

Artículo Original

## Contaminación de las aguas del río Itaya por las actividades portuarias en el Puerto Masusa, Iquitos, Perú

Water pollution of river Itaya by port activities in Puerto Masusa, Iquitos, Perú

Carmen Patricia Cerdeña<sup>1\*</sup>, Wilson Reyes-Lázaro<sup>2</sup>, Armando Vásquez-Matute<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Freyre 616, Iquitos, Perú

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Trujillo, Jr. Diego de Almagro 344, Trujillo, Perú.

<sup>3</sup>Universidad Científica del Perú, Av. Abelardo Quiñones km 2.5, Iquitos, Perú.

\*e-mail: pcerdena.62@gmail.com

### Resumen

Las actividades portuarias generan contaminación en las aguas y los alrededores del puerto. Los parámetros físico-químicos y microbiológicos permiten determinar la presencia o no de contaminación en los cuerpos de agua. La investigación tuvo como objetivo determinar la contaminación de las aguas del río Itaya por actividades portuarias del puerto Masusa - Iquitos. Se usó el diseño pre-experimental. Se encontró que existen diferencias significativas en los indicadores: pH, aceites y grasas, DBO<sub>5</sub>, DQO; y presencia de coliformes totales, coliformes termoreguladores y *Escherichia coli*. Se concluye que existe altas concentraciones de aceites y grasas en el puerto (63,45 mg/L) en comparación con el río Amazonas (10 mg/L). El pH del agua del puerto (5,42) es ligeramente mayor al del río Amazonas (6,93). Los resultados muestran que el DQO del puerto Masusa (187mg/L) es mayor a la DQO en el río Amazonas (50 mg/L). Las altas concentraciones de DBO<sub>5</sub> en las aguas del puerto (87,5 mgO<sub>2</sub>) con respecto a las del río Amazonas (25 mgO<sub>2</sub>), nos permiten indicar que hay contaminación orgánica. La presencia de concentraciones importantes de coliformes totales, coliformes termotolerantes y de *Escherichia coli*, indica que existe contaminación microbiológica. Dichos contaminantes se dan especialmente por desechos fecales vertidos directamente a las aguas.

**Palabras claves:** Contaminación de aguas, Actividades Portuarias, Contaminación físico química y biológica.

### Abstract

Port activities generate pollution in the waters and the port. Chemical and microbiological parameters allow you to determine the presence or absence of pollution in bodies of water. The research aimed to determine the pollution of the waters in Itaya river in Masusa-Iquitos port activities. Pre-experimental design was used. It was found that there are significant differences in indicators: pH, oils and fats, BOD<sub>5</sub>, cod; and the presence of total coliforms, coliforms thermoregulating and *Escherichia Coli*. It is concluded that there is high concentration of oils and fats in the port (63.45 mg/L) in comparison with the Amazon River (10 mg/L). The pH of the water of the harbor (5.42) It is slightly greater than the river Amazonas (6.93). The results show that the concentrations of oil from puerto Masusa (187 mg/L) are higher than the ones in the Amazon River (50 mg/L). High concentrations of BOD<sub>5</sub> in the waters of the port (87.5 mgO<sub>2</sub>) with regard to the Amazon River (25 mgO<sub>2</sub>), it is indicated the presence of organic pollution. The presence of significant concentrations of total coliforms, coliforms thermotolerant and *Escherichia coli*, indicates that there is microbiological contamination. Most of these pollutants are the result of fecal waste dumped directly into the waters.

**Keywords:** Water contamination, Activities Harbor, Physicochemical and biological Pollution

## INTRODUCCIÓN

La globalización de los mercados se ha reflejado en un incremento del intercambio de insumos y mercancía entre los países y ciudades. En este escenario el papel que juegan los puertos, como un eslabón clave dentro de la cadena de transporte, exige que sean mucho más que un punto de transferencia de bienes y servicios, debiendo más bien transformarse en verdaderos polos de desarrollo (Comisión Ambiental del Medio ambiente de Chile, 2000).

El Centro Regional Litoral de Santa Fe, en su artículo "Impactos de las actividades en zonas portuarias y aledañas en las aguas subterráneas" (2004), indica que el impacto ambiental de los puertos marítimos puede afectar al agua, al suelo, al aire, a plantas y animales de toda especie (terrestres, acuáticos y al ser humano). La Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile (2000), indica las principales fuentes de contaminación del agua se relaciona con los derrames accidentales durante las operaciones de carga y descarga de las embarcaciones fluviales, así como el escurrimiento de materiales almacenados a granel y polvos fugitivos movilizados por acción del viento. A lo anterior debe agregarse el impacto generado por el drenaje de aguas lluvia y servidas del puerto.

Así mismo, en el diagnóstico ambiental de las zonas de manejo portuario realizado en Colombia (1999), se indica que el mayor impacto ambiental de las actividades portuarias en la Isla de San Andrés, están sobre el componente agua, ya que es el mar el receptor final de los residuos líquidos provenientes tanto de los buques como de las instalaciones portuarias sin tratamiento previo. Las basuras y residuos sólidos en general van también al mar. Las actividades portuarias son consideradas como uno de los mayores tensores sobre la contaminación del agua de la bahía.

La pérdida de la calidad del agua se manifiesta sobre su turbidez, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, por la demanda de oxígeno, la demanda química y bioquímica de oxígeno que tiene, y otros parámetros como:

- Incremento de la salinidad y temperatura por descargas de efluentes térmicos.

- Introducción de sustancias tóxicas y altamente nocivas al medio marino por derrames accidentales (combustibles, resinas, graneles) o por operaciones portuarias deficientes.

- Contaminación microbiológica de las aguas y playas del puerto por aceites y grasas, metales pesados, materia orgánica e hidrocarburos (Comisión Ambiental del Medio ambiente de Chile, 2000).

Entre los contaminantes más frecuentes de las aguas se encuentran: materias orgánicas, bacterias, desperdicios industriales y domésticos, entre otros, por lo que determinar la calidad sanitaria de estos cuerpos de agua proporciona herramientas indispensables para la toma de decisiones en relación al control de vertimientos, tratamientos de las aguas y conservación del ecosistema.

La ciudad de Iquitos es la capital del departamento de Loreto, provincia de Maynas, está ubicada en pleno corazón de la selva nororiental del Perú. Según la Comisión Nacional de Turismo de Loreto, la ciudad de Iquitos se halla a orillas de un brazo secundario del río Amazonas que se denomina río Itaya, frente a un gran blanco permanente llamado Padre Isla, boscoso y de casi veinte kilómetros de longitud. La ciudad está rodeada de un sinnúmero de ríos y canales menores. (Consejo Nacional de Turismo de Loreto. Gobierno Regional de Loreto. 2006)

El Ministerio de transporte, comunicaciones, vivienda y construcción. Dirección de general de transporte acuático (2000), indica que el sistema fluvial en la Región Loreto posee más de 8,200 Km. de vías navegables en más de 14 ríos, afluentes principales y secundarios, que posibilitan el desarrollo del transporte fluvial comercial, modo por el cual se realiza más del 90% del transporte de pasajeros y carga regional, es decir constituye el principal medio de transporte.

La ciudad de Iquitos cuenta con cinco puertos, de los cuales el de la Empresa Nacional de Puertos (Enapu) es el único formal y los otros cuatro (Masusa, Productores, el Huequito y Bellavista Nanay) son informales. Sin embargo, es desde el puerto Masusa de donde zarpan aproximadamente el 60% de las embarcaciones que transportan pasajeros y

carga a lo largo de los pueblos ubicados en las márgenes de los ríos de la Amazonía.

En el puerto de Masusa, llamado también Embarcadero fluvial municipal "José Silfo Alván del Castillo", tiene una extensión aproximada de 1.5 kilómetros, se realizan diversas actividades propias de sus operaciones o su funcionamiento que generan la contaminación de sus aguas, más aún, por

ser un puerto informal no presenta ningún control en la eliminación de sus desechos a las aguas que se encuentran a sus orillas.

La presente investigación tiene como objetivo determinar la contaminación de las aguas del río Itaya por las actividades portuarias que se generan en el puerto Masusa, uno de los puertos de mayor tránsito fluvial en la ciudad de Iquitos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 32 muestras de aguas para análisis físico-químicos y 16 muestras para análisis microbiológicos, durante los meses de setiembre y noviembre del 2011. Los puntos de muestreo se realizaron en el río Itaya a orillas del Puerto Masusa (100 metros arriba del puerto - a orillas del puerto - 100 metros abajo del puerto) y se compararon con las muestras tomadas del río Amazonas (Fig. N°1). Las muestras se colectaron en frascos de polietileno de 1L de capacidad para los análisis físico-químicos y en frascos de polietileno estériles de 250 ml para los análisis microbiológicos. El muestreo, transporte y conservación de las muestras se realizó según las recomendaciones de la APHA (1998), realizándose los ensayos físico-químicos en los laboratorios de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (Laboratorio de Química Analítica) y los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Salud Ambiental de la Dirección Regional de Salud de Loreto. Las determinaciones físicas realizadas fueron: pH

(método electrométrico - potenciómetro), conductividad (método conductimétrico), sólidos totales disueltos (método conductimétrico), turbidez (método nefelométrico - turbidímetro). Las determinaciones químicas realizadas fueron oxígeno disuelto (método de Winkler), 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), demanda bioquímica de oxígeno (se determinó oxígeno disuelto a los cinco días), aceites y grasas (método de extracción con solventes y filtración) y las microbiológicas fueron bacterias coliformes totales, bacterias coliformes termotolerantes, *Escherichia Coli*, determinación de *Vibrio cholerae*, determinación de *Salmonella* y formas parasitarias. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó la prueba T de una media muestral, afirmación válida hasta un 99% de confianza, obtenido a través del software estadístico SPSS-21.



FIGURA1. MAPA DE UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRAS DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

## RESULTADOS

Los resultados muestran que existe diferencias significativas en: pH, aceites y *Escherichia Coli*/100ml; según se muestra en las tablas 1 y 2.

grasas, DBO<sub>5</sub>, DQO; y contaminación por presencia de coliformes totales/100ml, coliformes termotolerantes/100ml y

## Análisis Físico-Químicos

Tabla 1: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Unidades	Río Amazonas	Río Itaya (Pto. Masusa)		
			1	2	3
pH		6,93	6,04	5,92	5,93
conductividad	μS	72,4	52,49	52,21	53,15
STD	mg/L	34,2	24,65	24,4	24,95
Turbidez	NTU	12	12	13,5	14
Ox. disuelto	mg/L	6,8	7,15	6,75	7,13
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub>	25	31,5	87,5	80
DQO	mg/L	50	147,5	187	177,5
Aceites y grasas	mg/L	10	9,8	63,5	71,95

1: 100 m arriba del puerto; 2: en el puerto; 3: 100 m abajo del puerto

Tabla 2: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Ensayos	Río Amazonas	Río Itaya (Puerto Masusa)			Observaciones
		1	2	3	
NMP Bacterias Coliformes Totales/100 ml	$7,9 \times 10^2$	$3,3 \times 10^3$	$1,3 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	contaminación
NMP Bacterias Coliformes Termotolerantes/100 ml	70	$2,3 \times 10^3$	$7,9 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	contaminación
NMP Escherichia coli/100 ml	23	$1 \times 10^2$	$1,7 \times 10^3$	26	contaminación
Determinación de Vibrio cholerae, presencia/100 ml	A	A	A	A	ausencia
Determinación de Salmonella, presencia/100 ml	A	A	A	A	ausencia
Formas parasitarias	— . —	— . —	— . —	— . —	— . —

1: 100 m arriba del puerto; 2: en el puerto; 3: 100 m abajo del puerto

## DISCUSIONES

Los parámetros físicos – químicos y microbiológicos son utilizados como indicadores para determinar la calidad del agua, así como para establecer si ha tenido contribución antropogénica.

En el indicador aceites y grasas, los resultados en el puerto Masusa presentan alta concentración (63,45 mg/L) con respecto al valor encontrado en las muestras del río Amazonas (10 mg/L). En el caso del puerto Masusa la fuente de mayor contaminación por aceites y grasas es debido a la eliminación de hidrocarburos de los motores de las lanchas y barcos que acoderan en el puerto, así como durante el embarque y desembarque de combustibles que transportan las lanchas.

En el indicador pH, los resultados muestran que en el puerto Masusa se presenta un pH ligeramente ácido (5,42) con respecto al pH del río Amazonas que tiende a ser neutro (6,93). En el caso del puerto Masusa al presentarse un pH ligeramente más ácido con respecto al pH del río Amazonas, esto puede deberse a las altas concentraciones de aceites y grasas encontradas en el puerto lo cual no permite la salida total del  $\text{CO}_2$  y por consiguiente al mezclarse con el agua forman el ácido carbónico, lo cual acidifica el agua.

En el indicador Demanda Química de Oxígeno (DQO), es una medida de la cantidad de oxígeno que necesitan los organismos para descomponer la materia orgánica en el agua, así que un cuerpo de agua que tiene niveles por encima de 100 mg/L está muy contaminado y sugiere la presencia de materia orgánica (CIECE, 2006), los resultados muestran que el DQO del puerto Masusa (187mg/L) es mayor a la DQO en el río Amazonas (50 mg/L) por lo que muestra alta

presencia de materia orgánica. Adicionalmente se puede decir que cuando  $\text{DBO}_5/\text{DQO} < 0,5$  estamos ante un efluente fácilmente biodegradable, mientras que si este cociente es inferior a 0.2 será escasamente biodegradable (Aznar 2009). En este caso, el cociente de  $\text{DBO}_5/\text{DQO}$  en el puerto Masusa es de 0,46 y el del río Amazonas es de 0,5, en ambos casos podemos decir que la materia orgánica presente en las aguas es fácilmente biodegradable.

En el indicador Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), los resultados muestran que el  $\text{DBO}_5$  del puerto Masusa (875.mg/L) es mayor a la  $\text{DBO}_5$  en el río Amazonas (25 mg/L). Por tanto, si la  $\text{DBO}_5$  es alta indica contaminación y mala calidad de agua y al revés (Aznar 2009). En este caso, las aguas del puerto Masusa presentan valores altos por lo que podemos decir que existe contaminación de las aguas.

En el indicador coliformes fecales, los resultados muestran que en el puerto Masusa existe contaminación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y de *Escherichia Coli*. Dichos contaminantes se dan especialmente por desechos fecales vertidos directamente a las aguas, las cuales pueden transmitir enfermedades infecto contagiosas.

## CONCLUSIONES

En la evaluación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del estándar (muestras del río Amazonas detrás del puerto Masusa) Vs los resultados del muestreo (100 metros arriba del puerto – a orillas del puerto - 100 metros abajo del puerto) se ha podido demostrar que existe diferencias significativas en los indicadores: pH, aceites y grasas, DBO<sub>5</sub>, DQO, lo que indica alta contaminación por materia orgánica; y contaminación por presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia. Coli*, debido a contaminación de origen fecal principalmente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHPA (American Public Health Association). 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition.

Aznar J. 2009. Determinación de los Parámetros Físico-Químicos de Calidad de las Aguas. Instituto Tecnológico de Química y Materiales. Universidad Carlos III. Madrid, España.

Centro Regional Litoral - Instituto Nacional del Agua Patricio Cullen. 2004. Impactos de las actividades en zonas portuarias y aledañas en las aguas subterráneas. N°6161. Santa Fe. <http://www.puertosfe.com/blog/archivos/MariadelCarmenVenencio.pdf> [Consultado 20 octubre 2012]

Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2000. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Actividad Portuaria. Santiago. <http://www.sofofa.cl/ambiente/documentos/Actividad%20Portuaria.pdf>. [Consultado 10 agosto 2012]

Consejo Nacional de Turismo de Loreto. Gobierno Regional de Loreto. (2006) Plan Estratégico Regional de Turismo 2007 – 2015. PERTUR. Recuperado en: [http://www.regionloreto.gob.pe/Web\\_directura/borradores/pertur.pdf](http://www.regionloreto.gob.pe/Web_directura/borradores/pertur.pdf). [Consultado 25 marzo 2011]

Incoplan-Parsons. 1999. Estudio de Ordenamiento Físico Portuario y Ambiental de los litorales Colombianos. <http://www.minambiente.gov.co/documentos/CAPITU~2.DOC>

[Consultado 10 enero 2012]

Ministerio de transporte, comunicaciones, vivienda y construcción. Dirección General de transporte acuático. 2000.