

IMPACTO AMBIENTAL EN SEDIMENTOS MARINOS SUPERFICIALES POR RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES Y URBANOS

ENVIRONMENTAL IMPACT IN SUPERFICIAL MARINE SILTS FOR INDUSTRIAL AND URBAN LIQUID RESIDUALS

Carlos Cabrera Carranza*, M. Maldonado D**, L. Romero Ch.***

RESUMEN

Las descripciones del impacto ambiental son necesarias para predecir los efectos de proyectos específicos sobre áreas definidas y a menudo pequeñas, como el caso de la bahía de Chancay. Generalmente en esta bahía se descargan aguas residuales de la industria pesquera y vertimientos urbanos. El impacto ambiental causado en los sedimentos marinos se deduce de la evaluación de las condiciones biooceanográficas que presenta esta bahía.

Estos impactos generados varían en función a la sensibilidad o fragilidad de la variable ambiental, es así, por ejemplo, que un impacto sobre una de ellas puede comprometer el resto en la cadena trófica.

Es el caso de la presente investigación, el impacto ambiental se produce a corto plazo y se da cuando las plantas de procesamiento industrial pesquero están operativas, y el de largo plazo se da por la acumulación de residuos y contaminantes que pueden llegar a ser irreversibles o inevitables en el tiempo.

El proceso de identificación y evaluación de impactos se hizo a través de matrices de interacción causa-efecto, que nos permite identificar y cuantificar de manera sistemática las características de los impactos que ocasionan los vertimientos sobre los sedimentos superficiales de la bahía de Chancay.

Se puede concluir que los impactos ambientales se encuentran asociados con los aportes de material orgánico en todas sus formas, provenientes de los diversos efluentes; a pesar que en esencia no están constituidos por sustancias o compuestos considerados como tóxicos o peligrosos.

El aporte total de carga orgánica por los diversos efluentes líquidos de la actividad industrial pesquera y vertimientos urbanos, calculado en 36,851.53 TMB DBO₅/año, hacen que se presenten cambios en la calidad de las aguas y sedimentos, llegando incluso a 0.00 ml/L de O₂, 100 mg/L de DBO₅ y 0.00 bits/ind., constituyendo un impacto severo por los efectos en el ecosistema y el paisaje del área de estudio.

Palabras clave: Residuos líquidos industriales, impacto ambiental, sedimentos marinos, Benthos.

ABSTRACT

Descriptions of environmental impact are necessary to predict the effects of specific projects on defined and often small areas, as is the case of the bay of Chancay. In this bay residual water from the fish industry and urban spilling are usually discharged. Environmental impact caused on marine sediments is deduced from an evaluation of the bio-oceanographic conditions this bay presents.

Impacts generated this way vary according the environmental variable's sensitivity or fragility, thus it is, for example, that impact on whichever of them can put the rest of the trophic chain in danger.

* Departamento Académico de Ingeniería Geográfica - Universidad Nacional Mayor de San Marcos. E-mail: ccabrera@unmsm.edu.pe

** Departamento Académico de Geografía - Universidad Nacional Mayor de San Marcos. E-mail: mmaldonadod@unmsm.edu.pe

*** Departamento Académico de Zoología - Universidad Nacional Mayor de San Marcos. E-mail: Lromeroch@unmsm.edu.pe

Such is the case of this research, environmental impact is produced on the short-run and takes place when fishing industrial processing plants are working. The one on the long-run takes place due to the gathering of residues and pollutants that can become irreversible or unavoidable as time goes.

The impacts evaluation and identification processes were made through interaction matrixes of cause-effect, which allows us to identify and quantify the characteristics of those impacts causing the spillings of the Bay of Chancay's shallow sediments in a systematic way.

We can conclude that environmental impacts are associated with addition of organic materials in all its forms, originating from the various effluents, even though they are not essentially made up of substances or compounds considered to be toxic or dangerous.

The whole addition of organic charge, by the various liquid effluents or from the fishing industrial activity and urban spilling, calculated in 36,851.53 TMB DBO₅/year, make changes on water and sediments quality, reaching up to 0.00 ml/L of O₂, 100mg/L of DBO₅ and 0.00 bits/ind., turning into a severe impact because of the effects on the research area ecosystem and landscape.

Keywords: Liquid industrial residues, Environmental impact, Marine sediments, Benthos.

I. INTRODUCCIÓN

El conocimiento del estado del medio marino costero, como resultado de las actividades antropogénicas en el litoral peruano, ha sido motivo de estudio por varios científicos. El fin ha sido el de promover el control y protección de la zona costera, es así como en el marco del plan de acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste, en 1991, se concluyó que es el crecimiento de la población y los centros industriales los que vienen afectando seriamente importantes zonas del litoral peruano, particularmente las zonas cerradas.

En el Perú, son las descargas domésticas y mineras las que ocasionan mayor contaminación en las aguas receptoras, las primeras por el volumen de sus vertimientos, y las segundas, por el vertimiento de sustancias tóxicas.

La estructura del macrobentos marino y su relación con los factores condicionantes han sido estudiados frente a las costas de Lima Metropolitana por Valle (1998), concluyendo que existen dos zonas: La bahía del Callao, donde la contaminación es de origen orgánico y químico y la bahía de Miraflores, exclusivamente orgánica, con hábitat del tipo disóxico severo (< 0.45 ml/l de oxígeno disuelto) en profundidades hasta de 65 m.

Por otra parte, las playas de la ciudad de Chancay se encuentran altamente contaminadas por las descargas de los efluentes de la industria pesquera y la presencia de descargas de colectores urbanos, éstas pueden considerarse como las principales fuentes que provocan la contaminación de las aguas costeras de Chancay. Por estas consideraciones el presente trabajo tiene como obje-

tivos evaluar el impacto ambiental que ocasionan los vertimientos urbanos e industriales en las comunidades biológicas presentes en los sedimentos superficiales de la bahía de Chancay.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en la bahía de Chancay, provincia de Huaral, Lima. Se encuentra entre los paralelos 11° 23' - 11° 36' de latitud Sur y los meridianos 77° 12' - 77° 23' de longitud Oeste de Greenwich, a 72 km al norte de la ciudad de Lima, Perú. Las evaluaciones ambientales fueron realizadas durante el año 2000, donde se estableció una red de estaciones biooceanográficas que se detallan en la Figura N.º 1.

La metodología seguida para el muestreo en sedimentos marinos e identificación de comunidades y biotopos es de acuerdo a IMARPE, y según Paredes y Tarazona (1980) son evaluadas, entre otros, el macrobentos, los metales pesados, la materia orgánica, los carbonatos, la granulometría y los sulfuros presentes en los sedimentos. En el estudio del macrobentos se seleccionaron cuatro transectos perpendiculares a la línea de costa, estos transectos coinciden con la ubicación de los efluentes líquidos industriales y domésticos. Se tomaron tres muestras repetidas por estación, esto permitió conocer el comportamiento de las comunidades bentónicas; asimismo permitió analizar los cambios en la estructura del sedimento marino por efectos de los contaminantes marinos. El análisis primario del macrobentos consiste en la determinación de la composición por especies y densidad (N.º de individuos / 0.4 m²). La diversidad biológica del macrobentos se determinó a través del Programa Premier (Univariate Diversity Indices).

La materia orgánica y los carbonatos se determinaron mediante el método de Dean (1974), la granulometría se analiza de acuerdo al Sistema Unificado de Suelos (SUCS), los metales pesados son sometidos a las técnicas de Perkin mod. (1974) y los sulfuros según la técnica de Winkler modificado.

La metodología de evaluación y valoración de impactos ambientales se realiza mediante la aplicación de matrices de interacción causa-efecto propuesta por el Ministerio de Pesquería (2001).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El macrobentos fue evaluado en etapas coincidentes con la actividad de producción de harina y aceite de pescado. Durante esta etapa se encontraron 17 especies repartidas de la siguiente manera: 1 especie de bivalvo, 2 especies de gasterópodos, 9 poliquetos y 5 especies agrupados en «otros» que incluyen a *Actinaria*, *Echiurida*, *Nematoda*, *Nemertea* y *Sipuncula*.

El grupo de mayor número de especies fue el grupo de los poliquetos con 81.74% del total de especies, seguido del grupo «otros» con 14.02%, los gasterópodos con 3.96% y los bivalvos con 0.26%.

Dentro de los poliquetos, la especie dominante fue *Phragmatopoma moerch* con 75.08 %; seguido de *Magelona phyllisae* con 17.80 %; y *Typosyllis magdalena* con 3.24% (Tabla N.º 1).

La estación 10 fue la que presentó mayor número de especies y mayor densidad de individuos, esta estación está distante del área de influencia de la actividad industrial pesquera.

De acuerdo a los registros encontrados, los valores de diversidad son bajos, fluctuando entre 0 y 0.5807 bitios. El mayor valor de diversidad se encontró en la estación 6, con 0.5807 bitios, estación ubicada en la parte central y extrema de la bahía de Chancay a una profundidad de 12 metros (Tabla N.º 2).

Los metales pesados en los sedimentos superficiales de la bahía de Chancay fueron evaluados en la Estación 4. Las concentraciones alcanzadas fueron: el Pb alcanzó 6.0 ppm, el Cu 17.0 ppm, el Cd 0.5 ppm y el Hg alcanzó 1.0 ppm, por otro lado, la concentración de sulfuros llegó a valores de hasta 39 mg/kg (Tabla N.º 3). Estas concentraciones reflejan una alta descomposición, pudiendo ser el reflejo de la alta carga orgánica que se vierte a la bahía de Chancay.

Las concentraciones de materia orgánica encontradas estuvieron en el rango de 0.77% en la st. 10 y 2.44% en la st. 4, mientras que los carbonatos guardan una relación directamente proporcional a las concentraciones de materia orgánica con rangos que van de 1.72% a 3.40% para las Estaciones 10 y 8, respectivamente. El análisis físico granulométrico reporta que los mismos presentan el 90.27% de sedimentos arenosos y el 9.73% de sedimentos fangosos (limos y arcillas), en la Estación 4 (Tabla N.º 3). El tamaño de grano del sedimento guarda relación con las concentraciones de materia orgánica presente en los sedimentos marinos, para esta fecha de estudio.

El impacto ambiental causado en los sedimentos marinos se deduce en la presente investigación, de la evaluación de las condiciones ambientales que presenta esta bahía.

Estos impactos generados varían en función a la sensibilidad o fragilidad de la variable ambiental, es así por ejemplo que un impacto sobre una de ellas puede comprometer el resto en la cadena trófica. Este impacto puede ser positivo o negativo, directo o indirecto, reversible o irreversible. En el caso de la presente investigación, el impacto ambiental se produce por la acumulación de residuos y contaminantes que pueden llegar a ser irreversibles o inevitables en el tiempo.

La Matriz de Impactos (Tabla N.º 4) es una herramienta que permite cuantificar de manera sistemática las características de los impactos que ocasionan los vertimientos industriales y urbanos sobre los sedimentos superficiales de la bahía de Chancay. Estos impactos se definen según las siguientes características: magnitud, extensión o distancia del impacto, duración y resiliencia.

Para la magnitud de impacto sobre los sedimentos del fondo marino se toma como indicador el contenido de materia orgánica de los sedimentos (base seca), bajo la premisa de que a menor contenido de materia orgánica las condiciones son mejores para el desarrollo de la comunidad del bentos, en este caso el impacto fue moderado por alcanzar 2.44% en la concentración de materia orgánica.

En el caso de la magnitud de impacto sobre los ecosistemas acuáticos, se toma como indicador de impacto el estado de la biodiversidad de los organismos bentónicos. El parámetro utilizado es el índice de diversidad que se expresa en bits por individuos. El estado de las comunidades bentónicas es un buen indicador del estado de las demás es-

pecies acuáticas, puesto que tienen baja movilidad, variados niveles tróficos, ciclo de vida corto y estrecho contacto con los contaminantes del sedimento, la diversidad alcanzada llega a 0.00 bits/individuo, por lo que el impacto es severo.

La extensión del impacto sobre los sedimentos del fondo marino se refiere al área de fondo marino que se espera sea alterado por efecto de la descarga de los efluentes. La alteración se mide en términos del área de sedimentos, donde el contenido de materia orgánica es superior al 5%. Se presentan los rangos referidos al radio alrededor del punto de descarga, para el caso estudiado el impacto es severo porque es muy probable que a mayor radio de acción del punto de vertimiento de las plantas industriales (más de 500 m) la concentración de materia orgánica incremente.

La extensión del impacto sobre los ecosistemas acuáticos se refiere al área donde el índice de diversidad de las comunidades bentónicas va a disminuir a menos de 2 bits/individuo, se mide como el radio alrededor del punto de descarga. En este caso, el impacto es severo, ya que en un radio mayor de 500 m alrededor de los puntos de vertimientos la diversidad del macrobentos estuvo incluso en 0.00 bits / individuo.

La duración del impacto sobre los sedimentos del fondo marino se mide por el tiempo que se espera que dure el impacto de los vertimientos de las plantas de procesamiento industrial pesquero sobre el fondo marino. Es decir, se estima que dentro de algún tiempo, los sedimentos excederán un 5% de contenido de materia orgánica. En este caso por la dinámica de circulación que presenta la bahía Chancay, se estima que este impacto sea moderado, sin embargo es necesario reforzar estudios de la velocidad de caída de las partículas para corroborar esta afirmación.

La duración del impacto sobre los ecosistemas acuáticos, se mide según el porcentaje del tiempo en que el índice de diversidad está por debajo de dos bits por individuo durante un lapso de 5 años. El índice de diversidad se mide en muestras tomadas dentro de un radio de 200 m alrededor del punto de descarga. El impacto asumido es severo, ya que existen reportes históricos en los cuales, durante etapas de producción pesquera, la diversidad se encuentra por debajo de 2 bits/individuo dentro de un radio de 200 m, con una frecuencia de muestreos mayores del 25%.

La resiliencia de los sedimentos es un buen indicador, medido a través de la composición

granulométrica de los sedimentos; mientras mayor sea el diámetro de las partículas de sedimento, mayor facilidad tendrá para recuperarse del impacto de los efluentes de las plantas industriales. En este caso, por tener una textura del 90.27 % de composición arenosa y 9.73 de limos y arcillas existe una tendencia a recuperarse del impacto, razón por la cual el impacto se asume como moderado.

Para la resiliencia de los ecosistemas acuáticos se toma en cuenta el tiempo que tardan las comunidades bentónicas en recuperar su biodiversidad a un nivel mayor de 2 bits/individuo, luego de ocurrido el impacto. Por las condiciones ambientales que presenta este ecosistema, el impacto puede considerarse como severo por el tiempo que duran las vedas, al no dejar recuperar la diversidad del macrobentos y mantenerse casi siempre menores a 2 bits/individuo.

IV. CONCLUSIONES

1. El aporte total de carga orgánica, por los residuos industriales líquidos, incluidos los de la actividad industrial pesquera y los residuos líquidos urbano-domésticos, calculados en 36,851.53 TMB DBO₅/año, así como las concentraciones de grasas, aceites y residuos inorgánicos de la limpieza de las plantas, hacen que las características físicas, químicas y biológicas de los sedimentos marinos superficiales se vean alteradas, manifestándose cambios en la diversidad biológica, incluso llegando a 0.00 bits/individuo en el macrobentos.
2. El impacto que ocasionan los vertimientos líquidos industriales y urbanos en la bahía de Chancay, en términos generales, puede considerarse como un impacto severo, el cual está asociado con los aportes de material orgánico e inorgánico en todas sus formas.

V. BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Carranza C. (2002). Estudio de la contaminación de la bahía de Chancay. Propuesta de recuperación. Tesis Magíster. UNMSM. 300 pp.
2. Canter, Larry. W. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental*. Edit. Mc Graw Hill, España.
3. Duffus John H. (1983). *Toxicología Ambiental*. Ediciones Omega S.A. Barcelona, 157 pp.

4. Gómez Orea D. (2002). Evaluación de impacto ambiental. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 750 pp.
5. Ministerio de Pesquería. (2001). Guía para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (EIA). En *El Peruano*. Separata Especial., 40 pp.
6. Valle Rubio Sonia, (1998). Estructura del Macrobentos Marino frente a Lima y sus factores condicionantes. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM, 97 pp.

Tabla N.º 2. Índices de diversidad biológica (Shannon) del macrobentos en sedimentos de bahía de Chancay.

Programa Primer 04/04/01
 Diverse
 Univariate Diversity indices
 Worksheet
 File: C:\PRIMER 5\Examples\CARLOS3.xls
 Sample selection: All
 Variable selection: All

Sample	N.º Especies	Abundancia	d	J'	H'(loge)	λ
Lambda'						
E1M1	0	0	****	****	0	****
E1M2	0	0	****	****	0	****
E1M3	0	0	****	****	0	****
E2M1	0	0	****	****	0	****
E2M2	1	2	0	****	0	0
E2M3	1	1	****	****	0	****
E3M1	0	0	****	****	0	****
E3M2	3	8	0.9618	0.9851	1.082	0.75
E4M1	1	1	****	****	0	****
E4M2	3	6	1.116	0.7897	0.8676	0.6
E4M3	0	0	****	****	0	****
E5M1	0	0	****	****	0	****
E5M2	0	0	****	****	0	****
E5M3	0	0	****	****	0	****
E6M1	3	8	0.9618	0.6696	0.7356	0.4643
E6M2	3	18	0.692	0.3876	0.4258	0.2157
E6M3	1	6	0	****	0	0
E7M1	0	0	****	****	0	****
E7M2	0	0	****	****	0	****
E7M3	0	0	****	****	0	****
E8M1	0	0	****	****	0	****
E8M2	0	0	****	****	0	****
E8M3	2	4	0.7213	0.8113	0.5623	0.5
E9M1	0	0	****	****	0	****
E9M2	0	0	****	****	0	****
E10M1	1	17	0	****	0	0
E10M2	8	296	1.23	0.4191	0.8716	0.38
E11M1	1	10	0	****	0	0
E11M2	1	1	****	****	0	****
E11M3	0	0	****	****	0	****
E12M1	0	0	****	****	0	****
E12M2	0	0	****	****	0	****
E12M3	0	0	****	****	0	****

Fuente: Programa Premier.

Tabla N.º 3. Condiciones ambientales de los sedimentos superficiales de la bahía de Chancay, abril 2000.

Estación	Profundidad (m)	Arenas (%)	Fango (%)	MOT. (%)	CaCO ₃ (%)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Hg. (ppm)	Sulfuros (mg/kg)
4	6	90.27	9.73	2.44	2.03	6.0	17.0	0.5	1.0	3.9

Tabla N.º 4. Matriz de evaluación de impactos en sedimentos superficiales.

	Variable	Compatible	Moderado	Severo	Crítico
Magnitud impacto sobre sedimentos de fondo	Materia Orgánica		2.44 %		
Magnitud impacto sobre ecosistemas acuáticos	Diversidad sedimentos (bits/ind)				0.00
Eñtensión impacto sobre sedimentos de fondo	Radio alrededor punto vertimiento			> 500- 1000 m	
Eñtensión impacto sobre ecosistemas acuáticos	Radio alrededor punto vertimiento			> 500- 1000 m	
Duración impacto sobre sedimentos de fondo	Tiempo		1 - 10 años		
Duración impacto sobre ecosistemas acuáticos	Total de muestreos			> 25- 50 %	
Resiliencia en sedimentos de fondo	Tamaño grano		>0.063- 2 mm (Arenas)		
Resiliencia en ecosistemas acuáticos	Tiempo de recuperación			> 1 año- 5 años	

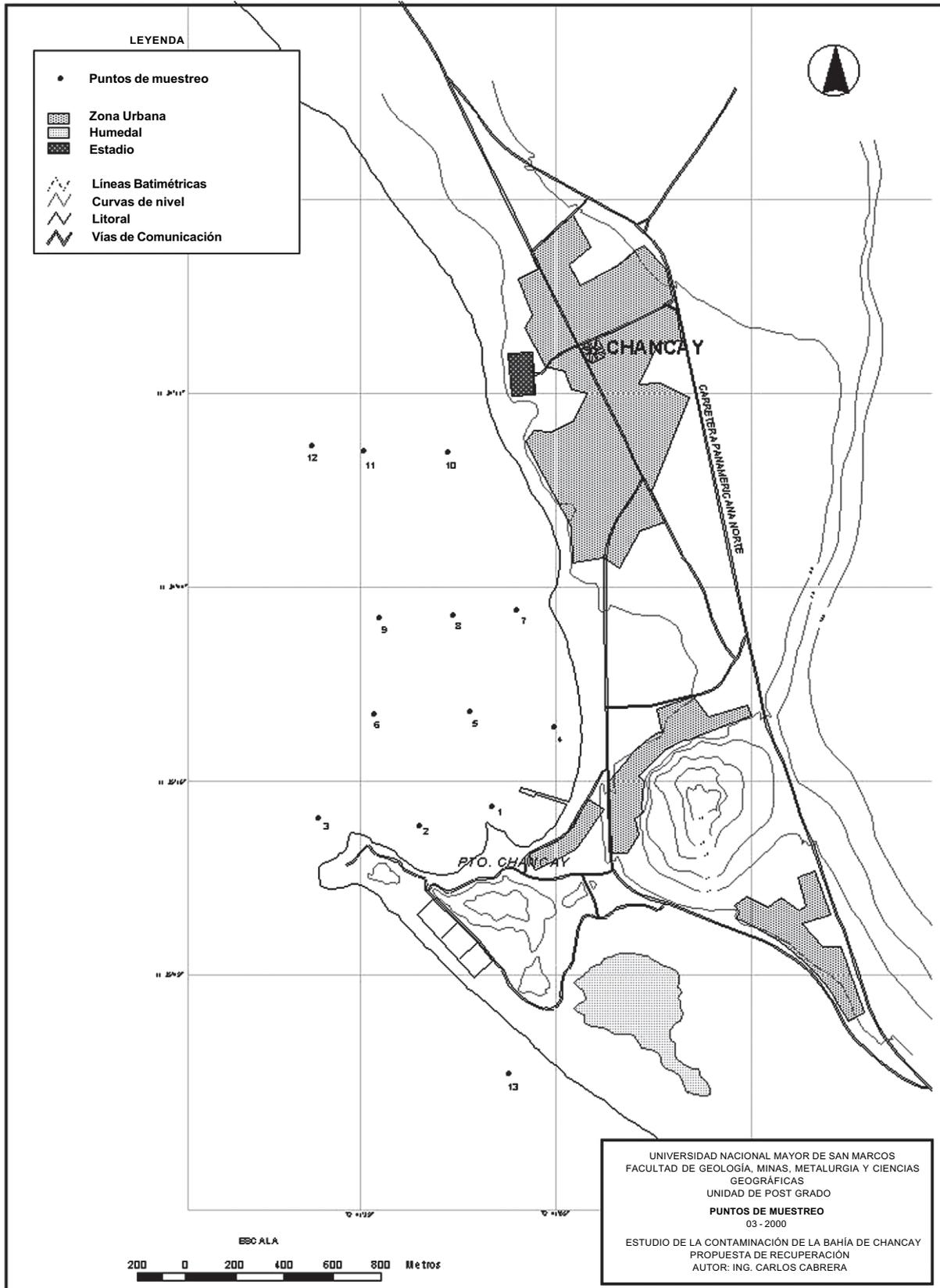


Figura N.º I. Bahía de Chancay, estaciones de muestreo.