

# CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

FORO CONSULTIVO  
CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

Sistema para el monitoreo de la calidad del agua

La Paz, B.C.S., a 9 de mayo de 2010



Sergio F. Martínez Díaz y Martín Hernández Rivas



CICIMAR- Instituto Politécnico Nacional

## Problemática

El desarrollo de las actividades humanas va invariablemente acompañado de impactos sobre los ecosistemas. Sin embargo, es importante tomar medidas para minimizar sus efectos y prevenir daños irreversibles. Actualmente en México existe un programa de mejoramiento de las playas denominado "playas limpias" que tiene el propósito de promover el turismo sustentable. Lo anterior implica entre otras medidas, contar con un monitoreo continuo de la calidad ambiental y garantizar su continuidad a través de la participación de diferentes sectores sociales y gubernamentales.

La importancia de monitorear de forma permanente el estado de salud de las aguas mexicanas obliga a establecer programas de muestreo a través de Estaciones Marinas a fin de tener información casi en tiempo real del nivel bacteriano de origen antrópico, particularmente en las playas mexicanas de interés social y turístico.

En particular en el área de La Paz B.C.S., se ha proyectado un desarrollo que incluye todo el margen de la ensenada y la parte Sur de la Bahía de La Paz ([http://projects.gsd.harvard.edu/lapaz/index\\_s.html](http://projects.gsd.harvard.edu/lapaz/index_s.html)). Este desarrollo incluye la instalación de áreas habitacionales, turísticas y recreativas en áreas naturales como la barrera arenosa denominada El Mogote, sobre las cuales la sociedad ha manifestado la justificada preocupación de que su instalación y operación no conlleve deterioros ambientales que pongan en riesgo la estabilidad del ecosistema.

Este proyecto modelo de calidad de agua, forma parte de una propuesta integral de monitoreo de la calidad ambiental en el área de influencia de los nuevos desarrollos de la ciudad de La Paz. En particular, se analiza la calidad sanitaria de la Ensenada de La Paz mediante una red de 11 estaciones fijas en donde se evalúa la presencia de coliformes totales, fecales y enterococos, los cuales son los parámetros que mejor reflejan los riesgos sanitarios por contaminación fecal en un cuerpo de agua.

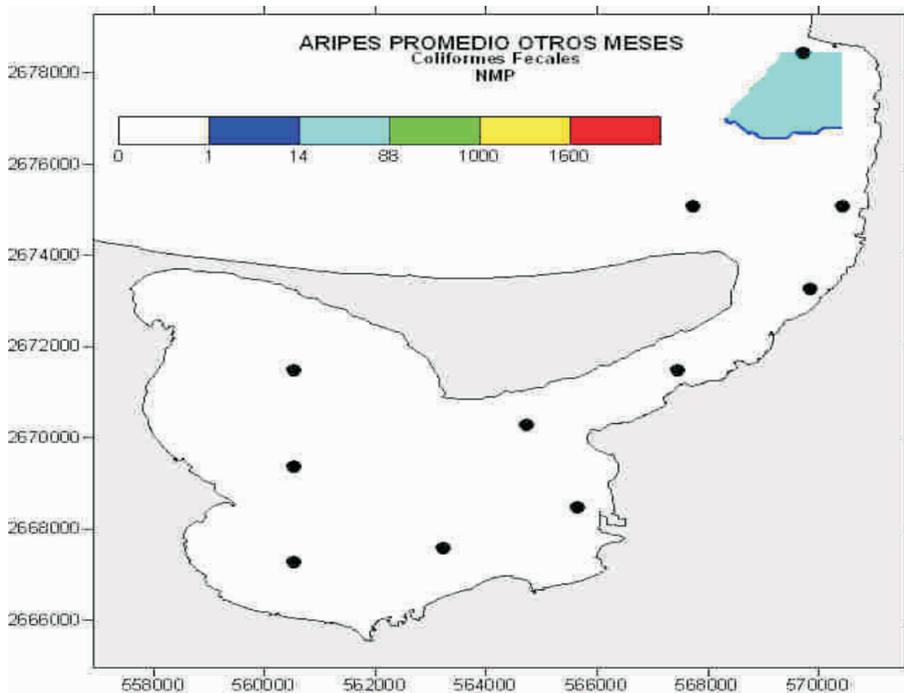


Fig. 1. Distribución de coliformes en la ensenada de La Paz de Julio 2008 a Junio de 2009 (promedio anual excepto Septiembre y Diciembre de 2008).

## Usuarios

La información del presente estudio se ha originado a raíz de la condicionante de la SEMARNAT al proyecto "Paraíso del Mar"; sin embargo, constituye una herramienta para los representantes de los gobiernos municipal, estatal y federal, para que sea tomada en cuenta en las acciones ejecutivas y legislativas que promuevan mejoras en manejo de descargas residuales de la ciudad de La Paz (o de cualquier otra en situación similar) y el saneamiento de sus cuerpos de agua que constituyen un importante recurso natural y cuyo usuario final es la población.

## Proyecto

Por muchos años, la ensenada de La Paz recibió la descarga directa de aguas residuales de la ciudad, varios autores reportaron altos niveles de contaminación durante las décadas de 1970 y 1980. Para 1978 se reportó la presencia de elevados niveles de coliformes fecales en organismos indicadores de calidad de agua como la almeja voladora y ostión; sin embargo, se sugirió que existe una elevada capacidad de dilución en la ensenada ya que los valores de coliformes disminuían rápidamente desde los puntos de descargas de aguas residuales hasta llegar a valores de 450 NMP/100 mL a unos metros de la descarga. Estos datos fueron corroborados en otros estudios realizados durante 1977 y 1995 donde se determinó una discontinuidad en la presencia de coliformes, lo cual pudo ser influenciado por lo intermitente de las descargas y por el efecto de las corrientes marinas ([investigacion.izt.uam.mx/oct/BCS/BLaPaz.doc](http://investigacion.izt.uam.mx/oct/BCS/BLaPaz.doc)).

Tras el establecimiento de mejoras en la disposición de aguas residuales urbanas en la ciudad de La Paz, la condición sanitaria en la Ensenada fue mejorando. En un estudio realizado entre 1997 y 1998, se determinó que las algas del género *Enteromorpha* extraídas del malecón de La Paz podían ser adecuadas para exportación, pues no contenían *Salmonella* y los niveles de coliformes no rebasan los niveles permitidos ([www.biblioteca.cicimar.ipn.mx/oasis/tesisdesplegaredetalles.php?id=197](http://www.biblioteca.cicimar.ipn.mx/oasis/tesisdesplegaredetalles.php?id=197)). Sin embargo, en este estudio no se consideró el efecto postcosecha en la disminución de la carga bacteriana por lo que no necesariamente reflejaba el estado sanitario de la ensenada.

Con el fin de evaluar el estado de la ensenada de La Paz, se han realizado colectas mensuales, desde julio de 2007 hasta la fecha en una red de once estaciones de

muestreo distribuidas en la ensenada de La Paz, canal de entrada y boca de la ensenada. En cada estación se tomaron muestras de superficie de agua marina y se determinó el número de bacterias siguiendo los procedimientos de la Norma Oficial Mexicana (NOM-112-SSA1-1994) para coliformes totales y fecales, las cuales se reportan como el Número Más Probable (NMP) en un volumen conocido de agua.

Los resultados indican que durante la mayor parte del año, la ensenada de La Paz posee las características adecuadas para uso recreativo y pesca, ya que el promedio de coliformes totales se mantiene alrededor de 8.67 NMP/100 mL y solo en el 10% de los casos se superaron los 14.34 NMP/100 mL, mientras que la norma establece un máximo permisible de 2000 NMP/100 mL. En cuanto a bacterias fecales, el valor promedio estuvo en 2.32 NMP/100 mL de agua, el cual es un valor muy por debajo del máximo aceptado por la norma que es de 1000 NMP/100 mL (Figura 1).

Es importante considerar los efectores naturales que pueden disparar la carga bacteriana en los cuerpos de agua y que no necesariamente reflejan la salud de los mismos. En este sentido, para el cálculo de los valores promedio en la ensenada de La Paz, no se tomaron en cuenta los meses de Septiembre y Diciembre de 2007, ya que en estos meses se presentó un incremento en los niveles de contaminación fecal provocado por el arrastre de aguas residuales de la ciudad de La Paz durante los periodos de lluvia (Figura 2). En dichos meses, el muestreo coincidió con una precipitación abundante, en el primer caso debida a la presencia del huracán Henrriette y en el segundo caso por las lluvias de diciembre. En ambos casos los coliformes se incrementaron significativamente y fueron superiores a los límites máximos que permite la Norma Oficial para aguas de contacto directo con humanos en actividades recreativas. En ambos casos los mayores niveles de contaminación se tuvieron en las estaciones de muestreo 4, 5, 6 y 7 que se encuentran frente al ejido Chametla, Marina Fidepaz, frente al CICIMAR y en la parte central del canal de la ensenada.

Actualmente el tratamiento de aguas residuales de origen urbano, comercial e industrial, es un reto crítico para los administradores del sistema de agua. Como se ha visto en el presente caso de estudio, la insuficiencia de los sistemas de recolección puede provocar la contaminación del agua, el deterioro de la salud de los ecosistemas marinos y probablemente la incidencia de enfermedades. Sin embargo, la solución no parece fácil ya que la ciudad de La Paz, como otras ciudades ubicadas en las costas de México, no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial adecuado. Además de que es necesario hacer énfasis en la corrección de derrames accidentales que frecuentemente terminan en las aguas de la ensenada y Bahía de La Paz y que son frecuentes en la ciudad, pues representan un riesgo para la salud de los habitantes. Adicionalmente es importante ubicar las zonas de mayores descargas accidentales y aquellas en las que la fauna local contribuye a incrementar los valores de contaminación (como los sitios de alta incidencia de aves y mamíferos); con el fin de proponer medidas que efectivamente contribuyan a corregir dicho problema.

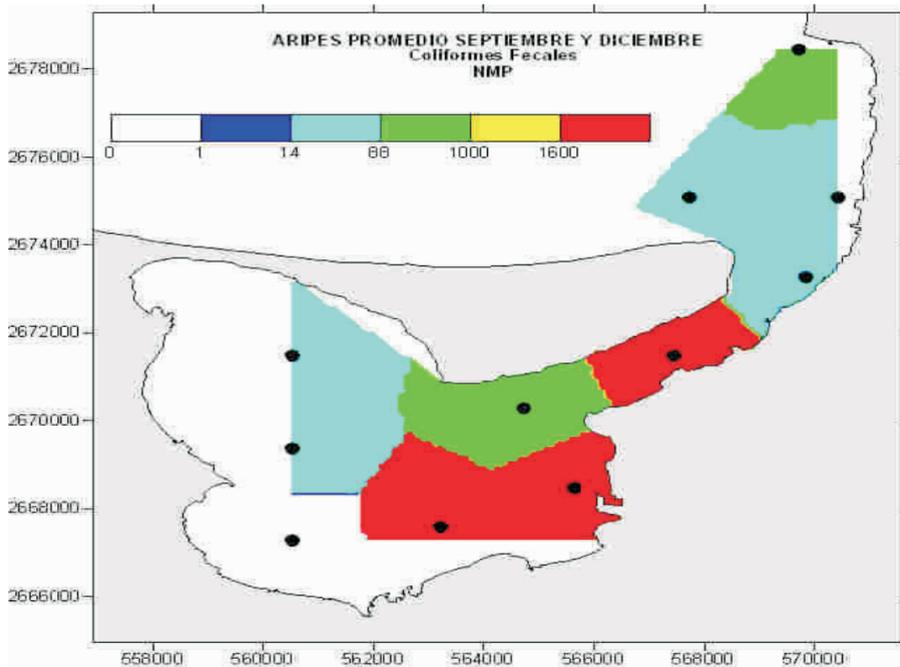


Fig. 4. Distribución de coliformes en la ensenada de La Paz promedio Septiembre y Diciembre de 2008 después de eventos de lluvia.

## Impacto socioeconómico

El monitoreo de la zona costera mexicana y la detección oportuna de los puntos de contaminación redundará en una planeación y programación eficaz de obras y acciones que permitan proteger la salud humana y el medio ambiente. Dichas acciones se traducirán en contar con sitios de playa competitivos a nivel internacional, garantizando una alta calidad en la oferta de servicios turísticos, los cuales contribuyen a la captación de divisas. La ensenada de La Paz, al igual que muchos cuerpos de agua en México es un sitio utilizado por los pescadores ribereños cuyos productos se ofertan en el mercado local y es un sitio utilizado por muchas familias para la extracción de almejas; por lo que el monitoreo continuo permitirá determinar las épocas y zonas en las cuales estas actividades deberán ser restringidas o suspendidas. Actualmente en la existe una tendencia hacia el crecimiento de la infraestructura turística de La Paz como una de las principales actividades económicas ya que las actividades agrícolas e industriales son incipientes, por lo que el monitoreo continuo beneficiará de manera importante a este sector.

Es importante resaltar la necesidad de implementar y mantener redes de monitoreo ambiental en otros sitios de México y que en la medida que exista una mayor participación de los gobiernos municipales y estatales así como de empresas privadas; los proyectos como el presente derivarán en acciones coordinadas que tendrán mayor impacto en el mejoramiento y preservación del ambiente. Sobre todo en sitios donde existen grandes desarrollos turísticos, como Cancún, Acapulco, Mazatlán, Puerto Vallarta, Bahías de Huatulco, Ixtapa, los Cabos y la Riviera Maya, es necesario garantizar con datos confiables la calidad sanitaria y el compromiso compartido en el mejoramiento ambiental.

Contacto: <http://pcti.mx>, [hnolasco2008@hotmail.com](mailto:hnolasco2008@hotmail.com)