



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias Marinas



ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL

Evolución del problema de contaminación en la Bahía de Todos Santos en el periodo 1995 a 2009

M.C. Erica Gutiérrez Mejía

Ensenada, Baja California 20 de febrero de 2010



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
PROGRAMA DE POSGRADO
ESPECIALIDADEN GESTIÓN AMBIENTAL

TRABAJO TERMINAL

**Evolución del problema de contaminación en la Bahía de Todos
Santos en el periodo 1995 a 2009**

PRESENTA:

ERICA GUTIÉRREZ MEJÍA

Aprobado por:

Dr. Roberto R. Enríquez Andrade
Presidente del jurado

Dra. Ma. Lucila del Carmen Lares Reyes

Sinodal

M.C. Luís Galindo Bect

Sinodal

RESUMEN

Con el fin de conocer cómo ha evolucionado el problema de la contaminación marina en la Bahía de Todos Santos, se hizo una revisión bibliográfica sobre el tema de contaminación en la bahía a partir de 1980 hasta el 2009. Así como, para conocer la normatividad existente y las medidas tomadas para controlar y disminuir la contaminación de la bahía. Adicionalmente, se realizaron entrevistas a personas del sector académico y normativo. Comparando la información, se encontró que la contaminación ha disminuido notablemente para sólidos suspendidos, bacterias y descargas de aguas domésticas e industriales, a pesar del alto desarrollo industrial y poblacional de Ensenada durante los últimos 20 años. Esto, en parte debido al cierre de las grandes procesadoras de pescado, a las medidas tomadas para controlar las descargas directas al mar, a la inversión en el tratamiento de aguas, al control sobre las empresas, a las normas creadas y a las medidas de regulación aplicadas. Sin embargo, el problema no está del todo resuelto, ya que aún se presentan problemas de contaminación, en especial en la rada del puerto de El Sauzal de Rodríguez y la rada del puerto de Ensenada y esporádicamente por fallas en las plantas, imprevistos durante época de lluvias, infractores o incumplimiento de la ley. En relación a contaminación por metales hace falta información que permita ver una variación a través del tiempo y para hidrocarburos hacen falta estudios. Es evidente que ha habido cambios graduales y aunque hace falta tiempo, personal y dedicación, además de una aplicación más rigurosa de las leyes y reglamentos, se va por buen camino.

Palabras clave: Contaminación marina, Bahía de Todos Santos.

Agradecimientos

Agradezco a la UABC, a los profesores de la especialidad y al personal administrativo por todo su apoyo durante mis estudios.

A mi comité por las sugerencias y correcciones, muchas gracias.

A todas las personas que hicieron parte de este trabajo y me apoyaron con las entrevistas. Gracias por su tiempo y sus valiosos comentarios.

A mi familia, porque son mi apoyo y para mí lo más importante en la vida.

ÍNDICE	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. OBJETIVOS.....	8
3.1. Objetivo general.....	8
3.2. Objetivos específicos.....	8
4. JUSTIFICACIÓN.....	8
5. METODOLOGÍA.....	9
5.1. Área de estudio.....	9
5.2. Revisión bibliográfica.....	9
5.3. Entrevistas.....	11
5.4. Análisis de la información.....	11
6. RESULTADOS.....	12
6.1. Revisión bibliográfica.....	12
6.1.1. Contaminación bacteriológica.....	13
6.1.2. Contaminación por hidrocarburos.....	16
6.1.3. Contaminación por metales.....	17
6.2. Normatividad – Regulación.....	20
6.3. Entrevistas.....	27
6.3.1. Sector académico.....	27
6.3.2. Sector normativo.....	30
7. DISCUSIÓN.....	32
8. CONCLUSIONES.....	39
9. RECOMENDACIONES GENERALES.....	41
10. BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXO	

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Localización del área de estudio y ubicación de sitios de referencia.....	10
Figura 2. Evolución de la contaminación en la Bahía de Todos Santos.....	13
Figura 3. Evolución de la contaminación bacteriológica en la Bahía de Todos Santos.....	16
Figura 4. Evolución de la contaminación por hidrocarburos en la Bahía de Todos Santos.....	17
Figura 5. Evolución de la contaminación por metales en la Bahía de Todos Santos.....	20

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla 1. Síntesis sobre legislación en materia de contaminación marina.....	26
---	----

1. INTRODUCCIÓN

El mar representa para el hombre numerosos beneficios, nos ofrece gran cantidad de productos alimenticios y farmacéuticos, sirve para recreación, descanso y como medio de conexión con el mundo. Al mismo tiempo, es el receptor de todo tipo de sustancias y desechos, que son descargados diariamente de forma natural y/o antropogénica. Sin embargo, es el hombre la principal causa del deterioro que están sufriendo las zonas costeras. Algunos factores como la migración, el acelerado crecimiento de la población, el desarrollo industrial y el desarrollo turístico, ejercen fuertes presiones sobre el medio y esto aunado a la falta de planeación, lleva aún más al deterioro del medio ambiente. Por esta razón, la contaminación marina se convierte cada día en un tema de mayor interés.

Todas las definiciones de "contaminación" hacen énfasis en la alteración que existe en el medio ambiente, por diversos factores y que causan algún daño o desequilibrio. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2000), la define como "la presencia de elementos contaminantes en el ambiente o cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico". La definición de contaminación en economía va más allá al relacionar el desequilibrio ecológico con mermas en la calidad de vida de los seres humanos.

La zona costera es de gran importancia para diferentes sectores económicos como el pesquero, el turístico, el portuario, el agrícola y el industrial, entre los cuales muchas veces se generan conflictos por el uso de algún recurso con fines diferentes (Moreno-Casasola, 2006). Como resultado del crecimiento demográfico, la urbanización y el desarrollo industrial se ha hecho cada vez más necesario promover medidas adecuadas de manejo (Gómez-Morín, 1994; Martínez-Rocha, 1991). En este sentido, es necesario tomar medidas para evitar que se rebase la

capacidad de carga del medio receptor, lo que genera daños a los recursos vivos, problemas a la salud humana y daños económicos (Vega y Gallardo, 1996). La Bahía de Todos Santos es una zona importante desde el punto de vista ecológico, porque es un área que sirve de refugio y protección para muchas especies marinas y, desde el punto de vista socioeconómico, porque es un puerto que soporta actividades pesqueras, de transporte de carga, turismo y recreación. La contaminación de la bahía ha sido un problema ocasionado desde mucho tiempo atrás, debido a descargas residuales domésticas e industriales, por procesadoras de pesca, aporte de agroquímicos del valle de Maneadero, solventes y tintas derivados de la industria maquiladora, dragados del puerto y derrames de hidrocarburos de la rada portuaria, entre otros (SPA, 2009). El tipo de contaminantes ha variado con el tiempo, en cantidad y en su composición, pero básicamente han sido: materia orgánica disuelta y en suspensión, grasas y aceites, productos derivados del petróleo, aguas de sentinas y desechos sólidos.

Uno de los principales problemas son las descargas de aguas no tratadas al mar. Se vierten altos contenidos de materia orgánica, químicos, elementos tóxicos, sólidos y microorganismos patógenos, lo cual representa un riesgo para la salud del ecosistema y del hombre. Es por esto que en ocasiones, algunas playas de la bahía han sido consideradas como no aptas para fines recreativos por presentar altas abundancias de microorganismos patógenos (Martínez-Guerrero, 2006). Algunas veces aunque las aguas son tratadas, causan efectos en el medio marino, ya que traen consigo una gran cantidad de materia orgánica contribuyendo a la eutrofización del agua.

En Ensenada se han realizado algunos esfuerzos por prevenir la contaminación de la bahía, controlando las descargas de aguas residuales, las descargas de las empresas procesadoras de pescado y de otras industrias, además de controlar los trabajos del puerto. Sin embargo, los esfuerzos no han sido del todo exitosos ya que en repetidas ocasiones se han presentado problemas de contaminación. En

este sentido, la normatividad existente, la aplicación de la ley y la conciencia juegan un papel importante para la búsqueda de mejores prácticas.

2. ANTECEDENTES

La Bahía de Todos Santos ha sido una de las principales zonas de Baja California con problemas de contaminación marina (Cárdena-Torres, 2001). Por esta razón, Ensenada ha sido considerada dentro de los puertos que requieren de particular atención para controlar y disminuir el nivel de contaminación de sus aguas costeras ((SPA, 2009).

Son varios los estudios que reportan que durante las últimas décadas se han presentado problemas de contaminación en la bahía, en los cuales se señala como agentes contaminantes: (1) sólidos suspendidos (Segovia-Zavala y Galindo-Bect, 1984; Millán Núñez et al., 1984) (2) la materia orgánica y bacterias (Orozco-Borbón y Gutiérrez-Galindo, 1983; Delgadillo-Hinojosa, 1985; Rivera-Duarte et al., 1986; Peña-Manjarrez, 1987; Orozco-Borbón y Delgadillo-Hinojosa, 1989; Tanahara-Romero, 1996), (3) algunos metales (Reynoso Nuño y Jorajuria, 1988; Muñoz-Arriola, 1994; Romero-Vargas-Márquez, 1995) y (4) los hidrocarburos (Salas-Flores, 1984; Peraaza-Castillo, 1990; Rios-Mendoza, 1994).

Durante los años ochenta la contaminación de la bahía era atribuida a las empresas e industrias pesqueras que se ubicaban en la parte norte de la ciudad de Ensenada en la zona de El Sauzal de Rodríguez y, en la parte central en cercanías al arroyo El Gallo (Arce-Duarte, 1984). Para 1979-80, industrias pesqueras como Zapata y del Pacífico, aportaban el 83% de la producción anual en Baja California y sus descargas iban directamente a la playa sin ningún tipo de tratamiento, a excepción de un emisor submarino de la pesquera Zapata a 750 m de la playa, a 10 m de profundidad (Rivera-Duarte et al., 1986). Para 1980 se tenían reportes de que aproximadamente 40 campos turísticos descargaban sus aguas residuales al mar sin tratamiento previo, además de la planta de tratamiento de la CESPE en el Sauzal, la UABC (IIO, 1985 en Peña, 1987), descargas

clandestinas a lo largo del arroyo El Gallo y de toda la línea de costa en especial desde la zona de San Miguel al mercado de mariscos.

Segovia-Zavala y Galindo-Bect (1984) y Peña-Manjarrez (1987) reportan que a principios de los ochenta, las plantas de tratamiento de aguas negras tenían una baja eficiencia (entre 26.8 y 27.6%) y sus descargas eran vertidas a la playa municipal. Las descargas de aguas presentaban altos contenidos de materia orgánica procedente de las procesadoras de productos marinos y aseguraban que la industria de harina de pescado ubicada en el Sauzal era la más contaminante (Segovia-Zavala, 1982), seguido de las que industrias aledañas a la desembocadura del arroyo El Gallo (Peña-Manjarrez, 1987), donde se llegaron a encontrar hasta 54 000 000 Coliformes Fecales (CF)/100 ml (Morales-Chávez, 1984). Una alternativa implementada para solucionar la alta contaminación bacteriológica que resultaba en la zona costera a principio de los 80's fue la cloración en la planta de la CESPE. Sin embargo, como no se realizaba de manera constante no alcanzaba a remover las bacterias en los porcentajes recomendados del 98-99%.

En 1980-81, hay reportes de que sólo se encontraban especies indicadoras de contaminación (poliquetos *Capitella capitata* y *Armandia bioculata*) en la rada portuaria y en El Sauzal, mientras en la zona costera había gran diversidad de otras especies (Encalada-Fleites y Millán-Núñez, 1990). Para 1982, Orozco-Borbón y Gutiérrez-Galindo (1983) reportan, en un estudio realizado en la bahía, que la densidad bacteriana de coliformes totales (CT) y fecales fue máxima en la zona costera (75 000 - 2 480 000 CT/100 ml) y que además todas las estaciones en la bahía presentaban valores por encima de lo establecido en la legislación mexicana, la cual establecía un límite de 1000 CT y 200 CF número más probable (NMP)/100 ml, para aguas de uso recreativo (S.A.R.H., 1979). Segovia-Zavala et al. (1988) para el mismo año (1982) mencionan que la bahía presentaba un patrón de eutrofización inducido por contaminación orgánica proveniente de la zona industrial y urbana en las zonas cercanas a las descargas de aguas residuales.

Para 1983, Orozco-Borbón y Delgadillo-Hinojosa (1989) reportan que las aguas residuales domésticas (planta de tratamiento primario de aguas negras-CESPE) e industriales (cárcamo común) eran las principales fuentes de contaminación bacteriana, ya que encontraron que las estaciones más cercanas a las descargas doméstico-industriales del arroyo El Gallo y el cárcamo de la pesquera Peninsular presentaban el mayor grado de contaminación fecal en sedimentos superficiales (hasta 54 000 CF/100 g). Para 1997, Jiménez-González (1989) menciona que las playas con mayores concentraciones bacterianas y que presentaban riesgos para la salud, eran la zona adyacente a la desembocadura del arroyo El Gallo, playa Cueva de los Tigres y playa Hermosa.

En 1990, Jiménez-Pérez et al. (1992) en un estudio con organismos bentónicos encuentran que cerca a la descarga de aguas residuales del arroyo El Gallo, era evidente una zona abiótica, con carencia de vida macroscópica y bajos valores de diversidad en zonas cercanas con la presencia de algunos organismos indicadores de contaminación (como el poliqueto *Capitella capitata*). Sin embargo, observaron cambios durante algunas épocas del año, por lo cual proponen que la zona podría recuperarse si se suspendieran las descargas directas a la bahía.

En 1991, Tanahara-Romero (1996) encontró 35 000 CF/100 ml y para 1993 hasta 110 000 frente al arroyo El Gallo. Las concentraciones más altas fueron durante los meses de mayor precipitación tanto en el arroyo El Gallo como en el San Carlos frente a Punta Banda y menciona que cuando mermaba el grado de contaminación era por la disminución o paro de actividades de las procesadoras de pescado, no por el buen funcionamiento de la CESPE. Encontró además que la calidad del agua de la bahía para cultivo de bivalvos era buena, ya que se presentaban concentraciones promedio mensuales de 3-619 CF NMP/100 ml, sin incluir los meses de lluvias. Lo mismo fue reportado por Orozco-Borbón et al. (1994), durante 1991-93, ya que encontraron valores de 2-34 CT/ 100ml a excepción del invierno de 1992 (40-221 CT /100 ml) debido a precipitación pluvial,

y por Lizárraga-Partida y Vargas-Cárdenas (1996) quienes encontraron valores menores a 14 CT/100 ml, y sugieren que la circulación del agua es lo que hace que la zona sur quede protegida de la contaminación generada en la parte norte.

En relación a la contaminación por hidrocarburos, para 1982 Salas-Flores (1984) en la dársena portuaria, encuentra que en periodos de baja producción pesquera no había concentraciones de hidrocarburos disueltos en el agua, contrario a lo encontrado en sedimentos donde se observaron altas concentraciones (27-2005 ppm), muy por encima de las concentraciones consideradas por la UNESCO (1976) para aguas no contaminadas. Las concentraciones de grasas y aceites también fueron altas (730-3357 mg l⁻¹) superiores al límite permitido por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH, 1979) que permite un máximo de 70 mg l⁻¹ para aguas no contaminadas. Peraaza-Castillo (1990) menciona que las embarcaciones arrojaban combustible y lubricantes al mar durante el proceso de lavado de las embarcaciones. Estudios realizados en sedimentos superficiales, mencionan que para 1992, había bajos niveles de residuos sintéticos de hidrocarburos y de pesticidas en la bahía (Ríos-Mendoza, 1994). Lo mismo fue reportado para 1993 (Villegas-Jiménez, 1994), quien encontró que la bahía era una zona con escasa contaminación por hidrocarburos (0.1-2.6 µg g⁻¹) y no encontró un aporte importante por parte de la rada portuaria.

En relación a contaminación por metales, en 1973 Suárez-Vidal y Acosta-Ruiz (1976) en un estudio con mejillones desde la frontera con EUA hasta la bahía Todos Santos, encontraron las mayores concentraciones de Cu y Zn (2.16 y 23.96 ppm, respectivamente) dentro de la Bahía de Todos Santos (cerca del puerto), lo cual atribuyen al movimiento portuario y a las descargas de desechos domésticos e industriales existentes en la bahía. Reynoso Nuño y Jorajuria (1988) en un estudio en 1981, con mejillones trasplantados de una zona no contaminada a la bahía, encontraron concentraciones de algunos metales (Ag, Cd, Cu, Cr, Zn, Pb, Al y Mn) más bajas en comparación con un sitio de referencia considerado no contaminado. En 1991, Muñoz-Arriola (1994) en un estudio con metales (Cd, Cu y

Pb) en la entrada y salida de la planta de tratamiento El Gallo, observó que no había una variabilidad estacional, sino que ésta sólo dependía de los aportes domésticos y de la actividad pesquera, pero aun así los valores encontrados estuvieron por debajo de la norma y reporta que la planta presentaba en promedio una remoción de 82, 31 y 19% (Cd, Cu y Pb, respectivamente).

Para 1992 Romero-Vargas-Márquez (1995) reporta que la bahía tenía una concentración de metales traza en sedimentos superficiales relativamente baja, a excepción de dos zonas con mayores concentraciones, la rada portuaria (Cu>Zn>Cd>Fe>Ni>Al>Cr>Mn – 14.3, 5.2, 4.4, 2.8, 2.2, 1.4, 1.2, 1.1 veces la concentración promedio de la bahía) y el este de la isla Todos Santos (Cd>Cu>Zn>Ni>Fe>Cr>Al>Mn – 5.2, 2.9, 2.1, 1.7, 1.5, 1.3, 1.2, 1.2 veces la concentración promedio de la bahía). Este estudio menciona que la fuente de Al, Fe, Cd y Ni era el arroyo Ensenada que desemboca directamente en el puerto, mientras que de Cu la fuente más probable era la pintura de los cascos de las embarcaciones a las que se daba mantenimiento en los astilleros del puerto.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Hacer un análisis cualitativo de cómo ha evolucionado el problema de la contaminación marina en la Bahía de Todos Santos y de las acciones tomadas para controlar y prevenir la contaminación durante el periodo de 1995 al 2009.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar las principales fuentes históricas y actuales de aportes de contaminantes a la bahía.
- Ver cómo ha evolucionado la calidad del agua de la bahía.
- Identificar cuál es la situación actual de la bahía.
- Identificar y analizar las medidas tomadas para controlar y prevenir la contaminación de la bahía durante el periodo de estudio.
- Conocer la opinión de investigadores y de personas del sector normativo.
- Emitir recomendaciones generales.

4. JUSTIFICACIÓN

La situación de la Bahía de Todos Santos es un tema bastante importante debido a que durante muchos años ha presentado problemas de contaminación.

Ensenada, además de ser un puerto pesquero y de carga, es una ciudad turística y recreacional que ha sido afectada constantemente por diversos problemas de contaminación. Se han identificado posibles fuentes, descargas al mar y algunos de los efectos. Sin embargo, además de hacer estudios y monitoreos en el medio ambiente, resulta importante hacer un análisis de cómo ha evolucionado este tema y si en los últimos 15 años se han tomado medidas que sirvan para controlar o evitar que la contaminación de la bahía continúe igual o esté en aumento.

5. METODOLOGÍA

5.1. Área de estudio

La Bahía de Todos Santos se ubica al noroeste de la península de Baja California, aproximadamente a 110 km al sur de la frontera México-Estados Unidos. Se encuentra entre los 31°40' y 31°55' N y entre los 116°36' y 116°50' W (Figura 1). Limita al norte con Punta San Miguel, al sur con Punta Banda, al oeste con las islas Todos Santos y al este con la ciudad de Ensenada. La profundidad de la bahía varía de la parte externa a la costa entre 10 y 50 m, presentando una profundidad máxima de 400 m en un cañón submarino al sur (Argote et al., 1991).

El agua de la bahía, presenta una temperatura superficial que varía durante el año de 12.7 a 22.8 °C, presentando mayores valores durante verano y menores durante invierno (Cruz-Colín, 1997). La salinidad superficial presenta una mínima variación durante el año, con un máximo en verano de 33.7 y un mínimo de 33.3 en invierno (Mancilla y Martínez, 1991). En esta zona predomina un clima mediterráneo, con poca precipitación (Pavía, 2004).

5.2. Revisión bibliográfica

Se hizo una revisión de los estudios existentes sobre contaminación de la Bahía de Todos Santos a partir de 1980, para poder comparar con el periodo de interés (1995-2009), así mismo para conocer la normatividad existente y lo que se ha planeado hacer o se ha hecho en la bahía para lograr controlar o disminuir la contaminación. La revisión se realizó en artículos publicados, tesis de la UABC y CICESE, boletines periódicos, documentos de la CESPE, reglamentos, leyes y normativas y datos de la Comisión Nacional del Agua publicados en internet.

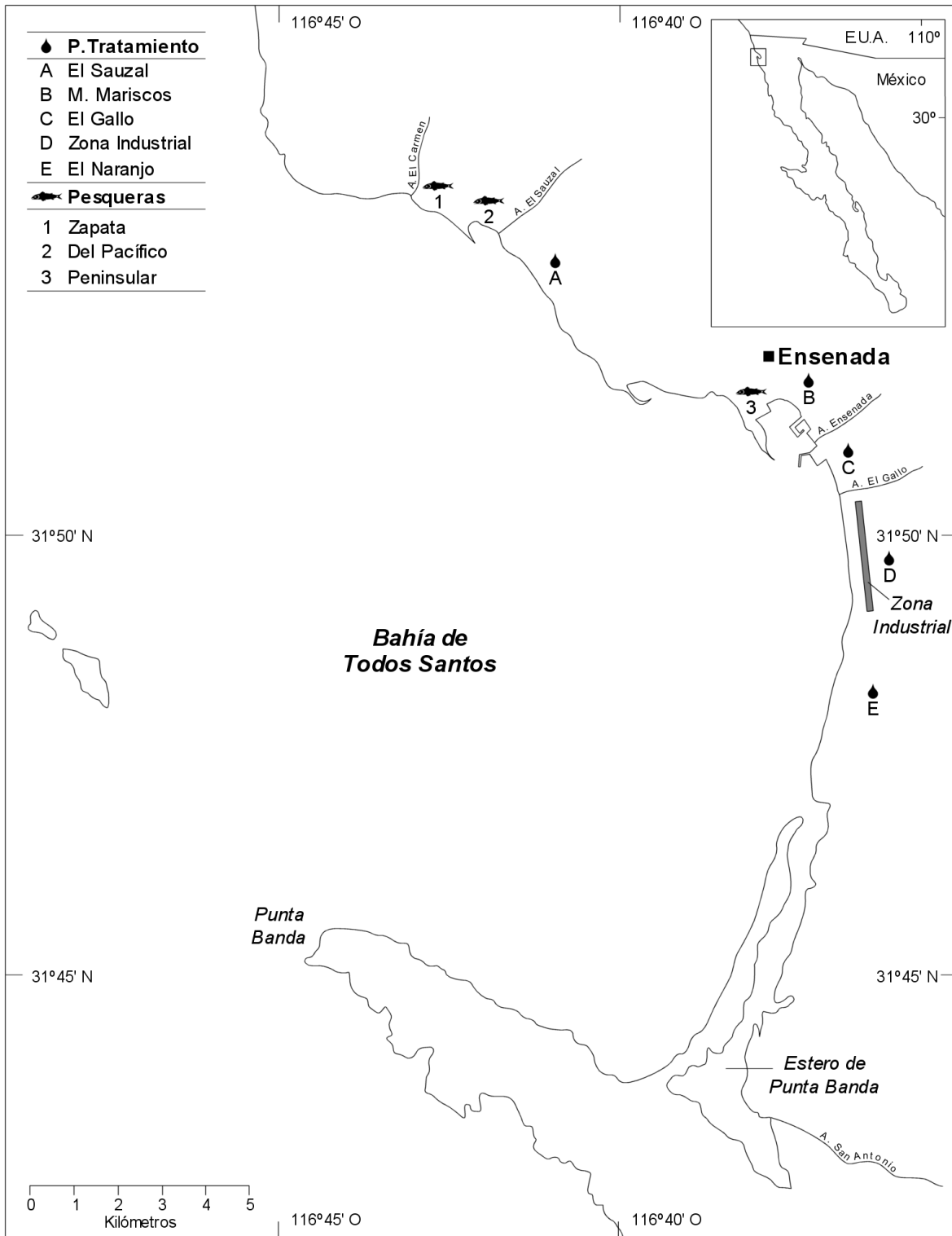


Figura 1. Localización del área de estudio y ubicación de sitios de referencia (las pesqueras no son actuales)

5.3. Entrevistas

Se realizaron once entrevistas, de forma personal (las preguntas se encuentran en el Anexo 1). Se entrevistaron siete investigadores de la UABC y CICESE que han estado realizando estudios en la bahía, para conocer cuál es su percepción actual sobre la contaminación en comparación a 15 años atrás. Adicionalmente se realizaron cuatro entrevistas a personas que pertenecen o han trabajado en el sector normativo (Secretaría de Marina, SEMARNAT y Secretaría de Protección al Ambiente) para conocer su percepción y entender cuál ha sido el desarrollo de las medidas de control tomadas para prevenir la contaminación de la bahía.

5.4. Análisis de la información

Cuando se recopiló la información (estudios de contaminación, normatividad, las medidas tomadas, la opinión de investigadores y personas del sector normativo), primero se compararon los valores encontrados, para ver si los niveles de contaminación han aumentando o disminuido con el tiempo. Segundo, se contrastó con lo que se ha hecho respecto al tema, como normas y medidas de control y prevención tomadas para ver si han sido eficientes y de qué manera han funcionado. Por último, se comparó con la información recopilada de las entrevistas. De esta manera, se incorporó toda la información para entender dónde radican los principales problemas y conocer cuál es el impacto que ha causado el crecimiento de la ciudad de Ensenada en la contaminación de la bahía.

6. RESULTADOS

6.1. Revisión bibliográfica

Para mediados de 1990 hubo un decremento en las descargas de aguas sin tratamiento a la bahía, debido al cierre de las empresas procesadoras de productos pesqueros ubicadas al norte de la ciudad (Tanahara-Romero, 1996). A partir de aquí, se presta mayor atención a las aguas procedentes de la ciudad de Ensenada ya que era otro punto importante de descargas de aguas sin tratamiento. La planta de tratamiento de la CESPE y las empresas ubicadas en el corredor industrial de la calle Pedro Loyola al sur de la ciudad, descargaban sus aguas directamente al arroyo El Gallo, por lo cual continuaba siendo un foco de contaminación. Por esta razón, la zona cercana al arroyo El Gallo se consideraba peligrosa para fines recreativos y con criterio antropogénico riesgoso al presentar altos niveles de contaminación (García-Gastelum, 1997).

En 1995 existían dos plantas de tratamiento para aguas residuales, la de El Sauzal y la de El Gallo. Éstas daban servicio a 41 530 descargas de aguas residuales (Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada, CESPE). A partir de este año se inicia la construcción de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales y negras, “El Naranja”, con una capacidad de 500 lps, que sería la de mayor capacidad en todo el municipio. Esta planta contribuyó al saneamiento de la bahía al entrar en funcionamiento a mediados de 1999, la calidad del agua tratada mejoró notablemente, por esta razón fue considerada como el mejor sistema para tratar de controlar la contaminación de la bahía (Martínez-Guerrero, 2003). González-Moreno (2003) propone que se podría incrementar la eficiencia en el tratamiento de las aguas, teniendo un mejor control sobre los procesos de las plantas existentes.

Actualmente hay tres plantas de tratamiento de aguas municipales, la planta El Sauzal, El Gallo y El Naranja con una capacidad de 60, 200 lps y 500 lps, respectivamente (CESPE, 2009). Hay otras plantas que prestan servicios

particulares, la de Fondeport, UABC, la API, el mercado de mariscos e Industriales, teniendo en cuenta además que hay zonas hoteleras que realizan su propio tratamiento. Durante el periodo 2003 y 2004 se otorgó un préstamo japonés para la construcción de redes de alcantarillado y mejoramiento de las plantas de tratamiento existentes, obras que comenzaron a ser ejecutadas en el 2005 (CESPE, 2009). En el 2006 se construyó la ampliación de la planta de tratamiento El Sauzal y en el 2007 se logró la certificación de calidad en los servicios, con lo que se generó un mejor servicio (CESPE, 2009). En la Figura 2 se presenta un esquema general de la evolución del problema de contaminación en la Bahía de Todos Santos.

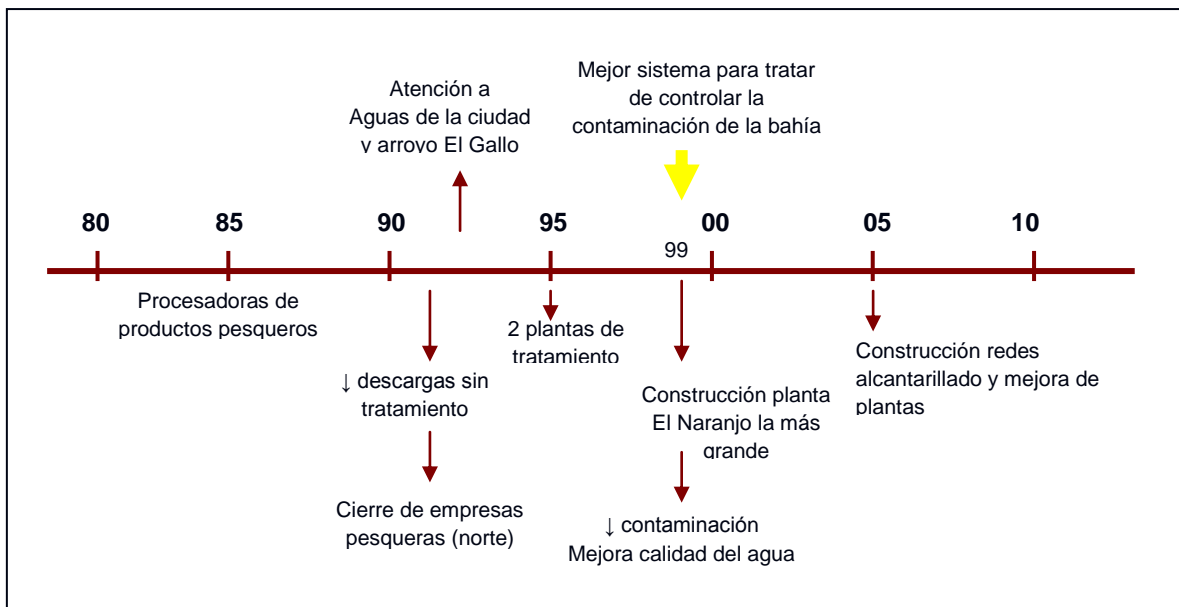


Figura 2. Evolución de la contaminación en la Bahía de Todos Santos.

6.1.1. Contaminación bacteriológica

Algunos estudios reportan que los niveles de CF y CT disminuyeron drásticamente en la bahía desde que entró en funcionamiento la planta El Naranja a finales de 1999 (Seañez-Reyes, 2001). El Anuario IMTA (2001) reporta que la calidad del agua de la bahía mejoró en el periodo de 1999 al 2000 y más aún en el 2001, encontrando que parámetros como nitrógeno, fósforo, grasas y aceites, demanda

química de oxígeno y coliformes fecales fueron menores a los de 1999. Para el periodo del 2001, encontraron que en las descargas de las plantas de tratamiento ya no se excedían los límites permitidos por la NOM-ECOL-001-1996 para descargas de aguas al mar (1000 y 2000 NMP CF/100 ml promedio mensual y diario, DOF 1996) ni el criterio ecológico para uso recreativo (máximo 200 CF/100 ml, DOF 1989), mientras que en ocasiones las descargas industriales sí sobrepasaban estos límites. En el Sauzal, la concentración de CF disminuyó de 2000 NMP/100 ml en octubre de 1999 a < 2 NMP/100 ml en septiembre de 2001 y en la zona de El Gallo de 200 000 a 8 NMP/100 ml (Anuario IMTA, 2001).

González-Moreno (2003) para el 2002, encuentra que por lo general las concentraciones bacteriológicas en las plantas El Naranjo y El Gallo cumplieron con los límites establecidos por la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 para CF (1000 y 2000 NMP CF/100 ml promedio mensual y diario, DOF 1996), a pesar de unos valores altos registrados en un día de mal funcionamiento, poniendo el valor promedio en 4096 y 200 NMP/100 ml (en las descargas y en la zona de playa, respectivamente). En diciembre de 2002, Pérez-Morga (2004) reporta valores por debajo del nivel máximo recomendado (220 CF/100 ml) dentro de la rada portuaria y frente al arroyo el Gallo y menciona que hay una dispersión hacia el sur (< 2 CF/100 ml). Por lo cual, infiere que las mayores concentraciones no solo provienen de las descargas, sino de otras fuentes como resuspensión de sedimento, lluvias y descargas clandestinas.

Por otra parte, hay estudios que aseguran que los bajos niveles de contaminación bacteriológica se presentaron al iniciar las operaciones de la planta El Naranjo y que eventualmente se presentaban valores altos (240 000 NPM/100 ml) por fallas en el funcionamiento de la planta (González-Moreno, 2003) o en momentos en los que no se estaba clorando, detectando estreptococos y CF en la salida de la planta (Anuario IMTA, 2001). Por esta razón en algunas épocas, ciertas zonas de la bahía han sido consideradas como “no viables” para realizar actividades

recreativas por presentar riesgos para la salud (Martínez-Guerrero, 2003). Cárdenas-Torres (2001), menciona que para el 2001 la Bahía de Todos Santos era de las principales áreas con problemas de contaminación marina costera en la península de Baja California. Para esta fecha, la CESPE tenía identificadas 194 descargas de diversos orígenes al sistema de alcantarillado, 50 de restaurantes, 41 de maquiladoras y las otras 13 de diferentes tipos de comercios.

Para el 2004 Martínez-Guerrero (2006) reportó que desde la frontera hasta Ensenada, Playas de Tijuana y el Sauzal eran los sitios menos viables para realizar actividades turísticas por presentar riesgos para la salud debido a la calidad del agua, mientras Ensenada resultaba ser viable para el aprovechamiento de los recursos. Con los criterios de playas limpias las playas de Ensenada fueron clasificadas como aptas para uso recreativo por presentar menos de 500 enterococos (NMP/100 ml), pero bajo criterios internacionales y los de la CE-CCA-001/89 (\square 200 CF/100 ml)hubieran presentado problemas las zonas con descargas de aguas municipales del arroyo El Gallo y la dársena portuaria de El Sauzal (Martínez-Guerrero, 2006).

Los monitoreos bacteriológicos de la CESPE en el periodo 2004-2009, en las descargas de las tres plantas de tratamiento indican que la calidad bacteriológica del agua en la salida de plantas es buena y cumple con la NOM-001-ECOL-1996 y la NOM-003-ECOL-1997 (DOF, 1997), con algunas excepciones en épocas de lluvias (Reportes de la CESPE). De acuerdo a los reportes oficiales trimestrales de la CESPE, estudios realizados por laboratorios certificados y acreditados por la CNA para las tres plantas de tratamiento, sugieren que la calidad bacteriológica del agua que se descarga es y ha sido generalmente limpia, registrando valores máximos en sólo dos ocasiones (105 y 118 CF y 230 y 930 CF; El Gallo y El Naranjo, respectivamente) para el tercer trimestre del 2007 y $> 24\ 000$ en el 2008 a la salida de la planta El Sauzal. En la Figura 3 se presenta un esquema de la evolución de la contaminación bacteriológica en la Bahía de Todos Santos.

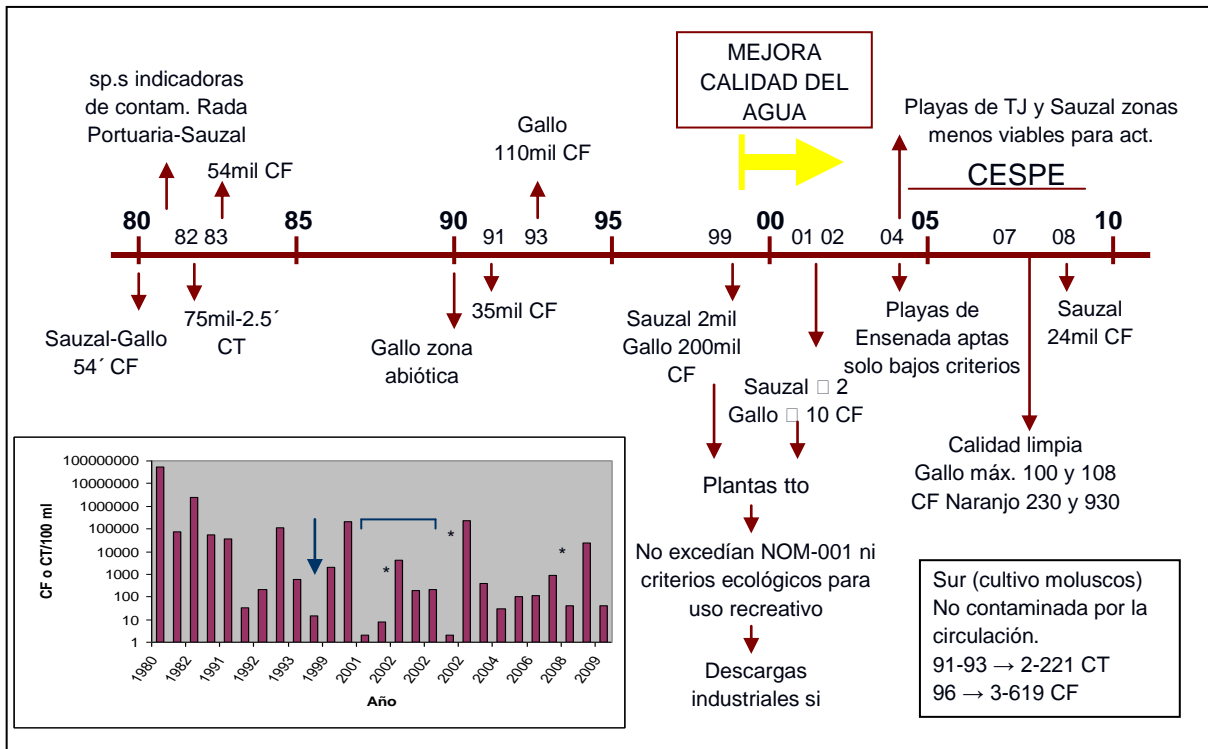


Figura 3. Evolución de la contaminación bacteriológica en la Bahía de Todos Santos.

6.1.2. Contaminación por hidrocarburos

Mendoza-Vega (1996) en 1995, aunque encontró evidencia de aporte de hidrocarburos por la rada portuaria, reportó que la bahía presenta una baja contaminación por estos compuestos y que el principal aporte se debía a procesos de pirólisis específicamente de aire urbano (quema de gasolina y diesel entre otros) y de origen natural (quema de carbón y madera) y solo cerca del puerto se identificó un aporte petrogénico (xxx). Encuentra un patrón de distribución aumentando de la costa hacia el interior de la bahía, específicamente hacia el cañón submarino, con una zona de relativamente alta concentración cerca del puerto de Ensenada y de la descarga de la planta de tratamiento el Gallo. En el 2003 se reportaron denuncias por derrames de combustible diesel en el puerto de El Sauzal y a inicios del 2006 un buque encallado derramó combustible en repetidas ocasiones frente a la playa del CONALEP (Gaceta CICESE, 28 de

febrero de 2007), una zona de uso turístico y recreativo. En la Figura 4 se presenta un esquema de la evolución de la contaminación por hidrocarburos en la Bahía de Todos Santos.

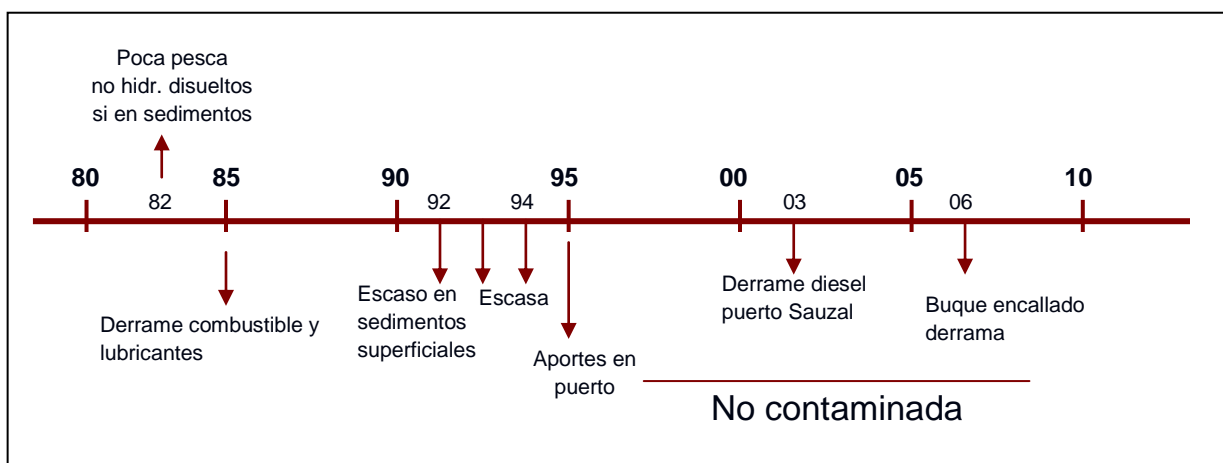


Figura 4. Evolución de la contaminación por hidrocarburos en la Bahía de Todos Santos.

6.1.3. Contaminación por metales

Carreón-Martínez et al. (2002), en un núcleo de sedimento tomado dentro del puerto de Ensenada en 1998, reportan concentraciones promedio para Hg y Ag de 0.58 y 4.5 nmol g⁻¹, respectivamente), los valores de Ag son de los más altos reportados para la bahía. Basados en la cronología de un núcleo de sedimento mencionan que la Ag parece aumentar en el periodo 1960-1985 y después disminuir de 1985-1995, el Hg fue más alto de 1960-1985 y un poco menor del 85 al presente . En 1998, Sandoval-Salazar (1999) analiza varios metales (Cd, Ag, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Zn y Co) en sedimentos superficiales desde la frontera con EUA hasta la Bahía de Todos Santos, encontrando las estaciones más enriquecidas en cadmio, plata, cobre, plomo y zinc dentro de la bahía, en especial alrededor de las islas, por lo que la identifica como la zona geográfica más impactada por metales traza en los sedimentos debido a efectos antropogénicos por procesos de dragado del puerto y vertimiento del material en esta zona y

naturales como el caso del Cd que es aportado por surgencia de aguas más profundas de la Corriente de California que penetran a la bahía. Esto mismo es propuesto por Romero-Vargas-Márquez (1995).

Gutiérrez-Galindo y Muñoz Barbosa (2001) en 1995, en un estudio con mejillones encuentran las mayores concentraciones de Ag y Cu (0.64-1.69 y 6.72-9.10 $\mu\text{g/g}$ peso seco, respectivamente) cerca a una descarga de aguas residuales municipales, en la zona del puerto en comparación a otra estación considerada no impactada (0.05-0.27 y 5.48-7.00 $\mu\text{g/g}$ peso seco, Ag y Cu, respectivamente), contrario a lo que se observó para Cd, el cual presentó concentraciones mayores en la estación no impactada (1.37-5.25 y 0.60-2.13 $\mu\text{g/g}$ peso seco, impactada y no impactada, respectivamente) debido a los procesos naturales explicados anteriormente. Muñoz-Barbosa et al. (2000) y Gutiérrez-Galindo y Muñoz Barbosa (2001) encuentran que las altas concentraciones de Ag en organismos biomonitores de California y Baja California, están relacionadas con descargas municipales de zonas bastante pobladas o simplemente que no tienen un control adecuado en el tratamiento de sus aguas.

Para el 2004, Mandujano-Velasco (2007) reporta que la concentración de algunos metales en sedimentos superficiales (Fe, Mn, Cu, Ni, Zn, Co, Cd, Pb y Ag - 177, 7.2, 9.5, 33.4, 6.1, 0.3, 2.3 y 0.03 $\mu\text{g/g}$ peso seco, respectivamente) presentan un patrón de menor a mayor concentración de la costa hacia la zona del cañón submarino ya que además de los aportes naturales esta zona se está usando para depositar todo el material de dragado del puerto. En el 2005, Lares et al. (2008) en un trabajo realizado en metales disueltos y particulados dentro de la bahía durante un evento de marea roja, encuentran que la Ag disuelta aumenta del océano hacia la costa. Este metal se considera un indicador de aportes antropogénicos y este patrón lo refleja.

Para el Cd disuelto se han reportado concentraciones de 0.1-0.16 nM (Sañudo-Wilhelmy y Flegal, 1996), 0.46-2.15 nM en el 2005 (Lares et al., 2008) y 0.37 nM

en el 2006 (Lares y Marinone, 2009). Lares et al. (2008) mencionan que la Ag y el Co pueden estar influenciados por aportes antropogénicos, el Cu y Zn por procesos biológicos, el Ni por procesos de mezcla y afloramientos y el Cd tanto por aportes antropogénicos como por procesos de mezcla y afloramientos. Es importante señalar que las condiciones de la bahía durante ese estudio no son las promedio de la bahía ya que el florecimiento de dinoflagelados de 2005 ha sido el más extenso y prolongado de que se tenga registro (Peña-Manjarrez et al., 2009).

Los reportes de la CESPE, para aguas en la salida de plantas, registran concentraciones (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb y Zn) por debajo de la norma, sólo en algunas ocasiones el mercurio sobrepasa el valor permitido (0.01 mg/l) y esto fue en El Gallo en el 2007 y en el Sauzal para el primer trimestre del 2009, cuando el nivel estuvo en el límite. En relación a grasas y aceites también se reportan valores por debajo de la norma. Hoy se considera que Ensenada es la única ciudad en México que trata entre el 90 y 100% de sus aguas residuales (CESPE, GobBC). En la Figura 5 se presenta un esquema de la evolución de la contaminación por metales en la Bahía de Todos Santos.

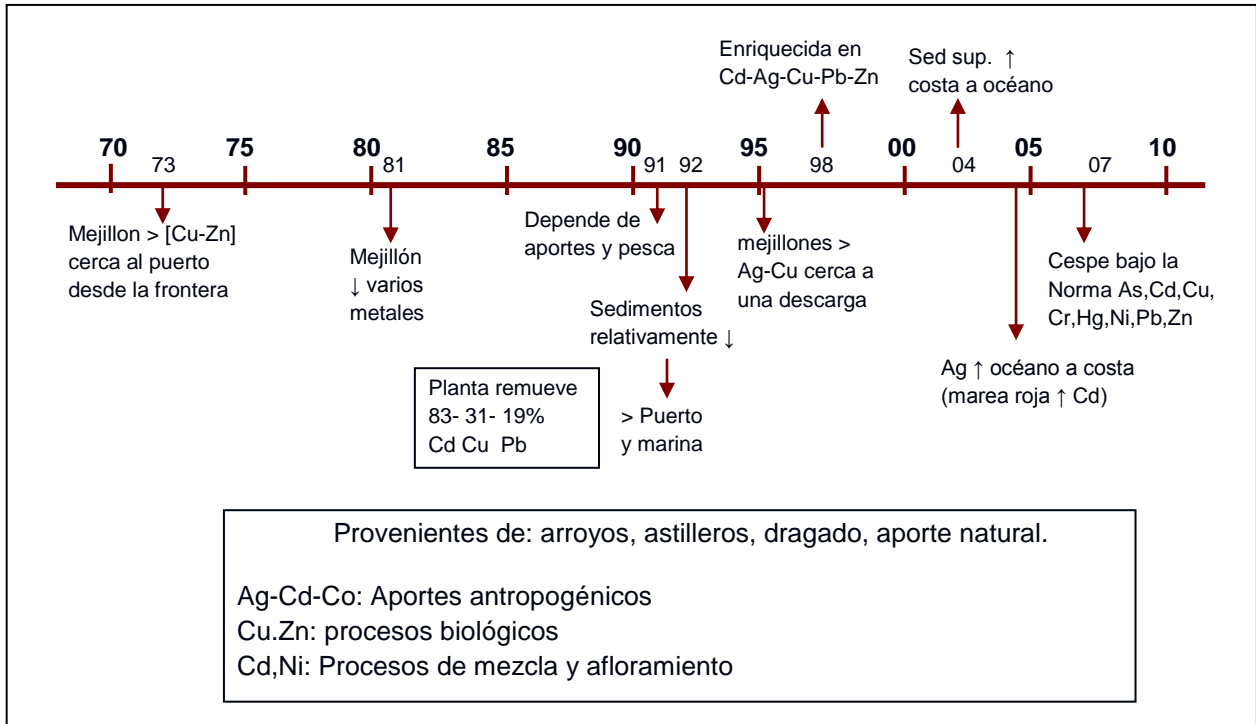


Figura 5. Evolución de la contaminación por metales en la Bahía de Todos Santos.

6.2. Normatividad – Regulación

En el 2001, Cárdenas-Torres (2001), genera un documento en donde resume las principales estrategias e instrumentos que hay disponibles para prevenir y controlar la contaminación costero-marina de la península de Baja California, incluyendo la Bahía de Todos Santos como uno de los principales sitios de interés por presentar altos niveles de contaminación y propone que los instrumentos de regulación (comando y control) son los más utilizados para prevenir y controlar la contaminación marina en la península de Baja California; y aunque existen muchos instrumentos a niveles federal y regional menciona que el problema radica en que no están siendo aplicados efectivamente. Martínez-Guerrero (2003) propuso como alternativas de mitigación y control para la contaminación derivada de la planta de tratamiento El Gallo, de forma inmediata la limpieza de playas,

restauración de la zona costera y mantenimiento de la playa El Gallo; posteriormente una reforma de la normatividad de la API, instalación de servicios básicos en la playa y apoyo publicitario; y a largo plazo propuso la oferta de concesiones e incentivos fiscales a la industria aledaña para reducir olores.

Les corresponde vigilar la calidad de las aguas costeras a la SEMARNAT, la Secretaría de Marina, la CNA, la Secretaría de Salud y la Secretaría de Turismo. La SEMARNAT es el principal organismo encargado de la administración del ambiente, una de sus funciones es *“establecer, vigilar y estimular el cumplimiento de las NOM sobre la restauración del medio ambiente, sobre descargas de aguas residuales, materiales peligrosos y residuos sólidos peligrosos”*. La CNA, el IMTA, el INE y PROFEPA son órganos desconcertados encargados de la gestión. La PROFEPA creada en 1992 como instancia de normatividad ambiental, realiza inspecciones a las empresas de jurisdicción federal, promueve y realiza auditorías ambientales y participación social, además le corresponde *“vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales relacionadas con la prevención y control de la contaminación ambiental, recibir, investigar y atender quejas y denuncias de la ciudadanía y expedir recomendaciones a las autoridades para controlar la aplicación de la normatividad ambiental”*.

En lo que se refiere al control de la contaminación por descargas de aguas residuales en el estado, se aplican condiciones de operación a las industrias mediante la inscripción al Registro Estatal de Descargas de Aguas Residuales Potencialmente Contaminantes y el trámite de una Licencia de Funcionamiento, en especial para las industrias que tengan procesos que puedan ser altamente contaminantes las cuales deben cumplir con las normas ecológicas establecidas (GobBC, Programa Estatal de Protección al Ambiente de Baja California 2002-2007). La entidad encargada es la Secretaría de Protección al Ambiente, la cual debe exigir una autorización para descargar aguas residuales a todos los que las generen (actividades industriales, comerciales y de servicios), para controlar que las descargas a los sistemas de alcantarillado se encuentren por debajo de los

niveles máximos señalados en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal (DOF, 1997). En este sentido, El Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por vertimiento de desechos y otras materias menciona que *“Ninguna persona física o moral podrá efectuar vertimientos deliberados sin la previa autorización expedida por la Secretaría de Marina, quien la otorgará en la forma y términos que señala este reglamento”* (Art. 5).

De acuerdo con el Plan Estatal de Desarrollo 2009-2013 (Periódico Oficial del Estado, 11 de diciembre de 2009), el Estado propone enfocarse a *“Sanear, reducir y minimizar los efectos de la contaminación una vez producida”* y para prevenirla propone *“Fomentar prácticas productivas ambientalmente más amigables y una mayor educación ambiental”*, con el objetivo de *“Realizar un desarrollo sustentable, orientando la política ambiental para prevenir, controlar y abatir el deterioro ambiental”*. Dentro de este plan se consideran además medidas de estímulo a las personas que se inscriban en el Registro de Generadores de Descargas de Aguas Residuales, mediante la exención de pago de diversos derechos que se generen por servicios que presta la Secretaría de Protección al Ambiente.

El Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación del agua, el suelo y la atmósfera, establece que *“Todos los establecimientos industriales, comerciales o de servicios deberán contar con un registro o punto de muestreo de las descargas antes de que éstas sean vertidas al sistema de alcantarillado”* (Art 25, Sec. III). El Cap. VI de Prevención y control de la contaminación del agua y el suelo, menciona que *“Los responsables de las descargas generadas por actividades industriales, comerciales y de servicios, deberán contar con un sistema de drenaje colector exclusivo para las aguas residuales y con una estación permanente de muestreo y aforo de fácil acceso en el punto de la descarga final”* (Art. 83, Periódico Oficial, 1993).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, menciona que la SEMARNAT es la responsable de cualquier proceso de contaminación de las aguas nacionales, *“La Secretaría, realizará las acciones necesarias para evitar, y en su caso controlar procesos de eutroficación, salinización y cualquier otro proceso de contaminación en las aguas nacionales”* (Art. 93), *“la Secretaría expedirá las Normas Oficiales Mexicanas para la protección de los ecosistemas acuáticos y promoverá la concertación de acciones de preservación y restauración de los ecosistemas acuáticos con los sectores productivos y las comunidades”* (Art. 96). Esta Ley menciona también que *“las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo”* (Art. 117) y que *“corresponde a los gobiernos de los Estados y de los municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua: I) el control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado, II) la vigilancia de las normas oficiales mexicanas, así como requerir a quienes generen descargas a dichos sistemas y no cumplan con éstas, la instalación de sistemas de tratamiento”* (Art. 119 bis), *“la Secretaría autorizará el vertido de aguas residuales en aguas marinas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, su reglamento y las NOM que al respecto expida”* (Art.130).

La Ley de Protección al Ambiente de Baja California, manifiesta que en materia de prevención y control de la contaminación del agua de competencia estatal la SEMARNAT tendrá las siguientes facultades: *I) prevenir y controlar las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores de competencia estatal, II) regular y autorizar a quienes contaminen los cuerpos receptores dentro del cumplimiento de los límites máximos permisibles, IV) requerir a quienes contaminen el uso de la mejor tecnología para reducir la generación de contaminantes, V) integrar y mantener actualizado el registro estatal de descargas* (Art. 125). Además, *no podrán descargarse aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las*

de usos industriales o agropecuarios, en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población o en cualquier cuerpo de agua de jurisdicción estatal o municipal, en los casos que se pueda generar: contaminación de los cuerpos receptores, inferencias en los procesos de depuración y/o trastorno del funcionamiento de los sistemas hidráulicos y de drenaje y alcantarillado, así como en aquellos de tratamiento de aguas residuales y de riego agrícola (Art. 127, Periódico Oficial del Estado de BC, 2001).

El Reglamento para el control de la calidad ambiental del municipio de Ensenada, establece que *“Son atribuciones de la Dirección de Ecología, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, prevenir y controlar la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado provenientes de los establecimientos mercantiles y de servicios, así como evitar las vertidas a cielo abierto, en los centros de población del Municipio” (Art. 6 Periódico Oficial, 1999).*

Las normas de emisión son de cumplimiento obligatorio y establecen los límites máximos permisibles en materia de contaminantes. En este sentido la NOM-001-ECOL-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, la NOM-002-ECOL-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal (DOF, 1997).

La Ley de Aguas Nacionales menciona que *“La Comisión Nacional del Agua tendrá a su cargo autorizar, en su caso, el vertido de aguas residuales en el mar, y en coordinación con la Secretaría de Marina cuando provengan de fuentes móviles o plataformas fijas” (Art. 86, Frac. IV).*

En México para evaluar la calidad del agua el criterio más utilizado es el bacteriológico puesto que es el más fácil de medir y el que presenta riesgos

inmediatos para la población, a pesar de esto no hay una norma oficial, sólo existe una norma no oficial expedida por la SEMARNAT, la NMX-AA-120-SCFI-2006 que establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad de calidad de playas, es de aplicación voluntaria para certificar las playas como limpias. Establece un máximo de 100 enterococos (NMP/100 ml) para no presentar riesgos para la salud (DOF, 2006). La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris) establece un límite máximo permisible de 500 enterococos/100 ml para que una playa sea apta para uso recreativo. La NOM-001-ECOL-1996 establece un valor de 1000 y 2000 CF (NMP/100 ml) en promedio mensual y diario. En la tabla 1 se presenta una síntesis sobre la parte legislativa en materia de contaminación marina.

Existen algunos programas encargados de vigilar la bahía, el llamado “Playas Limpias” que fue puesto por la SEMARNAT a disposición del público en el 2004, el cual utiliza como indicador estudios bacteriológicos, la Secretaría de Salud también estudia la calidad del agua y las normas como la NOM-001 creada para controlar las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores, la Secretaría de Marina cuenta con un programa de monitoreo que consiste en la toma de muestras en toda la bahía varias veces al año para controlar diversos parámetros como bacterias, nutrientes, metales, parámetros físico-químicos, entre otros. Es importante nombrar grupos como “Haciendo lo necesario” y “Proplayitas” este último surge a fines de 2003 y a principios del 2009, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (UABC) inicia el programa de “Playa Segura” mediante el cual se hacen muestreos continuos en el mes, para evaluar la calidad de las playas y hacer reportes para que la población pueda estar informada continuamente del estado bacteriológico de las playas. Actualmente, la CESPE cuenta con un programa de muestreo de bacterias y variables fisicoquímicas en la salida de plantas.

- Sec. de Salud - Sec. de Turismo	
CNA- IMTA- INE- PROFEPA	Encargados de la gestión.
PROFEPA	Inspección y control de la aplicación de la normatividad ambiental
LGEEPA	La Secretaría, realizará las acciones necesarias para evitar, y controlar procesos contaminación en las aguas nacionales.
Reglamento de la LGEEPA	Los establecimientos industriales, comerciales o de servicios deberán contar con un punto de muestreo de las descargas ántes de ser vertidas al alcantarillado.
Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar	No se podrá efectuar vertimientos deliberados sin la previa autorización expedida por la Sec. de Marina.
Ley de Aguas Nacionales	CNA y Sec. de Marina encargadas de autorizar, en su caso, el vertido de aguas residuales en el mar.
Ecología del Estado de BC: Condiciones de operación a industrias	Inscripción al Registro Estatal de Descargas de Aguas Residuales Potencialmente Contaminantes y el trámite de una Licencia de Funcionamiento.
Normas de emisión NOM-001-ECOL-1996 NOM-002-ECOL-1996	1. Límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. 1000 y 2000 CF (NMP/100 ml) promedio mes y diario. 2. Límites máximos en descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
NMX-AA-120-SCFI-2006 (no oficial)	Certifica playas limpias. Límite de 100 enterococos (NMP/100 ml) para no presentar riesgos para la salud.
Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris)	Límite máximo permisible de 500 enterococos/100 ml para que una playa sea apta para uso recreativo.
Ley de Protección al Ambiente de BC	Prevención y control de la contaminación del agua de competencia estatal.
Reglamento para el control de la calidad ambiental del municipio de Ensenada	Prevenir y controlar la contaminación de aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado provenientes de los establecimientos mercantiles y de servicios, así como evitar las vertidas a cielo abierto.
2001, Principales estrategias e instrumentos (comando y control)	Para controlar y prevenir la contaminación costero marina de la península de Baja California.
2003, Alternativas de mitigación y Control	Limpieza y mantenimiento de playas, restauración costera, reforma de normatividad de la API, instalación de servicios básicos en la playa y apoyo publicitario.

Tabla 1. Síntesis sobre legislación en materia de contaminación marina.

6.3. Entrevistas

6.3.1. Sector académico

Área de interés y tiempo de realizar estudios en la bahía

Los investigadores entrevistados se encuentran trabajando en diversas áreas académicas realizando estudios de bacteriología, materia orgánica, metales, nutrientes, aguas residuales, hidrocarburos y detergentes, entre otros. Tres de ellos comenzaron a trabajar en esta zona desde 1980, otros a partir de 1990 y uno en el 2000.

Estado de contaminación de la bahía hace 15 años

La opinión de todos los entrevistados respecto a la contaminación de la bahía 15 años atrás fue que las aguas residuales se descargaban sin tratamiento previo a la bahía, que se podían ver todo tipo de desechos expuestos y que las plantas de tratamiento existentes eran ineficientes, y al no tener un tratamiento adecuado traía problemas de bacterias y materia orgánica, sobre todo en la zona del arroyo El Gallo, el cual todos mencionan como el sitio más afectado de toda la bahía tanto por sus olores como por su aspecto. Coinciden en que otro foco de contaminación potencial eran las empresas pesqueras, en especial las procesadoras de harina de pescado que se encontraban en la zona del Sauzal, que vertían todos sus desechos de sanguaza, vísceras y demás directamente al mar, así también las que estaban en el corredor industrial de la calle Pedro Loyola.

La percepción hoy en día

Respecto al estado de contaminación de la bahía hoy en día, en general opinan que ha disminuido, que la calidad en el tratamiento de aguas residuales ha mejorado notablemente debido a la construcción de la planta de tratamiento El Naranjo y por que las empresas más contaminantes de los 80's como las pesqueras se han ido o cerraron. Opinan que en general la contaminación ha disminuido desde los afluentes. Sin embargo, la percepción que tienen respecto a lo que sucede actualmente es variable; aunque dicen que ahora se ve un panorama bastante diferente y mencionan que desde el punto de vista bacteriológico se observa una mejoría substancial, que de tener antes millones de bacterias ahora no se llega nunca a esos valores, en los peores casos sólo a

miles, también consideran que en otros aspectos parece empeorar como en el caso de los metales y detergentes.

Por ejemplo, en relación a la contaminación por metales existen dos opiniones, dicen que es difícil ver el panorama a través del tiempo porque no hay una continuidad en los estudios, ni fueron hechos en las mismas estaciones del año para poder comparar, por lo cual es difícil ver la variación; pero también comentan que sí se han reducido los niveles de algunos elementos y que de otros ha aumentado por el crecimiento del puerto, por las marinas y por los astilleros. En este sentido, hay quienes opinan que la percepción inmediata es hacia la mejoría en algunos aspectos, es decir que la problemática se ha resuelto sólo para bacterias y sólidos suspendidos, pero para otros contaminantes ha aumentado como los nutrientes, algunos metales, cloro y detergentes. Uno de los entrevistados mencionó *“la forma de contaminación ha evolucionado y ahora el tipo de contaminación es diferente”*, considerando que a veces es más difícil de medir, hay más acumulación en los sedimentos y además están más esparcidos por los trabajos de dragado del puerto y nuevas marinas.

Puntos clave en relación a eventos de contaminación

Como puntos clave los entrevistados consideran que han sido positivos: inicialmente el cierre de la mayoría de empresas de productos pesqueros, y segundo la construcción de la planta de tratamiento El Naranjo. Consideran que el funcionamiento de las plantas en general ha mejorado al tener ya la capacidad necesaria para tratar las aguas de la ciudad, también que las descargas de aguas sin tratamiento han disminuido notoriamente, que los avances en normatividad y legislación han ayudado, al igual que el realizar muestreos frecuentes. Como puntos clave que hayan influido negativamente mencionan: el crecimiento sin planeación, aumento de la población, la falta de capacidad de las plantas, el establecimiento de ranchos atuneros, incremento de barcos, de marinas, el aumento del trabajo en los astilleros cuando California prohibió la pintura de barcos que contenía TBT (tributilestaño), el crecimiento del puerto, el hecho de

que aún hay industrias infractoras y la nula o mínima vigilancia del cumplimiento de las normas.

Las mejores medidas de control y prevención tomadas en la ciudad

Las mejores medidas de control y prevención tomadas, según los investigadores entrevistados, han sido la construcción de la planta de tratamiento El Naranjo (algunos mencionan que con esta se tiene casi el 100% del tratamiento de aguas de la ciudad de Ensenada), siendo de las pocas ciudades en el país con un excelente sistema de tratamiento de aguas, otra buena medida es el avance en el tema normativo, aunque ha sido gradual, como la NOM-002-SEMARNAT-1996 que regula las descargas de las plantas (DOF, 1997).

Normatividad y medidas de regulación

En este tema hubo opiniones diversas, algunos investigadores opinan que falta regulación en algunos aspectos, que no existen normas o criterios exclusivos para las zonas costeras, otros que sí hay buenas normas y que el problema está en su aplicación o que sólo se quedan en papel, que algunos de los que incumplen se amparan en poder y que en general el marco de aplicación es complicado.

También se mencionó que lo que no está en la norma sirve para que los infractores se amparen, lo cual ha llevado a que muchas faltas no puedan ser sancionadas, considerando que aún hace falta educación ambiental. El punto clave en que todos coinciden, es en que se necesitan sanciones mayores en la regulación para que se ayude a generar conciencia en los infractores al tener que responder con altos costos y se preocupen en hacer algo por mejorar.

6.3.2. Sector normativo

Estado de contaminación de la bahía hace 15 años

Desde el punto de vista normativo los entrevistados opinan que para los años 70's no había problemas de contaminación orgánica ni por metales porque no había mucha población ni habían marinas, astilleros y no estaba tan tecnificada la agricultura, los problemas se reducían a basura y sólidos suspendidos.

Consideran que a mediados de los 80's cuando aumentaron las maquiladoras, aumentó la población, las industrias pesqueras y los trabajos de puerto, comenzaron los problemas de impacto ambiental. Por ello, recuerdan la zona costera de la bahía como muy contaminada. Coinciden en que las principales fuentes de contaminación eran las industrias del Sauzal y del corredor industrial de la calle Pedro Loyola y la CESPE. Opinan que antes no lo veían como un problema ambiental, sino como un problema del sector salud.

La percepción hoy en día

En el presente, los entrevistados coinciden en que la contaminación ha disminuido sustancialmente y que el puerto se ha saneado al menos en un 60-80% debido al cierre de las industrias pesqueras, principalmente por el embargo atunero. Uno de los entrevistados opinó que la contaminación más fuerte en la actualidad es por metales pesados.

Puntos clave en relación a eventos de contaminación

Como puntos clave en relación a eventos de contaminación los entrevistados del sector normativo consideran que la venta del astillero fue una buena medida, el embargo atunero, la entrada en funcionamiento de las normas, cuando Ecología del Estado empezó a dar cumplimiento para aguas residuales y se logró conseguir que hubiera drenaje. También la participación de algunas ONG's ha ayudado al saneamiento, la mayor conciencia ciudadana y los cambios de prácticas por la globalización. Un aspecto negativo que los entrevistados consideran como una mala u oscura decisión tomada, es el sitio donde se deposita el material de dragado de puerto.

Las mejores medidas de control y prevención tomadas en la ciudad

Los entrevistados del sector normativo al igual que del académico manifestaron que las mejores medidas de control y prevención tomadas han sido la construcción de la planta de tratamiento El Naranjo y la medida tomada por

Ecología del Estado al decidir clausurar algunas empresas cuando empezaron a cambiar sus prácticas.

Normatividad y medidas de regulación

La opinión sobre las medidas de regulación y normatividad, en general es que éstas han evolucionado notablemente, aunque de forma lenta; se han controlado las descargas de las embarcaciones, hoy en día las empresas hacen estudios de impacto ambiental, análisis de riesgos, se piden planes de contingencia. Sin embargo, consideran que aunque mejoró la normatividad, la inspección, y aunque hay más incentivos, la regulación a las empresas no es suficiente ya que pocos llegan a cumplir con el 70% del total. Mencionan que en las inspecciones que hace la PROFEPA, las sanciones son monetarias y que los tiempos presentados por las empresas para cumplir con lo sancionado, se aplaza y así se liberan la mayoría. Consideran que la ley tiene muchas salidas para que los infractores puedan ampararse y no cumplir, que muchas veces la aplicación de la ley está sujeta a asuntos políticos, que las normas siguen siendo imperfectas y el marco de aplicación deficiente y que debería aumentar el número de personal.

7. DISCUSIÓN

La información recopilada nos indica que en los años ochenta la bahía sufría de un fuerte proceso de contaminación, lo cual se atribuía principalmente a las empresas e industrias pesqueras que se asentaban al norte de la ciudad de Ensenada en El Sauzal de Rodríguez y al sur en la calle Pedro Loyola. Los problemas eran debidos a la falta de control, las descargas de aguas a la bahía, la inexistencia de plantas de tratamiento de aguas industriales y la insuficiencia en la capacidad de tratamiento de aguas residuales municipales. Sin embargo para principios de los noventa la contaminación había disminuido, debido al cierre de las grandes procesadoras de productos pesqueros ubicadas al norte de la ciudad (Tanahara-Romero, 1996) por traslado de empresas a otras ciudades, por el embargo atunero y por cuestiones de manejo.

A pesar de haber desaparecido los grandes contaminadores, como se pensaba anteriormente que eran las empresas procesadoras de pescado, continuaron presentándose serios problemas de contaminación. El puerto del Sauzal presenta aún niveles altos de contaminación, obviamente no en la misma magnitud que 20 años atrás, pero continúa siendo uno de los principales focos de infección a la bahía. Además de ser un puerto pesquero es una zona industrial, con una planta de tratamiento deficiente, donde hace falta un control más estricto de las descargas de las empresas y del trabajo de embarcaciones en puerto. Por esta razón, El Sauzal de Rodríguez continúa siendo uno de los principales puntos de la bahía donde hay que centrar la atención.

Para 1993 se consideró que la contaminación tenía otra fuente, que radicaba en la planta de la CESPE y las empresas ubicadas en el centro de la ciudad que descargaban sus aguas directamente al arroyo El Gallo, el cual en ese entonces se encontraba bastante afectado, siendo el principal foco de infección para la bahía y la población de la ciudad ya que como recuerda la mayoría de las

personas entrevistadas, tanto del sector académico como del normativo por este arroyo fluía una gran cantidad de agua sin tratamiento previo. En 1999 al entrar en funcionamiento la planta de tratamiento de aguas residuales municipales “El Naranjo”, se consideró una de las mejores acciones tomadas para prevenir y controlar la contaminación de la bahía, como todos los entrevistados lo reconocen.

A través de los años, las descargas de aguas sin tratamiento previo o las que tienen un tratamiento deficiente han resultado y resultan ser las principales fuentes de contaminación en la bahía, además de las descargas clandestinas que se han encontrado a lo largo de la línea de costa en especial al norte de la ciudad. Sin embargo, hay que reconocer que la contaminación ha disminuido notablemente a pesar del alto desarrollo industrial y poblacional de Ensenada durante los últimos 20 años. El INEGI (2005), reporta un incremento poblacional del 79% para el periodo comprendido de 1980 a 1995. Los datos demográficos también indican que la población ha tenido un crecimiento rápido, de 175 425 habitantes en 1980, 315 289 en 1995, 424 809 para el 2001 a 524 018 habitantes registrados en el último censo realizado en el 2005.

Esta información resulta importante para evaluar los cambios en el nivel de contaminación de la bahía en el tiempo, tomando en cuenta que antes los niveles de contaminación bacteriológica (que era lo más estudiado) eran de miles hasta millones de CT y CF y si la población era pequeña, ahora los niveles en la mayoría de ocasiones son sólo de cientos y en muchas ocasiones menores. Si se tiene en cuenta que durante los últimos 15-20 años la población ha aumentado, la cual contribuye al aporte de aguas residuales y negras, hay que reconocer que si la contaminación bacteriológica y por sólidos ha disminuido, es debido a que sí están funcionando las medidas de prevención y control que han sido tomadas. Posiblemente no como todos desearíamos, pero sí se puede decir que se ha avanzado en el proceso.

El crecimiento demográfico, muchas veces va aunado al crecimiento económico de la región costera, como ha estado sucediendo en la zona de Baja California. Esto puede traer serios problemas de contaminación si no se toman las medidas necesarias antes de permitir un mayor desarrollo. Por una parte, se dan un gran número de asentamientos en zonas no aptas, la mayoría del tiempo sin servicios sanitarios, con descargas directas al mar o con fosas sépticas que producen infiltraciones o en zonas vulnerables a desastres naturales, lugares por donde años atrás eran cauces de arroyos. Todo esto causa una gran presión sobre el medio ambiente y contribuye a su deterioro.

En el pasado no se pensaba en ordenamientos para asentamientos humanos, por lo tanto no se contaba con la infraestructura necesaria para soportar el crecimiento de la población, ya que no se construía pensando a futuro. Afortunadamente, hoy en día sí se trabaja en ello y hay cada día un mayor interés. Es importante valorar si la planeación realizada tiempo atrás, en la cual se pusieron las descargas en las zonas de playas es aún una medida positiva para la ciudad. Creo que valdría la pena retomar la planeación y considerar nuevos puntos de descargas en zonas retiradas a la costa, no para arrojar residuos sin tratamiento previo, sino para alejar un poco los posibles focos de infección en épocas de lluvias o durante eventos espontáneos u ocasionados por fallas imprevistas.

Según la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California y los Reglamentos se define al control como "*La inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas*" y la prevención como "*El conjunto de disposiciones y medidas tendientes a evitar el deterioro del ambiente*". Si se toman en cuenta los logros que se han tenido en materia de control y prevención de la contaminación, se puede afirmar que se han creado buenas normas e instancias encargadas, se ha aumentado la dedicación y el trabajo de inspección y vigilancia, ahora se aplica la normatividad en mayor medida y se ha conseguido que cada día

se unan más personas para realizar prácticas más limpias. Si bien, se reconoce que hace falta tiempo, personal y dedicación, además de una aplicación rigurosa de las leyes y reglamentos, se debe aceptar que se va por buen camino, ya que es evidente que ha habido cambios graduales.

A pesar de que la contaminación ha disminuido drásticamente en algunos aspectos (sólidos suspendidos, bacterias y descargas de aguas domésticas e industriales), hoy en día se reconoce que el tipo de contaminantes ha cambiado. Resulta importante regular los procesos de todas las actividades que se realizan en la zona costera y aplicar correctamente la legislación ambiental, para poder trabajar sobre los posibles causantes. Lo que se busca finalmente, es lograr un manejo sustentable de la zona costera, para que no pierda sus cualidades y atractivos, y para que pueda servir para diferentes sectores, ya sea para fines recreativos, turísticos y de pesca, además de ser un puerto de carga. Esto desde el punto de vista social y económico, pero si se piensa a nivel de ecosistema, más aún es necesario tomar medidas responsables para evitar la continua alteración del medio marino sin llegar a un nivel crítico.

Por otra parte, si bien el control de la contaminación de la zona costera es legalmente responsabilidad de las autoridades, también la sociedad debe asumir su grado de responsabilidad. Hay que entender que los encargados, no son los únicos interesados en tener una zona limpia y sana, aunque sí es su obligación hacer cumplir la normatividad ambiental, todos los sectores que actúan en la zona costera tienen finalmente algún interés. Desde mi punto de vista, esta actitud hacia una cultura más ambiental, ha ido en aumento. Vale la pena resaltar grupos como los de "Haciendo lo necesario", "Playas limpias", particulares en pro de la conservación y limpieza, a los cuales se han sumado muchos participantes, lo que demuestra que cada vez hay un mayor interés de la sociedad.

Hay que reconocer que el tratamiento de aguas municipales de Ensenada es hoy de los mejores en el país, con lo que se está disminuyendo los efectos negativos

que se podrían causar tanto a la flora y fauna marina, como a la salud humana. Así que, aunque en ocasiones las plantas presenten problemas de deficiencia y sobrecapacidad, Ensenada es una de las pocas ciudades en el país que logran tratar casi el total de las aguas municipales, siendo ésta, una de las razones más importantes por la que el estado de contaminación de la bahía mejoró notablemente. Sin embargo, hay que buscar soluciones para que no sigan ocurriendo eventos esporádicos de descargas clandestinas por parte de la CESPE, los cuales se han presentado durante los últimos años cuando hay fallas de operación. No son justas las excusas, siendo una entidad del gobierno deberían ser los organismos más limpios y transparentes para poner el ejemplo a toda la sociedad.

Aunque ya deben estar identificados los principales infractores, que por una parte son algunas industrias en El Sauzal, incluyendo los de la dársena portuaria, y por otro lado la zona del puerto de Ensenada y la zona aledaña al arroyo El Gallo. Aquí, o es la CESPE, los industriales o los asentamientos cercanos al arroyo El Gallo, los que se empeñan en seguir contaminando a pesar de la normatividad y llamados de atención que se han hecho, ya que en esta zona no siempre se cumple con las normas de pretratamiento de desechos. En este sentido, es responsabilidad de la Secretaría de Protección al Ambiente identificar claramente estas fuentes, y si ya están identificadas es necesario entender el porqué no se ha logrado convencer a estas personas para realizar prácticas más adecuadas y darlo a conocer al público.

Respecto a la contaminación por metales los resultados de este estudio sugieren que falta información y vigilancia sistemática, que permita ver como se ha comportado esta a través del tiempo. Ya que, como se mencionó anteriormente, eventos puntuales sirven para estudiar algún patrón, pero no para poder hacer una comparación en el tiempo. Si bien, se sabe que existen estos reportes como el seguimiento que realiza la Secretaría de Marina, éstos no están accesibles y deberían ser divulgados. Al analizar los límites establecidos para metales se

puede observar que éstos son muy laxos o están muy por encima de lo que se descarga a la bahía, por ello se considera que es necesario revisar los niveles permitidos, de esta manera se podría contribuir a una mejor práctica en cuanto a desechos con niveles de metales menores a los arrojados hoy en día, que según la opinión de las personas que trabajan en esta área es posible.

En la zona del puerto de Ensenada, y en mayor grado en la marina del hotel Coral es evidente la contaminación por cobre. Esto se debe en especial a la pintura de los barcos recreativos, ya que la pintura contiene una mayor cantidad de este metal que la pintura utilizada para los barcos de uso comercial. Por ello, es importante considerar la zona de descarga de los desechos de dragados del puerto, ya que pueden estar afectando la zona de las islas y la parte interna de la bahía, ya que el sedimento marino atrapa gran cantidad de materia orgánica, microorganismos y metales los cuales pueden ser resuspendidos. Además, se debe tomar en cuenta que estos contaminantes se han acumulado por largos periodos de tiempo y al ser removidos pueden pasar de nuevo a estar en solución. Es necesario re-evaluar si el sitio de vertimiento del material es el más apropiado para continuar haciéndolo.

En relación a la contaminación por hidrocarburos en la bahía, los pocos estudios encontrados reportan que aunque se presentan niveles de estos compuestos debido a una contribución antropogénica, no hay indicios de ser una zona contaminada por éstos. Sin embargo, faltan estudios y es muy probable que sí esté contaminada por hidrocarburos debido al alto flujo de embarcaciones.

En cuanto a la normatividad existente, considero al igual que la mayoría de los investigadores entrevistados que sí hay buenas leyes y normas en materia de protección al medio ambiente marino. Sin embargo, la aplicación adecuada de las mismas resulta ser un proceso lento y es imposible lograr de la noche a la mañana un cambio substancial. Hay que reconocer todos los avances que se han logrado en materia de control y prevención de la contaminación y particularmente aquí en

la Bahía de Todos Santos. Hoy en día hay una mayor vigilancia (mayor número de inspectores), la corrupción ha disminuido, al menos no es tan evidente, hay más entidades encargadas, un mejor manejo de la información y es por esto que ha habido mejoras sustanciales durante los últimos años. Sería importante crear normas que sean exclusivas para la zona costera, además de ser más estrictos y persistentes con los infractores que continúan incumpliendo con la normatividad existente.

8. CONCLUSIONES

- La evolución en la calidad del agua en la bahía presenta una drástica mejoría en aspectos importantes como contaminación bacteriológica, vertimientos de materia orgánica y de sólidos, en comparación a 1995.

- Es evidente un cambio drástico en la calidad del agua a partir del año 2000, lo cual está asociado a la entrada en funcionamiento de la planta de tratamiento El Naranja en agosto de 1999, a las prácticas más ecológicas por parte de la sociedad, y a un control y regulación más eficiente.
- La mayoría de los estudios señalaban al arroyo El Gallo y al puerto de El Sauzal de Rodríguez como las principales fuentes de contaminación por aporte de diversos contaminantes. A pesar de que los datos bacteriológicos muestran una clara mejoría hacia principios del 2000, continúan siendo los principales focos de contaminación aunque no en niveles comparables.
- Las descargas clandestinas y las fallas de operación ocasionales de las plantas, continúan siendo un riesgo potencial para la salud de la bahía. Al igual que las empresas que sin permisos vierten al alcantarillado sus desechos y hacen que las plantas no logren tratar bien sus aguas, ya que traen algunos elementos o desechos que no son degradados o tratados por la planta.
- Se debe exigir y reforzar las actividades de inspección, regulación, prevención y control por parte de las autoridades, emitiendo altas sanciones.
- El municipio debe crear medidas para evitar los colapsos de los drenajes en épocas de lluvias y para que las plantas puedan trabajar eficientemente.
- Las autoridades deben enfocarse en supervisar la zona de El Sauzal de Rodríguez hasta que logren cumplir con la normatividad.
- Es necesario revisar los límites máximos permisibles para los cuales se determina que una zona presenta algún riesgo sanitario para la salud humana ya que están muy por encima de los valores reportados y difieren entre ellos.

- Es necesario acabar con algunas malas prácticas, como la manipulación de la ley por algunas empresas para quedar impunes, o el amparo en el poder para evitar ser sancionadas. Es importante que se revise la ley para evitar estos vacíos y no quede espacio para la manipulación.

9. RECOMENDACIONES GENERALES

Realizar estudios con mayor frecuencia, para poder evaluar mejor la calidad de un cuerpo de agua. Debido a que es difícil comparar datos, por todas las variables que afectan, como temporadas de lluvias, aumento del número de turistas, problemas eventuales en las plantas o por algún infractor, procesos de dragado, además de las variables naturales.

Que los datos obtenidos del monitoreo sistemático de la contaminación, sean de acceso al público, como lo comenzó a realizar la UABC en abril de 2009.

Revisar los límites máximos permisibles para los cuales se determina que una zona presenta algún riesgo sanitario para la salud humana. La Cofepris establece 500 enterococos (NMP/ 100mL) y la Organización Mundial de la Salud 100 enterococos (NMP/100 ml). Si los niveles actuales son suficientemente bajos, se debe evaluar la posibilidad de adoptar las normas internacionales.

Tomar las precauciones necesarias para controlar efectos adversos ya identificados y evitar que ocurran una y otra vez, como el caso de los problemas del cárcamo de San Marino, el cual en repetidas ocasiones durante los últimos ocho años ha tenido que evacuar sus aguas directamente a la bahía por problemas en el funcionamiento. Asimismo cuando las plantas de tratamiento tengan fallas de operación.

Buscar soluciones para controlar la contaminación en época de lluvias, ya que la poca capacidad de los sistemas de drenaje, de los cauces de ríos y demás efluentes, no soportan los acarreos pluviales provenientes de toda la ciudad, las cuales son descargadas al mar sin previo tratamiento.

Aplicar un control más estricto por parte de las autoridades, para lograr que se cumplan las normas obligatorias para el funcionamiento de las empresas en relación a la descarga de sus desechos a las aguas residuales.

Continuar trabajando hasta lograr hacer cumplir la normatividad al 100% si ya se tiene identificado el origen y la problemática que enfrenta la ciudad de Ensenada: los problemas de descargas clandestinas de aguas domésticas, aguas de procesos industriales o de plantas industriales deficientes, filtrado de agua de

fosas sépticas, deficiencias en las plantas, colapso durante las épocas de lluvias, dragado de puerto, entre otras.

Trabajar más sobre toda la zona industrial y puerto de El Sauzal de Rodríguez. No es suficiente el que los grandes contaminadores del Sauzal ya no estén, si otros ocupan su lugar. No resulta justo que las empresas hagan convenios con la CESPE para tratar sus aguas, cuando algunas veces resulta ser que éstas tienen deficiencias en el tratamiento o sobrecapacidad, o la planta de tratamiento de la OPI que presenta un tratamiento insuficiente.

Supervisar más la zona del arroyo El Gallo. Aunque la mejoría ha sido relevante, aún existen desagües clandestinos. A pesar de que en el 2005 la CNA comenzó un proceso legal en contra de las empresas aledañas a esta zona, algunas veces se continúa contaminando sin atender a las normas y a los llamados de atención. También esto es necesario en Punta Banda, en especial la Bufadora. Aunque estudios en zonas aledañas reflejan que es una zona relativamente limpia, hay aguas sin tratamiento que son vertidas al mar por los asentamientos humanos y locales comerciales de este lugar.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Anuario IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2001. Martínez-Romero, E y V. Ramírez-Angulo. Seguimiento al estudio de la calidad de agua en la bahía de Ensenada, B.C. p 73-80. http://148.244.92.41/instituto/historial-proyectoswrp/tc/2001/ca_02_2001.pdf
- Arce-Duarte, F.A. 1984. Efectos de contaminación orgánica en la zona costera de la bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura, UABC, México. 75 pp.
- Argote, E., M.L., F.J. Gavidia y A. Amador. 1991. Wind-induced circulation in Todos Santos Bay, B. C., México. *Atmósfera*, 4: 101–115.
- Cárdenas-Torres, A. N. 2001. Instrumentos y estrategias para la prevención y control de la contaminación en el medio ambiente marino en la Península de Baja California. Tesina de Especialidad en Administración de Recursos Marinos, UABC, México. 107 pp.
- Carreón-Martínez, L. B., M. A. Huerta-Díaz, C. Nava-López y A. Siqueiros-Valencia. 2002. Levels of Reactive Mercury and Silver in Sediments from the Port of Ensenada, Baja California, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 68: 138-147.
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris). Programa Integral de Playas Limpias. Lineamientos para determinar la calidad de agua de mar para uso recreativo con contacto primario en http://www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/lineamientos_para_determinar_la_calidad_del_ag
- Diario Oficial de la Federación. 1989. *Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos de calidad del agua CE – CCA – 001/89*. Ed. Diario Oficial de la Federación 13 de Diciembre 1989. Pp. 23.
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE). Gobierno del Estado de Baja California. Reportes Internos.
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE, GobBC). Gobierno del Estado de Baja California. En <http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/>
- Cruz-Colín, M. E. 1997. Variabilidad de temperatura del mar en la Bahía de Todos Santos, B. C., México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. UABC, México. 98 pp.
- Delgadillo-Hinojosa, F. 1985. Contaminación fecal en sedimentos superficiales de la zona litoral de la bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de licenciatura, UABC, México. 40 pp.

Diario Oficial de la Federación, 2006. Norma Oficial voluntaria NMX-AA-120-SCFI-2006, que establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad de calidad de playas. Ed. Diario Oficial de la Federación 6 de julio 2006.
www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/

Diario Oficial de la Federación. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM 001-ECOL – 1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Ed. Diario Oficial de la Federación 6 de Enero 1997. <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/>

Diario Oficial de la Federación. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM 002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Ed. Diario Oficial de la Federación 3 de Junio de 1997.
<http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/>

Encalada-Fleites, R.R. y E. Millán Núñez. 1990. Impacto de las aguas residuales industriales y domésticas sobre las comunidades bentónicas de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 16(4): 121-139.

Gaceta CICESE, 28 de febrero de 2007 ejemplar 112. Consultado julio de 2009 en <http://gaceta1.cicese.mx/ver.php?topico=especiales&ejemplar=136&id=243>

García-Gastélum, A. 1997. Clasificación integral del litoral costero de la Bahía Todos Santos, B.C. México. Tesis de licenciatura, UABC, México. 80 pp.

Gobierno de Baja California. 2002. Programa Estatal de Protección al Ambiente de Baja California 2002-2007. Ed. Gobierno del Estado de Baja California.
<http://www.lib.utexas.edu/benson/lagovdocs/mexico/bajacalifornia/ped/programa-especial-ambiente2002-2007.pdf>.

Gómez-Morín, F.L. 1994. Marco conceptual y metodológico para la planificación ambiental del desarrollo costero en México: La experiencia de Baja California. Tesis de licenciatura, UABC, México. 87 pp.

González-Moreno, L. 2003. Contaminación microbiológica en la zona costera adyacente a la descarga El Naranjo/El Gallo en la bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura, UABC, México. 64 pp.

Gutiérrez-Galindo, E. A. y A. Muñoz-Barbosa. 2001. Variabilidad temporal de corto periodo de Ag, Cd y Cu en *Mytilus californianus* y la efectividad de este organismo como biomonitor. *Ciencias Marinas*, 27(2): 269-288.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información (INEGI). XII Censo General de Población y Vivienda (2005); Censo de Población y Vivienda; resultados preliminares (1995). <http://www.inegi.gob.mx/> Revisado agosto 2004.

Jiménez-González, R. 1989. Contaminación fecal en las principales playas de uso recreativo de la bahía de Todos Santos B.C. durante la estación de verano de 1987. Tesis de licenciatura, UABC, México. 48 pp.

Jiménez-Pérez, L.C., F. Molina-Peralta y E. Núñez -Fernández. 1992. Efectos de las aguas residuales sobre la macrofauna bentónica de playas arenosas en la bahía de todos santos. *Ciencias Marinas*, 13 (1): 35-54.

Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación, 1989. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos de calidad del agua CE – CCA – 001/89. Ed. Diario Oficial de la Federación 13 de Diciembre 1989. Pp. 23.

Lares, M.L. y S.G. Marinone. 2009. Comparison of cadmium and phosphate concentrations during red tide versus no red tide conditions. *Journal of Coastal Research*, SI 56: 832-835, Lisboa, Portugal, ISBN.

Lares, M.L., S.G. Marinone, I. Rivera-Duarte, A. Beck y S. Sañudo-Wilhelmy. 2008. Spatial variability of trace metals and inorganic nutrients in surface waters of Todos Santos Bay, México in the summer of 2005 during a red tide algal bloom. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 56(4): 707-716.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente (LGEEPA). Actualización 2000. Ed. Delma. Décimo tercera edición. 240 pp.

Lizárraga-Partida, M.L y G. Vargas-Cárdenas. 1996. Influence of water circulation on marine and faecal bacteria in a mussel-growing area. *Marine Pollution Bulletin*, 32(2): 196-201.

Mandujano-Velasco, M.R. 2007. Distribución espacial y enriquecimiento de metales pesados en sedimento superficial de la bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis de Maestría, UABC, México. 64 pp.

Mancilla, P.M. y G.M. Martínez. 1991. Variación estacional de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la Bahía de Todos Santos, B. C. México (marzo de 1986 a junio de 1987). *Rev. Inv. Cient.*, 2: 33-45.

Martínez-Guerrero, S.A. 2006. Identificación de áreas viables para usuarios del mar en función de la calidad de agua costera adyacente en el corredor Tijuana – Ensenada B.C. durante el invierno 2003. Tesis de Maestría, UABC, México. 108 pp.

- Martínez-Guerrero, S.A. 2003. Estrategia para la recuperación turística y comercial de la zona de playa, contaminada con descargas orgánicas provenientes del arroyo El Gallo. Tesis de Licenciatura, UABC, México.
- Martínez-Rocha I.A. 1991. Estudio de vocación de suelo en una región de la bahía de Todos Santos, municipio de Ensenada B.C. Trabajo terminal para diploma de Especialidad en administración de recursos marinos, UABC, México. 47 pp.
- Mendoza-Vega, E. 1996. Origen y transporte de algunos hidrocarburos poliaromáticos en sedimentos recientes de la bahía de Todos Santos, Baja California, México. Tesis de Licenciatura, UABC, México. 78 pp.
- Millán Núñez, E.G., E. Torres Maye, M.de J. Valdez Holguin y M. DE J. Acosta Kuiz. 1984. Estudio preliminar de algunas propiedades químicas indicadoras de contaminación orgánica en la dársena de El Sauzal de Rodríguez, B. C. Ciencias Marinas 10 (1): 33-5 8
- Morales-Chávez, R. 1984. Colimetría en descargas de aguas industriales, domesticas y en la zona de rompiente de la Bahía Todos Santos, B.C. Tesis de licenciatura, UABC, México. 42 pp.
- Moreno-Casasola, P., E. Peresbarbosa R. y A.C. Travieso-Bello (Eds). 2006. Estrategia para el manejo costero integral: el enfoque municipal. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Xalapa, Ver. México. 1266 pp.
- Muñoz-Arriola, F. 1994. Variabilidad de Cd, Cu y Pb en los aportes de aguas residuales del arroyo El Gallo a la bahía de Todos Santos durante el periodo mayo-diciembre de 1991. Tesis de licenciatura, UABC, México. 69 pp.
- Muñoz-Barbosa, A.E., A. Gutiérrez-Galindo y G. Flores-Muñoz. 2000. *Mytilus californianus* as an indicator of heavy metals on the northwest coast of Baja California, México. Marine Environmental Research, 49: 123-144.
- Orozco-Borbón, M.V., J.A. Segovia-Zavala, F. Delgadillo-Hinojosa y A. Muñoz-Barbosa. 1994. Estudio bacteriológico de agua de mar para cultivo de moluscos bivalvos en Baja California. Ciencias Marinas, 20(2): 183-198.
- Orozco-Borbón, M.V. y F. Delgadillo-Hinojosa. 1989. Contaminación fecal en sedimentos superficiales de la bahía de Todos Santos, Baja California. Ciencias Marinas, 15(1): 47-62.
- Orozco-Borbón, V. y E. A. Gutiérrez-Galindo. 1983. Contaminación fecal costera en la zona del puerto de ensenada, Baja California. Ciencias Marinas, 9(10): 27-34.

- Pavía, E.G., 2004. La influencia de los ciclones tropicales en la lluvia del noroeste de Baja California y suroeste de California. *Geos*, 24: 69-72.
- Peña-Manjarrez, J. L. 1987. Contribución al estudio de Fuentes de contaminación por materia orgánica y sus aportes a la bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura, UABC, México. 68 pp.
- Peraaza-Castillo, M.N.M. 1990. Determinación e identificación de la contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo en la zona noroccidental de la Península de Baja California utilizando el mejillón *Mytilus californianus* como organismo bioindicador. Tesis de Maestría, CICESE, México. 206 pp.
- Pérez-Morga, N. 2004. Características de la circulación y dispersión de contaminantes frente al arroyo El Gallo, en la Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis de Maestría, UABC, México. 123 pp.
- Periódico Oficial del Estado de Baja California. 2009. Gobierno de Baja California. Plan Estatal de Desarrollo 2009-2013. 11 de diciembre de 2009. <http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/legislacion/periodico/2009/SECC-I-11-12-2009.pdf>
- Periódico Oficial del Estado de Baja California. 2001. Ley de Protección al Ambiente para el estado de Baja California. Numero 53, 30 de Noviembre 2001. pp. 86.
- Periódico Oficial. 1999. Reglamento para el control de la calidad ambiental del municipio de Ensenada, Baja California. No. 5, 29 de Enero de 1999, Tomo CVI. <http://web2.ens.cetys.mx/azuz/Leyes-Reglamentos-y-Normas/MUNICIPIO-ENSENADA/Reg-Calidad-AMBIENTAL.pdf>
- Periódico Oficial. 1993. Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación del agua, el suelo y la atmósfera. No. 51, 10 de diciembre de 1993, sección II, tomo C. http://www.sindicaturaens.gob.mx/Reglamentos_Estatales/reglamento_de_la_ley_del_equilibrio_ecologico_proteccion_al_ambiente.pdf
- Reynoso Nuño, H.E. y A. Jorajuria. 1988. Distribución de metales pesados en la costa occidental de la península de Baja California usando *Mytilus californianus* como organismos centinelas. *Ciencias Marinas*, 14(4): 101-116.
- Ríos-Mendoza, L.M. 1994. Hidrocarburos clorados en sedimentos superficiales de la zona noroccidental fronteriza México-EUA y Bahía Todos Santos, Baja California, México. Tesis de Maestría, UABC, México. 84 pp.

- Rivera Duarte, I., K. Nishikawa Kinamura, S. Sañudo Wilhelmy, J. Segovia Zavala. 1986. Efecto de los contaminantes derivados de la industria de la harina de pescado en la Bahía de Todos Santos B.C. *Ciencias Marinas*, 12(2): 69-84.
- Romero-Vargas-Márquez, I.P. 1995. Metales pesados y sus fracciones químicas en sedimentos de la bahía de Todos Santos, Baja California, México. Tesis de Maestría, UABC, México. 86 pp.
- Salas-Flores, L.M. 1984. Determinación de hidrocarburos derivados del petróleo en las grasas y aceites de la capa superficial del agua y sedimento en la dársena del puerto de Ensenada B. C. en condiciones de baja producción pesquera. Tesis de Licenciatura, UABC, México. 87 pp.
- Sandoval-Salazar, G. 1999. Metales pesados en sedimentos superficiales de la cuenca de las californias: frontera México-E.U.A. a Bahía Todos Santos, Ensenada, Baja California, México. Tesis de Maestría, UABC, México. 55 pp.
- Sañudo-Wilhelmy, S., A.R. Flegal. 1996. Trace Metal Concentrations in the Surf Zone and in Coastal Waters off Baja California, Mexico. *Environmental Science Technology* 30, 1575-1580.
- Seañez-Reyes, R. 2001. Aislamiento de bacteriófagos y su aplicación en la contaminación de la bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de Maestría, UABC, México. 62 pp.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.) 1979. Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas. pp 5-43.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) 1979. Análisis de aguas y aguas de desecho. Vol 3. Cuarta Ed. pp 584-588.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009
<http://www.semarnat.gob.mx>
- Secretaría de Protección al Ambiente, Gobierno del Estado. Diagnóstico Ambiental. Región Tijuana-Punta Banda. 2009.
http://www.bajacalifornia.gob.mx/spa/problematika/region_tijuanapuntab.html
- Segovia-Zavala, J. A. 1982. Estudio de contaminación por materia orgánica en la zona industrial de El Sauzal de Rodríguez, Baja California. Tesis Licenciatura, UABC, México. 96 pp.
- Segovia-Zavala, J.A., I. Rivera-Duarte, F.J. del Valle Villorín. 1988. Efectos de desechos orgánicos en las zonas adyacentes a los efluentes en Bahía de Todos Santos: Nutrientes. *Ciencias Marinas*, 14(1): 81-94.

Segovia-Zavala, J. A. y M. S. Galindo-Bect. 1984. Fuentes de contaminación por materia orgánica en la Bahía de Todos Santos, Baja California. I. Caracterización y eficiencia de la planta de tratamiento de la ciudad de Ensenada, Baja California. *Ciencias Marinas*, 10(1): 19-32.

Suárez-Vidal, C.E. y M. Acosta-Ruiz. 1976. Distribución de cobre y zinc en mejillón (*Mytilus californianus*) en la parte noroccidental de la Baja California. *Ciencias Marinas*, 3(2): 1-7.

Tanahara-Romero, T.Y. 1996. Variabilidad espacio temporal de bacterias coliformes en la Bahía Todos Santos, B.C. Tesis de Licenciatura, UABC, México. 71 pp.

Villegas-Jiménez, A. 1994. Determinación de algunos hidrocarburos alifáticos y poliaromáticos en sedimentos recientes de la Bahía de Todos Santos. Tesis de Licenciatura, UABC, México. 81 pp

ANEXO

Anexo 1. Cuestionario de las entrevistas

1. ¿Cuál ha sido su área de interés?
2. ¿Desde que año realizan estudios (o trabajos) en la bahía?
3. ¿Cuál era el estado de contaminación de la bahía hace 15 años?
4. ¿Cuál es su percepción hoy en día?
5. ¿Cuáles considera los puntos clave en relación a eventos de contaminación?
6. ¿Cuáles considera que hayan sido las mejores medidas de control y prevención tomadas en la ciudad?
7. ¿Considera que hay una buena normatividad y medidas de regulación?