



*Punto de descarga de aguas residuales negras*



*Tomando las muestras en los distintos tramos*

## Identificación de metales pesados para establecer el nivel de contaminación en el río Portoviejo entre los puentes Velasco Ibarra y El Salto en la ciudad de Portoviejo durante el período 2009 - 2010



### AUTORES:

Delgado Mendoza Viviana Alexandra  
Mieles Cevallos Laiza Erica



**Ing. Francisco Sánchez Plaza, M. Ms.**

Director de la Carrera de Ingeniería Química y Director de Tesis

### PALABRAS CLAVES

Contaminación, metales pesados, río Portoviejo, aguas residuales domésticas e industriales.

### RESUMEN

El Río Portoviejo tiene una cuenca hidrográfica cuya área es de 2040 Km<sup>2</sup>, nace en el Cantón Santa Ana, mediante la unión de los Ríos Pata de Pájaro y Mineral, continúa en el Cantón Portoviejo cruzando la Ciudad de Portoviejo, sigue por el Cantón Rocafuerte y desemboca al mar por el Cantón Sucre, con una longitud de aproximadamente 145 Km.

Si bien las agresiones del ser humano al río se inician desde la parte alta donde los agricultores lo utilizan para diferentes usos, en la parte media y baja utilizan su agua para riego, las posibilidades de contaminación del agua con metales pesados provienen de los sistemas de alcantarillado de aguas servidas, de las poblaciones,

que las lanzan al río sin ningún tratamiento. Esto se observa en los sectores del hospital Verdi Cevallos y puente San José, en la Capital Manabita. "Esto contamina mucho más porque los desechos no reciben tratamiento alguno". Su posible contaminación limitará la disponibilidad de este recurso imprescindible para la vida. En consecuencia es de fundamental importancia realizar un estudio que permita tener un concepto más claro sobre el nivel de contaminación por elementos metálicos de alto peso molecular que puede actualmente sufrir el Río Portoviejo de la provincia de Manabí para así establecer el riesgo sanitario que puede ocasionar a la población el estar en contacto directo con agua contaminada.

En este trabajo se ha evaluado el grado de contaminación por metales pesados de las aguas del Río Portoviejo entre los puentes Velasco Ibarra y El Salto. El análisis de los metales pesados tiene gran interés ya que estos en dosis altas provocan serios problemas de salud. Por otro lado, este estudio supone un aporte de información valioso sobre la concentración de Cu (Cobre), Cr (Cromo), Mn (Manganeso) y Pb (Plomo) presentes en aguas del Río Portoviejo en los tramos antes mencionados. Para llevar a cabo este estudio se establecieron cuatro puntos de muestreo dos de ellos situados a la altura de los puentes Velasco Ibarra y El Salto, los otros dos puntos cerca de dos canales de descarga que se detectaron en este tramo. Las muestras de aguas se recogieron durante cinco días en la mañana (8:00 am), tarde (14:00 pm) y noche (19:00 pm) con un total de 80 muestras analizadas en las que se determinaron metales pesados (Cu, Cr, Mn, Pb). A excepción de las pruebas de pH, temperatura y oxígeno disuelto que se determinan in situ, los análisis mencionados se los realizaron en el laboratorio de Química de la Carrera

de Ingeniería Química, mediante la utilización del espectrofotómetro DR 2700.

## FUNDAMENTACION

La contaminación a la que actualmente está expuesto el Río Portoviejo es preocupante, ya que es común encontrar en las riberas del río varios puntos de descarga de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales que son arrojadas directamente al caudal del mismo sin haber sido sometidas a tratamiento previo alguno. Estos múltiples contaminantes pueden causar graves daños en los ecosistemas acuáticos y sobre todo en la salud de los pobladores que habitan en los alrededores del río, uno de los contaminantes más perjudiciales en las aguas son los metales pesados, ya que sus sales solubles en el agua como las de plomo, cadmio o mercurio son muy tóxicas y acumulables por los organismos que las absorben, las cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por alguno de sus eslabones, estos metales de peso molecular elevado provocan serias enfermedades como: ceguera, amnesia, raquitismo, o hasta la muerte.

## OBJETIVO

Identificar los metales pesados para establecer el nivel de contaminación en el río Portoviejo, entre los Puentes Velasco Ibarra y El Salto, en la ciudad de Portoviejo durante el Período 2009 - 2010.

## PRESENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las acciones que se llevaron a cabo en este proyecto estuvieron direccionadas en el objetivo general que consiste en la Identificación de

metales pesados para establecer el nivel de contaminación en el Río Portoviejo, entre los puentes Velasco Ibarra y El Salto. La culminación de este proyecto servirá de base para el desarrollo de nuevas investigaciones referentes a la contaminación de las aguas del Río, tanto en las demás Carreras de la Institución involucrada como en el Departamento de Medio Ambiente del Municipio de Portoviejo.

## PARTE EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de este estudio inicialmente se tomaron muestras piloto sin horario ni secciones establecidas, únicamente tomando como referencia los puntos de descarga de aguas residuales que se detectaron entre los puentes Velasco Ibarra y El Salto, esto con el objetivo de determinar la presencia de metales pesados en las Aguas del Río Portoviejo. El campo de investigación estuvo constituido por 4 puntos de muestreo en el Río Portoviejo que abarcan el tramo entre los puentes Velasco Ibarra y El Salto. Para seleccionar los puntos de muestreo se solicitó un plano del trayecto del cauce del río, que comprende una distancia de 465.7 metros entre ambos puentes, para fijar los puntos de muestreo se recorrió el tramo del río establecido para el estudio, se consideraron posibles focos de contaminación los lugares cercanos a puntos de descarga de aguas residuales domésticas, de lubricadoras, gasolineras entre otras.

Las muestras se tomaron antes y después de los puntos considerados como posibles focos de contaminación, en diferentes días (desde el sábado 15 hasta el miércoles 19) y horas (8:00 am, 14:00 pm, 19:00 pm en cada uno de los puntos de muestreo) durante el mes de mayo de 2010, con un total de 80 muestras recolectadas. Para formar las muestras compuestas se

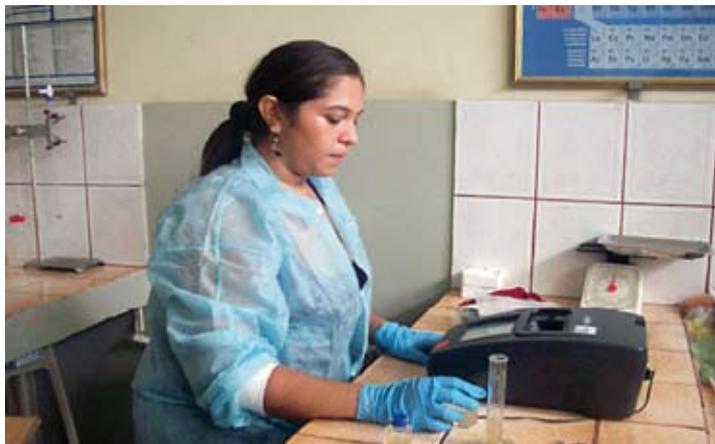
muestreó durante 12 horas consecutivas en cada punto establecido para el estudio, posteriormente todas estas muestras simples se mezclaron para formara la muestra compuesta de cada tramo del río. Considerando los recursos del laboratorio de Química de la Carrera de Ingeniería Química se procedió a realizar los análisis a cada una de las muestras. Se realizaron análisis de campo como de laboratorio, mismas que se detallan a continuación:

**Análisis in Situ:**

- Temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto (OD).

Análisis espectrofotométricos:

- Determinación de Metales Pesados (Cobre, Cromo, Manganeseo y Plomo).



*Determinación de Metales Pesados por Espectrofotometría*

Para la recolección de las muestras se utilizó un bote con el que fue posible llegar al tramo central del cauce del río, tal como lo establecen las técnicas recomendadas por la Asociación Americana de Salud Pública (APHA) para análisis de las aguas de río. La toma de muestras se realizó en la mitad de la sección, a media profundidad y en sentido contrario a la corriente del río, realizándose como primer punto los análisis in situ: pH, oxígeno disuelto, conductividad y temperatura; se estableció fecha y hora exacta del momento del muestreo. Las muestras se recopilaron en frascos de vidrio color ámbar, de capacidad de 1 litro, estos frascos fueron lavados previa y cuidadosamente con una solución de ácido clorhídrico al 10% antes de cada toma de muestra, y enjuagados con la misma agua del río que se tomo para analizar. Los frascos se rotularon a fin de evitar posibles

confusiones. Se procuró que el intervalo entre el muestreo y el análisis del agua se realizará antes de 6 horas, a fin de obtener resultados de confianza. El procesamiento analítico fue realizado en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Química, para la determinación de estos parámetros se utilizó el espectrofotómetro DR2700 de marca HACH, además de materiales de laboratorio como pipetas, probetas, vasos de precipitación, etc.

**PUNTOS DE MUESTREO**

La distancia entre los puentes Velasco Ibarra y El Salto del Río Portoviejo que se analizó es de 465.7 metros. Se determinaron 4 puntos de muestreo distribuidos de la siguiente manera:

- El primer punto de muestreo está ubicado a la altura de la Calle Pedro Gual entre las descargas al Río del Alcantarillado Pluvial 5 del Puente Velasco Ibarra del sector Portoviejo y la descarga 8 del Patio del Comisariato Velboni del sector Andrés de Vera. Este punto corresponde a la toma de muestras simples y se identificara como PM1 (punto de muestreo).
- El segundo punto de muestreo está ubicado entre las descargas al río del Alcantarillado Pluvial y la descarga 9 del Patio de OO.PP y 10 Apolo del Sector

de Andrés de Vera encontrándose a una distancia de aproximadamente 155 metros del primer punto de muestreo. Este punto corresponde a la toma de muestras simples, se identificara como PM2 (punto de muestreo 2).

- El tercer punto de muestreo está ubicado a la altura de la descarga al Río del Alcantarillado Pluvial 6 Ciudadela La Paz, encontrándose a una distancia de aproximadamente 300 metros del primer punto de muestreo., Este punto corresponde a la toma de muestras simples, se identificara como PM3 (punto de muestreo 3).

- El cuarto punto a muestrear está ubicado a la altura de las descargas al Río del alcantarillado pluvial 7 del Puente El Salto del Sector Portoviejo y 11 Puente El Salto del Sector Andrés de Vera ubicado a una distancia de aproximadamente 465.7 m del punto de muestreo inicial. Este punto corresponde a la toma de muestras simples, se identificara como PM4 (punto de muestreo 4).

**ANÁLISIS DE METALES PESADOS DEL RÍO PORTOVIEJO**

Estas muestras pilotos (Previa al análisis real) se tomaron en fechas y horarios diferentes, tal como se establece en el cuadro informativo, con el objetivo de determinar metales pesados en las Aguas del Río Portoviejo.

La Muestra 1 se tomó a 10 metros del Puente Velasco Ibarra. La Muestra 2 se tomó en un punto de descarga de aguas residuales a 20 metros aguas arriba del Puente Velasco Ibarra. La Muestra 3 se tomó a 10 metros del Puente El Salto.

## PRUEBA PILOTO

MUESTRAS	FECHA DEL MUESTREO	HORA	PLOMO MG/L	MANGANESO	OBSERVACIONES
MUESTRA 1	03/05/10	9:24 am	0,3	3.1	NO CUMPLE
MUESTRA 2	04/05/10	9:18 am	0.306	3.9	NO CUMPLE
MUESTRA 3	29/04/10	9:48 am	0.232	2.6	NO CUMPLE
Rango Permisible			0,2	2	NO CUMPLE

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

• Los análisis de las pruebas pilotos realizados a las muestras de agua del Río Portoviejo presentan valores altos de Plomo (mayores a 0,2 que es el rango permisible para agua de Río) y manganeso (mayores a 2 que es rango permisible de manganeso en aguas de Río) en las muestras que se tomaron cerca de los puntos de descarga que se encuentran entre los puentes Velasco Ibarra y El Salto.

• Una vez realizados los análisis in situ la temperatura y el pH se encontraron dentro de los límites permisibles y además la variación en los diferentes días de muestreo no es significativa, teniendo para analizar agua neutra y levemente acida, que es típica en las aguas de río.

• En cuanto a los niveles de oxígeno disuelto en lo que respecta a las muestras simples, se pudo determinar que no se encuentran dentro de los parámetros permisibles, no existiendo mayor variación entre los puntos de muestreo ya que este parámetro está directamente relacionado con la temperatura. El día 17 de mayo en el punto de muestreo tres (PM3) encontramos un valor de oxígeno disuelto con mayor concentración (6,01) mismo que estaba dentro de los rangos permisibles.

• Los análisis de cobre realizados a las muestras simples y compuestas presentaron niveles bajos, únicamente se encontraron valores mayores al rango permisible de este metal en el muestreo del día 17, 18 y 19 de mayo tanto en las muestras simples (tomada a las 2 de la tarde y 7 de la noche) como en las compuestas.

• Los valores de cromo se incrementaron los días 3 (lunes 17 de mayo) tanto en las muestras simples como en las compuestas, sobre todo en horas de la noche.

• Los valores de manganeso se incrementaron en las muestras compuestas del día sábado 15 y domingo 16 de mayo, en las muestras simples y compuestas del día lunes 17 y miércoles 19 de mayo.

• En cuanto a las determinaciones de plomo éstas arrojan valores altos en las muestras simples de los días 15 y 16 de mayo en los muestreos de la tarde, el día 17 de mayo en la muestra compuesta del tramo cuatro se encontró un valor de 0,43 mg/l de plomo, el día 18 de mayo, en las muestras de la noche se presenta el mismo inconveniente debido a que las lubricadoras, gasolineras y demás locales comerciales que se encuentran en los alrededores descargan aguas sin previo tratamiento al río justamente en estos horarios.

## CONCLUSIONES

• Para realizar este estudio se establecieron cuatro puntos de muestreo a lo largo del tramo del río Portoviejo entre los Puentes Velasco Ibarra y El Salto, se tomaron un número de 12 muestras simples (1 muestra en cada tramo a las 8:00 am, 14:00 pm y 9:00 pm respectivamente) y 4 muestras compuestas (se muestreo durante 12 horas consecutivas, al tomar la última muestra se procedió a mezclar las muestras simples para obtener la compuesta de cada tramo) durante 5 días consecutivos para obtener resultados confiables y así determinar la carga contaminante que afecta al río Portoviejo en diferentes periodos del día.

• Los puntos de muestreo se establecieron a la altura de la zona céntrica de Portoviejo tomando de referencia las principales descargas de agua fluvial que desembocan en el río Portoviejo y que a su vez no dan ningún tratamiento a sus aguas antes de desecharlas, a consecuencia de esto encontramos en las muestras de agua concentraciones de metales pesados.

• En las muestras pre piloto tomadas para determinar metales pesados encontramos niveles superiores a los rangos permisibles, esto lo atribuimos a los efluentes que llegan al río desde gasolineras, lubricadoras,

vulcanizadoras y a los sembríos que se encuentran en las riberas del río ya que los peligrosos metal es pesados son componentes básicos de los plaguicidas y pesticidas utilizados en agricultura.

- En las muestras simples analizadas se pudo verificar que la concentración de oxígeno disuelto en el agua del Río es insuficiente a pesar que este naturalmente recibe aereación por la velocidad de su caudal, por el proceso de la fotosíntesis y por la circulación del aire, esta situación es preocupante ya que debido a la contaminación a la que está expuesta el agua del río sufre oxidación al degradar la materia orgánica, esto produce que disminuya la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, lo cual pone en riesgo el desarrollo normal de los peces y las plantas. Sin embargo las muestras compuestas cumplen con la concentración de oxígeno disuelto.

- La presencia de plomo en las aguas del Río Portoviejo se debe a las descargas de efluentes que contienen restos de hidrocarburos, los cuales provienen de la gasolinera cercana al Puente Velasco Ibarra, según el estudio realizado se verificó que ésta descarga mayor volumen de sus efluentes contaminantes en horas de la tarde.

- Una vez obtenido los resultados de los análisis realizados y comparados con las normas INEN se comprobó que, la principal fuente de contaminación por metales pesados (Cu, Mn, Pb) en las aguas del río Portoviejo se atribuye a que los locales comerciales como gasolineras, lubricadoras, vulcanizadoras entre otras no tienen ningún tipo de precaución al desechar las aguas que utilizan en sus procesos diarios al Río a través de las redes de distribución de agua fluvial.

- El horario en el que estas aguas van con mayor concentración de metales pesados oscila entre las dos de la tarde y siete de la noche. Estos resultados son preocupantes ya que el cobre, cromo y plomo son grandes contaminantes químicos que en dosis mayores a sus rangos permisibles, (1 mg/l Cu, 0,5 mg/l Cr y 0,2 mg/l Pb) provocan importantes riesgos para la salud.

**RESULTADOS DEL COBRE**  
Rango Permissible (1 mg/l)

Cuadro # 45

DIA DEL ANALISIS	PM1	PM2	PM3	PM4
	COMPUESTA 1	COMPUESTA 2	COMPUESTA 3	COMPUESTA 4
SABADO 15 /05	0,002	0,19	0,3	0,57
DOMINGO 16/05	0,18	0,22	0,2	0,28
LUNES 17/05	1,07	1,18	0,84	0,91
MARTES 18/05	0,78	0,97	1,01	0,91
MIERCOLES 19/05	0,76	0,82	1,17	1,68

**RESULTADOS DEL CROMO**  
Rango Permissible (0.5 mg/l)

Cuadro # 46

DIA DEL ANALISIS	PM1	PM2	PM3	PM4
	COMPUESTA 1	COMPUESTA 2	COMPUESTA 3	COMPUESTA 4
SABADO 15 /05	0,193	0,104	0,27	0,191
DOMINGO 16/05	0,03	0,036	0,026	0,037
LUNES 17/05	0,087	0,036	0,84	0,91
MARTES 18/05	0,078	0,011	0,047	0,081
MIERCOLES 19/05	0,147	0,038	0,19	0,231

**RESULTADOS DEL MANGANESO**  
Rango Permissible (2 mg/l)

Cuadro # 47

DIA DEL ANALISIS	PM1	PM2	PM3	PM4
	COMPUESTA 1	COMPUESTA 2	COMPUESTA 3	COMPUESTA 4
SABADO 15 /05	1,5	2,7	3	3,4
DOMINGO 16/05	0,98	1,24	0,76	0,59
LUNES 17/05	0,14	0,47	1,18	1,36
MARTES 18/05	0,36	0,58	0,29	0,38
MIERCOLES 19/05	0,55	1,84	1,12	0,79

## RESULTADOS DEL PLOMO

Rango Permissible (0.2 mg/l)

Cuadro # 48

DIA DEL ANALISIS	PM1	PM2	PM3	PM4
	COMPUESTA	COMPUESTA	COMPUESTA	COMPUESTA
	1	2	3	4
SABADO 15 /05	0,167	0,06	0,058	0,107
DOMINGO 16/05	0,098	0,12	0,088	0,11
LUNES 17/05	0,067	0,062	0,071	0,43
MARTES 18/05	0,151	0,112	0,097	0,064
MIERCOLES 19/05	0,076	0,092	0,068	1,15

## PARAMETROS

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			Alcantarillado	Cauce de Agua
Aceites y grasas	A y G	Mg/l	100	50
Aluminio	Al	Mg/l	5	5
Arsénico total	As	Mg/l	0,1	0,1
Cadmio	Cd	Mg/l	0,2	0,2
Cianuro	CN-	Mg/l	1	0,1
Cobre	Cu	Mg/l	1	1
Cromo Hexavalente	Cr+6	Mg/l	0,5	0,5
Manganeso	Mn	Mg/l	10	2
Plomo	Pb	Mg/l	0,5	0,2
Temperatura	°C	Mg/l	< 40	< 35

Fuente: MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR, LIBRO VI De La Calidad Ambiental Ecuatoriana, Anexo No. 1 "Norma de descargas Líquidas a cuerpos de Agua o Al Sistema de Alcantarillado Sanitario", 2010

## BIBLIOGRAFÍA

**GALVAO**, Louis. Contaminantes Químicos. Vigilancia 8. Metepec, México, 1989. Páginas: 348 – 349 – 350.

**COUSILLAS**, Pieri. Determinación del grado de impregnación plúmbica en niños. Bonaerense, Argentina, 1996. Páginas: 203 – 205.

**LAUWERYS**, Robert R. Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales. Editorial Masson, España, 1992. Cap. 1. Páginas: 175 – 201.

**Martínez**, Ma. Del C. Intoxicación por plomo. En revista Salud de los Trabajadores. Editorial G & B, Venezuela, 1994. Páginas: 159 – 162.

**ACEBEDO**, Mathius. Valores límite para sustancias químicas y agentes físicos en el ambiente de trabajo. Cincinatti, Estados Unidos, 1999. Páginas 187 – 188 – 189.

**VEGA**, Kuyper J. Manejo de Residuos de la Industria Química. Alfa Omega, Perú, 1999. Páginas: 98 – 98 – 99 – 116 – 118.

**CINCINNATI**, Owatti. Water and Waste Control For The Plating Shop. Kushner and Kushner, United States of America, 2001. Páginas 467 – 468 – 502 – 503.

**RAMÍREZ**, M.W. Diseño de un modelo de saneamiento de suelos contaminados con metales pesados derivados de la explotación minera. Editorial Limusa, México, 2004. Páginas: 233 – 234 – 267 – 268 – 302 – 304.