



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Escuela Profesional de Ecología

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS,
QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN EL SECTOR
PUERTO DE PRODUCTORES RÍO ITAYA, LORETO –
PERÚ 2014 -2015”**

Presentado por:

Tatiana De María Frías Quiñones

Lizeth Montilla Cabudiva

Tesis Para Optar Título Profesional de:

LICENCIADO EN ECOLOGÍA

SAN JUAN – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios; que es mi guía.

A mi abuelita Amanda y a mi papá en el cielo.

A mi tía Miroslava, Elena, Rockeline, katherly

personas que más valoro en mi vida.

A mis Hermanos Julia, Manuel, María Paz, Lucas e

Isaías; los amo.

A mis primos que los quiero mucho y admiro.

Tatiana De María Frías Quiñones

A mis padres Nila y Beder los mejores padres y

amigos. Los amo.

A mis grandiosos hermanos Mateo, Vivi,

Jaime y Teddy.

A ti, que me apoyaste siempre.

Lizeth Montilla Cabudiva

AGRADECIMIENTO

A la Ing. Laura García Panduro, que como asesora de Tesis nos ha orientado y corregido en nuestra labor científica con un interés único de aportar conocimientos que contribuyan al desarrollo de nuestra profesión y de nuestra nación.

Al Ingeniero Anibal López Peña quien nos brindó información y sugerencias en el inicio del desarrollo de esta tesis.

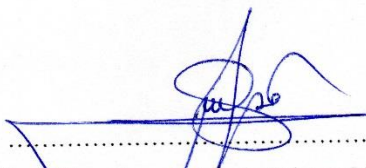
Al Biólogo Freddy Espinoza campos (Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana), por su apoyo incondicional a nuestro trabajo y por guiarnos durante el proceso de los análisis microbiológicos.

Agradecemos mucho a nuestros maestros y compañeros y en especial a nuestra querida alma mater la Universidad Científica del Perú, por todos los conocimientos brindados durante nuestra permanencia en sus aulas.

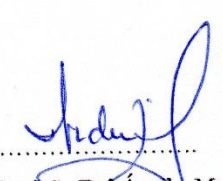
A todas las personas que de una u otra forma han ayudado y apoyado durante la realización de esta tesis.

A todos, muchas gracias por apoyarnos a lo largo de este proceso que culmina con la presentación de la tesis.

JURADO CALIFICADOR


Ing. Ulises Octavio Ingoín Cabrera MSc.
PRESIDENTE


Dra. Marianela Cobos Ruiz
MIEMBRO DEL JURADO


Ing. Carmen Patricia Cerdena Del Aguila Mgr.
MIEMBRO DEL JURADO


Ing. Laura García Panduro.
ASESORA



Universidad Científica del Perú

**FACULTAD
DE CIENCIA E
INGENIERÍA**

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Iquitos, a las 11:00 horas del día lunes 12 de diciembre del año 2016, se reunió el Jurado Examinador, que firma al final del presente documento, para evaluar la Sustentación de los bachilleres en Ecología:

**LIZETH MONTILLA CABUDIVA
TATIANA DE MARÍA FRIAS QUIÑONES**

En la modalidad de: **SUSTENTACIÓN DE TESIS**

"Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector puerto de productores río Itaya, Loreto-Perú 2014-2015"

Después de las deliberaciones correspondientes, se procedió a evaluar:

Indicador	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Promedio
A) Dominio del Tema	16	16	15	16
B) Calidad de Redacción de la Tesis	16	16	16	16
C) Competencia Expositiva (Claridad conceptual, argumentación y coherencia)	16	16	16	16
D) Calidad de Respuestas	16	15	15	15
E) Uso de Terminología Especializada	16	16	16	16
Calificación Final:	16	16	16	16

Aprobado Por: Unanimidad

Calificación Final (en letras): Dieciseis

Presidente: Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera M.Sc.

Miembro: Ing. Carmen Patricia Cerdeña Del Águila Mgr.

Miembro: Dra. Marianela Cobos Ruiz

INDICADOR	PUNTAJE
Desaprobado	Menos de 13 puntos
Aprobado por Mayoría	De 14 a 15 puntos
Aprobado por Unanimidad	De 16 a 17 puntos
Aprobado por Excelencia	De 18 a puntos

La Universidad Vive en Ti

Av. Abelardo Quiñones Km. 2,5 San Juan Bautista, Iquitos

Tel.: (065) 261088-261092

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
JURADO CALIFICADOR	4
INDICE DE TABLAS	10
INDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	13
CAPITULO I	
Introducción	15
CAPITULO II	
OBJETIVOS	17
CAPÍTULO III	
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	18
3.1.1 Calidad del agua.	18
3.1.2. Descripción de parámetros de calidad de agua.	19

3.1.2.1 Descripción de los parámetros físicos.	20
3.1.2.2. Descripción de los parámetros químicos.	21
3.1.2.3. Descripción de parámetros microbiológicos.	24
3.1.3. Muestreo de agua.	25
3.1.3.1. Frecuencia de muestreo.	26
3.1.3.2. Toma de muestra	27
3.1.3.3. Manipulación.	28
3.1.3.4. Rotulación.	29
3.1.3.5. Transporte.	29
3.1.3.6. Cadena de custodia	29
3.2. Definición de términos básicos	30
3.3. Antecedentes	33
CAPITULO IV	
MATERIALES Y MÉTODO	37
4.1. Lugar y desarrollo de la investigación.	37
4.2. Recursos utilizados	37
4.3. Diseño de invetigacion	39
4.4. Población y muestra	40

4.4.1. Población	40
4.4.2. Muestra	40
4.5. Técnicas Instrumentos y procedimientos de recolección de datos	41
4.5.1. técnicas de recoleccion de datos	41
4.5.2. Instrumentos de recoleccion de datos	41
4.5.3. Procedimiento de recoleccion de datos	41
4.5.3.1. Fase gabinete	41
4.5.3.2. Fase campo	42
4.5.3.2.1. Muestreo	42
4.5.3.3. Metodología de analisis	43
4.5.3.3.1 Metodología de análisis físico-químicos.	43
4.5.3.3.2 Metodologia de análisis microbiológicos.	46
4.6 Procesamiento de la informacion	47

CAPITULO V

RESULTADOS	48
------------	----

CAPITULO VI

DISCUSIÓN	56
-----------	----

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES	58
--------------	----

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES	59
-----------------	----

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
----------------------------	----

ANEXOS	64
--------	----

PLAN DE ACCIÓN	76
----------------	----

INDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág.
01	Categoría 4: conservación del ambiente acuático.	72
02	Variación promedio de los parámetros Físicos en los puntos de muestreo.	73
03	Variación promedio de los parámetros Químicos en los puntos de muestreo.	74
04	Variación promedio de los parámetros Microbiológicos en los puntos de muestreo.	75

INDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág.
01	Valores de los parámetros físicos en los tres puntos de muestreo del 14 de diciembre del 2014- del río Itaya Puerto Productores.	48
02	Valores de los parámetros físicos en los tres puntos de muestreo del 10 de julio del 2015- del río Itaya Puerto Productores.	48
03	Valores de los parámetros físicos en los tres puntos de muestreo del 18 de diciembre del 2015- del río Itaya Puerto Productores.	49
04.	Valores promedios de los parámetros físicos del río Itaya Puerto Productores.	49
05.	Valores de los parámetros químicos en los tres puntos de muestreo del 14 de diciembre del 2014 río Itaya Puerto Productores.	50
06.	Valores de los parámetros químicos en los tres puntos de muestreo del 10 de julio del 2015 río Itaya Puerto Productores.	51
07.	Valores de los parámetros químicos en los tres puntos de muestreo del 18 de diciembre del 2015 del río Itaya Puerto Productores.	51

08.	Valores promedios de los parámetros químicos del río Itaya Puerto Productores.	52
09.	Valores de los parámetros microbiológico del 14 de diciembre del 2014 río Itaya Puerto Productores.	53
10.	Valores de los parámetros microbiológicos 10 de julio del 2014 río Itaya Puerto Productores.	53
11.	Valores de los parámetros microbiológicos del 18 de diciembre del 2015 río Itaya Puerto Productores.	54
12.	Valores promedios de los parámetros químicos del río Itaya Puerto Productores.	54

RESUMEN

En el Perú uno de los principales problemas ambientales es la contaminación de las aguas provenientes de las diferentes actividades portuarias, como es el caso del puerto de Productores en la ciudad de Iquitos. El objetivo fue evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos estableciendo las variaciones de los parámetros comparando con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en la categoría 4 conservación del ambiente acuático y elaborar una propuesta para minimizar el nivel de contaminación en el sector puerto de productores Río Itaya-Loreto. Se recolectaron tres muestras en los tres puntos de muestreo en los meses diciembre 2014, julio y diciembre 2015 existiendo en estos meses un mayor flujo poblacional en el puerto de Productores debido a las fechas festivas de ambos meses produciendo mayor concentración de diferentes agentes externos. El análisis microbiológico se efectuó a través de la técnica de los tubos múltiples de fermentación NMP, el análisis físico químico se realizó según el parámetro medido. Los resultados determinaron que el parámetro físico como pH no se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental para agua; los parámetros químicos aceites y grasas, oxígeno disuelto, fosfato difieren de los estándares de calidad ambiental para agua y los parámetros microbiológicos cuyos promedios difieren significativamente con lo establecido con los estándares de calidad ambiental para aguas. En conclusión existen variaciones en los puntos de muestreo para los parámetros físicos químicos en el sector puerto productores en comparación con los estándares de calidad ambiental para agua, los parámetros microbiológicos superan significativamente los estándares de calidad ambiental para agua categoría 4 conservaciones de ambientes acuáticos y aplicando la propuesta se minimizará el nivel de contaminación en el río del puerto Productores.

Palabras clave: Contaminación de aguas, parámetros físicos químicos y microbiológicos.

ABSTRACT

In Peru, one of the main environmental problems is the contamination of the water coming from different port activities, such as the Port of Producers in the city of Iquitos. The objective was to evaluate the physical, chemical and microbiological parameters by establishing the variations of the parameters comparing with the National Environmental Quality Standards for water in category 4 conservation of the aquatic environment and to elaborate a proposal to minimize the level of pollution in the port of Producers Rio Itaya-Loreto. Three samples were collected at the three sampling points in December 2014, July and December 2015. Existing in these months a greater population flow in the Port of Productores due to the festive dates of both months being greater concentration of different external agents. The microbiological analysis was carried out through the technique of multiple tubes of fermentation NMP, the physical chemical analysis was performed according to the measured parameter. The results determined that the physical parameters like pH and Dissolved Total Solids are not within the environmental quality standards for water; The chemical parameters oils and fats, dissolved oxygen, phosphate differ significantly from environmental quality standards for water and microbiological parameters whose mean values differ significantly from those established with environmental quality standards for water.

In conclusion there are variations At the sampling points in the averages of the physical chemical parameters in the port producing sector compared to the environmental quality standards for water, the microbiological parameters significantly exceed the environmental quality standards for category 4 water conservation of aquatic environments and applying the proposal The level of pollution at the port will be minimized.

Keywords: Water Pollution, physical parameters, chemical parameters, microbiological parameters

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La gran problemática existente en la actualidad es la contaminación de agua dulce, siendo los ríos fuente de generación de contaminación e impactos ambientales con las actividades propiamente portuarias, tales como el tráfico naval, las operaciones de carga, descarga, almacenamiento, transporte, suministro, disposición de residuos, mantenimiento o reparaciones y las actividades de transformación y mejora que se desarrollan en la zona industrial adyacente relacionada al puerto (1).

De este modo las actividades antropogénicas en zonas portuarias han ocasionado que los ríos recepan gran cantidad de aguas servidas, los derivados de hidrocarburos procedentes de los transportes fluviales, las sustancias tensoactivas contenidas en los detergentes y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos, como también el vertimiento de residuos sólidos, produciendo olores desagradables, agotando el oxígeno disuelto ocasionando un desequilibrio en diferentes organismos y su nicho ecológico; consecuentemente la alteración de las aguas de los ríos de cada puerto, afectando directamente en la calidad de vida de los pobladores.

La ciudad de Iquitos cuenta con cinco puertos, de los cuales la Empresa Nacional de Puertos (ENAPU) es el único formal y los otros cuatro (Masusa, Productores, el Huequito y Bellavista Nanay) son informales (2).

El puerto de Productores de la ciudad de Iquitos que no solo funciona como un embarcadero sino que también existe un mercado que se abastece de productos provenientes de diferentes zonas aledañas que generan la eliminación de desechos a orillas del río. En épocas de julio y diciembre existe un mayor flujo poblacional en el puerto de Productores debido a las fechas festivas de ambos meses existiendo mayor concentración de diferentes agentes externos.

Se aprobó el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM normado en el Artículo 1°, que aprueba los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (3). Según la categoría 4 relacionados con conservación del ambiente acuático (4). La contaminación es la presencia de materia

orgánica, química, radioactiva o biológica en el agua y por lo cual se tiende a degradar su calidad, constituyendo un peligro para la salud humana y ambiental (5).

Por lo tanto la presente investigación tuvo como objetivo el estudio y seguimiento de la calidad de las aguas, basadas exclusivamente en análisis físico: Temperatura, pH, conductividad, STD, turbidez. Químicos: Aceites y grasas, Oxígeno Disuelto, DBO₅, DQO, Nitrógeno Amoniacal, Fosfato, Nitrato, Cadmio, Hierro, Bario y Microbiológicos: Termotolerantes y Totales, para establecer las variaciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector del Puerto de Productores y sus comparaciones con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para así elaborar una propuesta de plan de acción para minimizar el nivel de contaminación en el sector Puerto de Productores Río Itaya-Loreto.

CAPÍTULO II

2.1 OBJETIVOS

2.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en el Sector Puerto de Productores Río Itaya, Loreto –Perú.

2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Establecer las variaciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector del Puerto de Productores y sus comparaciones con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- ✓ Elaborar una propuesta para minimizar el nivel de contaminación en el sector Puerto de Productores Río Itaya-Loreto.

CAPÍTULO III

3.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1.1. Calidad del Agua.

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica, los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua. Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos (6).

El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial, agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico. Otro factor son las amenazas microbiológicas que siguen siendo la principal preocupación tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo; cambio climático, que provoca cambios en la temperatura del agua y en los patrones de precipitaciones, períodos de sequía severos y prolongados, un aumento de las inundaciones, sus consecuencias sobre la calidad y la escasez del agua, destacando al mismo tiempo la importancia de gestionar estos impactos como parte de las estrategias de gestión del agua; contaminantes químicos en el agua potable, incluyendo información sobre agentes químicos no considerados hasta ahora, como los pesticidas para el control de vectores del agua potable; revisiones de las notas técnicas existentes, considerando los nuevos conocimientos científicos; principales factores químicos con efectos perjudiciales

para la salud a gran escala debido a su presencia en el agua potable, tales como el arsénico, el fluoruro, el plomo, el nitrato, el selenio y el uranio, proporcionando orientación para la identificación de prioridades locales y la gestión; la importancia del papel que juegan los diferentes agentes implicados a la hora de garantizar la seguridad del agua potable; orientación en casos distintos de los tradicionales sistemas de suministro y gestión comunitarios como la recolección de agua de lluvia u otros suministros no canalizados (7).

3.1.2. Descripción de Parámetros de Calidad de Agua.

Los parámetros de calidad de agua están referidos a los factores físicos, químicos y microbiológicos:

- **Factores físicos:** La calidad de agua modificada por sustancias puede no ser tóxica, pero cambia el aspecto del agua, entre ellas los sólidos en suspensión, la turbidez, el color, la temperatura (8).
- **Factores químicos:** Las actividades industriales generan contaminación al agua cuando hay presencia de metales pesados tóxicos tales como Arsénico, Plomo, Mercurio y Cromo, la actividad agrícola contamina cuando emplea fertilizantes que son arrastrados hacia las aguas, especialmente nitratos y nitritos. Además, el uso inadecuado de plaguicidas contribuye a contaminar el agua con sustancias tóxicas para los humanos (8).
- **Factores Microbiológicos:** El mayor riesgo microbiano del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas. Los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos). La carga para la salud pública es función de la gravedad de la enfermedad o enfermedades relacionadas con los agentes patógenos, de su infectividad y de la población expuesta (9).

3.1.2.1. Descripción de los Parámetros Físicos.

- **Temperatura:** Uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla. Floculación, sedimentación y filtración (10).
- **Potencial Hidrógeno pH:** Es el indicador que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones hidrogeno presentes. Se calcula con el fin de estimar algún tipo de efecto por acidez o alcalinidad producida por acciones naturales o antropogénicas. La medición de este parámetro se realiza in situ. Se mide en una escala de 0 a 14. Los valores de pH menores de 7 indican que una sustancia es ácida, los valores de pH mayores a 7 indican que la sustancia es básica y si el pH es 7 indica que la sustancia es neutra. Su interpretación va relacionada con la alcalinidad o acidez titulable, los cuales tienen relevancia por encima de 9,6 y por debajo de 4,4 unidades de pH (10).
- **La Conductividad Eléctrica (C.E.):** Es la expresión numérica de la capacidad de permitir el paso de la corriente eléctrica a través de una solución y se utiliza para determinar la salinidad del agua. La capacidad de transmitir una corriente eléctrica, expresado en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro Siemens por centímetro). Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentración relativas, así como la temperatura del agua. El agua pura tiene muy baja conductividad, por lo que su medida se utiliza como una medida indirecta de la concentración de sólidos totales o de minerales en el agua (10).
- **Sólidos Totales Disueltos:** Los sólidos disueltos constituyen una medida de la parte de los sólidos en una muestra de agua que pasa a través de un peso nominal de 2.00 μm . O menos en condiciones específicas. Esta medida proporciona otra indicación (como la conductividad) de la salinidad de la descarga de la industria. En general Son productos

de la erosión de los suelos, detritos orgánicos y plancton. Estos sólidos, como el limo, virus y arena, son los que causan las impurezas visibles y consisten en partículas muy pequeñas, se identifican por su color, turbidez, gusto y olor del agua. Son importantes, para el control de los procesos biológicos y físicos de aguas residuales y para evaluar el cumplimiento, que regulan su vertimiento. Las sustancias no disueltas, son los sólidos suspendidos y se evalúan por medio de la turbiedad (11).

- **Transparencia:** Es el límite de visibilidad de un cuerpo de agua, es muy útil porque hace posible la comparación del espesor de las zonas trofógicas de diferentes cuerpos de agua (7).
- **Turbidez:** La turbidez de un cuerpo de agua se debe a la presencia de materiales en suspensión, finamente divididos; arcillas, limo, partículas de sílice, materias orgánicas, etc. La apreciación de la abundancia de estas materias se da por el grado de turbidez (11).

3.1.2.2. Descripción de los Parámetros Químicos.

- **Oxígeno Disuelto.** Este parámetro proporciona una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua para tener una concentración adecuada de oxígeno disuelto en el agua. Es importante para la supervivencia de peces y otros organismos de vida acuática. La temperatura, el material orgánico disuelto, los oxidantes inorgánicos, etc., afectan sus niveles, la baja concentración de oxígeno disuelto puede ser un indicador que el agua tiene una alta carga orgánica, provocada por aguas residuales (10).
- **Aceites y Grasas.** Los aceites y grasas se definen en los métodos estándar, como “cualquier material recuperado en la flora de una sustancia soluble en el solvente”. El triclorofluoretano es el solvente recomendado; sin embargo, debido a los problemas ambientales con los clorofluorocarbono. El aceite es perjudicial para la vida acuática porque forma una película sobre la superficie del agua, reduce la aeración disminuye la penetración de luz solar necesaria para la fotosíntesis de las plantas acuáticas. El aceite

en la ribera de los ríos puede afectar a plantas y animales cualquier material recuperado, como sustancia soluble en Cloroformo, incluye otros materiales extraídos por el disolvente de una mezcla acidificada, tales como, los compuestos de azufre, ciertos tintes orgánicos y la clorofila, no volatilizados durante la prueba, se expresa en mg/L. La presencia de Aceites y Grasas en el agua, alteran su calidad estética de color, olor, sabor y apariencia (12).

- **Nitrógeno Amoniacal.** Todo Nitrógeno, que se halla como Ion Amonio o en equilibrio, se considera Nitrógeno Amoniacal: $\text{NH}_3\text{-N}$. En una contaminación reciente, la mayor parte de Nitrógeno, está presente como Nitrógeno orgánico (proteínas) y Amoníaco; con el tiempo, el Nitrógeno orgánico, se convierte en Nitrógeno Amoniacal y en condiciones aeróbicas, el Amoníaco se oxida, convirtiéndose en Nitritos y Nitratos. Concentraciones mayores de 0,2 mg/L, de Amoníaco Libre, causan mortalidad en los peces. Todas las formas de Nitrógeno, son interconvertible bioquímicamente y forman parte del ciclo del Nitrógeno, se expresa en mg/L. Es de gran interés por la importancia que tiene en la cadena trófica, para el desarrollo y crecimiento de animales y plantas (13).
- **Nitratos/nitritos.** Los Nitritos (NO_2^-), son oxidados por las nitrobacterias, para formar Nitratos (NO_3^-) y se usan como fertilizantes en las plantas. En aguas subterráneas, se hallan en mayores concentraciones: porque, el suelo, no es capaz de retenerlos y/o filtrarlos. La concentración de Nitratos en el agua, se debe al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el Amoníaco son antimicrobianos y controlan el crecimiento de bacterias ácido-butíricas, formadoras de gas Nitrato de Amonio, para uso minero. Para eliminar Nitratos, se utilizan bacterias desnitrificantes, que convierten el Nitrato en Nitrógeno gaseoso. Los Nitratos, son nutrientes fácilmente asimilados por las plantas y son usados como fertilizantes. Los niños, menores de 6 años, que consuman Nitratos y Nitritos en exceso, se enferman de metahemoglobinemia infantil.

- **Demanda Bioquímica De Oxígeno o Demanda Biológica De Oxígeno (DBO₅).** Cantidad de Oxígeno, en mg/L, necesaria para oxidar biológicamente los componentes de las aguas residuales. Determinan la concentración de Oxígeno, para la descomposición por acción bacteriana, en un período de incubación de cinco días a 20°C. Mide el oxígeno disuelto, utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica. (14)
- **Demanda Química De Oxígeno (DQO).** Mide la cantidad requerida, para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua, con el empleo de un oxidante, como el Dicromato de Potasio, obteniendo resultados en 3 h y guarda relación con DBO₅. La DQO, no diferencia entre la materia biodegradable y el resto, no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones normales (T y P): El valor de la DQO, es siempre mayor al de la DBO₅ y ambas, se expresan en mg/L. La diferencia entre la DQO y la DBO₅, radica, en que muchas sustancias pueden oxidarse fácilmente y su contenido es de materia orgánica (carbohidratos, proteínas, grasas) e inorgánicos (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros). De allí, que se usa para medir el contenido de la materia orgánica de aguas naturales y residuales, recurriendo a reacciones puramente químicas, donde los componentes de la muestra están constituidas por materia orgánica o inorgánica oxidables, que miden el Oxígeno Disuelto requerido, para oxidar la materia, mediante un agente químico; así como, la cantidad de materia orgánica total biodegradable y no biodegradable (14).
- **Alcalinidad.** Depende de la presencia de los iones oxidrilo (OH⁻), Carbonatos (CO₃⁼) y bicarbonatos (HCO₃⁻) en el agua según sea la procedencia de la misma. Se expresa como ppm de CaCO₃.
- **Dureza.** Depende de la presencia de los iones Calcio (Ca⁺⁺) y Magnesio (Mg⁺⁺) en forma de sales. Se expresa como ppm de CaCO₃.

3.1.2.3. Descripción de Parámetros Microbiológicos.

Factores biológicos- bacteriológicos: Existen diversos organismos que contaminan el agua, las bacterias son los principales contaminantes del agua, los coliformes representan un indicador biológico de las descargas de materia orgánica, las coliformes totales no son indicadoras estrictas de contaminación de origen fecal, puesto que existen en el ambiente como organismos libres, sin embargo, son buenos indicadores microbianos de la calidad del agua (15).

- **Coliformes Totales.** El grupo coliformes se define como todas las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermenta la lactosa en cultivos a temperaturas de 35 a 37 °C. Produciendo ácido y gas (CO₂) Entre ellos se encuentra la *E. Coli*, *Citrobacter*, *enterobacter* y *klebsiella* (16).
- **Coliformes Fecales (Termotolerantes).** Se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44°- 45°C, comprenden un grupo muy reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal en su mayoría son representados por el microorganismo el género *E. coli*. (17). Los coliformes fecales integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de los demás microorganismos que hacen parte de este grupo, que son indol positivo, su rango de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta 45°C) y son mejores indicadores de higiene en alimentos y en aguas, ya que las heces contienen dichos microorganismos, presentes en la flora intestinal y de ellos un 90% y un 100% son *E. coli* mientras que en aguas residuales y muestras de agua contaminadas este porcentaje disminuye hasta un 59% (18).

3.1.3. Muestreo de Agua.

El objeto del muestreo es coleccionar una porción del material (muestra), cuyas características sean representativas de aquellas que pertenecen al material del cual se tomó la muestra. Esto implica que la proporción o concentración relativa de todos los componentes serán las mismas en las muestras que en el material de donde proceden, y que dichas muestras serán manejadas de tal forma que no se produzcan alteraciones significativas en su composición antes de que se hagan las pruebas correspondientes (19). La calidad de los resultados depende de las siguientes actividades:

- Formular los objetivos particulares para el programa de muestreo.
- Colectar muestras representativas.
- Manejar adecuadamente la muestra y su preservación.
- Observar los lineamientos de aseguramiento y control de calidad en el campo.
- Analizar apropiadamente las muestras.

El Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, en calidad de Autoridad Sanitaria y en cumplimiento al mandato establecido por el Decreto Ley N° 17752 “Ley General de Aguas”, como responsable de la preservación, monitoreo y control de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos, viene ejecutando desde el año 1999 el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos, cuyo objetivo fundamental es la preservación sanitaria y ambiental de la calidad de los recursos hídricos a fin de lograr la salud de la población, asegurar la calidad de las aguas en beneficio de las actividades productivas y mantener el equilibrio ecológico en los hábitat acuáticos. El monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos se ejecuta a través de la red de vigilancia conformada por la DIGESA y las Direcciones Ejecutivas de Salud Ambiental (DESA’s) del país quienes se encargan de la parte operativa llevando a cabo el cumplimiento del “Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de recursos hídricos”, priorizando el uso del recurso a monitorear (fuente de abastecimiento de población; preservación del recurso hídrico de impactos potenciales; la actividad industrial y/o antropogénica), la misma que deberá ser detallada en forma concreta y sustentada.

El protocolo tiene como objetivo establecer procedimientos utilizados en la ejecución del Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Sanitaria – DIGESA para evaluar la calidad sanitaria, asimismo sirve como instrumento oficial de trabajo para el usuario en general.

3.1.3.1. Frecuencia de Muestreo.

Sostiene que la frecuencia de muestreo, puede afectar el grado de representatividad cuando el intervalo seleccionado no permita la detección de cambios importantes de las características de calidad de las aguas, por lo que es recomendable establecer una frecuencia mínima de muestreo, que además de evidenciar tales cambios, sea razonable desde el punto de vista práctico y económico.

Un factor determinante en la frecuencia de muestreo, lo constituye la variabilidad de la composición físico-químico de las aguas, la cual a su vez está condicionada por factores geológicos, biológicos, humanos. Si la variabilidad es significativa durante el año, el muestreo deber ser más frecuente e incluso se puede requerir un registro continuo para poder describir adecuadamente los parámetros de estudio; si por el contrario la variabilidad es pequeña o poco significativa, la frecuencia se puede establecer en forma estacional o limitarse la misma a comprobaciones periódicas.

En términos generales la variabilidad de los factores de calidad en las aguas superficiales es más acentuada y más rápida que la que presentan las aguas subterráneas. Para el caso de las aguas superficiales donde el flujo es controlado por la precipitación o se mantiene constante por alimentación subterránea, la frecuencia mensual podría ser la más recomendable. De manera general, los cambios en la composición fisicoquímica de las aguas subterráneas son lentos y poco significativos, no obstante, en algunos casos los mismos pueden ser muy acentuados como resultado de cambios en el ciclo hidrológico debido a las variaciones en los ratos de cargas o descarga de los acuíferos, o bien la infiltración de aguas superficiales (20).

En relación al muestreo de aguas subterráneas, dada la naturaleza relativamente estable de las mismas, los programas mensuales, estacionales pueden detectar los cambios en la calidad del agua de estas fuentes. La frecuencia de muestreo se establece de acuerdo a la estacionalidad debiéndose realizar el muestreo en época de avenida y época de estiaje, pudiendo ampliar la frecuencia de acuerdo a los impactos negativos que se generan en los recursos hídricos y población; así como la disponibilidad de recursos económicos necesarios para la ejecución del monitoreo y análisis de laboratorio.

3.1.3.2. Toma de Muestra.

El Instituto Mexicano de Tecnología del agua (19) manifiesta, que es conveniente revisar el tipo de recipiente a utilizar por parámetro a evaluar, así como el volumen mínimo de muestra necesario, los procedimientos de preservación y el tiempo que puede mantenerse la muestra preservada para la toma de muestras en ríos evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente, y la distancia de separación entre ambas orillas. Si se dispone del equipo adecuado, se hará una toma integral desde la superficie al fondo en la zona media de la corriente o de un lado a otro a una profundidad media, de forma que la muestra esté integrada en relación con el flujo. Si sólo puede tomarse una muestra menor, se hará en el centro de la corriente a una profundidad media.

Para la toma de muestras en lagos y pantanos que presentan considerables variaciones debidas a causas normales, como la estratificación estacional, la cantidad de lluvia, las descargas y el viento, se evitará la presencia de espuma superficial. El frasco de muestreo se colocará en dirección opuesta al flujo e independientemente del tipo de muestreo que utilice, deberá enjuagar dos o tres veces el envase con el agua que se va a recoger (a menos que el envase contenga un preservante), teniendo en cuenta que para la mayoría de los análisis orgánicos, el llenado de los envases es completo, en tanto que para los análisis microbiológicos se dejará un espacio para aireación y mezcla.

En el caso de las muestras que deban ser transportadas, lo mejor es dejar un espacio de aproximadamente 1% de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión térmica.

Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, se deberá colocar en cada envase la etiqueta correspondiente después de la toma de muestra, en la que indique claramente, con tinta a prueba de agua, lo siguiente: número de muestra, origen y punto de muestreo, fecha, hora, lugar de ubicación y/o preservación realizada, incluyendo además el nombre del responsable del muestreo. Posteriormente se efectuarán las lecturas de los parámetros de campo (Temperatura, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno y Conductividad).

Las muestras colectadas deberán conservarse en cajas térmicas a una temperatura de refrigeración (4°C) disponiendo para ello de conservantes de temperatura (Ice pack, hielo seco u otros). Además los envases deberán ser colocados en forma ordenada a fin de evitar los daños, quebraduras o derrames. Registrar toda la información referente a las observaciones de campo en un cuaderno apropiado, que incluya lo siguiente: propósito del muestreo, localización de la estación de muestreo, o del punto de muestreo si se trata de un efluente doméstico e industrial. Si se trata de una muestra de aguas residuales, identificar el proceso que produce el efluente (20).

3.1.3.3. Manipulación.

Los procedimientos para la manipulación de muestras, así como la cantidad y tipo de preservante según, se encuentra detallado el recipiente utilizado, el volumen mínimo de muestra, la preservación y el tiempo (20).

3.1.3.4. Rotulación.

Considera que la muestra debe llegar al laboratorio con una identificación o etiquetado numerada. Los frascos y contenedores deberán ser rotulados correctamente; la rotulación se realizará en el frasco y no en la tapa; cada caja de muestras debe portar su cadena de custodia correspondiente.

Antes de la toma de muestra deberá codificarse el número de muestra que se está tomando, con la finalidad de poner la etiqueta después de haber tomado la muestra (21).

3.1.3.5. Transporte.

En cuanto al transporte y seguridad, así como el modo de embalar los frascos son determinados antes de iniciar los trabajos de campo; el uso de materiales esponjosos debe colocarse entre los frascos con la finalidad de evitar la vibración y ruptura entre las mismas, los frascos deberán mantenerse en posición vertical dentro del contenedor que los aloja. Las muestras se deben entregar al laboratorio en el menor tiempo posible preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo; en caso de que las muestras sean enviadas por correo o a través de una agencia, se deben incluir el oficio correspondiente, adjuntando las fichas (tarjetas de control de muestras) de ingreso al laboratorio, las mismas que deberán ser llenadas una por cada muestra colectada (21).

3.1.3.6. Cadena de Custodia.

La cadena de custodia se refleja en los documentos en donde se registra toda la información relevante para asegurar la integridad de la muestra desde la recolección hasta el reporte de resultados por parte del laboratorio. La importancia de contar con este documento radica en prevenir la falsificación y/o alteración de los datos de campo, así como para definir la cantidad y tipo de análisis requeridos, el tipo de pre tratamiento al que ha sido sometido, la fecha y hora de muestreo, el número de frascos remitidos por punto de muestreo, la fecha y hora de remisión, la identificación del responsable del muestreo y todo lo relacionado con la recepción por parte del laboratorio.

3.2. Definición de Términos Básicos.

- **Contaminación.** La presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente, de manera que puedan ser nocivos para la salud, seguridad o bienestar humano, la vida animal o vegetal, o impidan el aprovechamiento normal de un ecosistema.

- **Contaminación Por Consumismo.**

El problema contaminación ambiental está sujeta al consumismo, cada vez hay más objetos que están fabricados para durar unos años y después ser destituido por otros, lo que se denomina obsolescencia programada. Muchos productos, como los ordenadores, electrodomésticos, etc. Están diseñados para ser usados y luego desechados, y el caso que tampoco hay una conciencia clara, en muchos casos, de qué hacer con ellos. Esta economía basada en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha económica

- **Ambiente.**

Conjunto de todas las condiciones externas que influyen sobre la vida, el desarrollo y en última instancia, la supervivencia de un organismo.

- **Ríos De La Selva.**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes; en las zonas meándricas.

- **Estándar De Calidad Ambiental (ECA).**

Es la medida que establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en

su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

- **Categoría 4 Conservación del medio acuático.**

Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficial, cuyas características requieren ser preservadas por formar parte de ecosistemas frágiles o áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento.

- **Muestra.**

Parte o cantidad pequeña de una cosa que se considera representativa del total y que se toma o se separa de ella con ciertos métodos para someterla a estudio, análisis o experimentación.

- **Calidad de Muestra.**

se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

- **Término De Calidad De Agua.**

El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial (22).

- **Inocuidad.**

Que no hace daño a la salud humana.

- **Monitoreo.**

Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua.

- **Parámetros Microbiológicos.**

Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano.

- **Los Puertos.**

Es el lugar de la costa o ribera habilitado como tal para la recepción, abrigo y atención de embarcaciones, compuesto por el recinto portuario, zona de desarrollo, accesos y áreas de uso común para la navegación interna y afectas a su funcionamiento; con servicios, terminales e instalaciones, públicos y particulares, para la transferencia de bienes y transbordo de personas entre los modos de transporte que enlaza (1).

3.3. ANTECEDENTES.

Recientemente, Cerdeña (2) en un estudio en el puerto Masusa, encontró que existen diferencias significativas en los indicadores: pH, Aceites y Grasas, DBO₅, DQO; y presencia de Coliformes Totales, Coliformes Termorreguladores y *Escherichia coli*. Asimismo, concentraciones de Aceites y Grasas (63,45 mg/L) en comparación con el río Amazonas (10 mg/L). El pH del agua del puerto Masusa (5,42) es ligeramente mayor al del río Amazonas (6,93), sus resultados muestran que el DQO (Demanda Química de Oxígeno) del puerto Masusa (187mg/l) es mayor a la DQO en el río Amazonas (50 mg/L). Además las altas concentraciones de DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno) en las aguas del puerto Masusa (87,5 mgO₂) con respecto a las del río Amazonas (25 mgO₂), indican que hay contaminación microbiológica, la presencia de concentraciones importantes de coliformes totales, coliformes termotolerantes y de *Escherichia coli*. Dichos contaminantes se dan especialmente por desechos fecales vertidos directamente a las aguas (2).

Del mismo modo, en un Ensayo Comparativo entre el Grado de Contaminación de la Bahía de Iquitos vs el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Agua manifiesta que el pH reportado 5.42, difiere significativamente del pH del mismo río Amazonas 6.99, afirmación válida hasta con 99% de confianza, en cuanto a (STD) (Sólidos Totales Disueltos), se reporta un promedio de 24.65 mg/l en comparación con el Estándar Nacional 500 mg/l. difieren estadísticamente, pero que los resultados encontrados están muy por debajo de la norma establecida, el DBO₅, se reporta un promedio de 67.5 mg/l, este resultado en comparación con el Estándar Nacional < 10 mg/l. difieren significativamente entre ellas, la DQO, se reporta un promedio 147.5 mg/l, este valor constatado con el valor del río Amazonas, X= 50 mg/L, al análisis estadístico difieren significativamente y La bahía de Iquitos (Puerto Masusa y sus alrededores), se encuentra actualmente contaminada con coliformes fecales y *E. coli*; siendo los más abundantes los Coliformes Termorreguladores (23).

Rojas (24) reportó que en las muestras estudiadas del río San Pedro, Nayarit, no se registró presencia de plaguicidas, los altos valores en los parámetros microbiológicos,

como: Coliformes Totales y Fecales; y los valores de fisicoquímicos, como: color, Turbiedad, Dureza Total, Fenoles, Fluoruros, Nitrógeno Amoniacal, Sulfatos, SDT, y detergentes; limitan o facilitan el crecimiento de vida acuática, así como el uso agrícola y pecuario determinando que el agua del río San Pedro, Nayarit, está contaminada y no es adecuada para el uso y consumo humano.

Asímismo Gómez (25) Estableció estudios de los cuerpos de agua de la Amazonía que determinando que se encuentran contaminados por Nitratos, Hidrocarburos, Coliformes Totales y Fecales y por Plomo, en algunos puntos. Además en la laguna de Rumococha se ha encontrado contaminación por Arsénico. Las mayores concentraciones de nitratos se han presentado en los ríos Amazonas e Itaya, en el segundo muestreo, en época de vaciante la contaminación por Hidrocarburos ha sido más alta en la laguna de Rumococha (8 ppm) y río Amazonas (7 ppm) en época de creciente; no habiéndose encontrado este tipo de contaminación en el río Itaya .

La contaminación por Coliformes Fecales ha sido mayor en el río Nanay en época de creciente, con valores de 1100 NMP/ml, en todas las estaciones de muestreo. En época de vaciante, ésta ha sido mayor en el lago de Moronacocha, con valores de 1100 NMP/ml, en las tres estaciones muestreadas entre 1985 Y 1988, el IIAP también ejecutó estudios de contaminación urbana en la ciudad de Iquitos y, durante 1986, en la ciudad de Pucallpa. En Iquitos se encontró elevados índices de Coliformes Totales, Cromo hexavalente y derivados del petróleo en los ríos Nanay, Itaya, Amazonas y Moronacocha. El río Itaya se encuentra contaminado por nitratos y bacteriológicamente los niveles se encuentran por encima de los límites máximos permisibles para todos los usos del agua, según la Ley General de Aguas.

El Estudio en la cuenca baja del río Chillón (26), depende de una serie de factores entre los que se puede señalar las actividades humanas que la consideran como un botadero de basura, las actividades industriales dedicadas a la fabricación de pinturas, fundición, papeleras clandestinas, reciclaje de residuos sólidos, acumulación de desmonte, crianza de animales, arroj de aguas residuales, asentamientos humanos (AA.HH). Cuando las aguas residuales sin tratar son vertidas a los cuerpos de agua, el

hábitat de la vida acuática y marina se verá afectado por acumulación de sólidos, el oxígeno disminuirá por la descomposición aerobia de la materia orgánica y los organismos acuáticos se perjudicarán debido a la presencia de sustancias tóxicas, pudiéndose producir la eutrofización, con molesta vegetación que puede afectar la pesca y las áreas recreativas.

Según la situación ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río Chillón y su factibilidad de recuperación para el desarrollo sostenible Los resultados de los análisis físico químico y microbiológico de las aguas superficiales del río Chillón en el año 2004 presentaban factores de riesgo alto por coliformes fecales o termotolerantes con niveles de concentración de $4E+07$ NMP/100 ml (E06), $3E+06$ NMP/100 ml (E07), $3E+05$ NMP/100ml (E08), $3E+04$ (E09), $4E+05$ NMP/100 ml (E10), así como en las estaciones E11, E12, E13, E14. La demanda bioquímica de oxígeno presentaba niveles altos de concentración con 356 ppm (E08), 170 ppm (E07), 190 ppm (E06), 48 ppm (E9), 45 ppm (E02), (27).

Estudios realizados (28) demuestran que el valle del río Apurímac se ha encontrado que el color del agua de las micro cuencas Piene, Sivia, Mayapo, Canayre, Mapitunari, Chirumpiari, Pichari, Otari, Quisto Valle y Santa Rosa supera el nivel del estándar establecido por la normativa peruana para el agua de consumo humano y constituiría un riesgo para la población, debido a la presencia de residuos sólidos o líquidos de origen desconocido, que provocan dicha coloración.

También existen investigaciones durante los años 1972 a 1982 y 1999 a 2004 contaminación del río Chili, en Arequipa, A lo largo de este estudio (de 1973 a 1982 y de 2003 a 2005) se ha detectado que el grado de contaminación en el río Chili va en aumento. Así ocurre en el caso de la conductividad, del cromo (que ha sobrepasado los límites máximos permisibles para agua potable y de regadío), del hierro (presente en todas las estaciones), de las variaciones en el pH normal y de los bajos contenidos de oxígeno disuelto, DBO, lo que viene perjudicando el desarrollo de la vida acuática. Se ha detectado que las fuentes de contaminación del río Chili están ligadas a la actividad humana (30).

Finalmente el estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa durante los ocho meses del muestreo en varios de los ríos situados en la Península de Osa y cerca de la localidad de Piedras Blancas representa una clara señal de alerta para proceder a la implementación de las medidas necesarias para proteger los recursos naturales, especialmente el recurso hídrico. Por otra parte, es necesario que distintas entidades, tanto gubernamentales como no gubernamentales, empiecen a formular programas de recuperación y protección en las microcuencas de la región. El nivel de Coliformes Fecales en los ríos son indicadores de contaminación, cuyo contenido inhabilita el uso de algunos ríos en cierto tipo de actividades. Por tanto, es vital empezar a informar a la población sobre la situación actual de la contaminación de los ríos y los cuidados que se deben tener con ríos contaminados con coliformes fecales (31).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Lugar y desarrollo de la investigación.

El estudio se realizó en el área del Puerto de Productores ubicado en la margen izquierda del río Itaya. El área está referida a una superficie de 8.42 Has, ubicado en el distrito de Iquitos, provincia de Maynas, departamento de Loreto, (Ver anexo). El Puerto de Productores se caracteriza por tener una zona comercial establecida como mercado el 23 de octubre del 1995, con la finalidad que los propios productores de las zonas agrícolas de los alrededores sean los beneficiarios directos de esta zona de comercialización, pudiendo acopiar y vender sus productos sin intermediarios, a precios relativamente cómodos, cuenta con una flota de pequeños botes que transportan a lugares aledaños como Indiana, Mazan, etc. En épocas de julio y diciembre existe un mayor flujo poblacional en el puerto de Productores debido a las fechas festivas de ambos meses existiendo mayor concentración de diferentes agentes externos, tiene una pequeña población situada a orillas del río Itaya ; todas estas características del Puerto de Productores al no tener una buena educación ambiental, generan una gran acumulación de residuos tanto sólidos, fecales y también acumulación de residuos de combustibles, alterando su naturaleza. Las condiciones climatológicas presentadas para la toma de muestras en diciembre del 2014 presentó precipitación y temperatura mínima respecto a los muestreos de julio y diciembre del 2015 cuyas condiciones del clima fueron óptimas.

4.2. Recursos utilizados.

Materiales de Campo.

- Botellas de Boro Silicato.
- Cuaderno.
- Lapicero.
- Etiquetas.
- Botella de plástico.
- Guantes.
- Ropa de campo.

Materiales de laboratorio:

- Vasos de precipitación.
- Bureta.
- Probeta graduada de 100 ML.
- Matraz Erlenmeyer de 100, 250 ML.
- Peras de separación.
- Pipeta graduada.
- Termómetro.
- Soporte universal.
- Aros metálicos.
- Frasco lavador.
- Botella plástica.
- Frascos goteros.
- Bolsa plástica.

Equipos:

- GPS MAP 62S.
- Cámara Digital.
- Peachimetro.
- Equipo Multiparámetro: Conductividad
Oxígeno disuelto

Reactivos:

- Ácido Sulfúrico QP.
- Ácido Nítrico QP.
- Hexano QP.
- Dicromato de Potasio 0,25N.
- Sulfato amónico ferroso.
- Tiosulfito de Sodio QP.
- Solución de Almidón.
- EDTA 0,01 M.

- Reactivo de Nessler
- Molibdato de Amonio.
- Vanadato de Amonio.
- Negro de Eriocromo T.
- Ácido Sulfúrico 0,02 N
- **Materiales de gabinete:**
- Papel bond.
- Cámara fotográfica.
- Memoria USB.
- Computador.
- Impresora.

4.3. Diseño de investigación.

Es no experimental de tipo seccional y lo que se hace en estos tipos de investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlas (Hernández, et al, 1999). Los diseños seccionales tienen la ventaja de que se basan en la observación de objetos de investigación tal como existe en la realidad, sin intervenir en ellos ni mucho menos manipularlas (32).

El presente trabajo de investigación de acuerdo a su enfoque propuesto de tipo descriptivo o cualitativo permite la evaluación de la calidad de agua y sus variables en estudio como los parámetros físicos, químicos y microbiológicos; a través de un instrumento de precisión como son los instrumentos de laboratorio. Los estudios descriptivos se caracterizan por la selección de una serie de variables y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga (33).

La evaluación se realizó durante los meses de Diciembre 2014, Julio y Diciembre 2015; se tomaron como referencia de ubicación tres puntos de muestreo 100 metros río arriba y 100 metros centro y 100 metros río abajo considerando las épocas de mayor flujo poblacional por el puerto en estudio.

Las muestras fueron tomadas de la parte superficial del cuerpo de agua, recolectadas en botellas de boro silicato para las muestras microbiológicas y plástico para las muestras físico

químico, debidamente rotulado no necesitó agregar ningún preservante porque fueron llevadas directamente al laboratorio de Química Analítica y al Laboratorio de Microbiología de la UNAP cumpliendo con lo normado en la cadena de custodia donde se registra toda la información relevante para asegurar la integridad de las muestras.

Los análisis microbiológicos se determinaron con la tabla de Numeración más probable de Coliformes Totales y Termotolerantes por el Método de Tubos Múltiples de fermentación (NMP). Los análisis físicos se recopiló los resultados directamente como pH, conductividad y turbidez en el lugar del estudio mediante el peachimetro, los análisis químicos fueron obtenidos mediante diferentes métodos con utilización de reactivos; todos los resultados fueron comparados con el ECA.

4.4. Población y muestra.

4.4.1. Población.

Está conformado por las aguas del puerto productores.

4.4.2. Muestra.

Para el presente trabajo se analizaron un total de 18 muestras de agua para análisis físico químicos (9 muestras para el análisis Físico – químico y 9 muestras para la determinación de los análisis microbiológicos recolectadas en la zona de Uso de Área Acuática a orillas del Puerto de Productores en el distrito de Iquitos – Maynas.

4.5. Técnicas, Instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

4.5.1. Técnica de recolección de datos.

Las técnicas y métodos de análisis se siguió de acuerdo al parámetro a analizar según las normas internacionales para la caracterización de la calidad del agua (25) las cuales se encuentran incluidas en los denominados “Métodos Normales para el Examen de las Aguas Residuales” (Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater) y las Normas Técnicas Peruanas referido a calidad del agua.

4.5.2. Instrumento de recolección de datos.

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron fueron los siguientes.

- a). Fichas o guías de observación. Se utilizó para registrar los datos obtenidos de coliformes termotolerantes fecales y diferentes parámetros evaluados.
- b). Los Equipos que se utilizaron para obtener directamente el registro de datos fueron el equipo multiparámetro, entre otros.

4.5.3. Procedimiento de Recolección de Datos.

Para definir los puntos de muestreo se tuvo en cuenta la caracterización general y detallada del río Itaya; además dichos puntos fueron elegidos por encontrarse en una zona directa a la contaminación por las diversas actividades que se desarrollan en el puerto de productores y orillas cuyo punto de ubicación referido en las siguientes coordenadas UTM – 18 S, Aguas arriba P1: 695441, 9586155; Aguas medio P2: 695454, 9586150 Aguas abajo P3: 695430, 9586298.

El trabajo de investigación se realizó teniendo en cuenta las siguientes fases:

4.5.3.1. Fase Gabinete.

En esta etapa, tomamos contacto con lo establecido en los textos, libros y/o trabajos realizados, por estudiosos e investigadores, en bibliotecas estatales o particulares. Este contacto físico, con los hechos realizados, nos da una idea más clara de cómo se debe orientarse el trabajo. Al mismo tiempo, buscamos información virtual, para mejorar los objetivos del proyecto y cumplir con el desarrollo del mismo en los plazos establecidos. Se analizó la información recopilada, sobre las características hidrológicas y ambientales

de la zona en estudio. Así como, la información sobre trabajos desarrollados en otros puertos, ríos y cuencas de la Amazonía peruana.

Se evaluaron los puntos de muestreo de acuerdo a la representatividad que estos mostraban debido a las diferentes formas de ser contaminadas.

Los parámetros de análisis se seleccionaron en función a las actividades antropogénicas, fuentes contaminantes y teniendo en cuenta Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de acuerdo a su uso como categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático.

4.5.3.2. Fase de Campo.

El desarrollo del proyecto, se efectuó en el río Itaya, distrito de Iquitos, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

4.5.3.2.1. Muestreo.

La metodología de muestreo de calidad de agua del río Itaya en el Puerto de Productores, se inició básicamente identificando los sitios de muestreo con el empleo de mapa de ubicación y toda información existente sobre el área de investigación, considerando que para este componente del estudio es necesario identificar tres puntos de muestreo en la sección del lecho hídrico.

Los procedimientos se realizaron de acuerdo a los requisitos de cadena de custodia del ISO 17025 a que una muestra, es evidencia física, usamos los procedimientos de formato de Cadena de Custodia, para poder mantener y documentar la posesión de la muestra desde la hora en que colectamos la muestra, hasta que introducimos como evidencia.

La recepción y descripción de las muestras obtenidas corresponden a la parte superficial del cuerpo de agua del río Itaya a orillas del Puerto Productores en los puntos de muestreo 100 metros aguas arriba, 100 metros centro y 100 metros aguas abajo de acuerdo al protocolo de monitoreo. Cabe mencionar que las condiciones climatológicas para el primer muestreo se realizaron después de haberse producido una precipitación. Ciertos parámetros, se analizaron in situ como: pH, conductividad, y algunas muestras físico- química y microbiológicas fueron llevados a sus respectivos laboratorios para sus análisis.

Para el análisis fisicoquímico, se utilizó recipientes de PVC, debidamente rotulados con el punto y fecha de muestreo. Para la recolección de dichas muestras se tomó la botella destapada, por la parte inferior, introduciendo el envase a unos 30cm por debajo de la superficie, se retiró el envase evitando hacer burbujas, se tapó y almacenó en un cooler para garantizar la calidad de dichas muestras para luego llevarlas al laboratorio para su respectivo análisis.

Para el análisis microbiológico, Se utilizó frascos de vidrio se tomó la muestra en botellas, se sostuvo por la parte inferior introduciendo el envase a unos 30cm por debajo de la superficie, para luego llevarlos al Laboratorio microbiológico de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Dichos frascos fueron previamente esterilizados a presión de 15 psi y 121°C durante 15 minutos y finalmente rotulados.

.

4.5.3.3. Metodología de Análisis.

4.5.3.3.1. Metodología de Análisis físico-químicos.

- Método potenciométrico. Se utiliza el peachimetro con electrodos de vidrio-calomel saturado.
- Turbidez. (método Nefelométrico) De la Norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2130 B; 21st. ED.2005 y la Norma Técnica peruana (NTP) 214.006-1999.

Este método se basa en la comparación de la intensidad de luz dispersada por la muestra en condiciones definidas y la dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones. Cuanto mayor es la intensidad de luz dispersada, más es la turbidez. Como suspensión patrón de turbidez de referencia se emplea el polímero formacina. Se coloca la muestra en el turbidímetro y se lee en la pantalla.

- **Sólidos Totales Disueltos.** (método Conductimétrico). Es un método analítico basado en la conducción eléctrica de los iones en solución, que se utiliza para medir la molaridad de una disolución, determinada por su carga iónica, o salina, de gran movilidad entre dos puntos de diferente potencial. La conductividad eléctrica es un fenómeno de transporte en el cual la carga eléctrica (en forma de electrones o iones) se mueve a través de un sistema.
- **Dureza.** Se realizó mediante el método Volumétrico de EDTA, medir 100 ml. De muestra, añadir 5 ml. de solución buffer pH = 10 y 5 gotas de negro eriocromo T. Se valora con EDTA 0,02 N hasta el cambio de color.
- **Aceites y Grasas.** (método de extracción con solventes y filtración). Se extrae la grasa con hexano y luego se recupera el solvente y se pasa el balón.
- **Oxígeno Disuelto.** (método de Winkler), la solución de sulfato de manganeso (II) se añade a la muestra que se va a analizar, después de tratarla con hidróxido sódico y yoduro potásico, el manganeso reacciona con el oxígeno para formar un compuesto estable de manganeso y oxígeno (el precipitado que se forma es hidróxido de manganeso (III) de color blanco). Luego se trata la solución con ácido, que disuelve el hidróxido y forma una cantidad proporcional de yodo libre (proporcional al oxígeno disuelto original). se determina la cantidad de yoduro en la solución. Para esto se titula con una solución estandarizada de Tiosulfato sódico hasta que todo el yodo libre (I_2) es reducido a yoduro (I). El almidón se torna púrpura en presencia de yodo pero es incoloro en contacto con yoduro. El almidón es el indicador de que todo el yodo se convirtió en yoduro. La cantidad de Tiosulfato usado en la titulación es proporcional al yoduro, que es proporcional al O_2 disuelto.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno.** (método de Winkler, se determinó oxígeno disuelto a los cinco días). La muestra de los residuos, o una dilución apropiada, se incubó durante 5 días a 20 °C en la oscuridad. La reducción en la concentración de oxígeno disuelto durante la incubación los rendimientos de un periodo de medida de la demanda bioquímica de oxígeno. se determinó O_2 disuelto inicial. Partida la muestra se guardó la muestra por 5 días a 20° C al que se le añadió 1mm de solución buffer 1 mm. $MgCl_2$ 1mm. $FecL_3$ y 1mm. $CaCl_2$ luego se determinan Na el O_2 . transcurrido los 5 días.
- **Demanda Química de Oxígeno.** (método de reflujo con Dicromato de potasio y ácido sulfúrico, el exceso de Dicromato de potasio se titula con sulfato amónico ferroso). Las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables en la muestra se oxidan con Dicromato de potasio en 50% de solución de ácido sulfúrico a temperatura de reflujo. El Sulfato Plata es utilizado como un catalizador y sulfato de mercurio se añade para eliminar el cloruro de interferencia. El exceso de Dicromato se valora con una amonio ferroso, sulfato ferroso utilizando complejos ortofenantrolina como indicador.
- **Nitrógeno Amoniacal.** Se aplicó a 5 mm. Demuestra gotas de reactivo de lessder con el cual se colorea de naranja, se determina el nitrógeno amoniacal por comparación colorimétrica.
- **Fosfato.** Se basa en la reacción de coloración de fosfato con Molibdo-vanadato de amonio. Luego se mide la intensidad del color con un espectrofotómetro a 420 nm. de longitud de onda y comparado con soluciones patrón.

- Nitrato. se basa en la reacción de los iones de nitrato presente en la muestra con sulfato de brucina en una solución de H_2SO_4 N 13, a una temperatura de 100° C. El color del complejo resultante se mide a 410 nm. Control de la temperatura de la reacción de color es extremadamente crítico.

4.5.3.3.2. Metodología del Análisis Microbiológico.

Etapas de Laboratorio.

En esta etapa de la investigación se procedió a efectuar el análisis bacteriológico de las muestras de agua a través de los tubos múltiples de fermentación, la cual consistió en determinar la densidad del grupo coliformes expresadas en términos del “Numero Más Probable” (NMP). Para lo cual se efectuó en 2 fases: Presuntiva, confirmativa (33).

- **Fase Presuntiva.**

Se inoculó muestras de agua en volúmenes de 10 ml, 1 ml y 0.1 ml respectivamente, en series de 3 tubos de fermentación que contenían 10 ml de caldo lauril sulfato, a concentración doble y a concentración simple, luego se les incubara a 37°C durante 48 horas, al cabo de este tiempo se examinó los tubos de las series, constituyendo la presencia de gas como positivo.

- **Fase confirmativa.**

En esta fase solo se trabajó con los tubos positivos de la fase presuntiva, para lo cual se determinara los Coliformes Totales y Termotolerantes.

Coliformes Totales

Se inoculó una alícuota de los tubos positivos en series de 3 tubos de fermentación que contienen 10 ml de caldo bilis verde brillante, luego se les incubara a 37°C durante 48 horas, al cabo de este tiempo se examinara los tubos de las series, constituyendo la presencia de gas como positivo.

Coliformes Termotolerantes

Se inoculó una azada de los tubos positivos en series de 3 tubos de fermentación que contienen 10 ml de caldo *E. coli*, luego se les incubó a 44.5°C durante 24 a 48 horas en baño maría, al cabo de este tiempo se examinara los tubos de las series, constituyendo la presencia de gas como positivo.

- 4.6. Procesamiento de datos.** El procesamiento de la información con la aplicación de herramientas de Microsoft Excel 2013 además previamente los cuadros de resultados se procederá a elaborar un comparativo con los estándares Nacionales de Calidad Ambiental.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Variación de los parámetros físicos entre puntos de muestreo en el sector del Puerto de Productores.

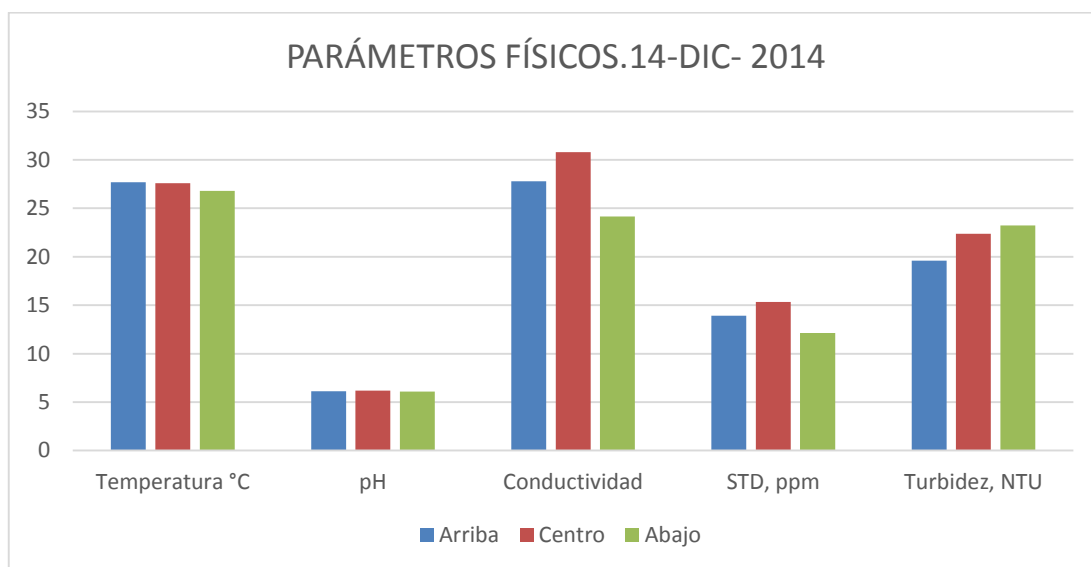


Figura 01. Valores de los parámetros físicos en los tres puntos de muestreo del 14 de diciembre del 2014 río Itaya Puerto Productores.

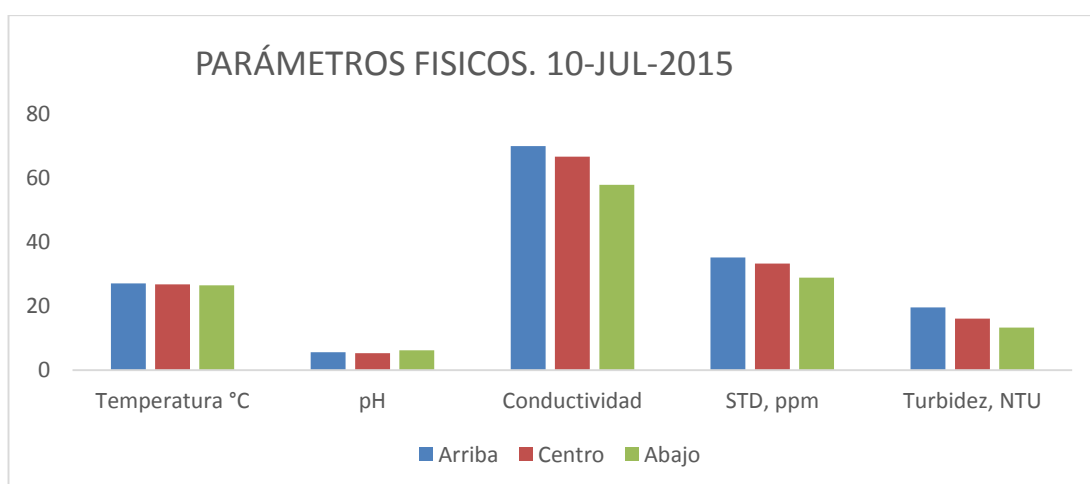


Figura 02. Valores de los parámetros físicos en los tres puntos de muestreo del 10 Julio del 2015 río Itaya Puerto Productores.

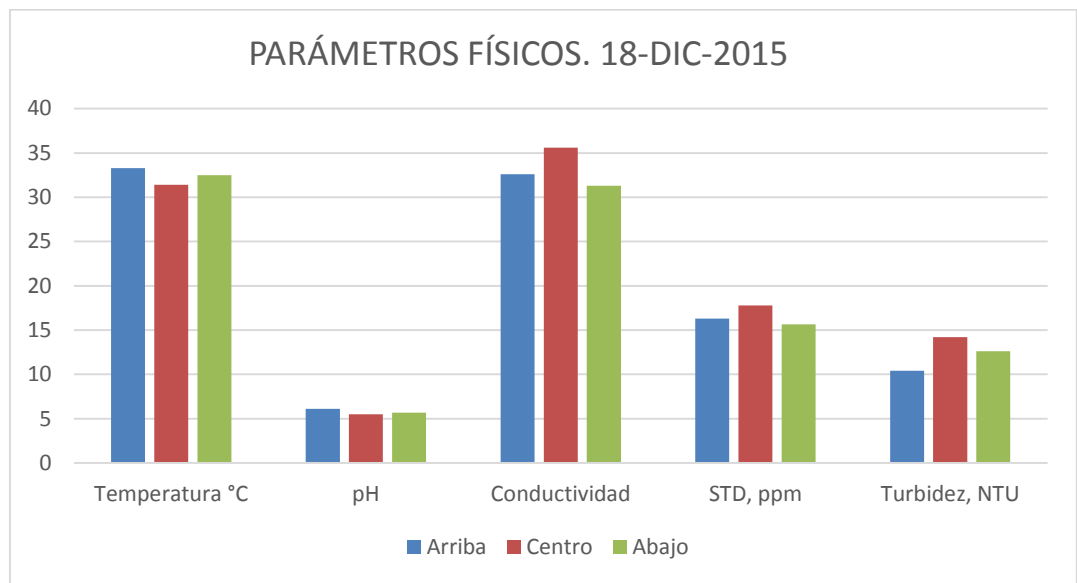


Figura 03. Valores de los parámetros físicos en los tres puntos de muestreo del 18 de diciembre 2015 río Itaya Puerto Productores.

5.2 Variación promedio de los parámetros físicos en el sector del Puerto de Productores

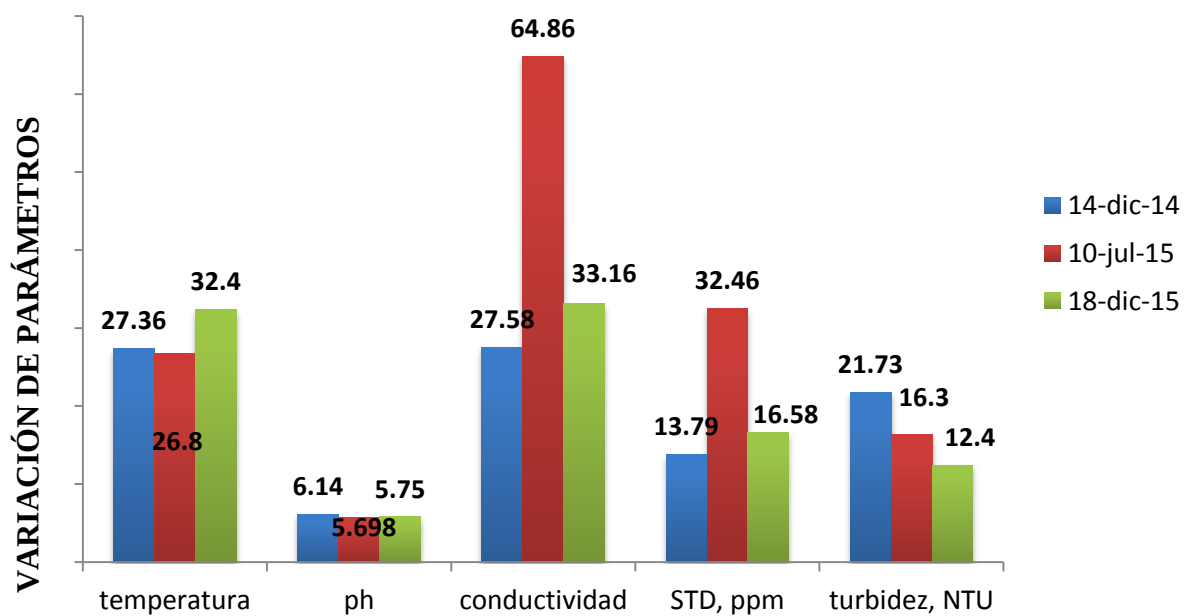


Figura 04. Valores promedios de los parámetros físicos del río Itaya - Puerto Productores.

En la presente figura se observa las variaciones determinadas entre las tres fechas de muestreo observando las diferencias más resaltantes en el parámetro de conductividad siendo más elevada en julio del 2015 y menor presencia en diciembre del 2014, los Sólidos Totales disueltos existe mayor presencia en julio del 2015 y menor cantidad de STD. En diciembre 2014. Los valores determinados para la temperatura en diciembre del 2014 de 27.36° C. En julio del 2015 de 26.8°C, en diciembre 2015 de 32.4 °C. El pH es constante en los tres monitoreo, la conductividad en diciembre del 2014 es de 27.58, en julio del 2015 el valor es de 64.86, en diciembre del 2015 es de 33.16. Los Sólidos Totales Disueltos presenta en diciembre del 2014 el valor de 13.79 ppm, en julio del 2015 es de 32.46 ppm. Y en diciembre del 2015 es de 16.58 ppm., la turbidez en diciembre 2014 es de 21.73 NTU, en julio del 2014 el valor es de 16.3 NTU y en diciembre del 2015 es de 12.4 NTU.

5.3 Variación de los parámetros químicos entre puntos de muestreo en el sector del Puerto de Productores.

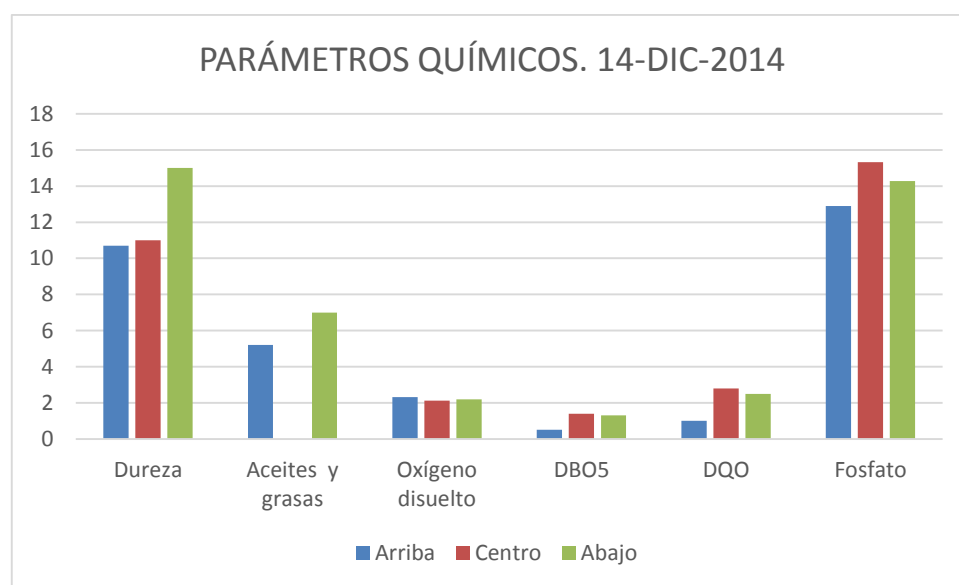


Figura 05. Valores de los parámetros químicos en los tres puntos de muestreo del 14 de diciembre del 2014 río Itaya Puerto Productores.

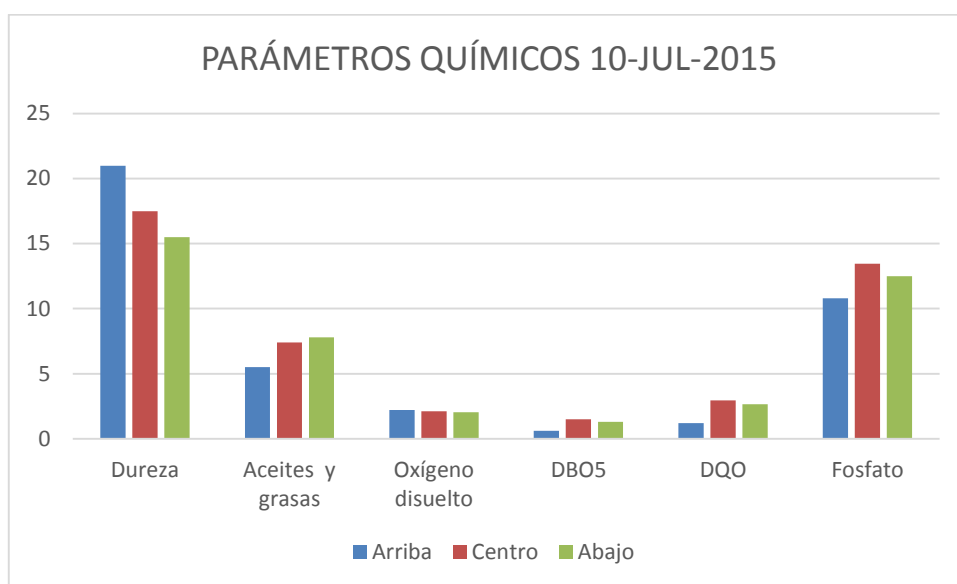


Figura 06. Valores de los parámetros químicos en los tres puntos de muestreo del 10 de julio del 2015 río Itaya Puerto Productores.

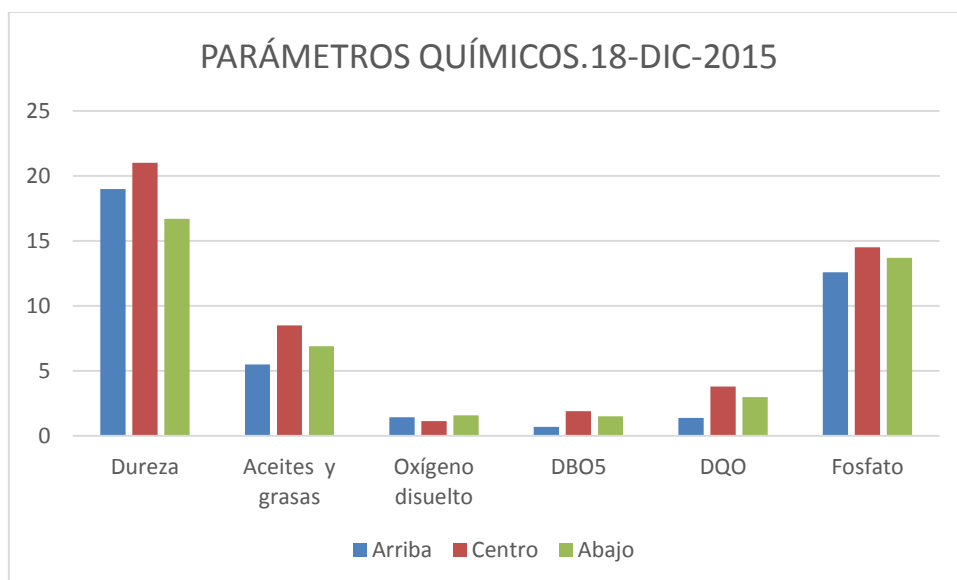


Figura 07. Valores de los parámetros químicos en los tres puntos de muestreo del 18 de diciembre del 2015 del río Itaya Puerto Productores.

Variación de los parámetros químicos entre puntos de muestreo en el sector del río de Productores.

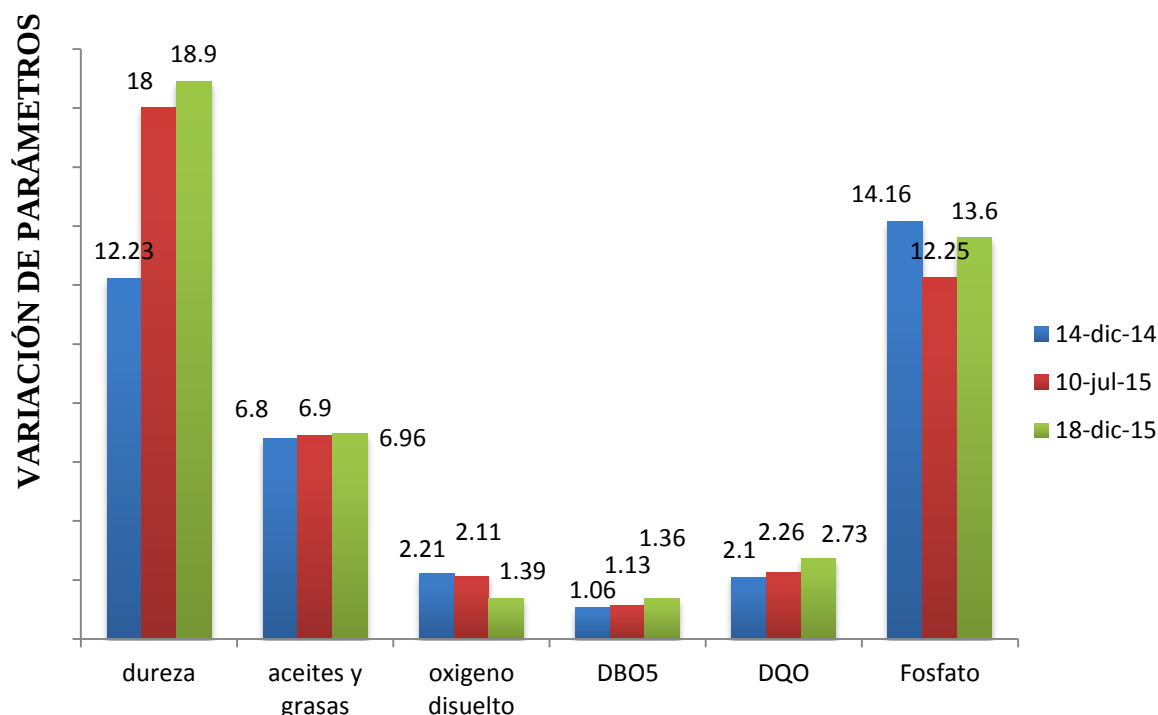


Figura 08. Valores promedios de los parámetros químicos del río Itaya Puerto Productores.

En la presente figura se observa las variaciones determinadas entre las tres fechas de muestreo observando las diferencias más resaltantes en el parámetro de dureza siendo en diciembre del 2015 la mayor presencia mientras que en diciembre del 2014 en menores cantidades, el Fosfato se observa mayor presencia en diciembre del 2014 y en menor cantidad en julio del 2015.

Los valores determinados para dureza en diciembre del 2014 es de 12.23 ppm, en julio del 2015 siendo 18 ppm, y para diciembre con 18,9 ppm, el aceite y grasas puede observarse unas finas películas encontrándose en cantidades de 6.8 en diciembre del 2014, 6,9 julio del 2015 y 6,96 en diciembre del 2015, el oxígeno disuelto tiene una ligera variación entre diciembre 2014 con 2,21 ppm, con 1,39 ppm, tomado en diciembre del 2015. La demanda bioquímica de oxígeno tiene valores similares en las tres evaluaciones. La demanda química de oxígeno tiene mayor presencia en diciembre del 2015 con 2,73 ppm y menor presencia en diciembre del 2014 con 2,1 ppm. El fosfato en diciembre 2014 tiene el mayor valor con 14,16 ppm, en julio del 2015 obtuvo menor presencia con 12,25 ppm y en diciembre 2015 obtuvo 13,6 ppm.

5.5. Variación de los parámetros microbiológicos entre fechas de muestreo en el sector del Puerto de Productores.

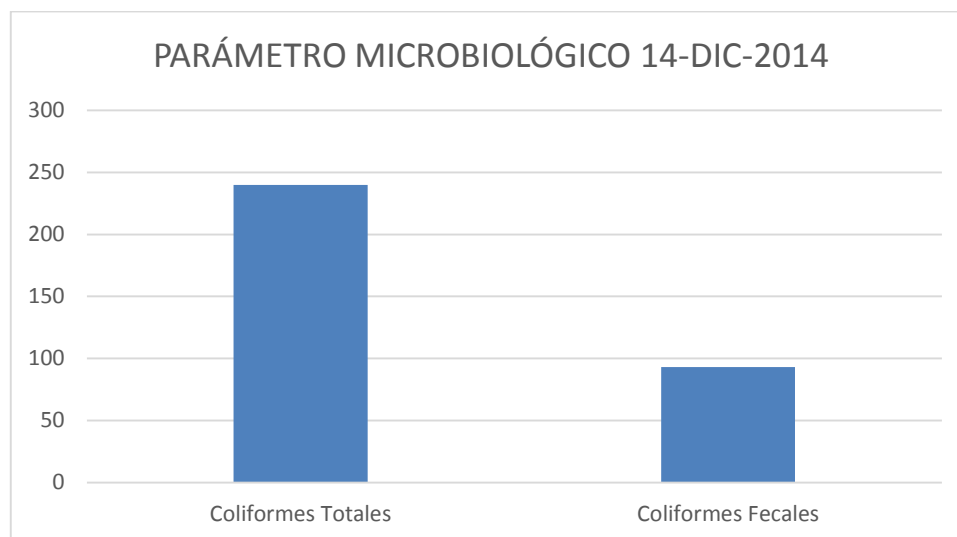


Figura 09. Valores de los parámetros microbiológicos en río Itaya 14 de diciembre del 2014 río Itaya Puerto Productores.

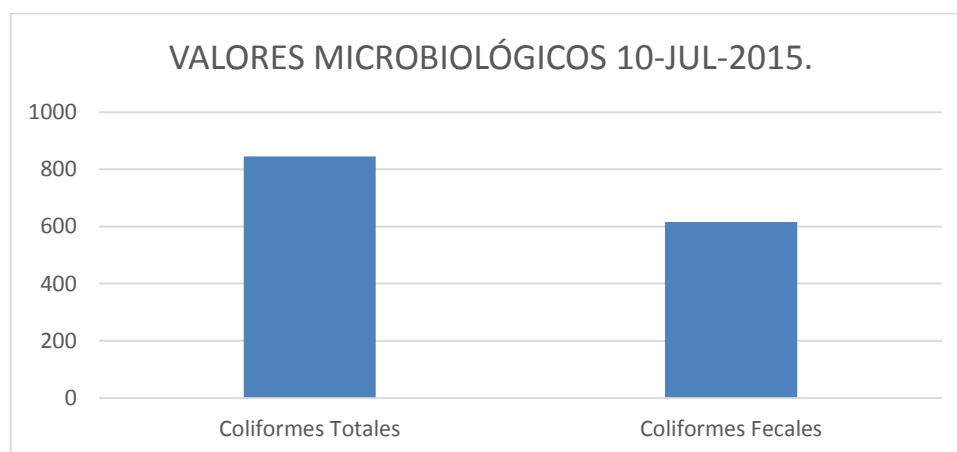


Figura 10. Valores de los parámetros microbiológicos 10 de julio del 2014 río Itaya Puerto Productores.

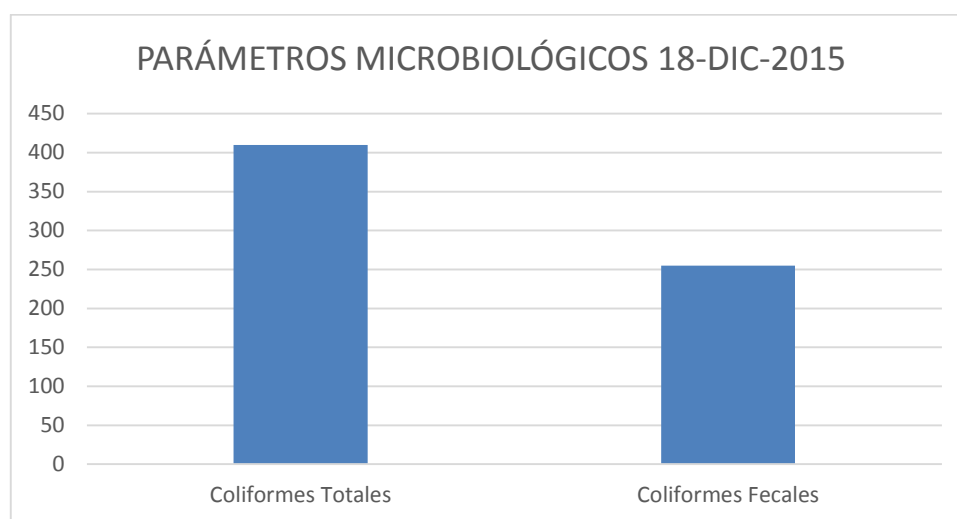


Figura 11. Valores de los parámetros microbiológicos del 18 de diciembre del 2015 río Itaya Puerto Productores.

5.6. Variación Promedio de los parámetros microbiológicos en el sector del Puerto de Productores.

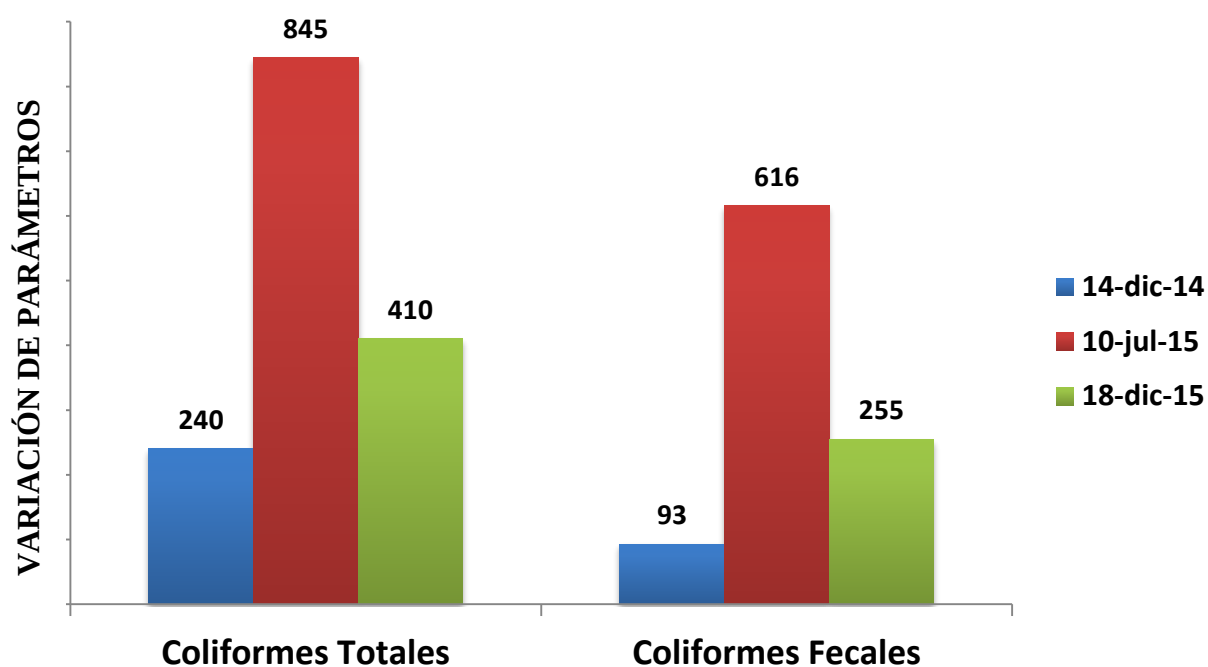


Figura 12. Valores promedios de los parámetros químicos del río Itaya Puerto Productores.

En la presente figura se observa las variaciones determinadas entre las tres fechas de muestreo, la diferencia más resaltante es la mayor acumulación coliformes totales y fecales en julio del 2015. Los Coliformes Totales para diciembre del 2014 es de 240 x 100 ml. para julio del 2015 se observa el valor con 845 x 100 ml. Para diciembre del 2015 el valor es de 410 x 100 ml. Respecto a los coliformes fecales se determina que en diciembre del 2014 tiene un promedio de 93 x 100 ml. Para julio del 2015 se encuentra la mayor acumulación con 616 x100ml. En diciembre del 2015 el promedio es de 255 x100 ml.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

En la presente investigación según datos del primer muestreo de fecha de diciembre del 2014 la Temperatura reporta el valor más alto 100 metros aguas arriba del puerto de Productores con 27.7 °C, el Potencial de Hidrogeno pH, la conductividad y STD presentan valores más altos en el punto central de muestreo con 6.20, 30,8 μ S y 15,35 mg/L. respectivamente. La turbidez presenta su valor más alto aguas abajo del puerto de Productores con 23.22 NTU, en Dureza el valor más alto encontrado fue de 15 ppm aguas abajo, en Oxígeno Disuelto el valor más elevado fue de 2.32 mg/L. aguas arriba, en aceites y Grasas, DBO₅, DQO, fosfato presentan valores más alto en el punto central con 8.2 mg/L., 1.40 mgO₂, 2.80 mg/L. y 15,32 mg/L. respectivamente. Para los coliformes totales presento el valor de 240 NMP/100ml. y en los termotolerantes de 93 NMP/100ml.

Según los resultados de nuestros datos de fecha julio del 2015 el pH el valor más elevado fue de 6,21 aguas abajo del puerto de productores, la Temperatura, Conductividad, STD y Turbidez presentan valores más alto en el punto aguas arriba con 27.10°C., 70 μ S, 35.2 mg/L. , 19.6 NTU respectivamente. En Dureza, Oxígeno Disuelto los valores más altos se determinaron en aguas arriba con 21ppm, 2.20 mg/L. Para Aceites y Grasas el valor más alto se dio en aguas abajo con 7.80mg/L. la DBO₅ DQO y Fosfato los mayores valores se encontraron en el punto central con 1.50 mgO₂, 2.95 mg/L y 13.45 mg/L. Para los coliformes totales nuestro resultado obtuvo un valor de 845 NMP/100ml. y para coliformes termotolerantes 616 NMP/100ml.

Según los resultados de nuestros datos de fecha diciembre del 2015 el mayor valor en la temperatura, pH se dieron en aguas arriba con 33.3 °C. y 6.096 respectivamente .La Conductividad, STD y turbidez los mayores valores se encontraron en el punto central con 35.60 μ S, 17.80 mg/L., 14.20 NTU. La dureza, Aceites y Grasas DBO₅, DQO y fosfato presentan valores más altos en el punto central de muestreo con 21 ppm, 8.50 ppm, 1.90 mgO₂, 3.80 mg/L. El oxígeno disuelto el mayor valor de nuestros resultados se presentó en aguas río abajo con 1.59 mg/L. Para los coliformes totales el valor fue de 410 NMP/100ml. y para coliformes termotolerantes el valor fue 255 NMP/100ml.

El estudio realizado en el Puerto Masusa río Itaya (2) comparando con nuestros resultados se determinó para pH, Turbidez son ligeramente menores. Los STD son ligeramente mayores, el oxígeno disuelto se encuentra muy altos, la conductividad son similares, Los aceites y grasas, la DBO₅ Y DQO se encuentran muy elevados. Los coliformes totales y termotolerantes existe mucha diferencia al ser sus resultados muy altos.

Los estándares de Calidad Ambiental para agua ECA en comparación con nuestros puntos de muestreo pH, STD, Aceites y Grasas, Oxígeno Disuelto, Fosfato, Coliformes totales y coliformes termotolerantes no se encuentran dentro de los valores permitidos.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

1. Los parámetros físicos y químicos de las muestras no difieren significativamente en los diferentes puntos y fechas muestreadas, mientras en el análisis microbiológicos se encuentran diferencias significativas entre diciembre del 2014 y 2015 y las muestras de julio del 2015.
2. Los parámetros Físicos como pH, no se encuentra dentro de los límites permitidos por el ECA.
3. Los parámetros químicos como Aceites y Grasas, Oxígeno Disuelto, fosfato son ligeramente diferentes de lo establecido por el ECA.
4. Los parámetros Microbiológicos como Coliformes Totales y Termotolerantes difieren significativamente con los límites permitidos por el ECA.
5. Aplicando la propuesta para minimizar el nivel de contaminación en el sector, Puerto de Productores se contribuirá a disminuir la contaminación en el Puerto.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios en el río Itaya tomando en cuenta los ciclos hidrológicos.
- Realizar monitoreo permanentes en el río Itaya en diferentes zonas.
- Realizar coordinaciones con la oficina del ambiente del municipio de Maynas para tomar medidas pertinentes.
- Los municipios deberían participar en conjunto con el ministerio de salud y del ambiente en programas de sensibilización y capacitación a la población para reforzar la educación sanitaria.

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial actividad portuaria. Santiago: CNMA; Diciembre de 2000.
2. Cerdeña CP, Reyes WL, Vásquez AM. Contaminación de las aguas del río Itaya por las actividades portuarias en el Puerto Masusa. Ciencia Amazónica. 2014. Disponible desde :<http://ojs.ucp.edu.pe/index.php/cienciaamazonica/article/view/12>
3. .Normas Legales. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.el Peruano, Lima: 2008, Julio 31
4. Normas legales. Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338.El Peruano, Lima: 2009, marzo 30.
5. Salazar J. Guía del Inventario Preliminar de recursos hídricos de la cuenca del Amazonas Calidad, 3° ed. Propuesto por la Unidad Técnica Nacional Proyecto GEF Amazonas OTCA/PNUMA; 2009.
6. Estudio de calidad de fuente de agua elaboración del estudio de pre inversión: "instalación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en la nueva ciudad de Olmos, distrito de olmos, provincia de Lambayeque-región Lambayeque" , SNIP 291552
7. Organización Mundial de la Salud. Contaminación del agua en zonas urbanas. OMS; Julio del 2011.
8. Lenntech. Agua residual & purificación del aire.Potable water. España. 2006.Disponible desde: [http:// potablewater.iespana.es](http://potablewater.iespana.es)
9. Aspectos microbiológicos.2009.Disponible desde:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_7_fig.pdf.
10. Dirección general de salud ambiental. Evaluación de los resultados de los monitoreos realizados a los Recursos Hídricos en la cuenca del río Rímac, en el marco del Convenio N° 002-2009/MINSA, correspondiente al periodo de agosto a diciembre de

2009. Informe de un grupo de científicos de DIGESA. Lima. INFORME N° 001860-2010/DEPA-APRHI/DIGESA.
11. Sawyer C.N. Química para Ingeniería Ambiental, 4°ed. McGraw-Hill; 2000.
 12. Hernández C. Estudio físico químico y de contaminación metálicos biocontaminantes en el río Amazonas tramo boca a refinería. Petro Perú; 2010.
 13. INADE .Zonificación Ecológica Económica del sector Napo. Iquitos; 2001.
 14. Bueno J.L. Contaminación e Ingeniería Ambiental, Oviedo, España; 1997.
 15. Arellano Ll. K. Retos de la Gestión del Agua ante dos políticas distintas: Conservación y Turismo” [tesis de Maestría].Tijuana. Universidad de Baja California. Facultad de Administración; 2008.
 16. Organización Panamericana De La Salud. En: Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable., criterios relativos a la salud y otra información base. publicación científica N° 506. Volumen 2. Washington D.C; 1987.
 17. Easton J. El Desarrollo de una Metodología de Evaluación de Riesgos para Evaluar los Efectos Adversos de la Salud Urbana de los Agentes Patógenos. Programa de Ingeniería de Salud Ambiental; 1998.
 18. Gómez M. Peña P. Vásquez M. Determinación y Diferenciación *Echerichia Coli* y Coliformes totales usando un sustrato cromógeno. Laboratorio. Acuagest. Galicia, España; 1999.
 19. Instituto Mexicano De Tecnología Del Agua (IMTA). Tercer Curso Internacional “Sistemas Integrados de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso para un Medio Ambiente Sustentable”. México; 2004.
 20. Guevara A. Métodos de Análisis para la Evaluación de la Calidad del Agua CEPIS/OPS/OMS. Lima – Perú; 1996.
 21. Ministerio de salud (MINSA). Dirección General de Salud Ambiental. “DIGESA”. Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales. Lima –Perú; 2007.

22. Ausejo, F. Propuesta de Investigación Caos y Orden en la Gestión del Agua en el Perú.[Tesis de Doctorado]. Lima. Universidad Católica del Perú. Doctorado en Ciencias Ambientales; 2010.
23. Bernuy G. A. Ensayo comparativo entre el grado de contaminación de la bahía de Iquitos vs. el estándar nacional de calidad ambiental del agua; 2011.
24. Rojas M.M. estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del río san pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica.[Tesis pre-grado]. México; 4 de julio 2011.
25. Gómez G. R. Contaminación ambiental en la amazonia peruana. IIAP. Documento técnico n° 20.Iquitos, Perú. Octubre 1995.
26. Reyes C.C. Estudio de la contaminación de las aguas del río chillón Lima – Perú; 2012.
27. Aliaga Martínez M. P. situación ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río chillón y su factibilidad de recuperación para el desarrollo sostenible.[Tesis pre-grado].Arequipa; 2010.
28. DE VIDA. Estudio de la calidad del agua en el Valle del río Apurímac contando con el apoyo financiero de USAID y del Gobierno Peruano; 2012.
29. Vásquez F. Evaluación del índice de calidad del agua en el área de influencia del botadero municipal de Tarapoto sector Yacucatina – San Martín – [tesis doctoral].Tarapoto:2004.
30. Mora Jesús; Calvo Guillermo. Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa. Tecnología. Vol. 23, N.º 5. Península. Osa; 2010.

31. Hernández R. Fernández C. y Baptista P. Metodología de la Investigación .segunda edición. Mc GRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. de C.V. 06450 México D.F. 501 p. 1999.
32. Sierra R. Trabajos de investigación científica. Paraninfo S.A. – p. 1993 [Tesis doctorales]. Madrid – España. 127.
33. APHA, AWWA, WPCF. Métodos Normalizados para el Análisis de aguas potables y residuales.17 Edición. Madrid- España.1992.

ANEXOS



Fig. 1 medición de PH en el rio Itaya



fig. 2 Agua potable



Fig. 3 Mercado de Productores



Fig. 4 Puente del puerto productores



Fig.5 Puente del puerto productores



Fig.6 Presencia de aceites y grasas



Fig.7 Presencia de vegetación



Fig.8 Actividad de astillería



Fig.9 Recolección de información



Fig.10 Productos del mercado



Fig.11 puestos de comidas



Fig. 12 SS.HH.



Fig.13 Actividad de carga y descarga

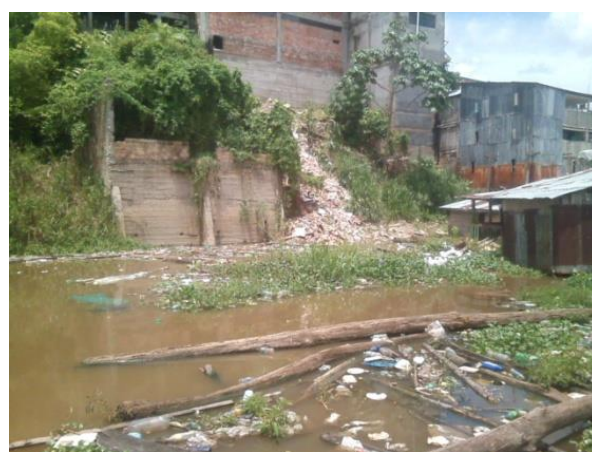


Fig. 14 Presencia de residuos



Fig.15 Transportes fluviales



Fig.16 consumo del agua del río itaya



Fig. 17 bodegas



Fig. 18 Colector de residuos



Fig. 19 Toma de muestras



Fig. 20 Diversos tubos con caldo lauril y los tubos de Durham invertidos.



Fig. 21 Tubos con caldo lauril sulfato y la muestra original introducido en la estufa a 37 ° por un lapso de 48 horas.



Fig.22 A la izquierda un tubo negativo y a la derecha un tubo positivo (presencia de gas) en fase presuntiva.



Fig 23 Preparación del caldo E.Coli (izquierda) y caldo Brila (derecha) en la fase confirmativa.



Fig.24 Tubos con caldo E.coli (izquierda) y tubos con caldo Brila (Derecha) en la fase confirmativa.



Fig.25 A tubos con caldo brila en la estufa a 37°C por un lapso de 48 de horas.



Fig. 26 tubos con caldo E.Coli en baño maria a 44.5°C por un lapso de 48 horas.



Fig.27Tubo con caldo *E.coli* negativo.



Fig. 28 tubo con caldo *E. Coli* positivo.



Fig. 29 Tubo con caldo brilla negativo



Fig. 30 Tubo con caldo brilla negativo positivo

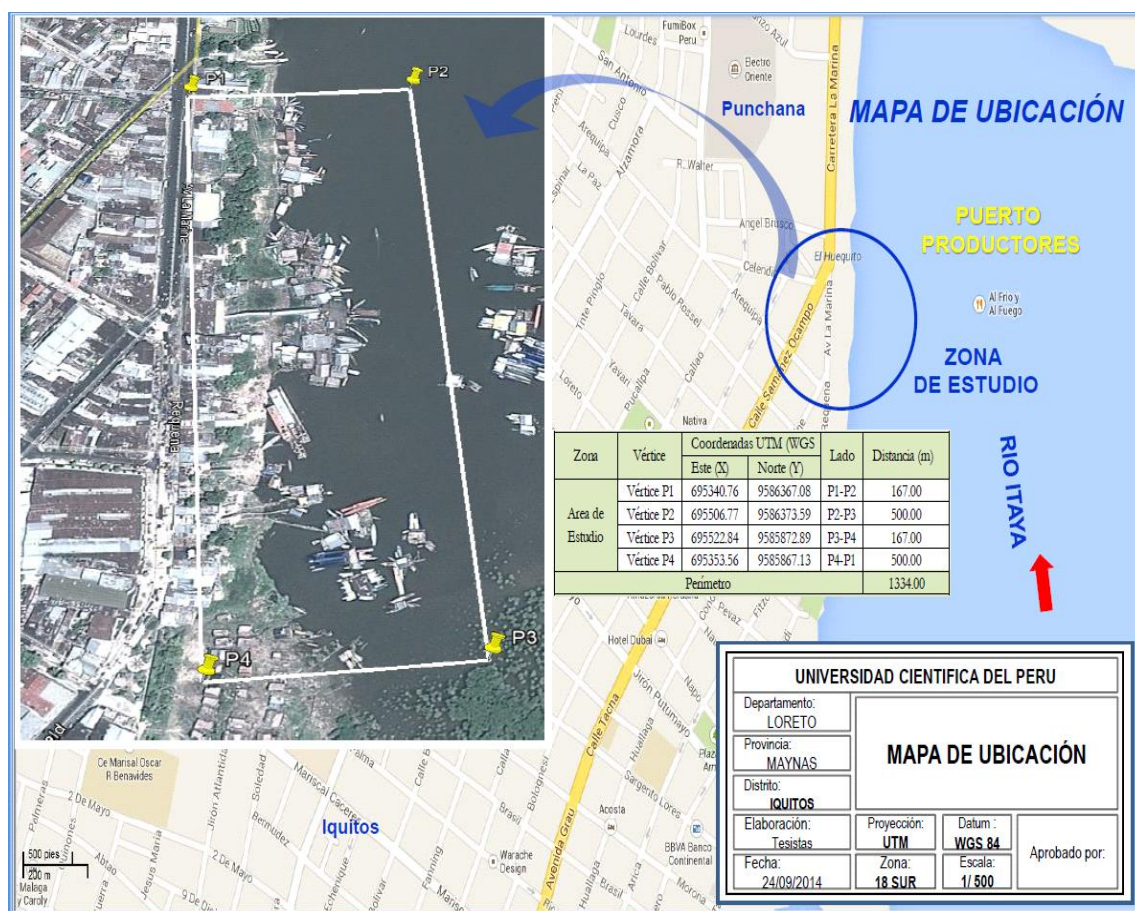


Fig. 31 Mapa de Ubicación de la zona de estudio.

TABLA 0 1: CATEGORÍA 4 CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,08
Temperatura	Celsius					delta 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	6,5-8,5	6,5-8,5		6,8-8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25-100	30,00
INORGÁNICOS						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	----
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	----
Clorofila A	mg/L	10	----	----	----	----
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 - 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente				Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
INORGÁNICOS						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6		----	----
Níquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0082
Plomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0081	0,0081
Silicatos	mg/L	----	----	----	----	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S indisoluble)	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,081
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000		2 000	

NOTA : Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis

Dureza: Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada: APHA-AWWA-WPCF 2340C)

Nitrógeno total: Equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (Nitrógeno orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrito (NO)

Amonio: Como NH3 no ionizado

NMP/100 mL: Número más probable de 100 mL

Ausente: No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afecten a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de sedimentos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.

**TABLA 02: VARIACIÓN PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS EN LOS
TRES PUNTOS DE MUESTREO.**

Parámetros	14-dic-14			Promedio	10-jul-15			Promedio	18-dic-15			Promedio
	Arriba	Centro	Abajo		Arriba	Centro	Abajo		Arriba	Centro	Abajo	
Temperatura °C	27,7	27,6	26,8	27,36	27,10	26,8	26,5	26,8	33,3	31,4	32,5	32,4
pH	6,13	6,20	6,10	6,14	5,56	5,324	6,21	5,698	6,096	5,50	5,664	5,75
Conductividad	27,8	30,8	24,15	27,58	70	66,70	57,9	64,86	32,60	35,60	31,30	33,16
STD	13,9	15,35	12,12	13,79	35,2	33,30	28,90	32,46	16,30	17,80	15,65	16,58
Turbidez	19,6	22,38	23,22	21,73	19,6	16,10	13,3	16,3	10,40	14,20	12,60	12,4

**TABLA 03: VARIACIÓN PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS EN
CADA PUNTO DE MUESTREO.**

Parámetro	14-dic-14			Promedio	10-jul-15			Promedio	18-dic-15			Promedio
	Arriba	Centro	Abajo		Arriba	Centro	Abajo		Arriba	Centro	Abajo	
Dureza	10,7	11	15	12,23	21,0	17,50	15,50	18	19,00	21,00	16,70	18,9
Aceites y grasas	5,2	8,2	7	6,8	5,50	7,40	7,80	6,9	5,50	8,50	6,90	6,96
Oxígeno disuelto	2,32	2,12	2,19	2,21	2,20	2,10	2,03	2,11	1,45	1,14	1,59	1,39
DBO ₅	0,50	1,4	1,3	1,06	0,60	1,50	1,30	1,13	0,70	1,90	1,50	1,36
DQO	1	2,8	2,5	2,12	1,20	2,95	2,65	2,26	1,40	3,80	3,00	2,73
Fosfato	12.9	15,32	14,28	14,16	10,80	13,45	12,50	12,25	12,60	14,50	13,70	13,6
Nitrógeno amoniacal	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D.	N.D	N.D.	N.D	N.D.	N.D.	N.D.	N.D
Cadmio	N.D	N.D	N.D	N.ND	N.D.	N.D.	N.D.	N.D	N.D.	N.D.	N.D.	N.D
Hierro	N.D	N.D	N.D	N.ND	N.D.	N.D.	N.D.	N.D	N.D.	N.D.	N.D.	N.D
Bario	N.D	N.D	N.D	N.ND	N.D.	N.D	N.D.	N.D	N.D.	N.D.	N.D.	N.D

**TABLA 04: VARIACIÓN PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS EN CADA PUNTO DE MUESTREO.**

	14 DICIEMBRE 2014		10 JULIO 2015		18 DICIEMBRE 2015	
	Resultados	Interpretación	Resultados	Interpretación	Resultados	Interpretación
Coliformes Totales	240	100 ml	845	100 ml	410	100 ml
Coliformes Fecales	93	100 ml	616	100 ml	255	100 ml

PROPUESTA DE PLAN DE ACCIÓN PARA MINIMIZAR EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR PUERTO DE PRODUCTORES RIO ITAYA-LORETO.

INTRODUCCIÓN

Los resultados de los análisis realizados, nos muestran que hay que proponer soluciones prioritarias para mejorar la calidad ambiental de la zona de la franja ribereña del Puerto Productores-Rio Itaya, debido a que se encuentra en un deterioro de su calidad paisajística por la gran cantidad de residuos sólidos generados por las actividades económicas productivas, falta de un sistema de desagüe y control de vertimientos de sustancias peligrosas provenientes de los diferentes medios de transportes fluviales. Frente a eso se deben tomar una serie de medidas preventivas para el mejoramiento y conservación del recurso hídrico con fines de desarrollo a nivel integral.

El presente plan de acción tiene como objetivo:

OBJETIVO GENERAL:

Mitigar las fuentes de contaminación provenientes del Mercado y zona ribereña del Puerto Productores-Rio Itaya.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Mejorar la calidad de agua.
- Mejorar el control de los residuos sólidos.
- Disminuir la contaminación de las aguas por los residuos peligrosos.

PLAN:

- a. Realizar una auditoría ambiental que identifique puntos críticos.
- b. Describir y analizar el manejo ambiental que se realizará dentro del puerto, en cada uno de los puntos críticos que puedan ser detectados.
- c. Analizar las posibilidades de establecer control y prevención de la contaminación, y en función de esto desarrollar un programa orientado a manejar estos temas.
- d. Plan de ordenamiento territorial en la zona ribereña por parte del gobierno Regional mediante una gestión urbana ambiental que contempla la superación de los principales problemas de pobreza exclusión social de esta zona.

MEDIDAS DE GESTIÓN PREVENTIVAS

Las medidas de gestión preventivas son un complemento que favorece todo programa de prevención de la contaminación. Dentro de esto el diagnóstico ambiental permitirá detectar los puntos críticos y trabajar sobre ellos para mejorar el servicio, la actividad y la actitud de las personas que laboran en dicho puerto ,minimizando los efectos adversos producidos por el desarrollo de las faenas portuarias.

Se realizará lo siguiente:

- A. Monitorear la carga y descarga de productos
- B. Análisis de resultados, para los parámetros físico - químicos y caudal, de descarga de residuos líquidos como petróleo, aceites en aguas superficiales
- C. Análisis del manejo de los residuos sólidos generados en el mercado y en la parte de la orilla del puerto.

D. Capacitación en producción limpia y gestión de residuos

El principio aplicado es que una adecuada información apoya la toma de conciencia acerca de las prácticas para prevenir la contaminación por lo cual se lograra los siguientes:

1. Educación ambiental La Municipalidad de Maynas y el gobierno Regional de Loreto con el apoyo de empresas privadas, tienen el deber de realizar actividades de concientización para los pobladores de la zona ribereña del Puerto Productores siendo los más afectados, de igual forma se debe mejorar el recojo de basura.

Se realizara las siguientes actividades:

- a. Las municipalidades deben tomar conciencia en políticas de implementación de contenedores y recojo de basura, en las zonas que se encuentran cerca de la ribera del río.
- b. Desarrollo de seminarios de sensibilización sobre gestión ambiental con los pobladores y trabajadores del portuario.
- c. Hacer campañas para que el poblador ribereño no arroje sus residuos domésticos a la orilla del río.

- d. Capacitar a trabajadores y pobladores en aspectos de limpieza y gestión de residuos como por ejemplo: prevención de la contaminación a través de la reducción: Ventajas de reutilizar y reciclar.
- e. Establecer alternativas de minimización al problema de emisiones, residuos líquidos generados en el proceso portuario.
- f. Revisión técnica a los diferentes medios fluviales para evitar el derrame de aceites o petróleo a los ríos
- g. Formación de comité ambiental.
- h. Campaña visual para fomentar la concientización de la segregación de los residuos sólidos y del cuidado del agua.

MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

En relación con los residuos sólidos que deben ser manejados por los puertos, éstos tienen fundamentalmente dos orígenes: aquellos provenientes de la actividad portuaria propiamente (ej. desechos del mercado, carga y descarga de productos aquellos provenientes de los diferentes medios de transporte que atracan.

A continuación se describe el manejo para cada una de estas situaciones:

A. RESIDUOS GENERADOS DENTRO DEL PUERTO

Hay diversas actividades desarrolladas dentro de la faena portuaria que permiten controlar la generación de residuos. A continuación se presentan las principales actividades:

La recolección de los residuos generados en el recinto portuario es responsabilidad del Municipio de Maynas.

Es recomendable el uso de camiones con sistemas de compactación, que cuenten con sistemas mecánicos de vaciado de contenedores.

En cuanto a la basura de la orilla del río se depositarán en bolsas apropiadas en los respectivos contenedores; los cuales serán recolectados por los trabajadores del municipio.

Se recomienda llevar un seguimiento de la cantidad de basura que sale del lugar, la composición, el volumen generado en determinado período de tiempo.

B. RECEPCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS PROVENIENTES DE TRANSPORTE FLUVIALES.

En relación con la recepción y manejo de los desechos provenientes de embarcaciones, los puertos deberán considerar al menos cinco tipos de operaciones, como son: desembarco de la basura, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final.

- **CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Considerando que la alteración de la calidad del agua tiene como una de sus principales fuentes la escorrentía de la carga que cae al piso, se recomienda:

- ✓ Identificar todas las fuentes y puntos de descarga al río Itaya
- ✓ Control permanente de los efluentes industriales y domésticos, a fin de impedir que no sean arrojadas al río Itaya, previo tratamiento para su uso.
- ✓ Gobierno Regional y la Municipalidad de Maynas deben gestionar proyectos para sistemas de redes de agua y desagüe para los pobladores que están asentados en la ribera del río, para disminuir la alta carga microbiológica.
- ✓ Implementar un eficiente programa de monitoreo que garantice tener una información constante sobre la calidad del agua y sus variaciones en el área donde se realicen las actividades industriales.
- ✓ Realizar una vigilancia epidemiológica de enfermedades causadas por la contaminación del agua
- ✓ Se deben monitorear el tipo de descargas vertidas y evaluar la necesidad de realizar algún tipo de tratamiento adicional, como neutralización o separación física líquido-sólido o tal vez algún tratamiento físico químico. Con esto la escorrentía puede ser vertida al río después de los tratamientos sugeridos.

✓ Se monitoreará semestralmente las condiciones del cuerpo acuático influenciado por el funcionamiento de las instalaciones. Esta operación consistirá en:

- Control de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el cuerpo Acuático influenciado (Agua superficial y Calidad del fondo de río).

- Se formularán informes periódicos que registren el correcto desempeño ambiental de las instalaciones con el propósito de identificar sus puntos críticos y promover acciones de mejora continua.

