P. N° 3788

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



Determinación de la Concentración de Coliformes Fecales y Totales en el Río Mayo, por Incidencia de la Descarga de Aguas Residuales de la Ciudad de Moyobamba 2009

TESIS

Para Obtener el Título de INGENIERO AMBIENTAL

Autor

Bach. Fernando Tananta del Aguila

Asesor

Ing. Alfonso Rojas Bardalez

CÓDIGO N° 06050709

Moyobamba, Diciembre 2009

*Vº Bº para empujados
MIRTHA VALCEROS
M/04/06/2011*

[Signature]
Astriht Ruiz Ríos

[Signature]
06.06.2011
Nota: Por empujar revisar
Índice, bibliografía
& documentos adjuntos