



Calidad ambiental de la zona costera de la cuenca hidrografica del rio moche (Trujillo, Perú), influenciada por la actividad domestica. Enero-diciembre, 2011

Enviromental quality of coastal Moche River hydrographic basin (Trujillo, Peru), influenced by domestic activity. January-December, 2011

Roger Alva Calderón; Bilmia Veneros Urbina y Angelo Luján Bulnes

Departamento Académico de Pesquería. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú

RESUMEN

La calidad de agua en los sistemas naturales y en particular en las aguas continentales influye en la salud de los ecosistemas acuáticos así como en los diferentes posibles usos del recurso hídrico. Por otro lado una adecuada gestión de los recursos hídricos es uno de los factores principales para el uso eficiente del agua y, en consecuencia, para alcanzar un desarrollo sostenible que proporcione un equilibrio entre el hombre y el medio ambiente. En ésta tesis se evaluaron las características físicas, químicas y biológicas de las aguas de la zona costera del río Moche que están siendo influenciadas por las actividades domesticas y otras de la zona; para lo cual ha sido necesario la realización de un importante trabajo de campo, gabinete y laboratorio. Para ello se realizaron seis muestreos, en tres estaciones a lo largo del río, durante el año 2011; en donde, se llegó a determinar que los parámetros evaluados no sobrepasan los límites establecidos por los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas; por lo que, el recurso hídrico de la zona costera del del río Moche puede ser utilizado para la producción de agua potable y para la conservación del ambiente acuático.

Palabras clave: Calidad ambiental, rio Moche

ABSTRACT

The water quality in natural systems and specially, inland waters influences on the health of aquatic ecosystems and on the different possible uses. An appropriate management of water resources is one of the main factors for the efficient use of water and, as consequence, for the sustainable development that allows the equilibrium between man life and the environment. In this thesis assessed the physical characteristics, chemical and biological waters of the coastal zone of the Moche river are being influenced by the activities of domestic and others in the area; to which the realization of an important field work, Cabinet and laboratory has been necessary. So were six surveys, three stations along the river, during the year 2011; where, it was determine that evaluated parameters do not exceed the limits set by the standards of environmental quality (ACE) for water; so, the water resources of the coastal zone of the Moche river can be used for the production of drinking water and for the conservation of the aquatic environment.

Keywords: Environmental quality, Moche River.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para la vida humana, para la salud básica y para la supervivencia, así como para la producción de alimentos y para las actividades económicas. La calidad del agua en los sistemas naturales depende de diversos factores naturales aunque el factor más importante suele ser el de las actividades humanas. La humanidad y el desarrollo de las civilizaciones han venido ligados desde su aparición a la disponibilidad del agua. El hombre ha utilizado las aguas continentales como fuente de recursos para multitud de funciones, así como medio receptor y depurador de parte de los residuos generados por los mismos. A medida que la sociedad evoluciona, la presión sobre ríos y lagos cada vez es mayor. Por un lado debido al aumento de población y por otro al desarrollo de la industria y la agricultura, los cuales producen un incremento en la diversidad de las sustancias y en su complejidad que cada vez son más difíciles de degradar en el medio natural¹.

La industrialización conduce a una urbanización muy localizada creando problemas en la calidad y cantidad del agua. El hombre abandona el campo para trabajar en las nuevas fábricas alrededor de las cuales se crean grandes ciudades densamente pobladas. El primer suceso para los problemas de calidad del agua se presenta con motivo de la contaminación fecal y orgánica por la falta de tratamiento de aguas residuales en zonas de alta densidad poblacional². Por ello, las concentraciones de los contaminantes de las aguas están directamente relacionadas con las actividades humanas y descargas de efluentes, como también son función de las variaciones de caudal de ciertos vertidos puntuales que el río recibe³.

MATERIAL Y MÉTODOS

Area de estudio:

La cuenca del río Moche políticamente se localiza en la Región La Libertad, comprendiendo total o parcialmente las provincias de Trujillo, Otuzco, Santiago de Chuco y Julcán. Geográficamente sus puntos extremos se hallan comprendidos entre los 7°46' y 8°15' de Latitud Sur y los 78°16' y 79°08' de Longitud Oeste. Para el presente trabajo se realizaron los muestreos en la zona costera de Trujillo.

Material de estudio

El material estuvo constituido por muestras representativas de afluentes y escorrentía de aguas de la zona costera de la cuenca hidrográfica del río Moche. Los muestreos se realizaron para determinar la calidad de aguas en los puntos específicos ubicados antes y después de los puntos críticos de contaminación.

Selección de las estaciones de muestreo

Para alcanzar los objetivos propuestos se procedió a seleccionar las estaciones de muestreo más susceptibles a cambios ambientales, siguiendo el criterio de ubicar éstas estaciones después de poblaciones importantes y de posibles fuentes de contaminación, considerando las características del entorno, sus usos (agrícola principalmente) y su hidrografía, siguiendo las recomendaciones indicadas por la CIDI/OEA 2004, estas estaciones de muestreo se pueden observar en la figura 1.

Estación 1	:	Puente Conache.
Estación 2	:	Entre el puente Conache y la bocana de Buenos Aires.
Estación 3	:	Bocana de Buenos Aires.

Periodicidad y métodos de la toma de muestras

La periodicidad de la toma de muestras, metodología⁴ y frecuencia, fue de seis veces al año, según se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Plan de monitoreo de la microcuenca; metodología y frecuencia.

PARÁMETRO	MÉTODO ESTANDAR	FRECUENCIA
pH	APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 H)	Bimensual
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	APHA-AWWA-WPCF (parte 2540 D)	Bimensual
Oxígeno (mg/L)	APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 O G)	Bimensual
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	APHA-AWWA-WPCF (parte 5210 B)	Bimensual
Coliformes totales (NMP/100 ml)	APHA-AWWA-WPCF (parte 9221 B)	Bimensual
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	APHA-AWWA-WPCF (parte 9221 C)	Bimensual
Escherichia coli (NMP/100 ml)	APHA-AWWA-WPCF (parte 9260 F)	Bimensual
Streptococo fecal (NMP/100 ml)	APHA-AWWA-WPCF (parte 9230 B)	Bimensual

APHA-AWWA-WPCF: Organizaciones que establecen los métodos estándar para análisis de aguas de consumo y residuales en EUA.

Parámetros determinados “*in situ*”

- **Caudal:** El caudal es uno de los parámetros importantes en las determinaciones que se realizan *in situ*; ya que, de él dependerán en gran parte las concentraciones de los contaminantes en las muestras.

Parámetro	Tipo de frasco	Volume n de Muestra	Preservación	Tiempo de almacenaje
Color	P ó V	500 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Conductividad	P ó V	500 ml	Refrigerar a 4°C	28 días
Turbiedad	P ó V	100 ml	Refrigerar a 10°C	48 horas
Alcalinidad	P ó V	50 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Dureza	P ó V	100 ml	Agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Sólidos	P ó V	1 L	Refrigerar a 4°C	2-7 días
Cloro residual	P ó V	500 ml	Analizar inmediatamente	
Cloruros	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	7 días
Fluoruros	P	10 ml	Refrigerar a 4°C	7 días
Sulfatos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	25 días
Cianuros	P ó V	500 ml	Refrigerar, agregar NaOH hasta pH = 12	14 d, 24 hr en presencia S=
Oxígeno disuelto	V	300 ml	Analizar inmediatamente	30 min.
DBO	P ó V	1 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
DQO	P ó V	10 ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	28 días
Aceites y grasas	V (ambar)	1 L	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	24 horas
Hidrocarburos	V (ambar)	1 L	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	7 días
Nitrógeno	P ó V	250 ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	23 días
Nitrógeno Amoniacal		50ml		24 horas
Nitrógeno Orgánico		250ml		28 días
Nitratos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	28 días
Nitritos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Fósforo total	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Fósforo soluble				
Fósforo hidrolizable	P ó V	10 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
SAAM	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Metales :(Cd, Cu, Cr, Mn, Pb, Zn, Fe)	P ó V	500 ml	Agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Arsénico	P ó V	100 ml	Refrigerar, agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Mercurio	V	100 ml	Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2	28 días

Bacterias heterotróficas	* V/P	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Coliformes total y fecal (NMP)	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Coliformes total y Fecal (FM)	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
<i>Salmonella</i> (A/P)		1 L	Refrigerar a 4°C	
Aguas superficiales	V	4 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
Agua potable	V			24 horas
Salmonella (NMP)	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Clostridios sulfato reductores	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Streptococcus fecales	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
<i>Vibrio cholerae</i> (A/P)	V		Refrigerar a 4°C	24 horas
Aguas superficiales		1 L		
Agua potable		4 L		
<i>Vibrio cholerae</i> (NMP)	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Clorofila	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Enteroparásitos	P			
Agua residual cruda	P	1 L	Refrigerar en hielo	24 horas
Agua residual tratada	P	5 L	Refrigerar en hielo	24 horas
Agua superficial	P	5 L	Refrigerar en hielo	24 horas
Agua potable	B	10 L	Refrigerar en hielo	24 horas
Lodos		200 g	Refrigerar en hielo	3 días
Fitoplancton**	P	1 L	Temperatura ambiente	24 horas
Aguas eutróficas		6 L		
Aguas oligotróficas				
Zooplancton	P	1 L	Temperatura ambiente	24 horas
Aguas eutróficas		6 L		
Aguas oligotróficas				

- **Temperatura:** La temperatura en las aguas es un parámetro importante por su efecto en otras propiedades, por ejemplo, aceleración de reacciones químicas, reducción de la solubilidad de los gases, intensificación de sabores y olores, etc. La temperatura del agua se midió utilizando un termómetro protegido de alcohol marca Presición con sensibilidad de 1°C y rango de -10 a 110 °C.
- **Oxígeno disuelto:** El oxígeno disuelto es un parámetro muy importante en el control de la calidad del agua. Las aguas superficiales limpias normalmente están saturadas de oxígeno disuelto, pero la demanda de oxígeno de los desechos orgánicos puede consumirlo rápidamente. Para su determinación existen varios métodos; en nuestro caso, se utilizó el método de Winkler.
- **pH:** Es un parámetro de vital importancia por estar asociado a la temperatura, oxígeno disuelto, mineralización total, entre otros. El pH se determinó con un pH-metro portátil marca Mettler Toledo de lectura digital a la centésima.

Recolección y preservación de muestras para análisis en laboratorio

En cuanto al material y tipo de recipientes a utilizar por parámetro a evaluar, como el volumen mínimo de muestra necesaria, los procedimientos de preservación y el tiempo que puede mantenerse la muestra preservada, se procedió tal como se indica en la Tabla 3.

Análisis de las muestras

Se realizaron conforme a la metodología descrita en la Tabla 2.

Tabla 2. Metodología para determinación de parámetros evaluados.

PARÁMETRO	MÉTODO ESTANDAR
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	APHA-AWWA-WPCF (parte 2540 D)
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	APHA-AWWA-WPCF (parte 5210 B)
Coliformes totales (NMP/100 ml)	APHA-AWWA-WPCF (parte 9222 B)
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	APHA-AWWA-WPCF (parte 9221 C)
Escherichia coli (NMP/100 ml)	APHA-AWWA-WPCF (parte 9260 F)

Fuente: APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.

Tabla 3. Requisitos para la toma de muestra para análisis físico químico y microbiológico del agua.

Esteriles **P** = plástico **V** = vidrio **B** = bolsa de plástico sellado **A/P** = Ausencia / Presencia
SAAM=Sustancias Activas al Azul de Metileno **NMP**=Numero Más Probable
 ** Puede preservarse con formalina, 40 ml de formalina tamponada (20 g de borato de sodio más 1 litro de formaldehído al 37%) para un litro de muestra.

Tratamiento Estadístico

Se hizo utilizando el Microsoft Excel y el programa estadístico SPSS 17.0, para la determinación de las concentraciones medias, desviaciones estándar y correlaciones. El análisis de medias se realizó con la finalidad de comparar las medias aritméticas de todos los parámetros en estudio, de ésta manera se puede conocer si los niveles de cada una de las variables son o no diferentes estadísticamente de un punto de muestreo a otro con un nivel de significación $p < 0.05$. Con éste análisis también se encontró el límite inferior y superior de las concentraciones medias a lo largo del río para todas las variables. Por otro lado el análisis de correlación se efectuó en los tres puntos de muestreo con el objetivo de establecer las correlaciones que se hallan entre los indicadores de contaminación y algunos parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua.

RESULTADOS

Se encontró que los diferentes parámetros, tales como oxígeno disuelto, DBO, pH y sólidos suspendidos totales presentaron valores similares en las Estaciones 1 y 2 (E1 y E2) y un tanto menores en la Estación 3 (E3); por el contrario, los parámetros relacionados con los análisis microbiológicos se presentaron en mayor proporción en la E3 que en las otras dos (Tabla 4).

Se encontró, también, que la flora ficológica estuvo compuesta por 30 especies componentes de seis géneros y distribuidos con algo más de proporción en las E2 y E3 (Tabla 5)

Respecto de los parámetros físicos, químicos y biológicos se encontró que los valores medios de oxígeno, BDO y pH fueron similares, mientras que los valores hallados para estreptococos fue superior al hallado para *Escherichia* (Tabla 6)

Tabla 4. Resultados de los principales parámetros y análisis microbiológicos del agua de la zona costera de la cuenca hidrográfica del río Moche, Departamento de La Libertad, durante Enero–Febrero del 2011.

Parámetro	Estación 1	Estación 2	Estación 3	C 1 A1	C 4
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.43	7.40	5.40	≥ 6	≥ 5
DBO ₅ (mg/L)	7.00	7.00	6.50	3	<10
pH (unidad)	5.00	5.00	6.50	6.5-8.5	6,5-8,5
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	23.00	23.00	21.00	-	$\leq 25-100$
Coliformes totales (NMP/100 ml)	7.43	7.40	12.00	50	3 000
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	7.0	7.0	145.0	0	2 000
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	0.10	0.17	0.20	0	-

Estreptococo fecal (NMP/100 ml)	135.00	154.00	164.0	0	-
Temperatura (°C)	12.00	12.00	12.00		
Caudal (m ³ /seg.)	2.50	2.80	2.80		

Fuente. DIGESA-GESTA AGUA, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua: CATEGORIA 1: Poblacional y Recreacional – A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. CATEGORIA 4: Conservación del Ambiente Acuático - Ríos de la costa y sierra.

Tabla 5. Análisis cualitativo de fitoplancton de la zona costera de la cuenca hidrográfica del río Moche. Enero – Diciembre 2011.

GENERO	ESPECIE	E1	E2	E3
Navicula	<i>Navicula</i> sp.	x		x
	<i>Navicula graciloides</i>		x	
	<i>Navicula exigua</i>		x	x
	<i>Navicula tripunctata</i>	x		x
	<i>Navicula salinarum</i>		x	
	<i>N. suecorum</i>	x	x	x
	<i>Navicula seminulum</i> var. <i>capitata</i>		x	
	<i>Navicula nuda</i> var. <i>capitata</i>		x	x
	<i>Navicula exigua</i> var. <i>capitata</i>	x		x
	<i>Naviculatri punctata</i> var. <i>schizonormoides</i>		x	
	<i>Navicula suecorum</i> var. <i>capitata</i>		x	
Surirella	<i>Surirella linearis</i>		x	
	<i>Surirella elegans</i>	x		x
	<i>Surirella rhauhii</i>	x		x
Synedra	<i>Surirella acus</i>		x	
	<i>Surirella ulna</i>	x	x	
	<i>Surirella ulna</i> var. <i>oxyrhyachus</i>		x	x
	<i>Surirella tabulata</i> var. <i>fasciculata</i>	x		x
	<i>Surirella tabulata</i> var. <i>fragilarioides</i>	x		x
	<i>Surirella amphicephala</i> var. <i>intermedia</i>		x	x
Gomphonema	<i>Gomphonema olivacea</i>	x	x	x
	<i>Gomphonema augur</i>	x	x	
	<i>Gomphonema longipes</i>		x	x
Cymbella	<i>Cymbella</i> sp.			x
	<i>Cymbella cistula</i>		x	x
	<i>Cymbella prostrata</i>	x	x	
	<i>Cymbella cistula</i> var. <i>maculata</i>		x	x
Nitzschia	<i>Nitzschia</i> sp.	x	x	
	<i>Nitzschia linearis</i>	x	x	x
	<i>Nitzschia angustata</i>		x	x

DISCUSIÓN

Para establecer la calidad ambiental de éste cuerpo de agua, en relación a los parámetros físicos, químicos y biológicos determinados durante el monitoreo realizado de Enero a Diciembre del 2011, se ejecutó con criterio y en base a los parámetros establecidos en la norma nacional vigente (D. S. N°002-2008) referente a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Para el caso, se trabaja en base a dos categorías de importancia para los investigadores: **Categoría 1:**

Tabla 6. Resultados estadísticos de parámetros físicos, químicos y biológicos en aguas de la zona costera de la cuenca hidrográfica del río Moche. Enero – Diciembre 2011.

Variable	N	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de Medias	95% Intervalo de Confianza	
					Inferior	Superior
Oxígeno	24	6.7408	.89485	.18266	6.3630	7.1187
DBO	24	6.6208	.59416	.12128	6.3699	6.8717
pH	24	6.0208	.75006	.15311	5.7041	6.3376
Sólidos	24	22.6417	1.39344	.28443	22.0533	23.2301
Colitota	24	20.8742	37.31665	7.61723	5.1167	36.6316
Colitermo	24	66.2917	74.77356	15.26309	34.7176	97.8658
Escherichia	24	.1729	.15879	.03241	.1059	.2400
Estreptoco	24	150.0417	20.82114	4.25010	141.2497	158.8337
Temperat	24	13.1250	.69548	.14196	12.8313	13.4187
Caudal	24	1.4482	.96538	.19706	1.0406	1.8559

Tabla 7. Matriz de correlación entre los parámetros analizados en aguas de la zona costera de la cuenca hidrográfica del río Moche. Enero – Diciembre 2011.

	O ₂	DBO	pH	SST	CTo	CTe	Ec	Ef	T°	Q
O ₂	1.000									
DBO	(**) 0.633	1.000								
pH	(**) -0.76	(**) -0.74	1.000							
SST	(**) 0.534	0.229	(*) -0.40	1.000						
CTo	-0.26	-0.32	(*) 0.370	-0.12	1.000					
CTe	(**) -0.71	(*) -0.44	(**) 0.744	-0.26	(**) 0.654	1.000				
Ec	0.105	(*) 0.421	0.061	-0.01	-0.06	0.137	1.000			
Ef	-0.28	-0.12	0.087	(*) 0.442	0.014	0.282	0.100	1.000		
T°	0.066	-0.22	0.312	0.333	-0.01	0.052	0.280	0.172	1.000	
Q	(*) -0.40	0.002	0.114	(**) -0.57	0.020	0.289	0.114	-0.05	(**) -0.60	1.00

n = 24; (*) P < 0.05; () P < 0.01; SST = Sólidos suspendidos totales; CTo = Coliformes totales; CTe = Coliformes termotolerantes; Ec = *Escherichia coli* Ef = *Estreptococo fecal*; T° = Temperatura; Q = Caudal**

poblacional y recreacional, ítem Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; y **Categoría 4: conservación del ambiente acuático**, ítem Ríos de la sierra.

Validando estadísticamente todos los resultados obtenidos, en el cuadro N° 11 se presentan las concentraciones medias de los parámetros físicos, químicos y biológicos para la cuenca en estudio de forma global. En donde se observan las desviaciones estándar y los niveles superiores e inferiores de los valores medios, con un nivel de significación de $p < 0.05$. Estos últimos son de importancia cuando es necesario predecir los niveles mínimos y máximos de un cierto parámetro a lo largo del río; cabe indicar que en la cuenca estudiada los coliformes termotolerantes presentan desviaciones estándar superiores a las concentraciones medias; por lo tanto, podemos inferir que la dispersión en los resultados son debidas principalmente a variaciones espaciales como acumulaciones de materia orgánica en cierto punto de muestreo.

El análisis de correlación lineal de Pearson, donde se establecen los grados de asociación que existen entre las variables analizadas durante toda la temporada de muestreo. En el estudio de la matriz de correlación en el río Moche se observa que existen correlaciones significativas entre parámetros físicos, químicos y biológicos. Las variables que se relacionan linealmente son: DBO-O₂, pH-O₂, SST-O₂, CTe-O₂, pH-DBO, CTe-pH, Q-SST, CTe-CTo, Q-T°, con un alto nivel de significancia de $p < 0.01$. Mientras que el Q-O₂, CTe- DBO, Ec-DBO, SST-pH, CTo-pH, Ef-SST, están correlacionados significativamente con $p < 0.05$. Las correlaciones entre los parámetros indican que tienen un origen común y similitud geoquímica⁵.

De igual manera del análisis de correlación se desprenden algunas independencias entre los parámetros físicos, químicos y biológicos, con coeficientes de correlaciones inferiores a 0.5. Esto también se puede explicar por las relaciones que existen entre las épocas de muestreo, que están íntimamente ligadas al caudal del río y la dilución o no de los elementos a estudiar o analizar; tal como lo afirma⁶, haciendo hincapié de la importancia que tiene la medición del caudal porque influye en la dilución de los contaminantes, y condiciona la calidad del agua de los ríos.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a las características físicas, químicas y biológicas, la calidad de agua de la zona costera de la cuenca hidrográfica del río Moche se encuentra dentro de los límites establecidos por los estándares de calidad ambiental (ECA), para ser utilizado como agua potable y para la conservación del ambiente acuático.
- La contaminación de las aguas de la zona costera del río Moche, especialmente por coliformes, está siendo acelerada por la presión antropogénica.
- Los parámetros químicos y bacteriológicos, que se han encontrado en algunas estaciones de muestreo, por encima de los límites establecidos por los estándares de calidad ambiental (ECA), representan un riesgo latente para la salud humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Paredes J. Integración de la modelación de la calidad del agua en un sistema de ayuda a la decisión para la gestión de recursos hídricos. Tesis de Doctor en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2004.
2. Vink R, Behrendt H, Salomon W. Development of the heavy metal pollution trends in several European rivers: an analysis of point diffuses sources. *Water Scien Technol* 1999; 39 (12): 215-223.
3. Behrendt H. Detection of anthropogenic trends in time series loads using Windows of discharge and long-term means. Report of the ICES/OSPAR workshop on the identification of statistical methods for temporal trends, ICES 1997; 25-26.
4. APHA – AWWA – WPCF. Métodos normalizados para el análisis del agua potable y residual. 17° ed. España: Edit. Díaz de los Santos S.A. 1989.
5. Tsai L, YU K, CHANG J, HO S. Fractionation of Heavy metals in Sediment Cores from the Ell-Ren River Taiwan. *Water Scien Technol* 1998; 37: 217-224.
6. Repetto E, Matto C. El agua una sustancia diferente e indispensable. Editorial Taravilla. Madrid – España. 1999.