

**Identificación de áreas viables para usuarios del mar
en función de la calidad de agua costera adyacente en el
corredor Tijuana – Ensenada.**

**Tesis que para obtener el grado de Maestría en Manejo de Ecosistemas de
Zonas Áridas Y Zona Costera**

Presenta

Steephen Arturo Martínez Guerrero.



M.C. Sergio Raúl Canino Herrera
Director de Tesis



Dr. Guillermo Arámburo Vizcarra
Sinodal



M.C. Cesar García Gutiérrez
Sinodal

Junio 2006

Resumen

Se evaluó la calidad del agua adyacente al litoral costero Tijuana – Ensenada, durante el mes de marzo del 2004 para identificar las áreas viables para los usuarios del mar en función de la calidad de agua costera y de las posibles fuentes de contaminación sobre el ambiente costero. Las variables consideradas fueron coliformes totales, carbono orgánico total, cloro y número de descargas a la línea de costa. Paralelamente se realizó un muestreo social mediante el uso de cuestionarios para identificar la percepción de la población sobre el fenómeno de la contaminación. Los resultados indican que el efecto de la contaminación de la zona costera es apenas perceptible para la población que hace uso de ella. La zona de Playas de Tijuana y Sauzal de Rodríguez resultaron sitios que actualmente ya no son viables para realizar actividades turísticas de ningún tipo por presentar riesgos a la salud. Rosarito, Bajamar y Ensenada, actualmente son viables para el aprovechamiento de recursos y puede ocasionar problemas sanitarios su uso turístico. El resto del litoral es apto para actividades turísticas sin riesgos. No obstante de continuar la tendencia de crecimiento y vertimiento de contaminantes sin control a la zona costera del área de estudio, para el año 2015 las únicas localidades aptas para dichas actividades serán Chapultepec, Ejido Esteban Cantu y Estero de Punta Banda.

Agradecimientos

El presente documento es el resultado del esfuerzo y dedicación de un grupo de trabajo. Sin definir un orden de importancia, quiero agradecerle a mi director de Tesis M.C. Raul Canino, porque me apoyo en este proyecto, no solo de manera académica, sino también personal y sobre todo porque creyó en mí y en la viabilidad de esta línea de investigación.

Agradezco el apoyo y experiencia de mis sinodales Dr. Guillermo Aramburo y M.C. Cesar García, que me ayudaron a definir los límites de mi investigación, antes de que me perdiera en un mundo de información.

Por el apoyo de la Secretaria de Marina y especialmente del Vicealmirante CG.DEM Benjamín Macías Galván, gracias por la información pero sobre todo por su interés en las investigaciones aplicadas y por las facilidades que me brindo como estudiante. A Patricia Silva de CESPE, por la información y especialmente por la paciencia que me tuvo para entregarle resultados.

A mis amistades en Ensenada Geo, Gabo, Alex, Diego, Miriam, a mis amistades que ahora estudian en el extranjero Gaby y Ruth, porque ellos participaron, en algún momento, en la discusión del tema. Agradezco especialmente Geovanni Cordero porque aparte de su amistad me ayudo con el SIG.

A todos los profesores de la Maestría de Ciencias, por sus conocimientos que me permitieron encontrar nuevas ideas de investigación así como otros métodos para hacer las cosas. A mis compañeros Héctor, Nasdry, Marina, Tere y Juan de los que recibí apoyo y conocimientos.

A CONACYT por el apoyo económico durante 2 años de la beca que recibí y en la convocatoria CONACYT – SEMARNAT al proyecto 1113, a través del cual salieron los datos fisicoquímicos que se presentan en este documento.

Dedicatoria

Mas que un agradecimiento dedico este esfuerzo a mi familia que confió plenamente en mi. Gracias Mama, hermano, tías, tíos y primas. Todos ustedes no solo me ayudaron, si no también me impulsaron a estar aquí y a seguir adelante.

Dicen que los grandes amigos son la familia que uno elige, a pesar del tiempo, la distancia y de no vernos muy seguido ustedes también son de mi familia: Iris, Armin, Gloria, Julio y Abigail.

Y finalmente este sueño empezó al mismo tiempo que otro. Muchisisimas gracias a ti Laura Lucio, porque a parte de ayudarme e impulsarme en mi escuela, tesis y trabajo, me has aguantado durante todo este tiempo ☺

Índice

Índice.....	2
Índice de Figuras:.....	3
Índice de Tablas:.....	5
Introducción.....	6
Antecedentes.....	12
Marco conceptual.....	18
Área de estudio.....	20
Climatología.....	22
Hidrología.....	24
Geología.....	24
Fallas.....	25
Actividades socioeconómicas.....	25
Topografía.....	27
Flora.....	29
Fauna.....	30
Oceanografía General.....	31
Línea de costa.....	31
Objetivos.....	33
General.....	33
Particular.....	33
Hipótesis.....	33
Metodología.....	34
Resultados.....	42
Usos actuales.....	42
Usos Definidos.....	43
Identificación de componentes por estudios oceanográficos.....	45
Evaluación sanitaria.....	53
Descargas.....	57
Efectos potenciales.....	59
Carbón Orgánico Total.....	61
Uso de suelo.....	72
Discusión.....	78
Escenario 2010 – 2015.....	82
Alternativas para el mejoramiento de la imagen.....	90
Alternativas para el mejoramiento de la coordinación.....	91
Diseño de sistemas complejos.....	92
Conclusiones.....	94
Bibliografía.....	97
Anexo I Definiciones, usos sugeridos y acciones recomendadas por política identificada.....	104
Anexo II Acervo fotográfico.....	106

Índice de Figuras:

Figura 1.- Zonificación de usos propuesta por Wilhelmy en 1984 para la Bahía de Todos Santos en función de la calidad bacteriana de las aguas costeras. Los números expresan coliformes fecales en 100 ml.....	14
Figura 2.- Imagen de satélite que muestra el área de estudio así como la representación espacial de las estaciones muestreadas en este estudio.....	21
Figura 3.- Clasificación climática mundial Koeppen (Tomado de www.fao.org).....	24
Figura 4.- Tasa de crecimiento poblacional del Estado de B.C., tomado del Plan Estatal de Desarrollo 2002-2007.....	26
Figura 5.- Iso líneas de elevación expresadas en metros para el área de estudio, convertidas de una imagen de satélite de radar con 30 metros de resolución.....	28
Figura 6.- Representación grafica de la interpolación mediante el método del “Vecino Natural”.....	35
Figura 7.- Usos de suelo propuestos para Tijuana por parte de SANDAG E.U.A y IMPLAN México.....	44
Figura 8.- Concentraciones de Cloro libre en superficie para el área de estudio. Los valores están expresados en mg/l.....	46
Figura 9.- Concentraciones de Cloro libre en el estrato de 5 metros para el área de estudio. Los valores están expresados en mg/l.....	47
Figura 10.- Concentraciones de Cloro libre en el estrato de 10 metros para el área de estudio. Los valores están expresados en mg/l.....	48
Figura 11. - Concentración de cloro libre superficial en concentraciones mayores a 0.1 mg/l.....	50
Figura 12. – Concentraciones mayores a 0.1 mg/l de cloro libre a 5 mts. de profundidad.....	51
Figura 13. – Concentraciones mayores a 0.1 mg/l de cloro libre a 10 mts. de profundidad.....	52
Figura 14.- Ubicación espacial de localidades con problemas sanitarios en función del programa “Playas limpias”.....	54
Figura 15.- Identificación espacial de localidades con problemas de contaminación bacteriana en función de criterios internacionales y la CCA-001/89, en la Bahía de Todos Santos.....	55
Figura 16.- Identificación espacial de localidades con problemas de contaminación bacteriana en función de criterios internacionales y la CCA-001/89, en Tijuana y Rosarito.....	56
Figura 17.- Principales descargas de aguas residuales vertidas al mar en el área de estudio.....	58
Figura 18.- Descargas expresadas en porcentaje, valorando para ello el total de descargas identificado entre las descargas para cada localidad del área de estudio. En el eje de las abscisas están las localidades y en las ordenadas el porcentaje que le corresponde.....	59
Figura 19.- Relación entre área de cada localidad y las descargas identificadas. En el eje de las abscisas están las localidades y en las ordenadas el porcentaje que le corresponde.....	60
Figura 20.- Concentraciones de Carbón Orgánico Total para el área de estudio en el estrato de 0 metros. Los valores están expresados en mg/l.....	62
Figura 21.- Concentraciones de Carbón Orgánico Total para el área de estudio en el estrato de 5 metros. Los valores están expresados en mg/l.....	63
Figura 22.- Concentraciones de Carbón Orgánico Total para el área de estudio en el estrato de 10 metros. Los valores están expresados en mg/l.....	64
Figura 23.- Concentraciones de Carbón Orgánico Total para el área de estudio en el estrato de 20 metros. Los valores están expresados en mg/l.....	65

Figura 24.- Relación entre el total de concentraciones analizadas por muestra para cada estrato dentro del área de estudio.....	66
Fig. 25.- Concentraciones de COT que sobrepasaron el valor de 31 mg/l para el área de estudio en el estrato de 0 metros.....	68
Figura 26.- Concentraciones de COT que sobrepasaron el valor de 31 mg/l para el área de estudio en el estrato de 5 metros.....	69
Figura 27.- Concentraciones de COT que sobrepasaron el valor de 31 mg/l para el área de estudio en el estrato de 10 metros.....	70
Figura 28.- Concentraciones de COT que sobrepasaron el valor de 31 mg/l para el área de estudio en el estrato de 20 metros.....	71
Figura 29.- Identificación de los posibles usos sugeridos en función de la evaluación realizada en el presente estudio.	74
Figura 30.- Representación de las localidades con mayor riesgo de crecimiento en función de la orografía.	84
Figura 31.- Representación esquemática de los sitios analizados en este ejercicio así como su capacidad de uso en función de la de la calidad de agua costera adyacente, extrapolada en relación al crecimiento por localidad para el 2010.	86
Fig. 32.- Representación esquemática de los sitios analizados en este ejercicio así como su capacidad de uso en función de la de la calidad de agua costera adyacente, extrapolada en relación al crecimiento por localidad para el año 2015.....	89

Índice de Tablas:

Tabla I.- Criterios de evaluación para el establecimiento de vocación de uso. CF son coliformes fecales (NMP/100 ml), Cl es cloro libre en mg/lt, COT esta en mg de carbón/lt y EpD como efectos potenciales de las descargas.	38
Tabla II.- Criterios de evaluación para el establecimiento de vocación de uso. CF son coliformes fecales (NMP/100 ml), Cl es cloro libre en mg/lt, COT esta en mg de carbón/lt y EpD como efectos potenciales de las descargas, aunque este requiere evaluarse en función del múltiplo que le corresponda de acuerdo al volumen de efluente.	39
Tabla III.- Clasificación de usos propuestos para la zona costera en función de los criterios sugeridos para su análisis.	40
Tabla IV.- Clasificación de usos observados dentro del área de estudio.	42
Tabla V.- Estimado de visitantes que usaron las instalaciones dentro del área de estudio durante el primer trimestre del año 2004.	43
Tabla VI.- Ocupación hotelera expresada en porcentaje dentro del área de estudio durante el primer trimestre del año 2004. El porcentaje de ocupación en ranchos y balnearios no esta definido.	43
Tabla VII.- Valor expresado en porcentaje de los Efectos potenciales de las Descargas (EpD) por localidad analizada.	61
Tabla VIII.- Evaluación y clasificación de usos en función de la calidad de agua costera adyacente y sus fuentes de contaminación.	72
Tabla IX.- Resultados de las encuestas aplicadas en la zona de estudio para identificar la percepción de la población sobre la contaminación costera.	75
Tabla X.- Clasificación de usos esperados en función de la calidad de agua costera adyacente, extrapolada en relación al crecimiento por localidad a 10 años a partir del 2005. El color rojo estable los sitios no viables para uso humano, en color amarillo los sitios con posibles usos de aprovechamiento de recursos y recreativo con problemas, en verde para usos recreativos y en azul los sitios considerados viables para contacto directo.	85

Introducción

La zona costera ha presentado diferentes usos por el ser humano en todo el mundo a lo largo de los años, estos van desde el aprovechamiento de su calidad paisajística para ver un atardecer, hasta la dependencia total por el aprovechamiento de los recursos pesqueros y uso de suelo costero. La importancia que esta zona implica se ve magnificada en años recientes puesto que, según Edgren (1993 en García 1997) la zona costera representa entre el 50 y 70 % de la población mundial.

Esta avalancha de actividades en la misma zona implica que los actores o usuarios del mar en ocasiones traslapan sus actividades, sobreponiendo diferentes tipos de uso, en donde las nuevas actividades afectan las ya establecidas en un inadecuado aprovechamiento de la zona costera.

Un ejemplo de lo anterior se puede observar cuando una playa es utilizada por pescadores ribereños y turistas, puesto que los segundos requieren servicios como restaurantes y hoteles que en un momento dado desplazan los botaderos de lanchas y contaminan el mar si las descargas de aguas residuales derivadas de estos servicios no son tratadas eficientemente. Por su parte los pescadores suelen abandonar sobre la playa el producto derivado de la pesca incidental lo que genera mala imagen en la playa y problemas de contaminación orgánica y olores.

El crecimiento industrial es otra fuente de problemas ambientales, puesto que las empresas exportadoras así como las maquiladoras forman uno de los sectores más dinámicos en la región y se estima que son responsables de la importación de cientos de materiales peligrosos cada año (Sánchez 1990 en Verduzco, 2002) que a su vez intensifican la presión al medio ambiente costero, ya que es este último el receptor final de los desechos producidos.

En estos casos este panorama afecta la capacidad de la zona costera como fuente de valor estético, de recursos y comercial para la población que la usa. Algunas de las causas son la falta de personal de limpieza en playas municipales, la carencia de tratamiento adecuado en empresas turísticas cercanas al mar y las limitaciones de los sistemas de recolección y tratamiento municipal de aguas residuales (Rodríguez, 1998),

resultado de una inadecuada planificación de la zona costera y falta de inspección y vigilancia de la legislación vigente que provoca directa o indirectamente muchas de las tensiones que afectan la sustentabilidad de la zona costera, la cual depende para su buen funcionamiento tanto de las condicionantes ambientales como de los aspectos económicos y sociales de las comunidades así como de la existencia de mecanismos institucionales de regulación (Cendrero-Uceda, 1997 en Alvarado, 2000).

De lo anterior surge la necesidad de este proyecto de investigación, el cual pretende implementar una metodología adicional o innovadora para definir áreas viables para cada actividad realizada en esta franja, utilizando como indicador la calidad de agua costera. El uso de indicadores ambientales se ha extendido en su uso hasta formar un soporte para el ordenamiento de actividades humanas y representa un instrumento para sintetizar y transmitir información previa a la toma de decisiones.

La evaluación de los efectos negativos plantea un reto a los tomadores de decisiones, ya que para medir los cambios que ocurren en el medio ambiente se requiere de criterios confiables y cuantificables. Estos criterios como indicadores ambientales son una medida del medio que nos permiten estimar el grado de estos efectos así como información y/o tendencias sobre los fenómenos ambientales (Alvarado, 2000, De la Lanza, 2000).

En la actualidad el indicador más ampliamente utilizado en la zona costera son las bacterias, aunque solo define los sitios para bañistas, un ejemplo de ello es el programa denominado Blue Flag en cual incluye 35 países y certifica 2472 playas en el mundo, ninguna de México.

Por parte del gobierno mexicano, se formó el programa denominado "Playas Limpias", que incluye igualmente estudios bacteriológicos, aunque también existen criterios de calidad de agua costera (Secretaría de Salud, 1989) y una normativa para evitar la contaminación de cuerpos receptores por parte de las descargas de aguas residuales (NOM ECOL 001).

La importancia de este criterio esta basada en que a inicios del siglo pasado, las enfermedades infecciosas transmitidas por el agua como el cólera, la disentería y

tifoidea formaban grandes epidemias que mataban aproximadamente 25,000 personas al año solamente en E.U.A. (Harte 1995).

En el agua de mar el ser humano también puede verse afectado cuando existe un contacto directo entre los agentes patógenos en estado libre con los que usan esta zona para su recreación o por la acumulación de estos patógenos en moluscos bivalvos que posteriormente pueden ser consumidos. (De la Lanza et. al. 2000),

Algunos de los organismos que producen enfermedades son: Salmonella sp. (Fiebre tifoidea, salmonelosis), Shigella sp.(Disentería bacilar y shigelosis), Vibrio cholerae (Cólera) E. coli (Gastroenteritis) Clostridium perfringens (Gangrena gaseosa), Enterovirus (Gastroenteritis), Hepatitis A (Hepatitis infecciosa), Rotavirus (Gastroenteritis) que en el menor de los casos es suficiente para causar problemas como conjuntivitis y dermatitis (SEMARNAT 2004, Paniagua 1986 citado en Cortinez 1986).

Sin embargo, el mar presenta una capacidad bactericida, ocasionada por sus características químicas (Engel 1979), el problema es que si la vertiente de contaminantes se intensifica, ocasiona que las bacterias puedan vivir en agua de mar varios días ó enquistarse y precipitarse al fondo del mar en la zona litoral manteniéndose activas por meses (Jiménez 1989).

Es por ello que se expone la necesidad de utilizar a parte de las bacterias, otros criterios que le den una mayor robustez al indicador ambiental denominado "Contaminación Costera". Ahora bien, existen diferentes tipos de contaminación en la zona costera, que para facilitar su comprensión se pueden dividir en físicos como la temperatura, químicos como materia orgánica ó nutrientes agregados y finalmente biológicos como bacterias y otros parásitos.

Para mitigar y controlar los problemas biológicos en las aguas residuales tratadas se emplea el uso de cloro ya sea en forma líquida o gaseosa el cual al ser adicionado al agua forma el ión hipoclorito (ClO). Este realiza la función de eliminar organismos patógenos, olores y sabores desagradables (Encalada, 1990) ya sea penetrando en la bacteria y oxidando su contenido celular o atacando su pared celular (Morales, 1984).

Para asegurar la eficiencia del cloro como agente bactericida se mantiene un excedente denominado cloro residual, el cual tiene la función de continuar su efecto más allá de los límites de la planta de tratamiento de aguas residuales. No obstante los efectos del cloro sobre el medio ambiente no han sido suficientemente claros. Se sabe que a concentraciones mayores de 0.5 ppm genera altas mortandades en huevos y larvas de anchoveta (Rosales, 1986) y que inhibe el crecimiento las algas en relación a la concentración utilizada (Simmons 1979 en Morales 1984). En el ser humano se sabe que es nocivo a las mucosas en concentraciones aun no definidas (SEMARNAT 2004) sin embargo falta mucho por investigar sobre los efectos en el ecosistema costero.

Aunque la materia orgánica en el medio marino, sirve como nutriente del ecosistema, las descargas residuales introducen al medio marino, cantidades que superan la capacidad de asimilación de la zona litoral (Flores 1986 citado en Cortinez 1986). Esta situación origina problemas de eutroficación y oxidación, produciendo cambios en las variables fisicoquímicas del agua de mar y una disminución drástica en la concentración de oxígeno disuelto (Segovia, *et. al.* 1988, Sañudo, 1984) así como blooms de marea roja que pueden originar estados de anoxia en la zona e intoxicación de organismos (Peña, 1987). Estas repercusiones pueden ocasionar mortandad masiva de organismos marinos, en muchos casos, especies de valor comercial para la explotación ribereña (Cortinez 1986).

La falta de visión para solucionar estos problemas han ocasionado entre otras las siguientes consecuencias: malos olores, contaminación bacteriana en playas recreativas, deterioro estético del paisaje, etc., esto afecta tanto las funciones del ecosistema como a los servicios que el ecosistema brinda de entre los que podemos mencionar: Balance gaseoso (CO_2/O_2), regulación climática, control de sedimentos, reciclaje de nutrientes, control biológico de especies y servicios sociales tales como recreación, cultura y socioeconómicos, los cuales en su mayoría de las veces no se valoran adecuadamente.

Los efectos de los contaminantes afectan el Valor de la zona costera, la cual al verse fragmentada por nuevos parches urbanos y de servicios, disminuye su calidad paisajística y por lo mismo su valor comercial. Las zonas intermareales que antes ofrecían diversos moluscos y mariscos comerciales, están sobre explotadas y el recurso

agotado por el efecto de la sobre pesca y algunas de las playas de mayor valor turístico por ser playas arenosas de pendientes ligeras y cercanas a accesos, en la actualidad están severamente contaminadas por las descargas de aguas residuales de las plantas de tratamiento municipales.

La principal importancia de contar con un sistema de clasificación actualizado de la contaminación marina y su efecto en las playas consiste en el actual interés de diferentes órganos institucionales que promueven el cambio de actividades económicas de la región de industrial/pesquero a turístico. Sin embargo para asegurar que estos cambios no repercutan negativamente en la salud de la población se debe conocer cuales son las zonas en los que la dispersión favorece la limpieza natural y en cuales zonas se generan acumulamientos.

Con la elaboración del presente proyecto, los usuarios del mar se verán beneficiados al contar con un estudio que les ofrezca áreas de esparcimiento seguro y zonas alternativas que planteen desarrollos urbanos, económicos, eco turísticos y de reserva con un enfoque ordenado que evite impactos negativos en el ecosistema costero, estableciendo un modelo de organización replicable en otras áreas para lograr un ordenado desarrollo económico de las mismas sin afectar la calidad ambiental de la zona en cuestión.

La manera mas adecuada de plasmar los resultados integrados dentro de un área de estudio es utilizando sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta. Su uso se ha aplicado a estudios en escalas espaciales y temporales, ya que permiten integrar de manera gráfica los resultados de diferentes análisis y de esa manera analizar patrones o tendencias y así establecer posibles relaciones entre los diferentes factores de influencia (Bermúdez 2004).

El protocolo a seguir para realizar un SIG incluye la captura de datos, el registro y almacenamiento, estructura y manipulación, proceso de análisis, sobre posición y creación de salidas a modo de mapas y/o imágenes (Ordóñez 2003 en Altuna 2004).

De esta manera es posible integrar datos duros provenientes de un análisis de laboratorio, con datos producto de observación directa e integrarlos en una sola capa

espacial con el objeto de generar información fácilmente revisable que exprese el estado ambiental en un corte de tiempo para beneficio de la sociedad actual y establecer las tendencias sirvan como base para nuevos modelos de planeación.

Antecedentes

En la actualidad la ciencia ambiental y el desarrollo sostenible establecen como prioridad la protección del medio ambiente (Enkerlin, *et. al.* 1997) esto a dado pauta a un gran número de estudios a nivel internacional, nacional y regional por lo que a continuación se señalan solamente los estudios regionales más significativos y que dan pauta al presente estudio.

Sañudo Wilhelmy para 1985 identifico las zonas con mayor riesgo para la salud de la población que utiliza en forma directa la zona costera de la Bahía de Todos Santos (Figura 1). Así mismo refirió que los problemas con la calidad del medio ambiente tienen su origen en el desarrollo de la sociedad por lo que las soluciones deben buscarse bajo un enfoque científico-económico-político para realizar planes de desarrollo con objetivos económicos que mantengan las calidades estéticas de la zona costera.

La SEDUE (1989) publico en el Diario Oficial de la Federación los criterios ecológicos de calidad de agua, los cuales establecían en una sección los valores necesarios para mantener un equilibrio adecuado que permitiera la continuidad de las interacciones en ambientes costeros. Dentro de estos valores cabe destacar que el valor máximo permitido de coliformes fecales es de 200 / 100 ml (en NMP).

Martínez_Rocha (1991), Gómez-Morin (1994) y el Plan de Ordenamiento Ecológico de Baja California 1995, entre otros han hecho énfasis en que la falta de planeación y planificación de la zona costera, da como resultado un uso desordenado del territorio lo que provoca una reducción de las áreas naturales así como perdida de biodiversidad y elevados índices de contaminación. Esto último genera la limitación de los posibles usos potenciales dentro de nuestra área de estudio.

Este uso desordenado del territorio produce a veces una reducción de áreas naturales a lo que se asocia una perdida de diversidad y a una fuerte modificación física al paisaje. Esta consideración es importante para el análisis pues la zona cuenta con 2 regiones terrestres prioritarias (RTP-9 y RTP - 10), de importancia para la conservación, por los remanentes de matorral rosetófilo costero y chaparral con alta integridad biológica (Arriaga *et al*, 2000), que se ven amenazados por el crecimiento de las zonas urbanas

como Ensenada y por la agricultura y pastizales inducidos que están avanzando desde las zonas de cultivo hacia el interior de los mismos.

En 1992 la OEA estableció un programa de ordenamiento ecológico para el desarrollo urbano y turístico de Punta Banda en el cual se especificaron los criterios ecológicos así como las políticas ambientales para promover el desarrollo de actividades turísticas y urbanas en la zona considerando la conservación del medio ambiente y áreas naturales.

Gómez Morin en 1994 estableció el marco conceptual y metodológico para la planificación ambiental del desarrollo costero, el cual incluye el análisis de los atributos de los ecosistemas costeros incluyendo en el los atributos sociales, económicos y políticos para establecer las formas de uso con enfoque sustentable y regulando el grado de intervención humana en los ecosistemas y sus recursos. En relación a la escala del análisis establece que a nivel macro es necesario definir las políticas de desarrollo, a nivel meso la definición de actividades sectoriales, planificación ambiental y los ordenamientos ecológicos y a nivel micro la localización y evaluación de los impactos ambientales.

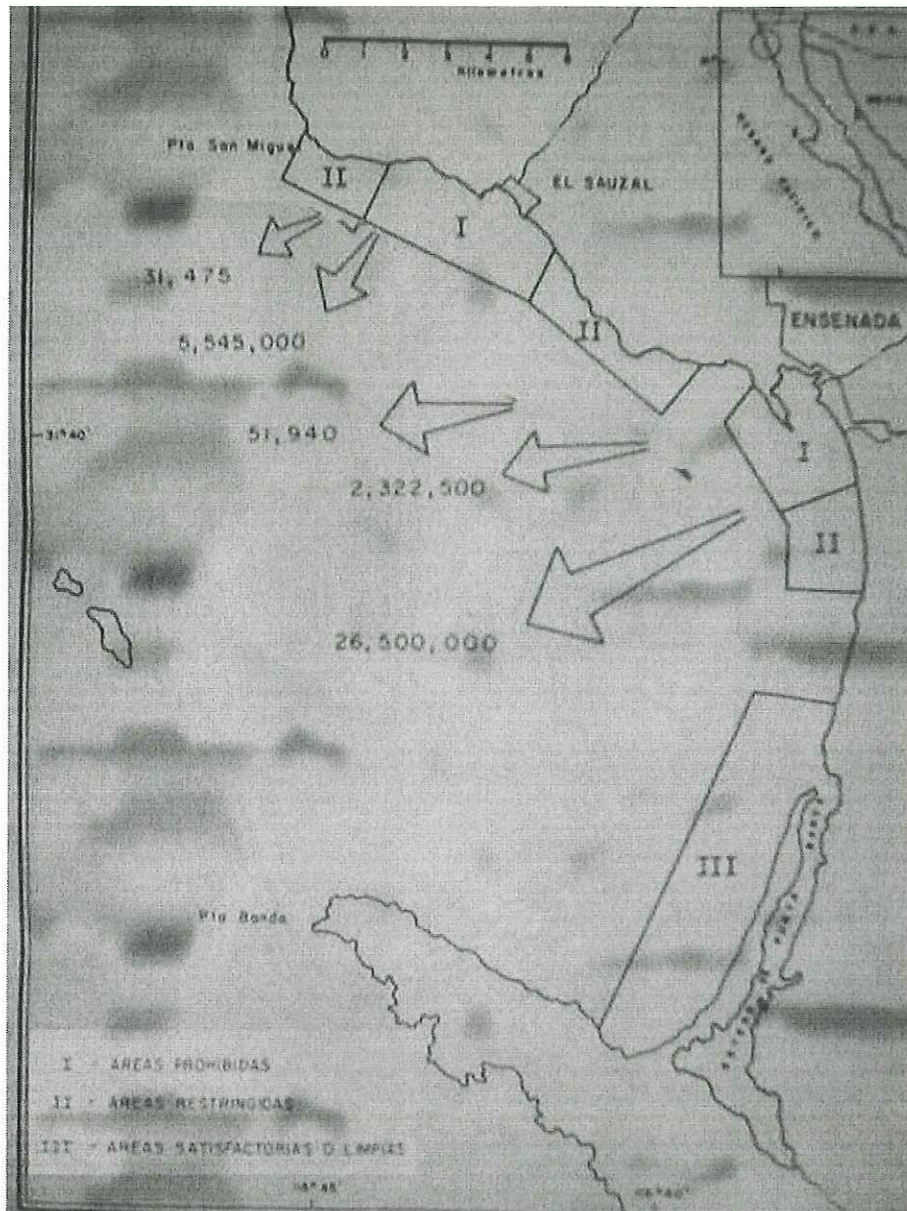


Figura 1.- Zonificación de usos propuesta por Wilhelmy en 1984 para la Bahía de Todos Santos en función de la calidad bacteriana de las aguas costeras. Los números expresan coliformes fecales en 100 ml.

En 1995 el Gobierno del Estado de Baja California realiza el primer instrumento normativo para la zona costera regional entre Tijuana y Ensenada denominado COCOTEN, cuyo objetivo fundamental era regular los efectos producidos por el turismo y la urbanización en la configuración geográfica del paisaje para evitar el deterioro del ecosistema. Es de notar que en este documento no se analizan variables oceanográficas para dicha regulación.

Álvarez Andrade en 1996 definió los usos de suelo para la zona de playas de Rosarito en función de las interacciones entre los elementos físicos, biológicos y antropogénicos, concluyendo que son el turismo, la agricultura y los servicios urbanos las variables que modifican en mayor medida los cambios de uso de suelo.

Appendini Albrechtsen en 1998 identificó a las playas de Rosarito como el recurso económico más importante de ese municipio, por lo que una de las estrategias más importantes necesarias a llevar a cabo es la implementación de medidas regulatorias destinadas a proteger dicho recurso.

Ahumada Cervantes en el 2000 clasifica el grado de perturbación y calidad de la vegetación costera en función de índices ambientales para la evaluación y gestión ambiental. Por su parte Alvarado Aguilar para el mismo año define áreas con potencial de conservación a partir de indicadores ambientales, ambos utilizando como caso de estudio la región de Punta Banda.

Para el año 2001 el Gobierno del Estado de Baja California realiza la actualización del COCOTEN diseñado en 1995 integrando al recién creado municipio de Playas de Rosarito, de tal manera que las siglas utilizadas se modifican a COCOTREN. En este documento nuevamente se pone de manifiesto el impacto generado por la inadecuada gestión de la zona costera que ha repercutido en un cambio en los usos de suelo de manera fragmentada y en muchos casos repercutiendo negativamente sobre los ecosistemas llamándolo hasta esa fecha un crecimiento anárquico y no regulado. Nuevamente se hace notoria la ausencia de estudios oceanográficos en el presente documento.

La vocación de uso definida por el programa "Playas Limpias" en el 2003 pone de manifiesto en riesgo bacteriológico generado por la descarga de aguas residuales municipales del municipio de Rosarito durante el verano de 2004 el cual establece el valor de 500 Enterococos fecales /100 ml como valor máximo para el uso de playas recreativas.

Bermúdez Zavala en el 2004 utilizó sistemas de información geográfica y percepción remota para identificar los cambios de uso de suelo en la zona costera de Playas de Rosarito de 1993 al 2002 y en función de sus resultados predecir el posible escenario al 2012 de entre lo que destaca un cambio de uso de suelo de 52 % en sitios naturales

sin vegetación actual y un 39 % en sitios naturales con vegetación actual; con un incremento en los usos comerciales de 33% y urbanos 25%.

Altuna Renedo realizó en el 2004 una propuesta de ordenamiento de uso de suelo para la zona costera del municipio de Tijuana B.C. Dentro de sus observaciones más notorias se hace mención que el 40 % del área de estudio presenta usos mixtos sin embargo no tiene un uso definido, lo cual se agrava por la dinámica demográfica y de poblamiento urbano que propicia el establecimiento de asentamientos en zonas sin servicios.

Los estudios oceanográficos que se han realizado con anterioridad (ECOBAC y proyectos de frontera entre otros) han demostrado la importancia que presenta el analizar la zona costera de manera integral, para mejorar el entendimiento y con ello realizar planes de manejo de uso de suelo, en los que los efectos de la contaminación también sean involucrados antes de considerar las zonas de crecimiento poblacionales.

En relación a la normatividad y regulaciones vigentes, este programa presenta vinculación con programas nacionales e internacionales de entre los que se pueden mencionar, el Programa de Desarrollo Regional Frontera Norte 2001 – 2006: Que establece los lineamientos y metas esperadas para el desarrollo de las actividades fronterizas entre dichos países, Frontera 2012. Programa Ambiental México – Estados Unidos: que entre otras actividades establece una de vigilancia de contaminantes vertidos al mar por ambos países así como el impacto que esta actividad genera; Plan Nacional de Desarrollo; Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio; Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001 – 2006, que Establecen las metas deseadas en materia ambiental, desarrollo y economía entre otras así como las bases generales para alcanzarlas. Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, Programa Regional de Desarrollo Urbano del corredor Tijuana Rosarito 2000, Corredor costero Tijuana - Rosarito – Ensenada (COCOTREN), Plan Estatal de Desarrollo (COPLADE) 2002 – 2007 y Plan Municipal de Desarrollo, entre otros.

En cuanto a la legislación vigente se puede hacer referencia a los artículos 78, 88, 93, 96 108 117 119 bis, 120, 121, 122, 123, 128, 129 y 130 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, artículo 49 de la Ley General de Bienes

Nacionales, Art. 3 frac. III, Art. 14, Art. 39 frac. V, Art. 90, Art. 92, Art. 125, Art. 127, 128 y 177 de la Ley de protección al ambiente de Baja California; Artículo 2 y 23 de La ley Estatal de Turismo y artículo 12 del Reglamento de la Comisión Federal Para La Protección Contra Riesgos Sanitarios.

Marco conceptual

El entendimiento de los cambios al medio ambiente en la actualidad difiere de los estudios tradicionales. Los cambios que ocurren en un ecosistema dependen de las interacciones entre los organismos que en él habitan. Sin embargo el ser humano tiende a modificar su medio ambiente en mayor medida que los procesos naturales. Este fenómeno es denominado antropoceno (Bloye 2003). Este término fue introducido en el año 2000 por Crutzen y Stoermer para describir como era geológica el punto en el cual las actividades humanas sobrepasan la modulación natural que controla el medio ambiente en el planeta.

El ejemplo más conocido de este fenómeno fue descrito por los oceanólogos Revelle y Suess en 1957, el cual describe hipotéticamente que las emisiones derivadas de quemar combustible fósil posiblemente cambiaría la química atmosférica del planeta, que al tiempo actual es una verdad irrefutable que está cambiando los modelos de producción en muchos países.

El presente estudio contempla que los principales problemas que se presentan al incrementarse la población de manera diferente a los planes de desarrollo, son según la teoría de la transición, los cambios en el proceso salud-enfermedad (PED 2002-2007) y dependen sustancialmente de la dinámica demográfica, económica y social en la que algunos determinantes directos son: el crecimiento demográfico, la migración, la industrialización acelerada y la urbanización.

La manera más adecuada de abordar los cambios originados por dicha dinámica es la rama de la ecología denominada auto ecología la cual establece que para entender la relación entre los individuos y el medio ambiente, se contempla el análisis tratando de integrar problemas fisiológicos y demográficos; clasificando los factores que los producen en bióticos (los seres vivos presentes en el ecosistema) y abióticos (los factores del medio ambiente) (Burel *et. al.* 2002). Los resultados de esta integración permiten analizar como los individuos se ven afectados por las restricciones que el mismo medio impone como resultado de los efectos y cambios generados por el mismo individuo en un efecto de interdependencia entre el medio y el individuo.

En cuanto al término usuarios de mar, comprende en este estudio toda actividad que se genere dentro de la zona costera. Las actividades socio económicas de la región

muestran evidentemente un reto para el manejo adecuado de los recursos de la zona costera ya que existe una gran variedad de usos y en ocasiones estos se contraponen entre si. A lo largo de todo el corredor se pueden observar parches urbanos definidos y temporales, caracterizados principalmente por trailer's park, hoteles y moteles. Estos generan fuentes de empleo importantes para la región. Sin embargo el escaso o nulo tratamiento de sus aguas residuales afecta directamente a las actividades de pesca ribereña, contaminando principalmente a organismos filtradores. Los efectos de estas descargas en ocasiones generan pequeños estuarios que debido a la gran carga de nutrientes provoca malos olores y efectos nocivos al paisaje que reducen los espacios para uso turístico. Un efecto similar se produce por el incremento de industrias en la región.

Por su parte la zona costera se define a partir de la planicie terrestre costera hasta la plataforma continental incluyendo las aguas que la cubren. La principal presión de esta zona es generada por la tendencia a la concentración de la población sobre la misma la cual obedece a razones laborales y satisfactores (recreación y posesión de propiedades junto al mar).

En cuanto a los procesos que dan origen a la contaminación, es notorio como se pueden percibir diferentes causas, ya sea por el crecimiento económico de la región, la necesidad de nuevo suelo urbano o las necesidades de espacios recreativos.

La manera más fácil de explicar este fenómeno es mediante la teoría de sistemas complejos propuesta por Piaget (García 2000) ya que tanto las causas como los efectos que ocasionan este fenómeno son demasiadas para integrarlas en un solo estudio y estas a su vez se relacionan entre ellas para organizar diferentes enfoques.

Considerando solo el enfoque denominado contaminación costera, se aprecia que las causas y los efectos no mantienen una dirección única establecida, si no que la relación entre ellas es multidireccional.

Un ejemplo de ello es que no existe una relación entre infraestructura y contaminación como se podrá apreciar mas adelante para en las ciudades de Tijuana y Ensenada, sin embargo la infraestructura atrae turismo y este a su vez contaminación y no por lo mismo la contaminación atrae turismo aunque si se relaciona con infraestructura (desarrollo de nuevos centros urbanos y turísticos).

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la región noroeste de la República Mexicana (figura 2) dentro del estado de Baja California el cual presenta la segunda tasa de crecimiento poblacional comparado con el promedio anual nacional (PEP 2002-2007). Presenta uno de los niveles más altos de inversión industrial y comercial, factores que provocan una alta demanda de suelo en los 3 municipios que integra.

Al norte colinda con el límite de aguas nacionales en 32.53132° y 117.11929° que nos separa de los Estados Unidos de Norte América, al sur con la Península de Punta Banda en 31.70491° y 116.80235° , al oeste con aguas oceánicas del Pacífico y al este con las ciudades de Tijuana, Rosarito, Ensenada así como los poblados y carreteras que los interconectan en una distancia menor a 1.5 km. de la línea de costa. Esta distancia fue considerada en función de que el mayor número de poblados están delimitados por la carretera Transpeninsular y para las ciudades de Tijuana y Ensenada es dentro de este límite en donde se da la mayor presencia de fideicomisos y lotes de renta para turistas.

Los problemas localizados entre las ciudades fronterizas Ensenada-Rosarito-Tijuana y San Diego son fuente potencial de conflictos internacionales, a medida que estas pasaron de ser zonas de amortiguamiento para convertirse en espacios privilegiados de interacción económica internacional (Verduzco, 2002).

La problemática actual de la frontera comprendida entre Tijuana y San Diego involucra aspectos sociopolíticos y económicos. El incremento de la población se ha visto acelerado en fechas recientes principalmente por el efecto de la inmigración a la zona y la alta tasa de crecimiento (PEP 2002-2007).

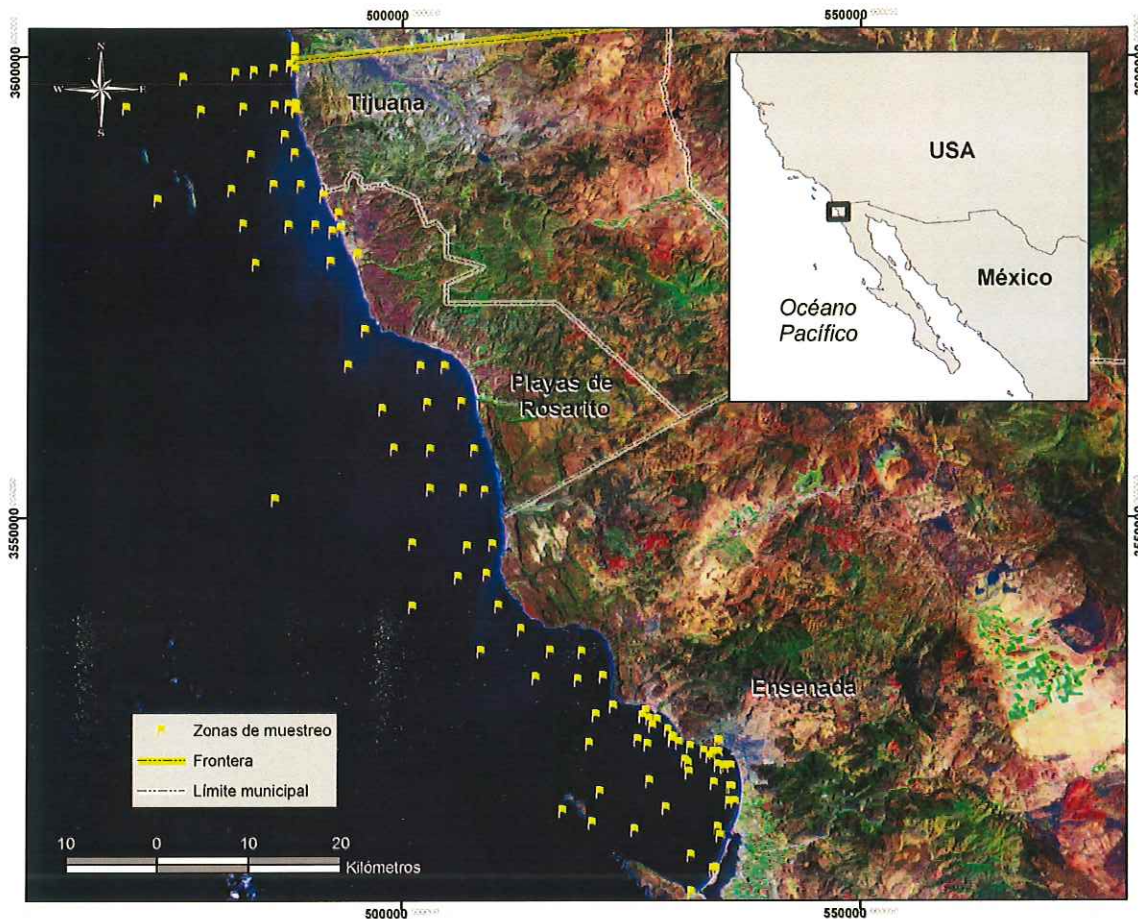


Figura 2.- Imagen de satélite que muestra el área de estudio así como la representación espacial de las estaciones muestreadas en este estudio.

Este crecimiento en la región fronteriza entre Tijuana B.C. y San Diego Ca. ha ido deteriorando los sistemas naturales para satisfacer adecuadamente las demandas de infraestructura y servicios (Verduzco, 2002). Existen distintos nexos entre el cambio demográfico y el deterioro ambiental. Durante los últimos 25 años las metrópolis localizadas a lo largo de la frontera han experimentado altas tasas de crecimiento y algunas de ellas han formado metrópolis binacionales con las ciudades vecinas del otro lado de la línea internacional (Verduzco, 2002). La concentración del crecimiento de la población en unos cuantos centros urbanos es en si misma una fuente de problemas ambientales.

Actualmente el litoral comprendido entre Tijuana y Ensenada esta sufriendo cambios en los usos de suelo que tradicionalmente han sido pesqueros y se están modificando con incrementos principalmente a turísticos en 12.7 % y residenciales en 19.8 %.

(COCOTREN 2001). El cambio de uso de suelo explica el cambio o variación en una extensión geográfica con una asignación de uso de suelo previa, lo que implica identificar diferencias ocasionadas por fenómenos naturales o antropogénicos a través del tiempo.

Anualmente se requieren un promedio de ciento dos hectáreas de suelo que sea desincorporado del régimen agrario. Por lo anterior, el programa nacional de desarrollo urbano y ordenación del territorio 2001-2006; considera incrementar la disponibilidad cobertura y calidad de vivienda, servicios básicos e infraestructura que permita un desarrollo planificado de los centros de población, en un marco de armonía con el medio ambiente. Para ello se pretende establecer una correlación con los programas de desarrollo urbano de los tres órdenes de gobierno, considerando además a la iniciativa privada y la sociedad.

El incremento poblacional para las ciudades seleccionadas en el periodo 1980 – 1995 refleja un cambio de 131 % para Tijuana y un 79 % para Ensenada (INEGI 1995). El cambio de uso de suelo requiere por año 320 Ha. para Tijuana, 102 Ha. para Ensenada y 13.5 Ha. en Rosarito (PED 2002-2007). Los desarrollos inapropiados en las zonas costeras incrementan el riesgo inundaciones, destrucción de las costas, y vulnerabilidad de los desarrollos urbanos no definidos adecuadamente. El crecimiento demográfico sin planificación genera la proliferación de asentamientos urbanos en lugares cercanos a instalaciones contaminantes, en sitios contaminados o en áreas vulnerables a los desastres naturales.

Climatología.

En general la península de Baja California se encuentra un clima mediterráneo, el cual se caracteriza por inviernos frescos con lluvias y veranos secos calurosos. Encontramos una influencia muy importante de la brisa marina. En términos amplios la parte noroeste es más templada y fría y la región este y centro, seco y caliente y hacia el sur aumenta la humedad en el ambiente.

Las temperaturas medias anuales se conservan alrededor de los 16°C con mínimas de 2°C y máximas de 35°C (COCOTREN, 2001), siendo la latitud quien determina esta oscilación climática. En casi toda la península se presenta una inversión térmica

resultado de la corriente fría durante una parte del año, dando como consecuencia que al subir los cerros el medio es mas caliente en vez de mas frío (Delgadillo, 1998). De acuerdo con la carta de efectos climáticos regionales (INEGI 1989) de mayo a octubre la temperatura oscila de 12 a 14 grados.

La humedad relativa presente en la región es relativamente alta debido a la presencia de la corriente fría del norte, la cual ocasiona la presencia de neblinas (Delgadillo, 1998), con valores de 78.5 %, (COCOTREN, 2001).

El viento dominante proveniente del Noroeste (NW), pero con un régimen de brisas bien marcado (viento de mar a tierra durante el día y en sentido opuesto durante la noche). Una característica local del sitio de muestreo es la frecuencia de neblinas.

Eventos ocasionales: Condición Santana (vientos del Este, cálidos y secos), principalmente durante el otoño; Neblina costera, principalmente durante la primavera y el verano. Condiciones meteorológicas similares a las de San Diego, California.

En relación al sistema de clasificación climática establecido por Koppen (Figura 3), la región se encuentra dentro del sistema C subsistema sa, esta clasificación define a la zona como subtropical de tipo mediterránea con temperatura media, seca y veranos calientes. Este subsistema presenta la característica geográfica de encontrarse siempre cercano a desiertos y océanos, con influencia de bajas presiones por sistemas polares.

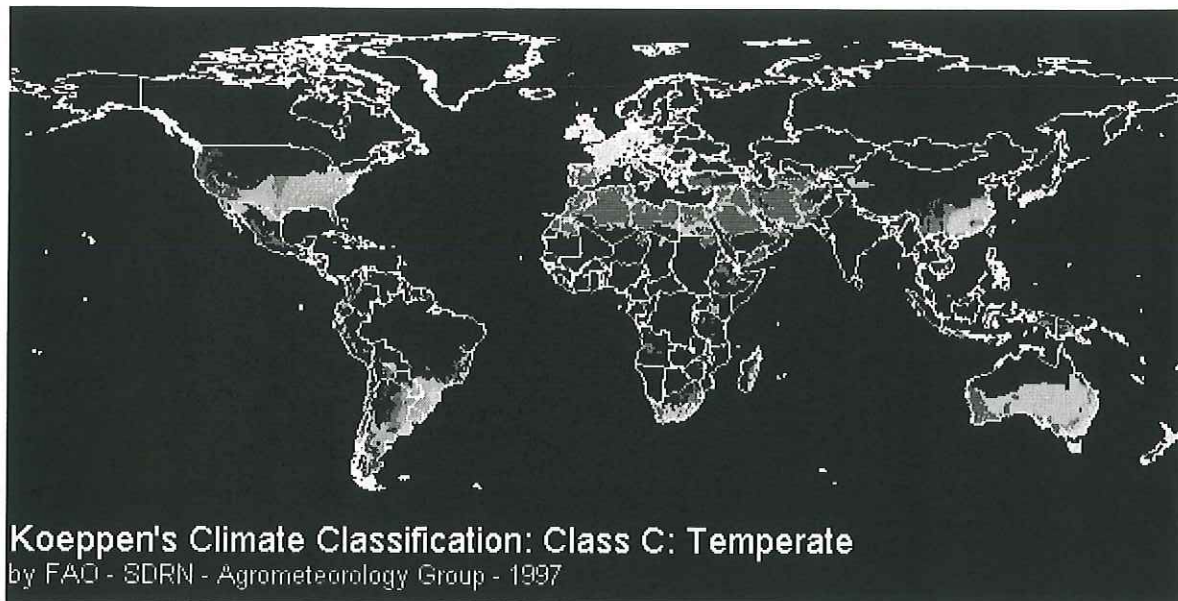


Figura 3.- Clasificación climática mundial Koeppen (Tomado de www.fao.org)

Hidrología.

La zona de estudio al igual que la península en general, cuenta con escasos recursos hídricos, tanto de ríos, arroyos o lagunas. Las corrientes por escurrimientos son intermitentes y dependen de la precipitación pluvial la cual es escasa, siendo de 200 a 300 mm al año y en ocasiones tan bajas como 50mm, con registros extraordinarios de hasta 677mm, para en el año de 1978.

La zona se encuentra contemplada por el estado como la región hidrológica 1 (RH1), y se encuentra entre la cuenca 1B y 1C. (DGEBC 2004).

Geología.

La zona cuenta con diversas formaciones y orígenes geológicos que datan desde el Cretácico como la formación "El Rosario", con una edad aproximada de 65 millones de años hasta el cuaternario, como los valles dominados por sedimentos aluviales cuaternarios con rocas ígneas metamórficas y sedimentarias constituidas principalmente por areniscas (Bennet 1990, Altuna 2004).

Fallas.

La zona se encuentra en una región de alto riesgo sísmico por la cercanía con el conjunto de fallas denominadas “La falla de San Andrés”. Las principales fallas que cortan la zona de estudio son: La falla de Agua blanca, la cual atraviesa la región sur de la ciudad de Ensenada, las fallas de “Vallecitos” y de Agua Tibia en la región de Tijuana.

Actividades socioeconómicas.

Las principales actividades económicas que llevan a cabo en el corredor son de índole turística, agricultura ganadería, por lo que la mayoría de las personas son comerciantes o jornaleros. También encontramos la presencia de industrias, en su mayoría maquiladoras, la pesca de pelágicos mayores, menores y ribereña. Recientemente se incorporaron las actividades relativas la acuicultura en cercos atuneros, mismas que en la actualidad están en auge y expansión.

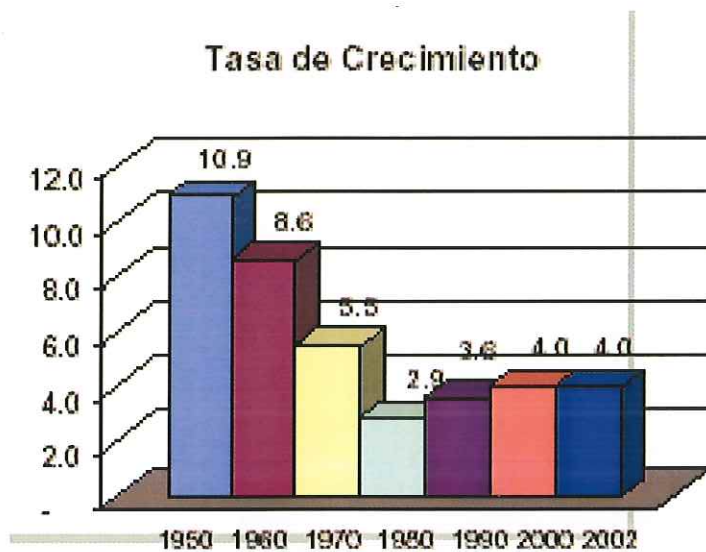
El creciente desarrollo y la construcción de nuevos hoteles condominios y zonas comerciales a incrementado las actividades turísticas como surfing, caminata, zonas de bañistas y recreo en los poblados que interconectan las tres principales ciudades. Para el 2001 se registraron (COCOTREN, 2001) 118 hoteles para la ciudad de Tijuana, 23 para Rosarito y 40 para Ensenada. Los trailer park's registrados para el mismo año en el Municipio de Tijuana fueron 1 con 195 espacios, Rosarito con 33 y 2023 espacios, por ultimo en Ensenada se contabilizaron 30 equivalentes a 3207 lotes.

Para acceder a las ciudades y poblados de la zona se cuenta con la carretera federal No.1 llamada Transpeninsular, que es la carretera principal que comunica desde Tijuana hasta Ensenada. La ciudad de Tijuana cuenta con un aeropuerto internacional y Ensenada cuenta con un Puerto de altura al cual llegan barcos de gran eslora de tipo comercial, industrial y turístico.

La dinámica poblacional de la región no puede describirse sin considerar la situación demográfica que presenta Baja California, la inercia del rápido crecimiento de la población así como el descenso en la mortalidad y aumento en la fecundidad han provocado transformaciones en la composición por edad de la población, dando lugar

inicialmente a una pirámide de población muy joven, continuándole posteriormente una más madura.

Actualmente se observa un incremento de la edad mediana de la población, que pasó de 21 años al inicio de 1995, a 23 años en el año 2000, esta situación ha permitido que el incremento de la población que fue en un momento muy acelerado, se vea controlado en las últimas décadas. Esto se puede constatar comparando la tasa de crecimiento a nivel estatal (Figura 4).



FUENTE: CONEPO, Estadísticas Básicas

Figura 4.- Tasa de crecimiento poblacional del Estado de B.C., tomado del Plan Estatal de Desarrollo 2002-2007.

La población se encuentran representados por los grupos de 0 a 14 años con el 33.2 por ciento del total estatal, el de 15 a 64 años, con el 63 por ciento y la población de 65 años y más representa el 3.8 por ciento (PED 2002-2007).

En cuanto a la distribución de la población por sexo, denota un equilibrio expresado en un 50.4 por ciento de población estatal masculina y el 49.6 por ciento femenina en el año 2002, contando así con un índice de masculinidad de 101.46, es decir 101 hombres por cada 100 mujeres (PED 2002-2007).

Para 2002, Baja California tiene una densidad poblacional de 38.64 habitantes por Kilómetro cuadrado. Por su parte, Tijuana tiene la más alta densidad demográfica con

1,113.95 habitantes por kilómetro cuadrado, mientras que Ensenada presenta la menor con 7.84 habitantes por kilómetro cuadrado, Playas de Rosarito registra 151.45, Mexicali tiene 58.4 y Tecate cuenta 24.98 habitantes por kilómetro cuadrado (PED 2002-2007).

Por municipio la tasa de crecimiento para Tijuana es de 5.2%, para Ensenada 3.9% y para Rosarito 7.7% (INEGI, 2000). Según Bermudez (2004) de continuar esta tendencia la población se vera duplicada respectivamente como sigue: Rosarito en 9 años, 14.2 para Tijuana y 17.9 para Ensenada.

Los sistemas de tratamiento de agua para la población antes mencionada cuentan con una planta en Tijuana, una en Rosarito y tres en Ensenada. Estas plantas cuentan con sistemas de remoción de sólidos, oxidación de materia orgánica por sistemas biológicos y desinfección por cloración. El agua tratada en su mayoría se vierte al mar.

Topografía

La zona de estudio cuenta con una amplia variabilidad en sus altitudes (Figura 5) las cuales varían entre 0 y 300 MSNMM. Presenta una planicie costera estrecha intercalada por cañones, cañadas y salientes con laderas de pendientes pronunciadas con orientación Este, lo que les confiere cualidades de radiación solar durante la mayor parte del día, así como algunos valles.

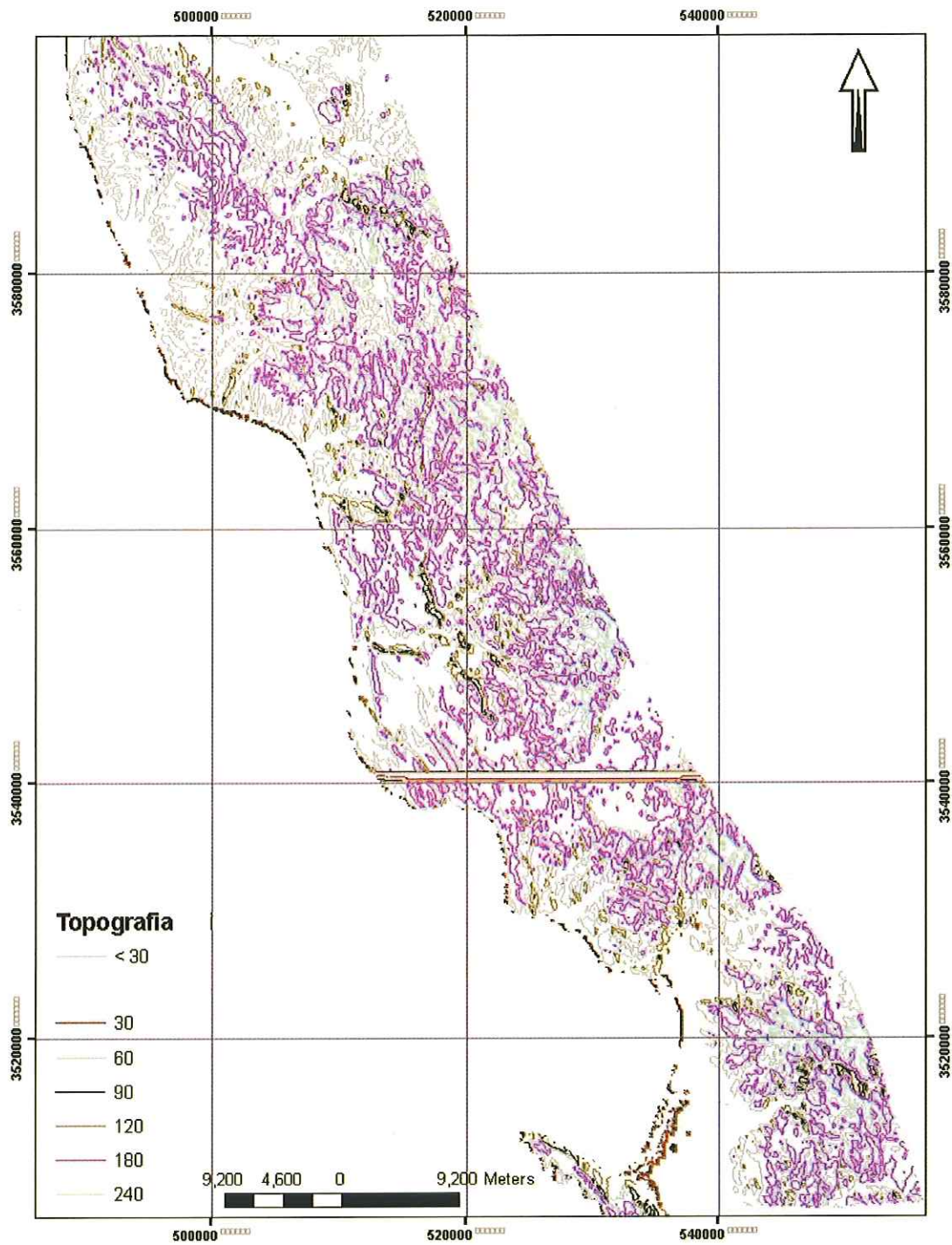


Figura 5.- Iso líneas de elevación expresadas en metros para el área de estudio, convertidas de una imagen de satélite de radar con 30 metros de resolución.

El suelo presenta fertilidad variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. Los principales tipos de suelo para esta región son el litosol, vertisol, xenosol aluvión, palustre y regosol.

Flora

En el noroeste de B.C. los tipos de comunidades de plantas son principalmente el chaparral y el matorral costero (Espejel, *et. al.* 2001).

El matorral costero es una comunidad que consiste en una mezcla de subarbustos aromáticos caducifolios de 0.5 y 1.5 metros de altura, entreverados con algunos arbustos tanto perennifolios como caducifolios (Minnich, 1999), con la presencia de algunas especies como *Viguiera laciniata*, *Eriogonum fasciculatum*, *Artemisia californica*, *Salvia apiana*, *Rhus integrifolia*, *Malosma laurina* y *Simmondsia chinensis* (Delgadillo, 1998) se revuelve con el chaparral en lugares áridos, gravosos, rocosos y laderas ubicadas en dirección sur (Peinado, *et. al.* 1995). Se vuelve dominante elevaciones bajas desde Tijuana hasta el Rosario B.C., por lo general son arbustos leñosos, rígidos con hojas presentes solo en algunas épocas del año.

El chaparral, crece en áreas similares a las del matorral costero, pero recibe mayor cantidad de agua. Se caracteriza por la presencia de comunidades de arbustos esclerófilos con una gran cantidad de ramas con pequeñas hojas siempre verdes adaptados para resistir sequías con sistemas de raíces extensas. Algunas de las especies representativas de este tipo son *Adenostoma fasciculatum*, *Ceanthus sp*, *Arctostaphylos sp*, *Quercus sp*, entre otras.

Esta comunidad es pirofila, lo que significa que requiere del fuego para renovar sus generaciones (Espejel, 2001). La mayoría de estos arbustos rebrotan después de quemados o las semillas son resistentes al fuego. Este tipo de vegetación crece arriba del matorral costero y debajo de los 900 metros SNMM (Delgadillo 1998), incluyendo una zona de transición con el matorral costero.

Fauna

El área de estudio se encuentra localizada en el Distrito San Dieguense, compartiendo la presencia de algunas especies que también corresponden al Distrito de San Pedro Mártir, incluye

El Distrito San Dieguense ocupa la porción noroeste de Baja California. Abarca desde el nivel del mar hasta los 1200 MSNMM en donde colinda con la vertiente oeste de la Sierra de Juárez y hasta los 1400 MSNMM donde colinda con la Sierra de San Pedro Mártir; continua hacia el sur hasta el arroyo El Rosario.

No es fácil describir un tipo de fauna en particular puesto que la zona cuenta con diferentes corredores migratorios que incrementan la biodiversidad regional. Entre las especies mas comunes podemos mencionar ratones (*Peromyscus sp.*), conejos (*Sylvilagus sp.*), liebres (*Lepus sp.*), coyotes (*Canis latrans*), zorras (*Vulpes velox*), murciélagos (*Myotis sp.*).

En cuanto a aves las mas importantes a considerar son el búho (*Buteo jamaicensis*), gavilán de Cooper (*Circus cyaneus*; se encuentra en la NOM ECOL 059/2001), gallito marino (*Sterna antillarum*; se encuentra en la NOM ECOL 059/2001), gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*; se encuentra en la NOM ECOL 059/2001), gaviotas (*Larus sp.*) y pelicanos (*Pelecanus sp.*), entre otras.

En cuanto a los reptiles mas representativos podemos mencionar viboras (*Crotalus sp.*), culebras (*Masticophis sp.*, *Hypsiglena sp.*), lagartijas (*Anniella sp.*, *Phrynosoma coronatum*), los cuales tienen importancia en la región pues cuentan con algún estatus de protección por la NOM ECOL 059/2001.

Finalmente es importante mencionar los mamíferos marinos puesto que esta zona incluye el corredor migratorio de la ballena gris, pero también se pueden observar lobos marinos, focas, elefantes marinos y diferentes especies de delfines.

Oceanografía General

Las corrientes costeras primordiales dependen principalmente del viento y de la marea. Tanto la dirección como la intensidad dependen en gran medida de la dirección del viento, generalmente con una velocidad media entre 0.5 a 1.0 nudo en la capa superficial del océano (API, 2002).

En general la circulación frente a las costas de Baja California, está representada por el flujo geostrófico de la corriente de California principalmente en dirección suroeste, no obstante se observa que en Tijuana existe una corriente litoral de Sur a Norte (Ureña, 1986). Esta corriente esta caracterizada por aguas frías con una alta productividad primaria ocasionada por la ocurrencia de surgencias costeras, esto genera características especiales que favorecen las pesquerías locales. Durante los meses de otoño e invierno existe una corriente que va en dirección noroeste a 0.4 nudos denominada contracorriente de California. Esta corriente favorece el incremento de la temperatura lo que a su vez puede favorecer para que exista una migración de especies tropicales a la zona.

La batimetría del área de estudio es variable pero presenta características someras en la franja costera desde Tijuana hasta Rosarito, seguida de variaciones en la profundidad desde Cantamar hasta Bahía de Todos Santos en la cual se observan profundidades superiores a los 400 metros.

Línea de costa

La línea de costa dentro del área de estudio, presenta diferencias en sus tipos de formaciones, características y longitudes, lo que motiva los diferentes usos que en ella ejercen.

La playa de Tijuana tiene una longitud aproximada de cinco kilómetros, esta constituida por arenas oscuras, (Ureña, 1986). Esta limitada al sur por promontorios de rocas basálticas y andesito-basálticas del Mioceno que forman playas rocosas y con presencia de cantiles. Al este, es decir mar adentro esta compuesta por rocas

sedimentarias de origen marino del Cuaternario (Ureña, 1986 de Gastil Allison, y Philips, 1971).

Al sur de las Playas de Tijuana encontramos playas de bolsillo interrumpidas por formaciones rocosas hasta la región de Rosarito la cual presenta una línea de costa recta de aproximadamente 15 kilómetros comprendida entre punta los buenos y punta descanso (Torres, 2005).

Seguido se encuentra la bahía de Costa Azul, la cual presenta una estructura rocosa con presencia de acantilados y difícil acceso a la línea de costa, que se extienden hasta punta San Miguel la cual esta formada por una playa con pendiente suave y estructura rocosa / arenosa principalmente, misma que continua hasta el puerto de Sauzal de Rodríguez.

Finalmente se encuentran una serie de playas arenosas discontinuas hasta llegar al puerto de Ensenada y de ahí surge una playa continua hasta el Estero de Punta Banda.

Objetivos

General

Identificar los usos actuales de la zona costera y establecer los usos potenciales del litoral en función de las fuentes de contaminación terrestre, comprendidas en el área Tijuana Ensenada B.C. durante el periodo 2004.

Particular

Identificar los principales usuarios del mar.

Identificar los principales aportes contaminantes de la región.

Identificar el estado ambiental actual mediante algunos parámetros fisicoquímicos y biológicos de contaminación antropogénica.

Identificar los principales efectos de la contaminación presente.

Identificar las zonas con mayor valor para uso económico/recreativo.

Establecer la relación entre usos de suelo del litoral y la calidad de agua marina adyacente para realizar recomendaciones de uso a los usuarios del mar

Hipótesis

La zona costera entre Tijuana y Ensenada presenta traslapes e incompatibilidades en los usos de suelo productivo y recreativo que ocasionan afecciones a los usuarios del mar y producirán un desorden mayor entre las diferentes actividades incluyendo la industrial, urbana, turística y pesquera.

Metodología

Para la realización de este estudio se procedió utilizando como base la técnica descrita por Gómez-Morin en 1994 para la planificación ambiental del desarrollo costero y los elementos para un manejo integral de la zona costera descritos por Klinger (2004) y Thia (1993), estableciendo las modificaciones pertinentes para identificar la percepción de la población e integrar la información, resultando en los siguientes pasos:

- 1) Establecimiento del problema
- 2) Inventario de los componentes naturales y antropicos de la región.
- 3) Evaluación de vocación de uso.
- 4) Identificación de la percepción
- 5) Identificación de los efectos potenciales.

El establecimiento del problema se definió relacionando los usos definidos en los planes de ordenamiento vigentes para posteriormente compararlos con los usos actuales por localidad y el número de descargas a la zona costera. La identificación de los usos actuales se realizó mediante el método de observación directa descrito por Bruce (1984).

Para la identificación de los componentes naturales y antrópicos se resolvió seccionar en 2 etapas. La primera se realizó mediante la utilización de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto de investigación CONACYT-SEMARNAT No 1113 realizado los días 2, 3, 4 y 5 de marzo y 16, 17, 18 y 19 de agosto del 2004. Dicho muestreo se llevo a cabo para el área de estudio Tijuana Ensenada B.C. con estaciones a partir de la línea de costa y hasta una distancia de 10 km. a cinco profundidades (0, 5, 10, 20, 50 y 100 mts).

Del proyecto anterior se consideraron solamente los primeros 20 metros puesto que a mayor profundidad los efectos de dispersión y disolución minimizan considerablemente los contaminantes. Se utilizó para identificar los efectos de la contaminación en el medio marino al Cl^- y Carbono Orgánico Total (COT), por ser estos indicadores de descargas residuales antrópicas.

Para evaluar la calidad sanitaria del litoral se utilizaron a las bacterias coliformes fecales como indicador, por estar relacionadas con descargas residuales. Los datos aquí presentes estuvieron a cargo de la Secretaria de Marina por la División de Investigaciones Oceanológicas. Los muestreos fueron realizados durante el mes de Marzo con la metodología descrita por la NOM ECOL 001 a lo largo del litoral. Estos datos fueron corroborados con los valores reportados de la calidad sanitaria de los efluentes en las descargas de aguas tratadas por cada municipio, los cuales son considerados las fuentes principales.

Los datos obtenidos fueron tratados en Arc Gis 9.0 aplicando a cada estrato una interpolación que nos permita conocer el estado integral del área de estudio. Esta interpolación se realizó mediante el método del "Vecino Natural" (Figura 6) que implica triangulación utilizando para ello el valor de las celdas (dato más cercano) vecinas.

a	$H=(a+b+F)/3$	b
$G=(a+d+F)/3$	$F=(a+b+c+d)/4$	$I=(b+c+F)/3$
d	$J=(d+c+F)/3$	c

Figura 6.- Representación grafica de la interpolación mediante el método del "Vecino Natural".

Para la realización de los contornos de concentración se aplicó un algoritmo basado en los cortes naturales de cada serie de grupo, es decir maximizando las diferencias entre las clases.

La segunda etapa incluye un censo de fuentes puntuales de contaminación con descargas al mar ya sea tratadas o sin tratamiento previo (Hoteles, Trailer's Park, Restaurantes, zonas residenciales, etc.), centros de población, playas de uso recreativo y sitios pesqueros (botaderos de lanchas y pesca ribereña). Con la ayuda de un geoposicionador marca Magullan eXplorist 100 con precisión de 3 metros, se le adjunto al dato de coordenadas el nombre de la fuente, el cual generalmente era el mismo que identificaba al trailer park u hotel y se integraron en capas, considerando a estos sitios como los principales componentes naturales y antropícos en función de su uso.

La ponderación de los efectos de cada contaminante se realizó en base a las siguientes consideraciones:

Los efectos potenciales de las descargas (EpD) sobre la zona costera fueron evaluados en función de la sumatoria del total de descargas expresado en porcentaje por localidad (% DtL) más este índice entre el área del poblado principal o más cercano (% DtL/HaL) y el resultado multiplicado por el flujo de descarga en base a la siguiente información (Fd).

Multiplicador	Unidad	Volumen promedio Litros x segundo	Fuente de la información
1	Por persona	0.003	CESPE
1	Habitación	0.009	
1	Hoteles y campos turísticos	0.01	Canino 2006
1	Conjuntos habitacionales (San Antonio del Mar)	.02	
2	Planta de 60 tratamiento Sauzal		CESPE
2	Planta de 80 tratamiento Rosarito		CESPE
2	Planta de 100 tratamiento El Gallo		Canino 2006
3	Planta de 400 tratamiento Naranjo		CESPE
4	Planta de 1200 tratamiento Punta Banderas		CESPT

Se define para ello que entre mayor sea el numero de descargas, mayor será la contaminación del sitio, utilizando como supuesto que los sitios con mayor numero de descargas son infraestructuras recientes, derivadas de la expansión de las ciudades, por lo que carecen de sistemas colectores de aguas negras y sistemas de tratamiento adecuado. Esta base esta además soportada en función del flujo considerando que una descarga de contaminación tratada con un gran flujo, contamina mas que una descarga pequeña sin tratamiento.

$$EpD = \left\{ \left(\% DtL \quad \oplus \quad \% DtL / HaL \right) \quad \star \quad Fd \right\}$$

Para Darle valor a EpD se resolvió evaluar el total de localidades analizadas con la intención de separar en cuartiles, para lo cual se utilizo el software Statistica 6.0. Al resultado se valoro de la siguiente manera: al primer cuartil con ponderación 1, el siguiente con 2 y los últimos con 3.

El establecimiento de criterios de evaluación (Tabla I) de vocación de uso se realizo valorando los sitios en función de la base técnica y criterios de sanidad ambiental de la zona costera en México y en otros países, para lo cual se aplico al criterio más estricto el valor de 1.

Para bacterias el valor de 1 se consideraron la CE-CCA 001/89 y Comunidad Europea de Certificación bajo el nombre del proyecto "Blue Beach en ambientes costeros que limitan el valor máximo permitido de coliformes fecales a 200 / 100 ml (en NMP), el valor de 2 a concentraciones entre 200 y 500 CF / 100 ml por el programa nacional vigente denominado "Playas Limpias" de SEMARNAT en coordinación con SEMAR y Secretaria de Salud que establece el valor de 500 Enterococos fecales /100 ml como valor máximo para el uso de playas recreativas y finalmente 3 a las estaciones que sobrepasaron el valor de 500 CF / 100 ml.

No obstante dado que actualmente el principal indicador de usos para contacto directo son las bacterias, este indicador se evalúa con un multiplicador de 2

Para cloro residual se pondero con 1 el valor definido por la CE-CCA 001/89 a concentraciones menores de 0.0075 mg/lit de cloro residual. El Valor de ponderación 2 fue asignado y 0.1 mg/lit para cloro residual de la la NOM 201-SSA1-2002 misma que establece los valores necesarios de cloro residual en agua para consumo humano y 3 a los valores que sobrepasaron dicha concentración.

A falta de un criterio aplicable para COT se resolvió utilizar los valores aberrantes de la zona de estudio a un 95 % de confianza.

Tabla I.- Criterios de evaluación para el establecimiento de vocación de uso. CF son coliformes fecales (NMP/100 ml), , Cl es cloro libre en mg/lit, COT esta en mg de carbón/lit y EpD como efectos potenciales de las descargas.

Valor	1	2	3
CF	0 a 200	201 a 500	> 500
Cl -	0 a 0.0075	.0076 a 0.1	> 0.1
COT	95 %	> 95 %	> 95 %
FEpD	1c	2c	> 2c

Al evaluar la ponderación de EpD de una localidad puntual sin el soporte estadístico de un área con mayor extensión, se recomienda asignarle el valor de 1 a aquellos sitios que cuentan con Sistemas Recolectores de Aguas Negras y Tratamiento Secundario (SRAN y TS); 2 si cuentan con Sistemas Recolectores de Aguas Negras y Tratamiento Primario (SRAN y TP) y 3 si se acostumbra las Descargas Directas e Irregulares (DDel), nuevamente utilizando el supuesto de que una localidad con Sistemas Recolectores de Aguas Negras y Tratamiento ya sea Primario o Secundario presenta un menor numero de descargas directas y el tratamiento minoriza el impacto al medio ambiente a diferencia de los sitios con mayor numero de descargas los cuales carecen de sistemas colectores de aguas negras y sistemas de tratamiento adecuado (Tabla II). No obstante este valor deberá ser multiplicado por su equivalente en función del volumen de efluente y de ahí obtener los cuartiles.

Tabla II.- Criterios de evaluación para el establecimiento de vocación de uso. CF son coliformes fecales (NMP/100 ml), Cl es cloro libre en mg/lit, COT esta en mg de carbón/lit y EpD como efectos potenciales de las descargas, aunque este requiere evaluarse en función del múltiplo que le corresponda de acuerdo al volumen de efluente.

Valor	1	2	3
CF	0 a 200	201 a 500	> 500
Cl -	0 a 0.0075	.0076 a 0.1	> 0.1
COT	95 %	> 95 %	> 95 %
EpD	SRAN y TS	SRAN y TP	DDel

Una vez que se convirtieron los valores de concentración en unidades aplicables a cada localidad, se procedió a hacer la sumatoria de la valoración de cada criterio antes mencionado estandarizando de acuerdo al método estadístico no paramétrico modificado de Rietveld, (1980), (García-Gastelum, 1999):

$$B_j = [(X_j - \min X_j) / (\max X_j - \min X_j)](100)$$

Donde,

B_j es el valor del dato estandarizado

X_j es el valor del dato a estandarizar

$\min X_j$ es el valor máximo de los datos

$\max X_j$ es el valor mínimo de los datos.

La estandarización de los datos, tiene como resultado un rango de valores numéricos entre 1 y 100 que se dividen en cuatro clases o valores,(Tabla III) que servirán para realizar una valoración con la intención de identificar el uso más congruente para los usuarios del mar. El total de actividades definidas en los usos sugeridos se puede observar en el anexo 2.

Los usos establecidos no son excluyentes de menor a mayor, es decir que los sitios identificados para contacto pueden ser viables para aprovechamiento de recursos mas no así en dirección inversa.

Tabla III.- Clasificación de usos propuestos para la zona costera en función de los criterios sugeridos para su análisis.

Clase	Valor	Uso sugerido
75.01 a 100	4	No viable
50.01 a 75	3	Aprovechamiento de recursos / recreativo con problemas
25.01 a 50	2	Recreativo
0.0 a 25	1	Contacto directo

Para establecer la percepción de la contaminación en la zona, se realizó un estudio social dentro del corredor Tijuana – Ensenada utilizando la técnica de cuestionarios cerrados de Bruce (1984). Se aplicaron un total de 360 cuestionarios divididos en 120 por cada municipio dentro del área de estudio. El levantamiento de datos se realizó en los poblados, comprendidos entre la carretera Transpeninsular y la línea de costa, en las playas principales identificadas y para las ciudades de Tijuana, Rosarito y Ensenada en las proximidades a colonias cercanas al mar (menos de un km.) entre septiembre y octubre del 2004. y febrero del 2005. El cuestionario fue dirigido a jóvenes y adultos por considerar que estos ya hacen un uso voluntario de la zona costera. El horario de levantamiento de datos fue entre las 10 y 18 hrs. y fue aplicado indistintamente a hombres y mujeres de la zona.

Mediante estos datos se pretendió identificar a los principales usuarios del mar en el corredor costero Tijuana- Ensenada para establecer una zonificación preliminar de usos actuales, los cuales fueron comparados con los usos teóricos permitidos en función de la normativa vigente en México.

La base de datos de las fuentes puntuales, descargas y componentes naturales se plasmo en un sistema de información geográfica al cual se le adjunto una imagen satelital Thematic Mapper de 7 bandas de 3 metros de resolución modificando las

bandas para resaltar los rasgos oceanográficos y las manchas urbanas de la zona. Por ultimo se dibujaron los bordes geopolíticos de cada municipio.

Figura 1

Figura 2

Figura 3

Figura 4

Figura 5

Resultados

Usos actuales

Los usos actuales observados a lo largo del corredor costero motivo del presente estudio son muy diversos y se traslapan entre si al utilizar las localidades como unidad espacial mínima, es decir, para una misma localidad se presentan diferentes usos, lo que ocasiona una fragmentación de políticas de uso ocasionadas por la expansión de las diferentes actividades encontradas en ausencia de un entorno legislativo y ejecutivo que regule eficazmente dichas actividades. Sin embargo es posible diferenciarlos en 3 categorías (tabla IV) en función del fin último por el que se producen dichas actividades:

Recursos: Personas que utilizan la zona costera para extraer un producto o recurso limitado, o su capacidad amortiguadora para recibir, degradar y dispersar contaminantes, aunque esta es también limitada.

Económicos: Establecimientos fijos, comercio ambulante y prestadores de servicios informales que lucran con el turismo, los cuales dependen de la calidad paisajística por ser este un regulador en sus tarifas.

Recreacional: Personas que usan la zona de estudio para disfrutar de las actividades propias costeras

Tabla IV.- Clasificación de usos observados dentro del área de estudio.

Recursos	Económicos	Recreacional
Pesca Informal	Hoteles	Condominios
Pesca artesanal	Alimentos	Zona urbana
Pesca ribereña	Puertos	Playas arenosas
Receptor de contaminación	Servicios informales	Playas rocosas
	Trailer Park	Zonas de surfing

Durante los meses comprendidos entre diciembre del 2003 y marzo del 2004 se registro por parte de la secretaria de turismo una afluencia superior a las 3 millones (Tabla V) de personas para el área de estudio mismas que utilizaron aproximadamente el 40 % de la capacidad total de instalaciones hoteleras, sitios de acampado, ranchos y balnearios (Tabla VI). (Datos obtenidos por la Secretaría de Turismo del Estado de Baja California.

Dirección de Planeación y Fomento a la Inversión, Departamento de Planeación y Estadística, avance semestral 2004).

Tabla V.- Estimado de visitantes que usaron las instalaciones dentro del área de estudio durante el primer trimestre del año 2004.

	No. de personas
Aforo vehicular carretera	3,205,613
Arribos de cruceros	72
Pasajeros cruceros	130,684
Total Turistas	3,336,297

Fuente Secretaria de Turismo de Baja California 2005.

Tabla VI.- Ocupación hotelera expresada en porcentaje dentro del área de estudio durante el primer trimestre del año 2004. El porcentaje de ocupación en ranchos y balnearios no esta definido.

Ocupación hotelera	%
Tijuana	60,0
Ensenada	41,2
Playas de Rosarito	31,0
Ranchos y balnearios	13,493 personas

Fuente Secretaria de Turismo de Baja California 2005.

Usos Definidos

En relación a los planes de ordenamiento vigente para la zona de estudio se identifico una ausencia legislativa en torno al establecimiento de límites entre las actividades locales. Este problema se agrava en los sitios utilizados para pesca riverañá, la cual no excluye otras actividades que pueden poner en riesgo dicha actividad. No obstante esta actividad fue observada en mayor medida desde el municipio de Rosarito hasta el poblado denominado "la Fonda". y comparte espacio con usos residenciales y turísticos

principalmente. El producto que se extrae del mar se vende directamente al turismo en establecimientos informales a lo largo de la carretera libre Tijuana – Ensenada.

De igual manera no existe infraestructura adecuada que regule los productos extraídos por lo que estos no cuentan con ningún tipo de evaluación sanitaria ni poblacional que permita conocer el estado actual o la tendencia de dicha pesquería.

En cuanto al crecimiento de la mancha urbana a lo largo de todo el corredor esta contemplado por políticas de impulso y consolidación de sitios urbanos y turísticos de baja y media densidad principalmente, lo cual es congruente con los usos actuales y con los planes establecidos

Para la zona de Tijuana (Figura 7) las designaciones del Uso del Suelo Planeado se derivan del Inventario de Estratos de Suelo de SANDAG de 1998, del Departamento de Planeación y Uso del Suelo del Condado de San Diego de 1998 en coordinación con el Plan Proyectoado de IMPlan para 2004 y del COCOTREN. En ellas se contempla la zona próxima a la línea de costa con tendencias a desarrollo urbano, aunque esta consolidación se ve afectada por las industrias y maquiladoras establecidas años atrás.

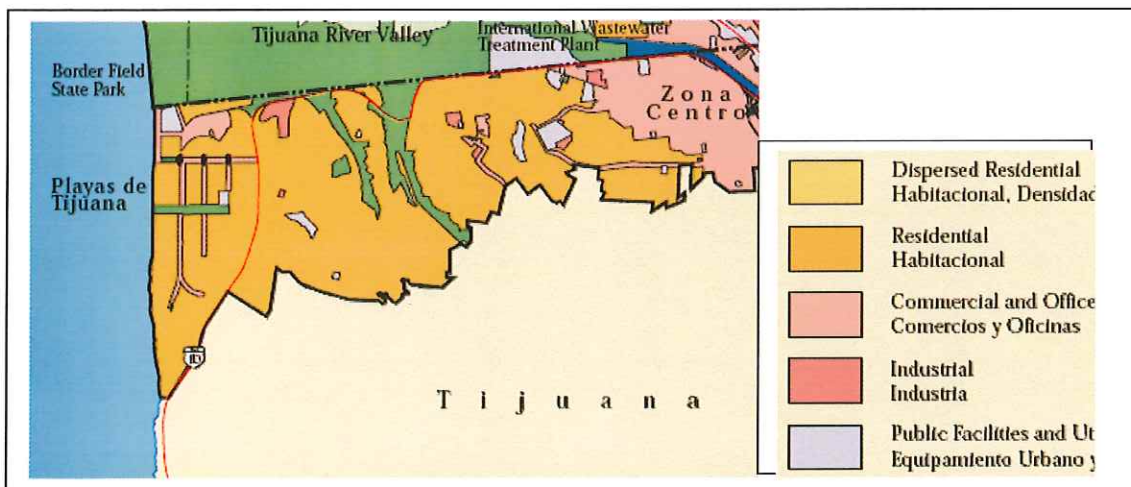


Figura 7.- Usos de suelo propuestos para Tijuana por parte de SANDAG E.U.A y IMPLAN México.

Cabe destacar que las políticas de protección establecidas actualmente corresponden a sitios puntuales, cañadas y laderas lo que posibilita el establecimiento de nuevos fraccionamientos urbanos y turísticos en detrimento de los procesos naturales (Leyva 1995).

El aprovechamiento de la zona costera para usos recreativos se encuentra limitado a los sitios con playas arenosas principalmente. Los sitios identificados con este fin fueron Playas de Tijuana, Playas de Rosarito, Cantamar - El Descanso y San Miguel.

Identificación de componentes por estudios oceanográficos

En relación al tratamiento de datos resultado del crucero oceanográfico de marzo, se encontró evidencias significativas derivadas de las descargas de aguas residuales. Como se puede observar en las figuras 8, 9 y 10 los valores de cloro libre sobrepasan excesivamente los valores sugeridos por los criterios ecológicos de protección ambiental por lo que sería imposible establecer zonas críticas, con el límite de la CCA 089. La ausencia de figuras para el estrato de 20 metros se debe a la escasez de datos para realizar una adecuada interpolación.

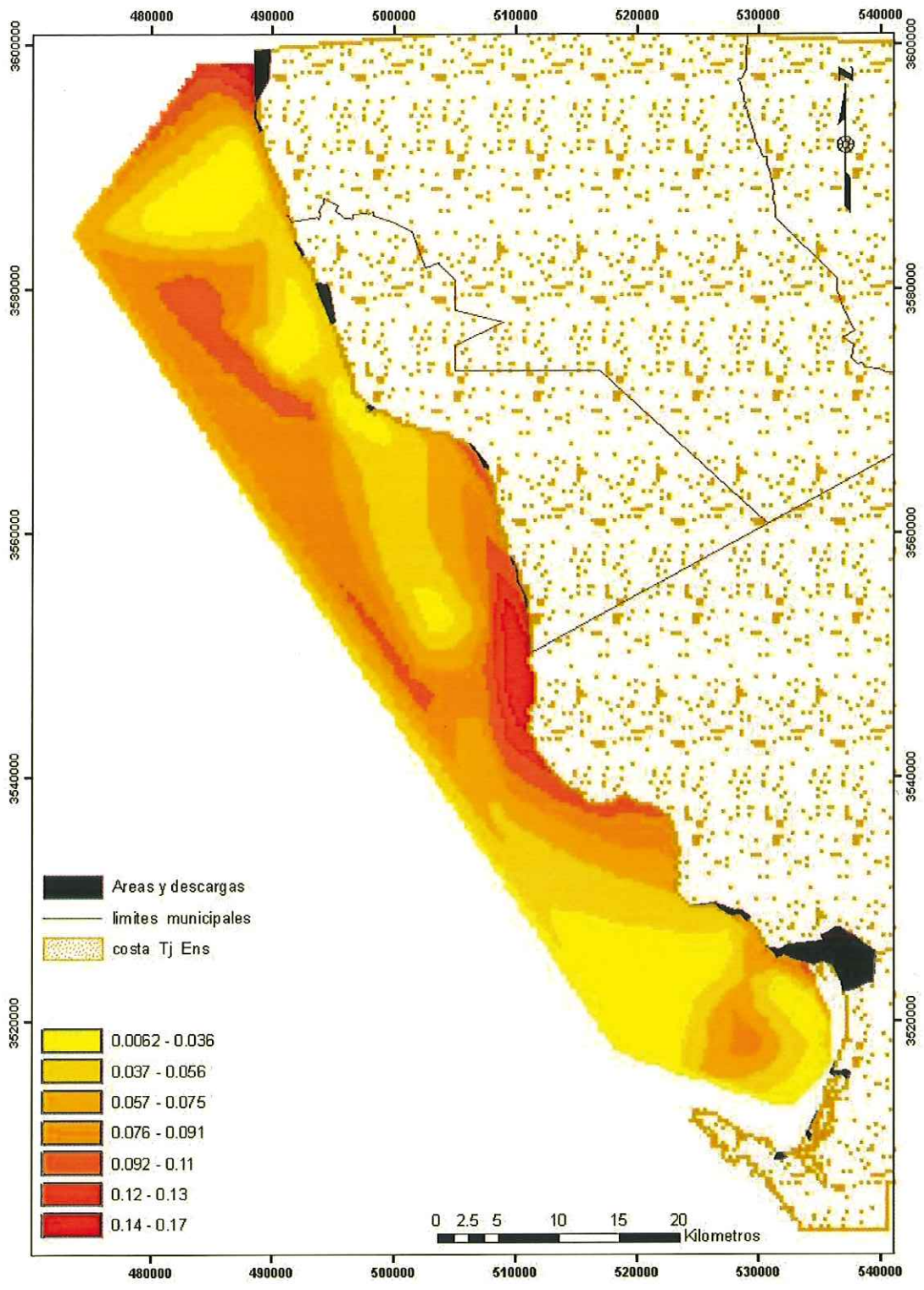


Figura 8.- Concentraciones de Cloro libre en superficie para el área de estudio. Los valores están expresados en mg/l.

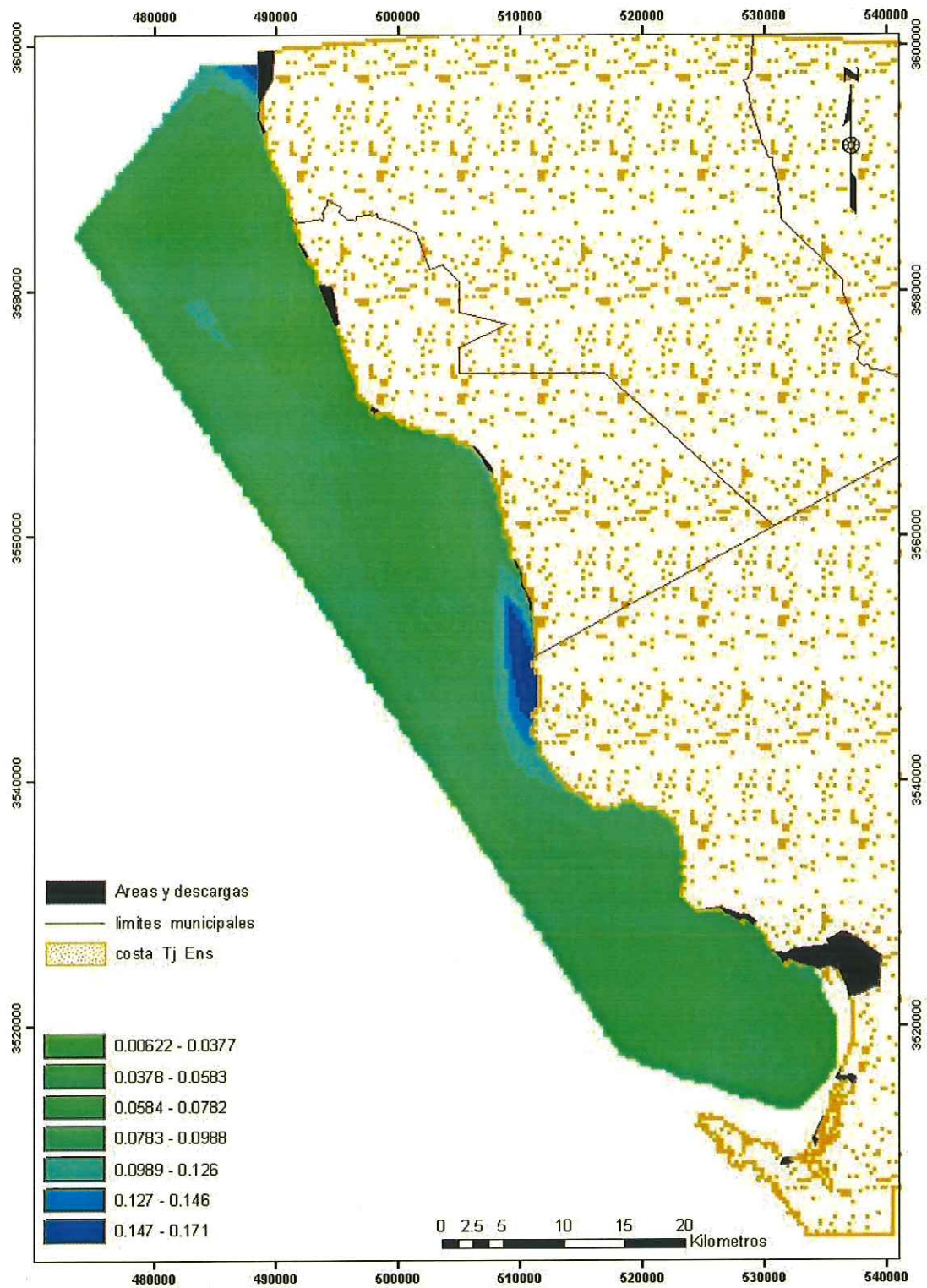


Figura 9.- Concentraciones de Cloro libre en el estrato de 5 metros para el área de estudio. Los valores están expresados en mg/lit.

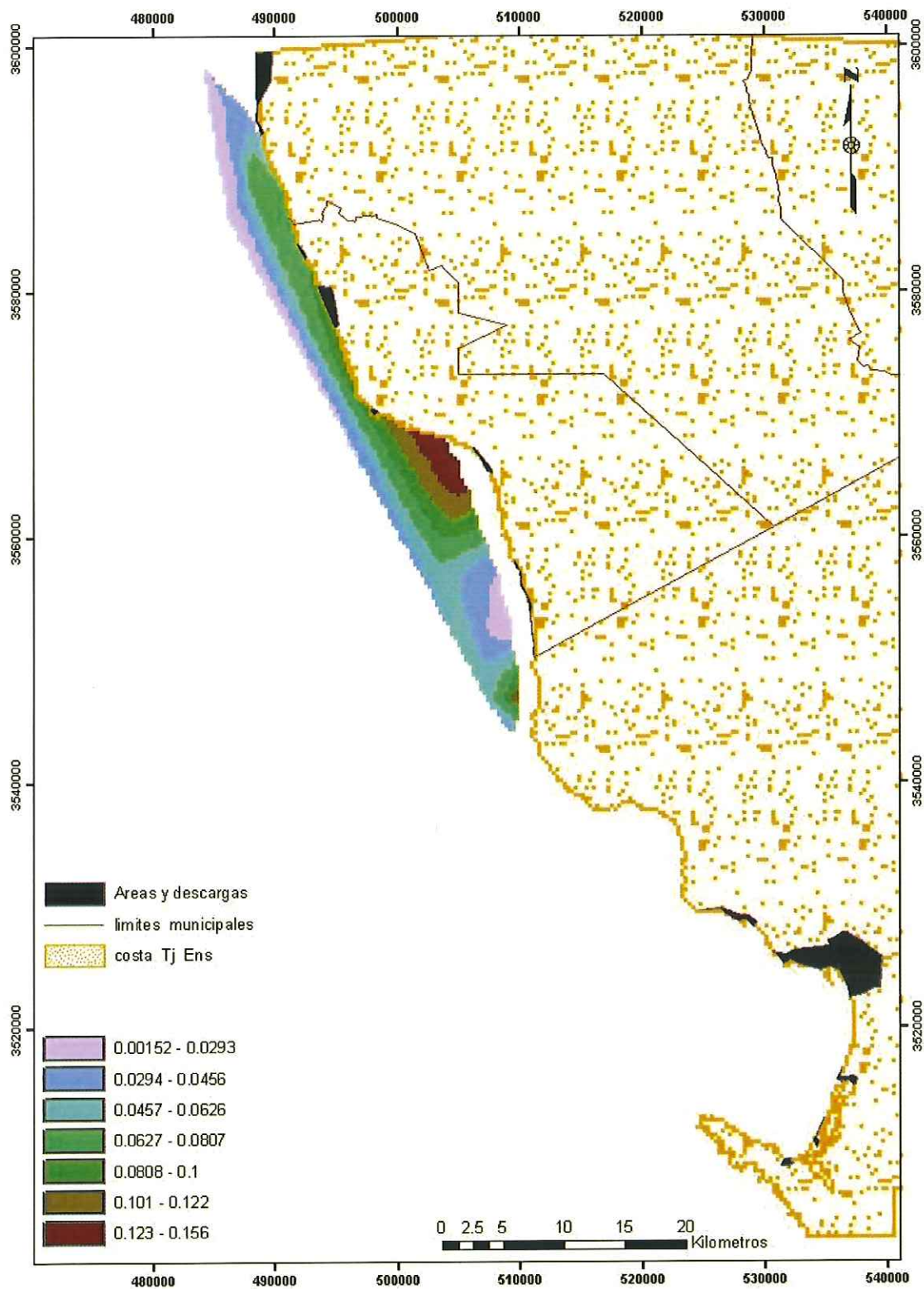


Figura 10.- Concentraciones de Cloro libre en el estrato de 10 metros para el área de estudio. Los valores están expresados en mg/l.

Como se puede observar en las figuras anteriores, el uso de dicho límite propuesto por la SEDUE en 1989 no fue representativo dado que nos generaba áreas demasiado extensas. Esto aunque en si es un resultado no permite definir sitios con mayor impacto. Por esta razón se modifico el criterio utilizando y aplicando en esta ocasión la NOM 201-SSA1-2002, la cual establece como limite 0.1 mg/Lt de cloro residual en agua para consumo humano y se realizaron nuevas graficas las cuales muestran como sitios críticos el límite fronterizo y playas de Tijuana, Puerto Nuevo (Cantamar - Primo Tapia) y la Misión (Figura 11, 12 y 13). Cabe señalar que la zoná de Cantamar Primo Tapia presento valores críticos en el estrato de 10 metros de profundidad.

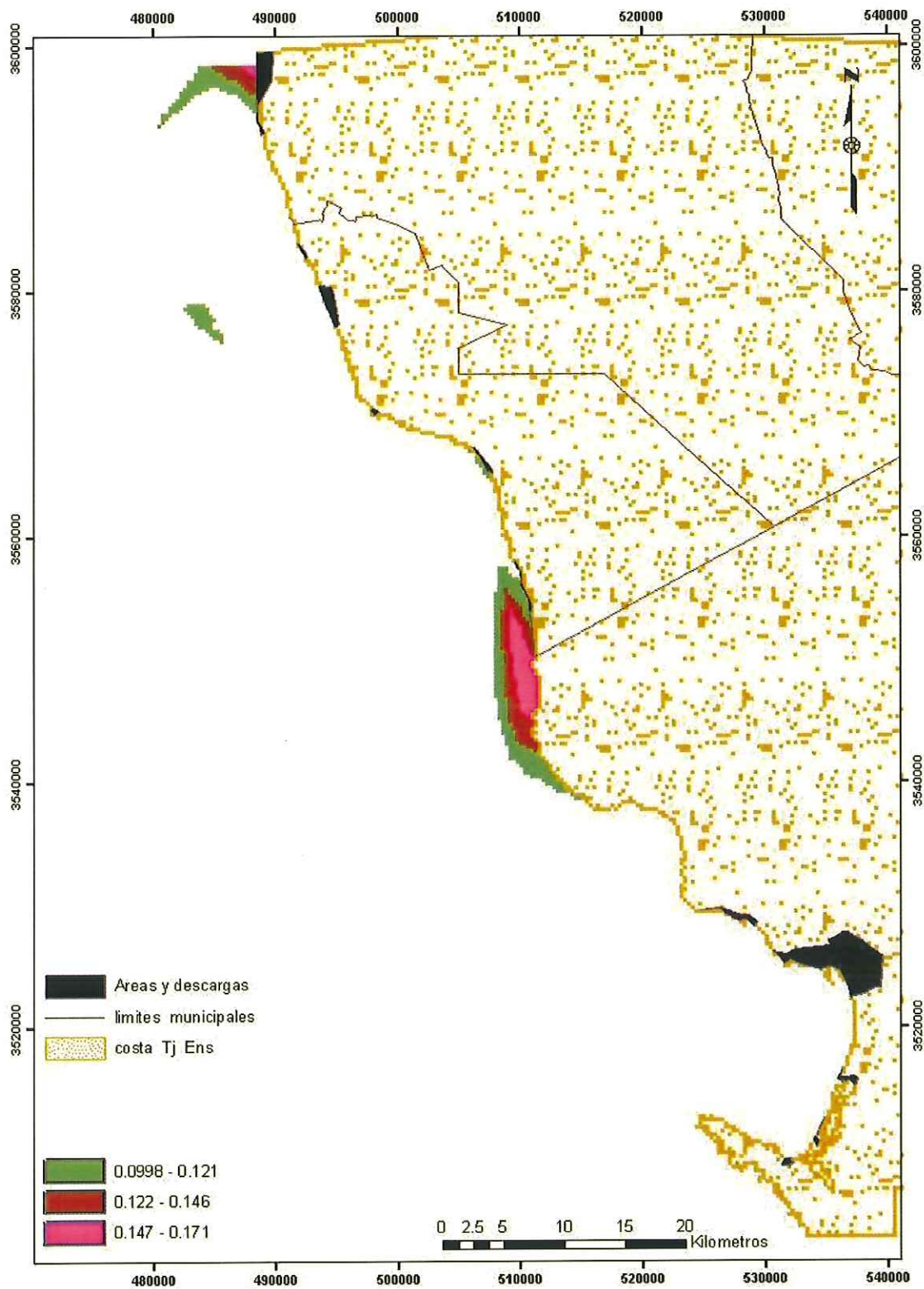


Figura 11. - Concentración de cloro libre superficial en concentraciones mayores a 0.1 mg/lt

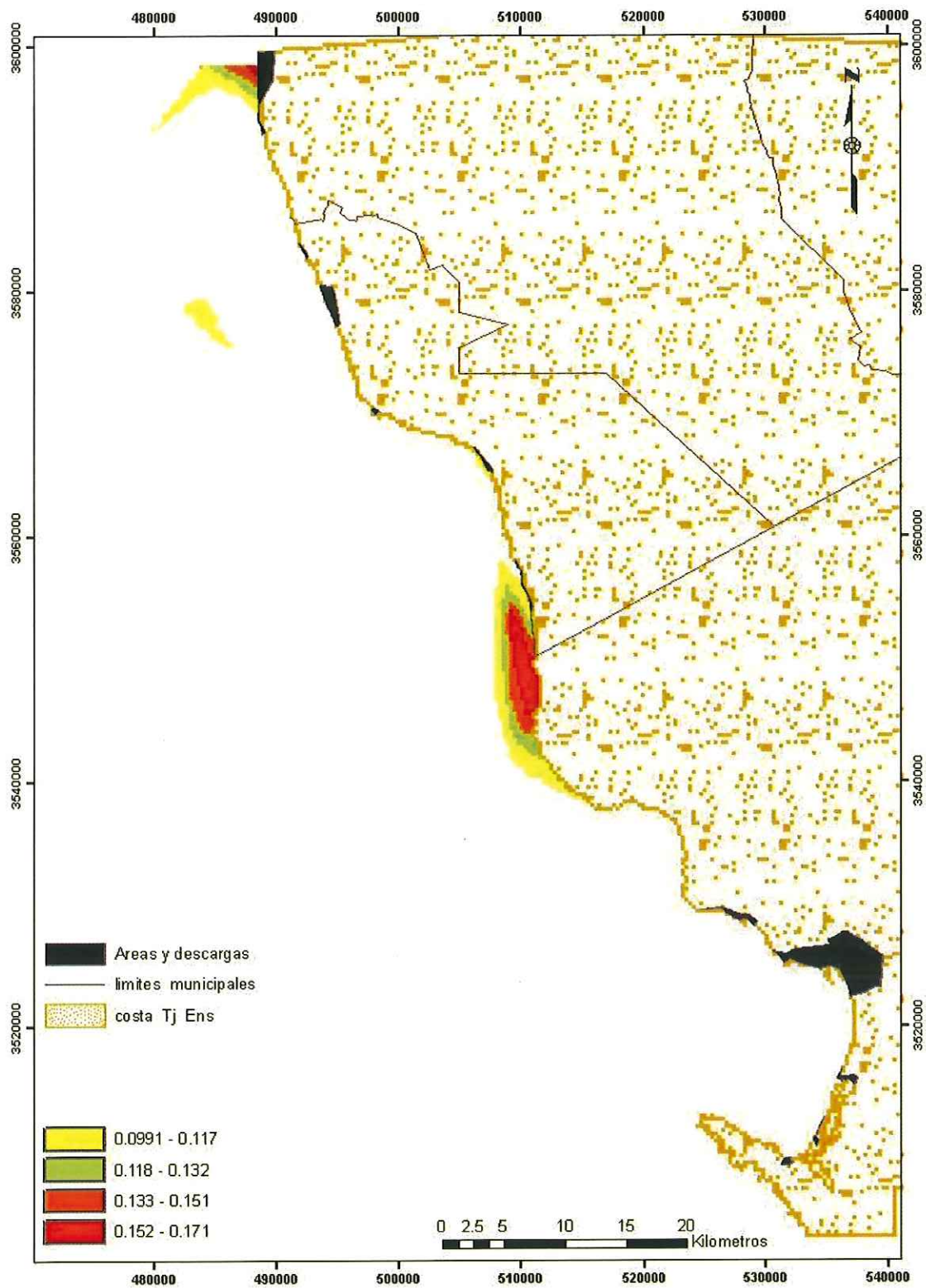


Figura 12. – Concentraciones mayores a 0.1 mg/lit de cloro libre a 5 mts. de profundidad.

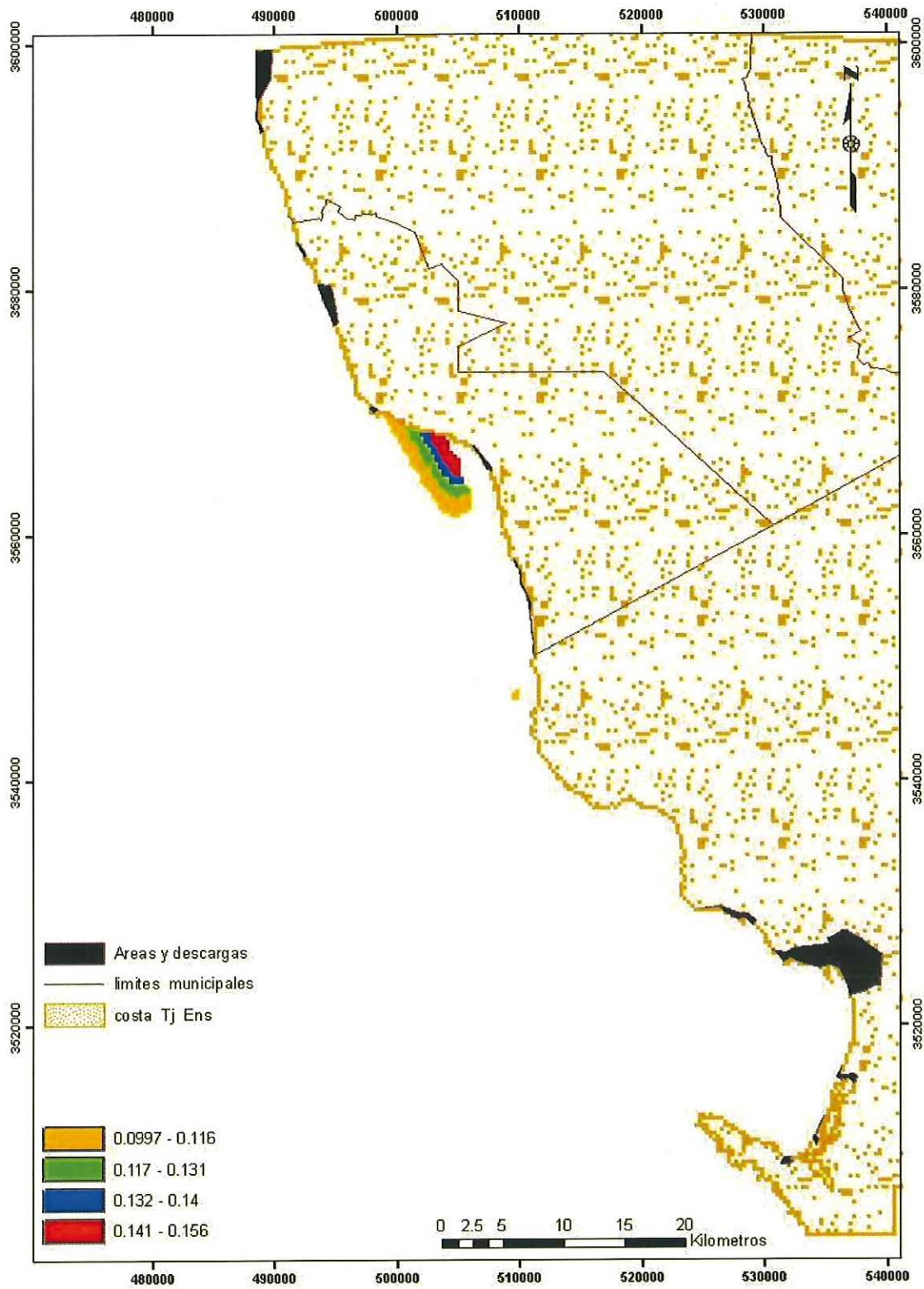


Figura 13. – Concentraciones mayores a 0.1 mg/lit de cloro libre a 10 mts. de profundidad.

Evaluación sanitaria

La evaluación sanitaria de la zona costera se realizó con datos provenientes de la Secretaría de Marina producto de sus muestreos mensuales a lo largo de la zona costera. Como medida de triangulación de información, se utilizó información de los reportes mensuales de CESPE y CESPT. Al evaluar la zona de estudio en relación a contaminación bacteriana se encontró en primera instancia diferencias significativas en cuanto a los límites permisibles, los cuales pueden ser observados a continuación:

Programa "Playas limpias"

Enterococos/100 ml	Clasificación de la playa
De 0 a 500	Apta para uso recreativo
Más de 500	No apta para uso recreativo

Programa "Bandera azul "

Parámetro biológico	Excelente calidad	Calidad obligatoria
Enterococos		
intestinales	100	200
<i>E. coli</i>	250	500

CE-CCA-001/89

CFE/100 ml	Clasificación de la playa
De 0 a 200	Apta para uso recreativo
Más de 200	No apta para uso recreativo

Con los criterios del programa "Playas limpias" encontraron como sitios críticos "El arroyo Huehuetay en Rosarito y el borde fronterizo Tijuana-San Diego, caracterizado por la zona costera denominada "Playas de Tijuana". En estos sitios y para la fecha del presente estudio la concentración de bacterias fue superior a las 1000 CF/100 ml (Figura 14).



Figura 14.- Ubicación espacial de localidades con problemas sanitarios en función del programa "Playas limpias".

Figura 15.- Ubicación espacial de localidades con problemas sanitarios en función del programa "Playas limpias".

No obstante al clasificar la zona en función de criterios internacionales y los criterios de la CE-CCA-001/89, se amplía el número de localidades con problemas. Para el municipio de Ensenada se identificó la zona de descargas municipales de aguas tratadas, denominada "Arroyo el Gallo" y la darsena portuaria de "El Sauzal" (Figura 15). Para el municipio de Rosarito se identificó igualmente la zona de descargas de aguas tratadas municipal denominadas "Arroyo Huehuetay" y por último para el municipio de Tijuana se identificó la zona denominada "Punta Banderas" que nuevamente coincide con la zona de descargas de aguas grises municipales, las playas de San Antonio del Mar y Playas de Tijuana. (Figura 16)

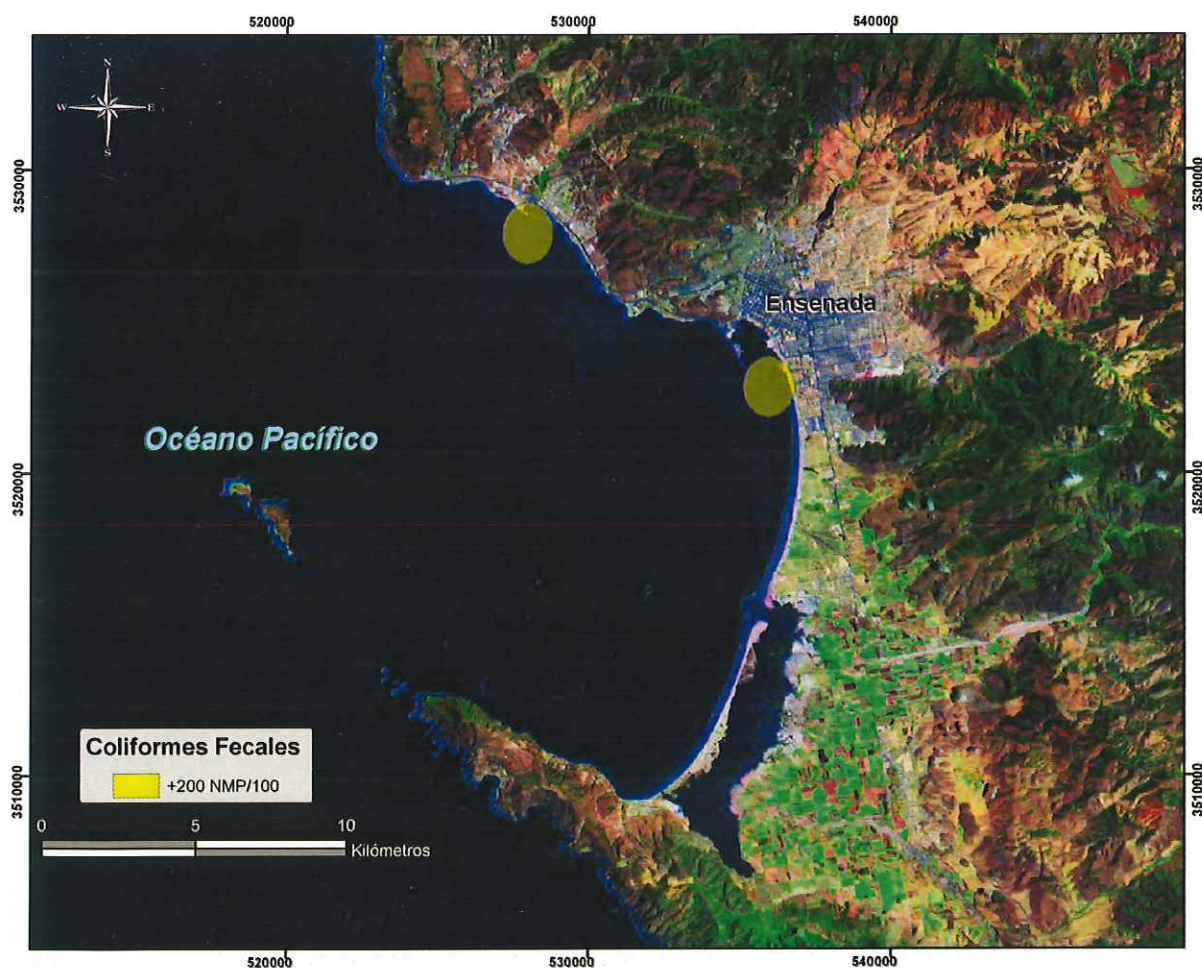


Figura 15.- Identificación espacial de localidades con problemas de contaminación bacteriana en función de criterios internacionales y la CCA-001/89, en la Bahía de Todos Santos



Figura 16.- Identificación espacial de localidades con problemas de contaminación bacteriana en función de criterios internacionales y la CCA-001/89, en Tijuana y Rosarito

Descargas

La identificación de las descargas de aguas residuales se realizó mediante identificación directa, tomando nota de la descarga en el lugar donde se encontraba la tubería y verificando en donde era posible el origen de dicha descarga. Estas se encontraron principalmente en los sitios turísticos próximos a la carretera (Trailer park, fraccionamientos de reciente creación, moteles, hoteles, restaurantes). Se registraron 73 descargas encontradas principalmente al norte y sur de la ciudad de Rosarito y a lo largo de la línea de costa de la Bahía de Ensenada (Figura 17), incluyendo en estas las descargas municipales.

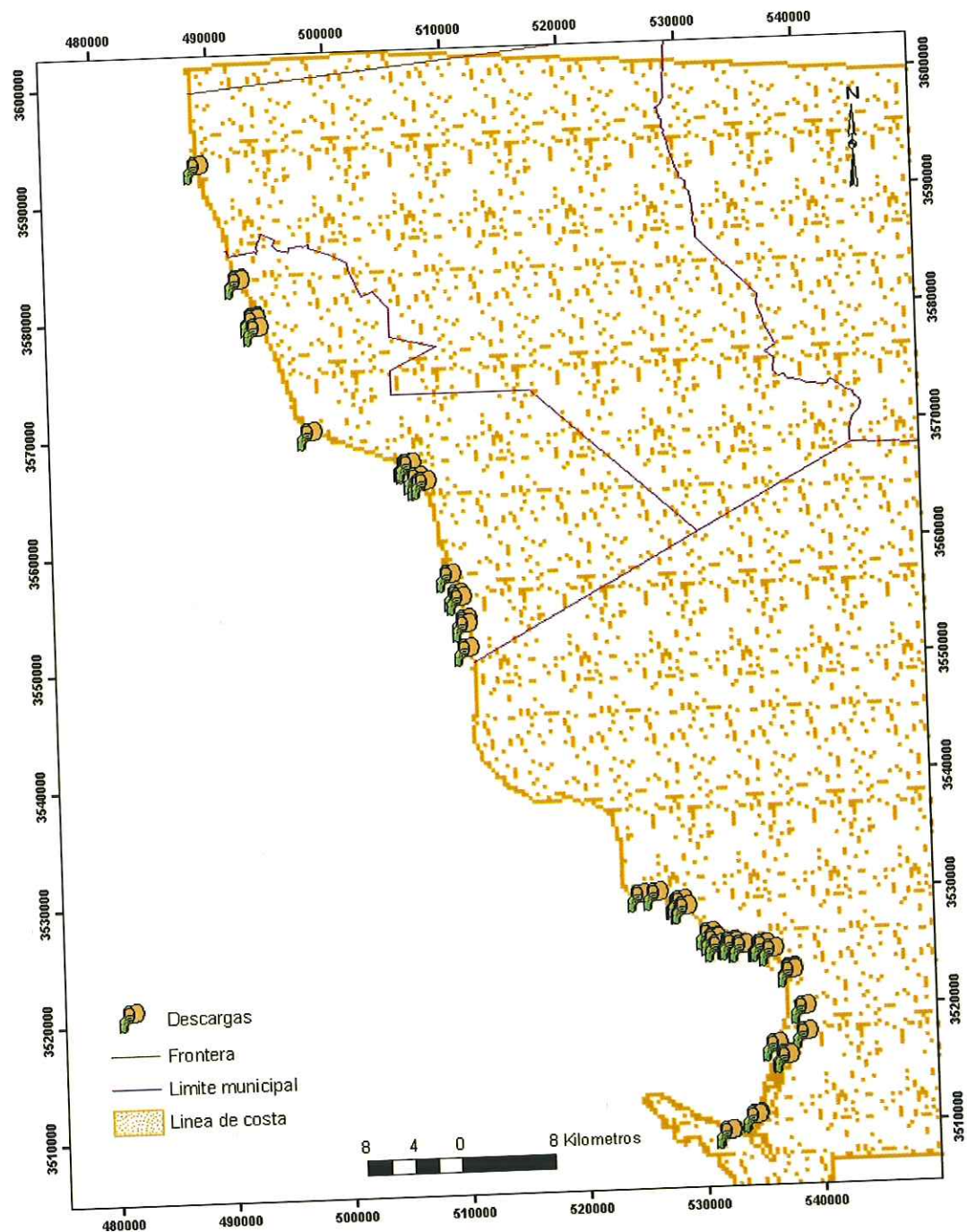


Figura 17.- Principales descargas de aguas residuales vertidas al mar en el área de estudio.

Efectos potenciales

En relación a los efectos potenciales en función de la sumatoria del total de descargas expresado en porcentaje por localidad (% DtL, Figura 18) se encontró como principales zonas críticas Ensenada y el Sauzal de Rodríguez, ya que estas fueron las localidades en donde se encontró el mayor número de descargas de aguas residuales (Figura 18) directas al mar. Cabe hacer mención que la gran mayoría de las descargas aquí identificadas corresponden a asentamientos urbanos.

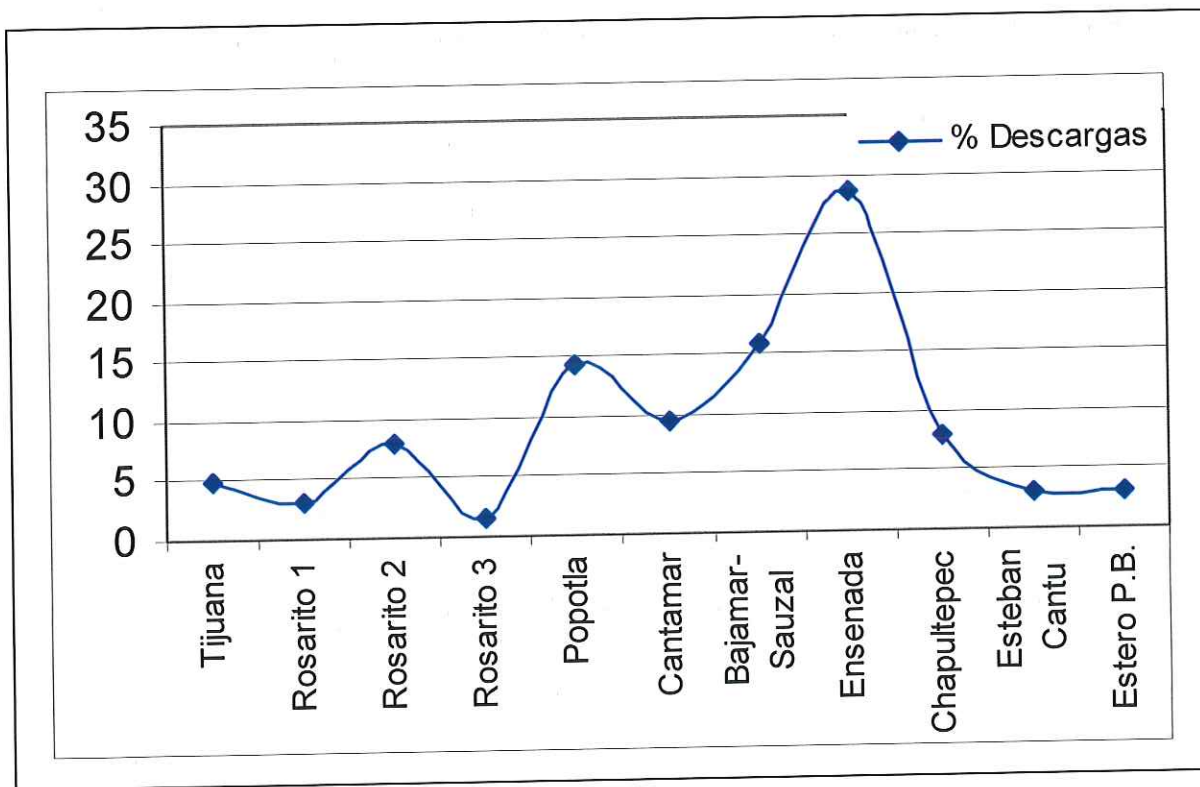


Figura 18.- Descargas expresadas en porcentaje, valorando para ello el total de descargas identificado entre las descargas para cada localidad del área de estudio. En el eje de las abscisas están las localidades y en las ordenadas el porcentaje que le corresponde.

Al integrar el área de la localidad (% DtL/HaL) se identificó la región entre Popotla y Cantamar la zona con mayor vulnerabilidad a contaminación costera (Figura 19), puesto que a pesar de que no son los sitios con mayor número de descargas, el total de

estas refleja el numero de campos turísticos y desarrollos habitacionales se encuentran muy continuos en una pequeña extensión de área

Estos resultados coinciden con lo esperado de la identificación de usos actuales. Es notorio como la ciudad de Tijuana no figura al aplicar el índice de efectos potenciales debido a que sus descargas se encuentran bien canalizadas. Sin embargo este resultado depende de que el tratamiento de aguas residuales por parte de esa ciudad sea óptimo.

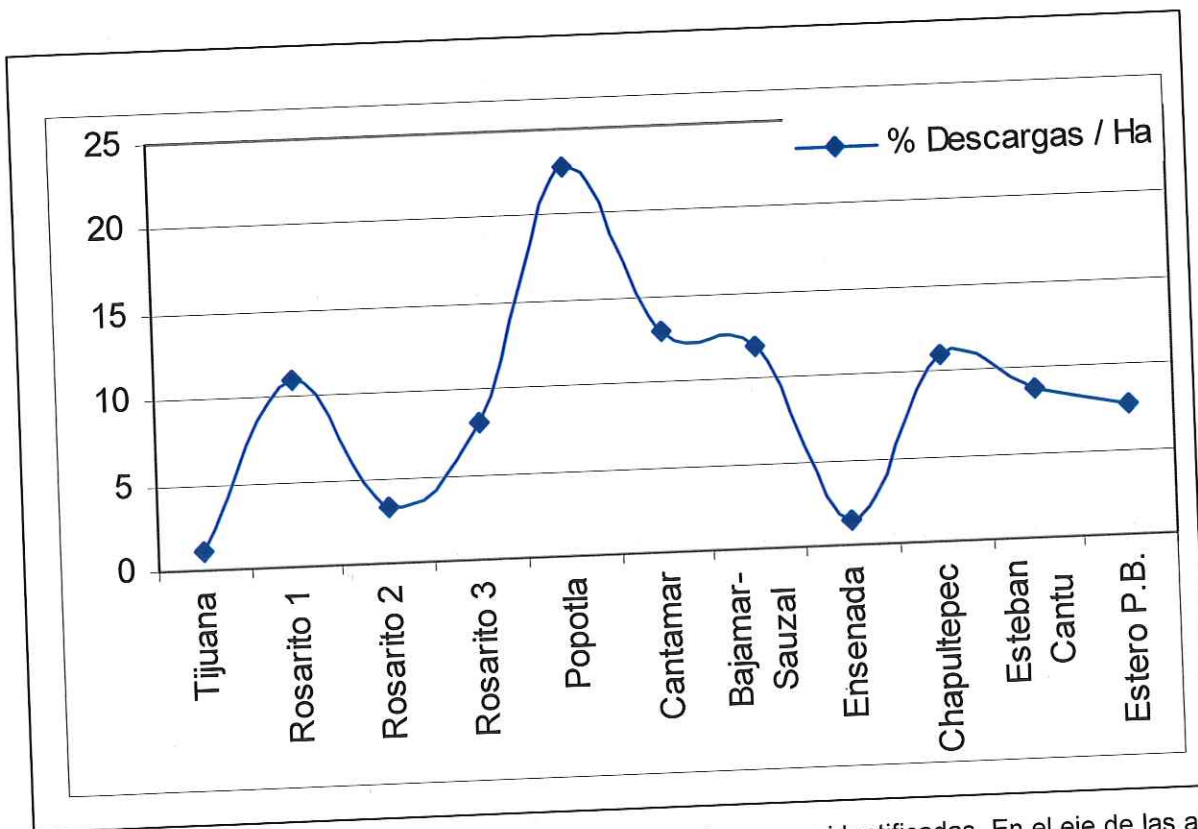


Figura 19.- Relación entre área de cada localidad y las descargas identificadas. En el eje de las abscisas están las localidades y en las ordenadas el porcentaje que le corresponde.

Con los resultados anteriores ($\%DtL + \%DtL / HaL$) se identificó el valor de EpD (Tabla VII) y este a su vez se evaluó en función del flujo de los efluentes por localidad mismo que la sumatoria. Los resultados de las DtL de descargas fueron utilizados para identificar, mismo que identifico a las localidades de Popotla, Ensenada, Bajamar-Sauzal y Cantamar como los sitios con principales problemas de esta índole (Tabla VII).

Tabla VII.- Valor expresado en porcentaje de los Efectos potenciales de las Descargas (EpD) por localidad analizada.

Localidad	DtL+ % DtL / HaL	Fd	EpD	Cuartil
Popotla	37.169	2	74.33	4
Ensenada	30.086	3	90.25	4
Bajamar-Sauzal	27.813	2	55.62	4
Cantamar	22.533	2	45.06	3
Chapultepec	18.844	1	18.84	2
Rosarito 1	14.093	2	28.18	2
Esteban Cantu	12.010	1	12.01	1
Rosarito 2	11.210	2	22.42	2
Estero P.B.	10.857	1	10.85	1
Rosarito 3	9.558	1	9.55	1
Tijuana	5.822	4	23.29	2

Carbón Orgánico Total

En relación a los niveles de COT se identificaron concentraciones promedio menores a 15 mg/lit (Figura 20, 21, 22, 23) preponderantemente en la zona muestreada.

A los 0 metros los máximos se encuentran visiblemente en las cercanías a las Islas Todos Santos y en el borde fronterizo, con un leve pero notorio incremento en las concentraciones cerca de la localidad de Popotla, principalmente cerca de la costa.

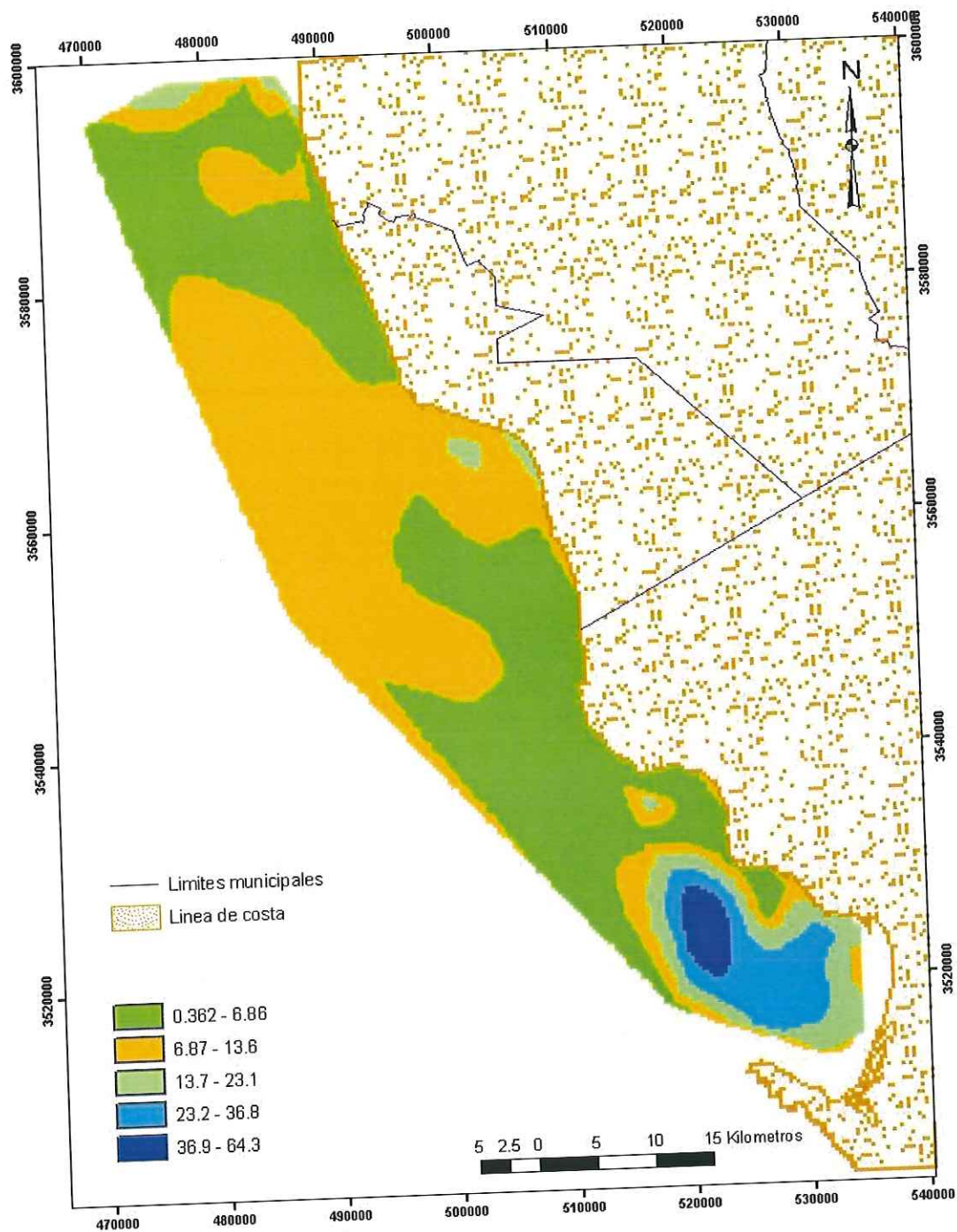


Figura 20.- Concentraciones de Carbón Orgánico Total para el área de estudio en el estrato de 0 metros. Los valores están expresados en mg/lit.

Para el estrato de 5 es evidente una mayor extensión de sitios con concentraciones altas. Los máximos en esta ocasión se encuentran en las proximidades del puerto de Ensenada y aproximadamente a 5 km. de la línea de costa frente a Tijuana y Punta Banderas.

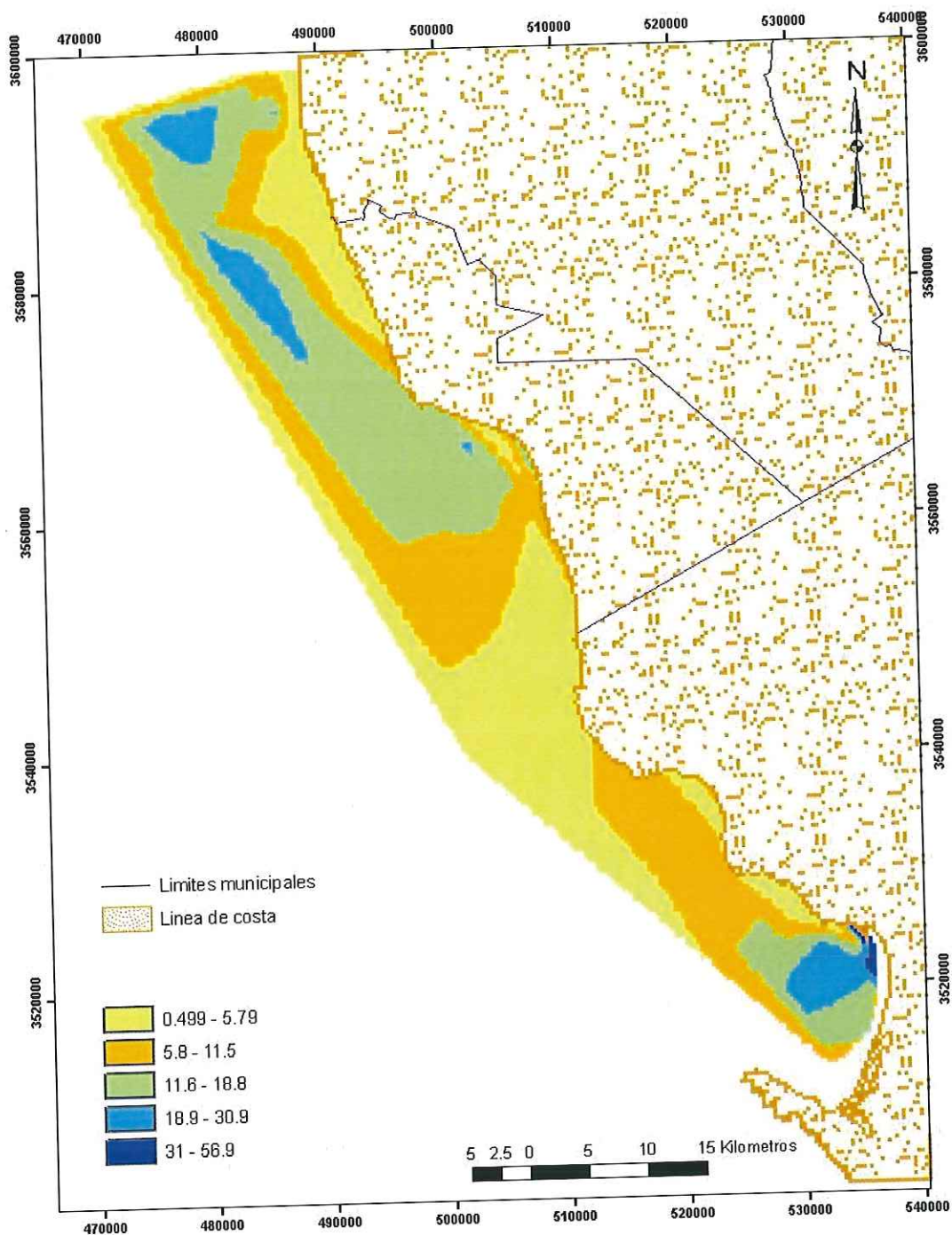


Figura 21.- Concentraciones de Carbón Orgánico Total para el área de estudio en el estrato de 5 metros. Los valores están expresados en mg/lit.

En el estrato de 10 metros nuevamente se observa una mayor extensión de área con concentraciones elevadas. Nuevamente los valores máximos se encuentran en las proximidades de las islas Todos Santos, el borde fronterizo y el poblado de Popotla.

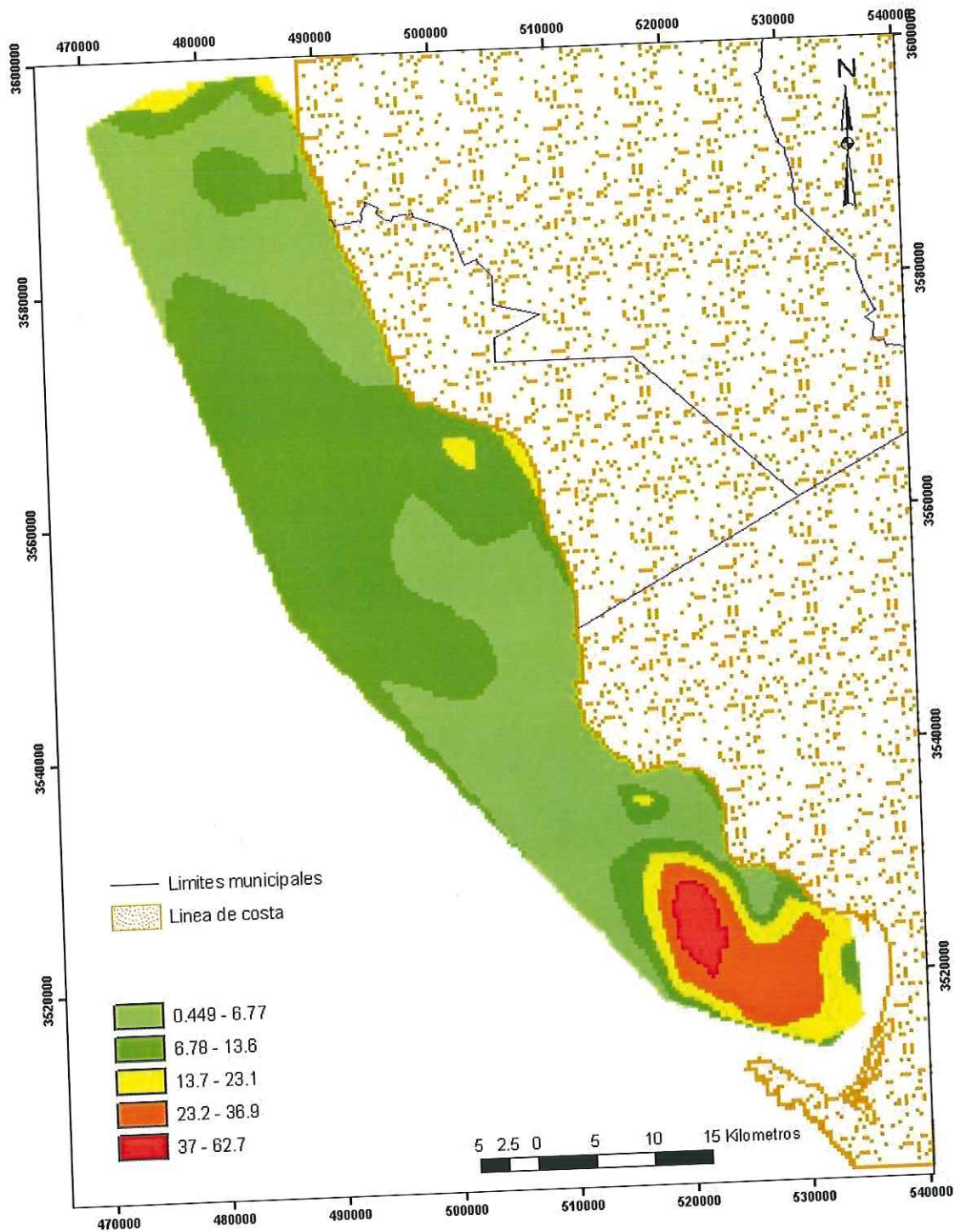


Figura 22.- Concentraciones de Carbón Orgánico Total para el área de estudio en el estrato de 10 metros. Los valores están expresados en mg/lit.
 En el estrato de 20 el COT disminuyó considerablemente la extensión en área de concentraciones elevadas y solo se observan cerca de las Islas Todos Santos y la

descarga de Punta Banderas, aunque es de notar como se aprecia a esta profundidad a Rosarito una masa de agua con altas concentraciones.

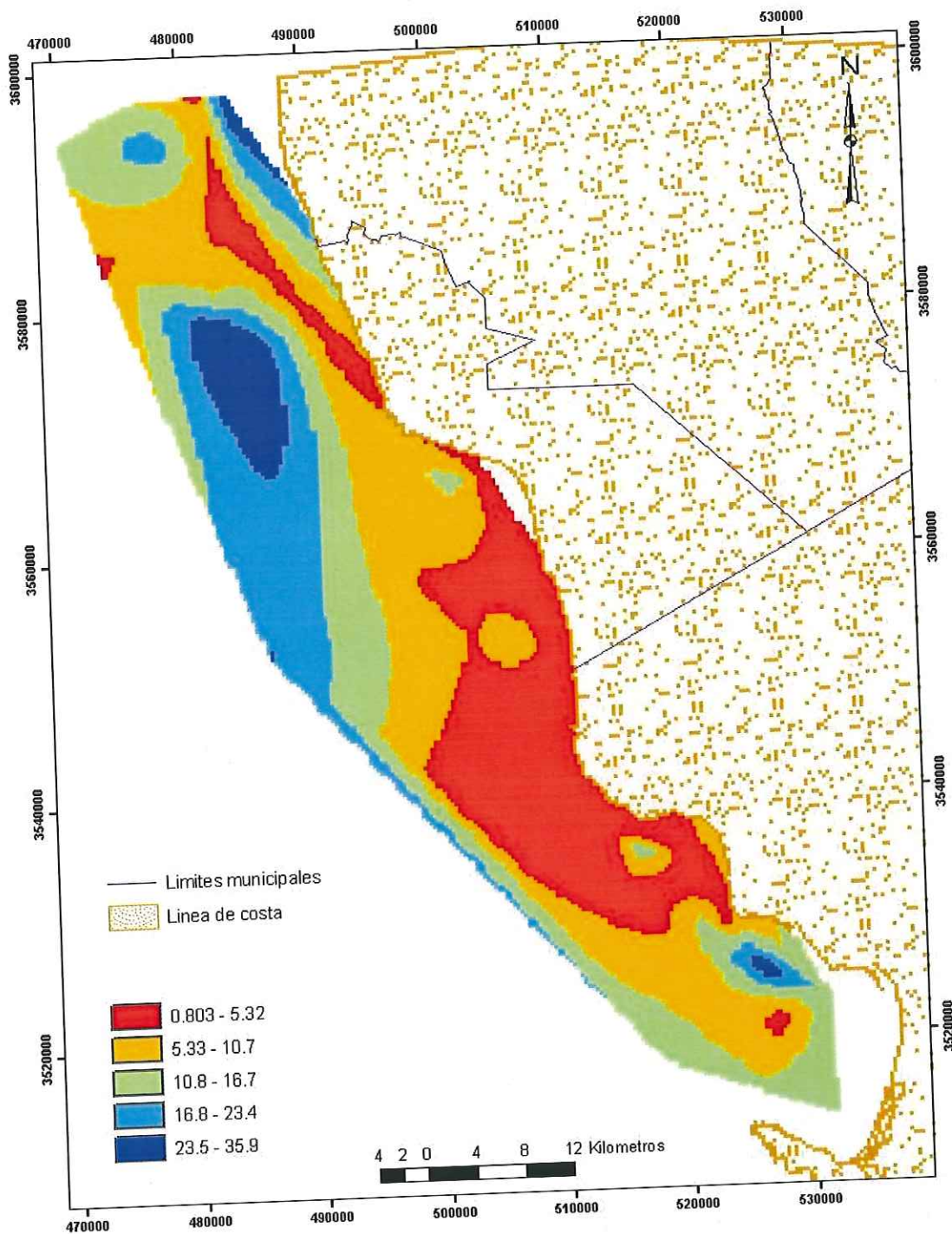


Figura 23.- Concentraciones de Carbón Orgánico Total para el área de estudio en el estrato de 20 metros. Los valores están expresados en mg/l.

A falta de un valor nominal que describa concentraciones críticas o valores contaminantes de carbono, se resolvió primeramente identificar el total de concentraciones presentes en cada estrato analizado. Dado que los datos mostraban una tendencia asimétrica con mayor acumulación de concentraciones bajas, se procedió a realizar un análisis estadístico de los datos con la intención de identificar la concentración que marca el límite a un 95 % de confianza. En base a lo anterior se identificó que los valores por debajo de 31 mg/Lt podrán ser considerados "normales" y los valores que se excedieron, se denominaron valores aberrantes, es decir aquellos que sobre pasan dicho intervalo de confianza serán considerados como niveles contaminantes (Figura 24).

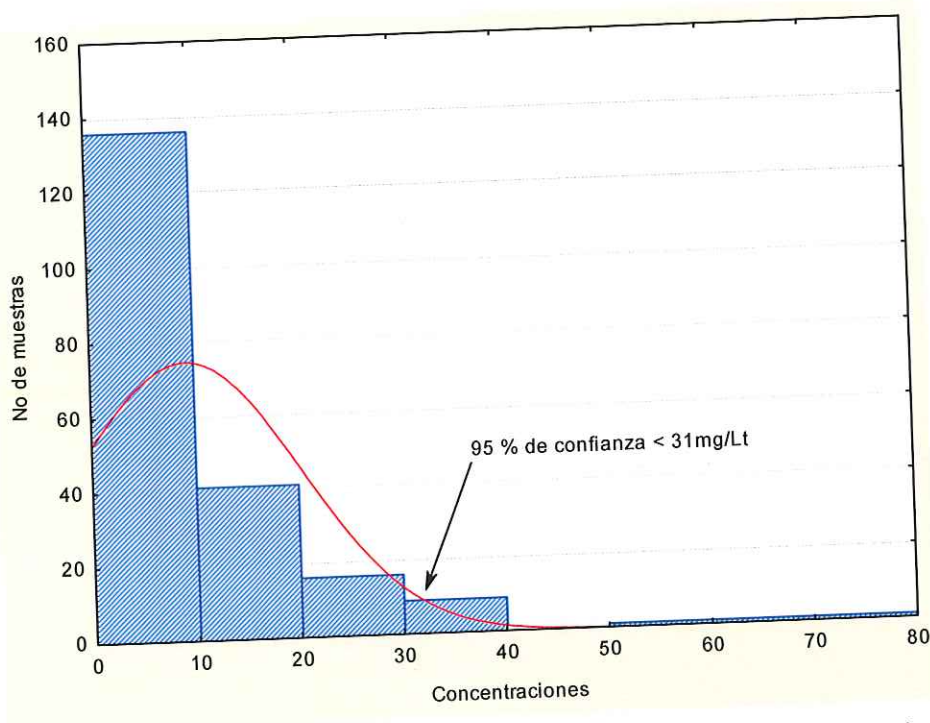


Figura 24.- Relación entre el total de concentraciones analizadas por muestra para cada estrato dentro del área de estudio.

En función del análisis estadístico anterior se identificó la concentración de 31 mg/l como el valor limitante de concentraciones denominadas regulares para el presente estudio. Este valor deberá ser considerado a medida y está limitado a la estacionalidad del periodo de colecta de muestras y a la zona de estudio.

Con este valor se realizó una reclasificación de las concentraciones con el objeto de identificar la magnitud del impacto en los sitios puntuales con evidencia de contaminación orgánica y derivados con carbono, resultando para el estrato de 0 metros la sección central de la Bahía de Todos Santos, los alrededores de la Isla del mismo nombre (Figura 25) y hasta aproximadamente 15 km. al oeste de Punta San Miguel. Para la profundidad de 5 metros se identificó de manera evidente la dársena del "Sauzal de Rodríguez" (Figura 26). A los 10 metros nuevamente se repite el patrón observado en superficie, con una ligera disminución en la zona central de la Bahía (Figura 27). Finalmente se observa a la profundidad de 20 metros las concentraciones máximas registradas para el presente estudio nuevamente en la región central de la Bahía Todos Santos (Figura 28). A esta misma profundidad se observan valores considerados contaminación aproximadamente a 12 km. de la línea de costa frente a las playas del municipio de Rosarito.

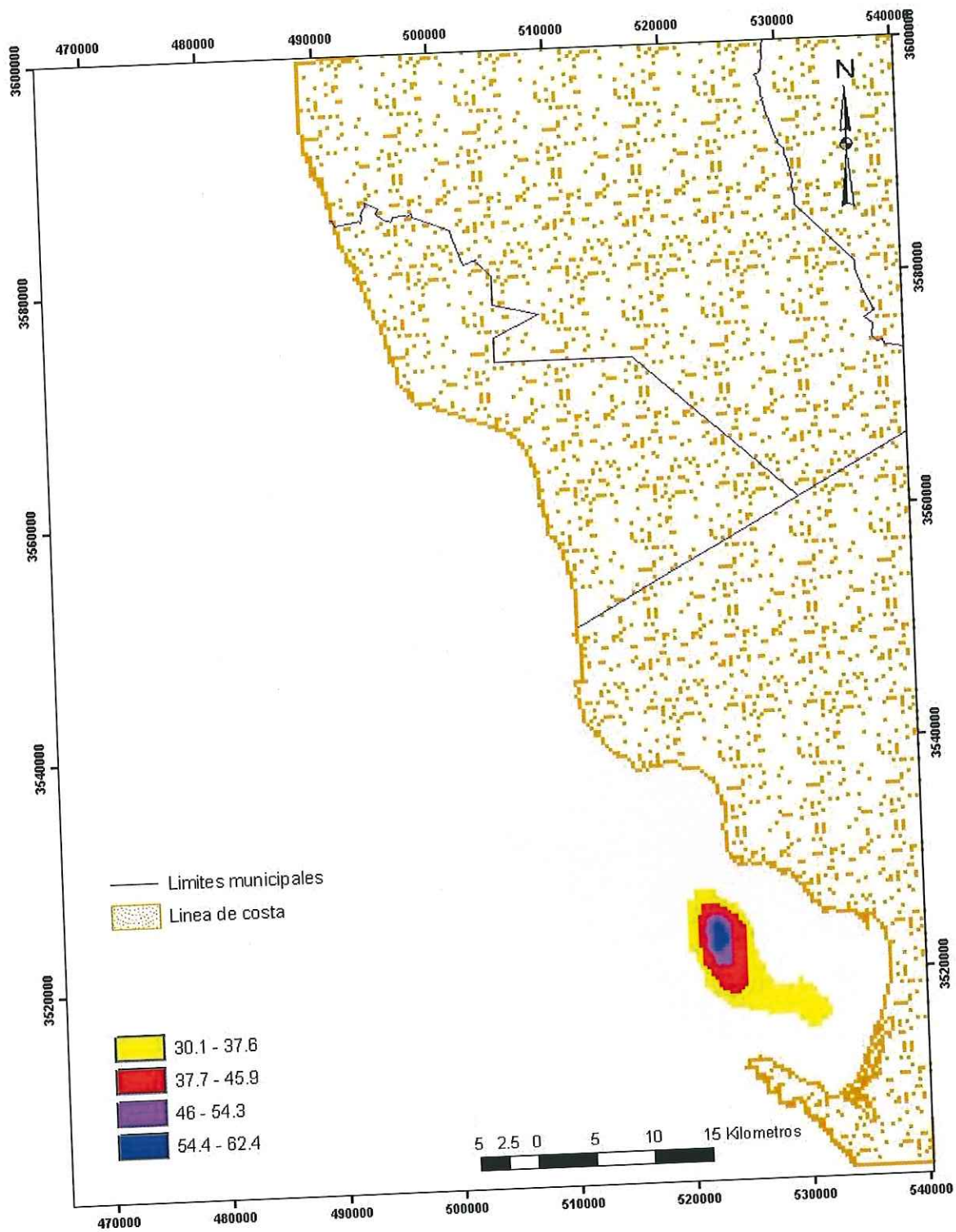


Fig. 25.- Concentraciones de COT que sobrepasaron el valor de 31 mg/l para el área de estudio en el estrato de 0 metros.

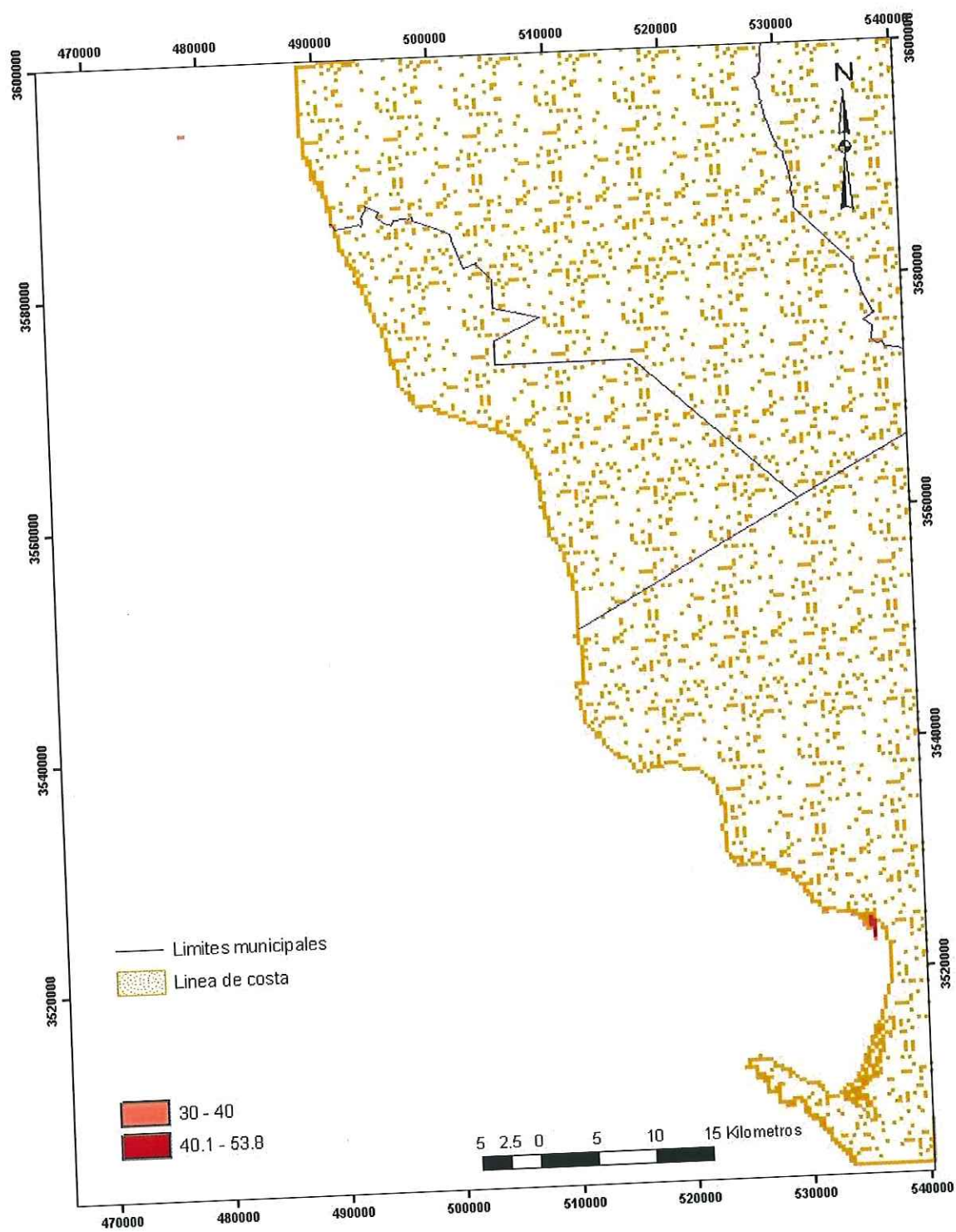


Figura 26.- Concentraciones de COT que sobrepasaron el valor de 31 mg/l para el área de estudio en el estrato de 5 metros

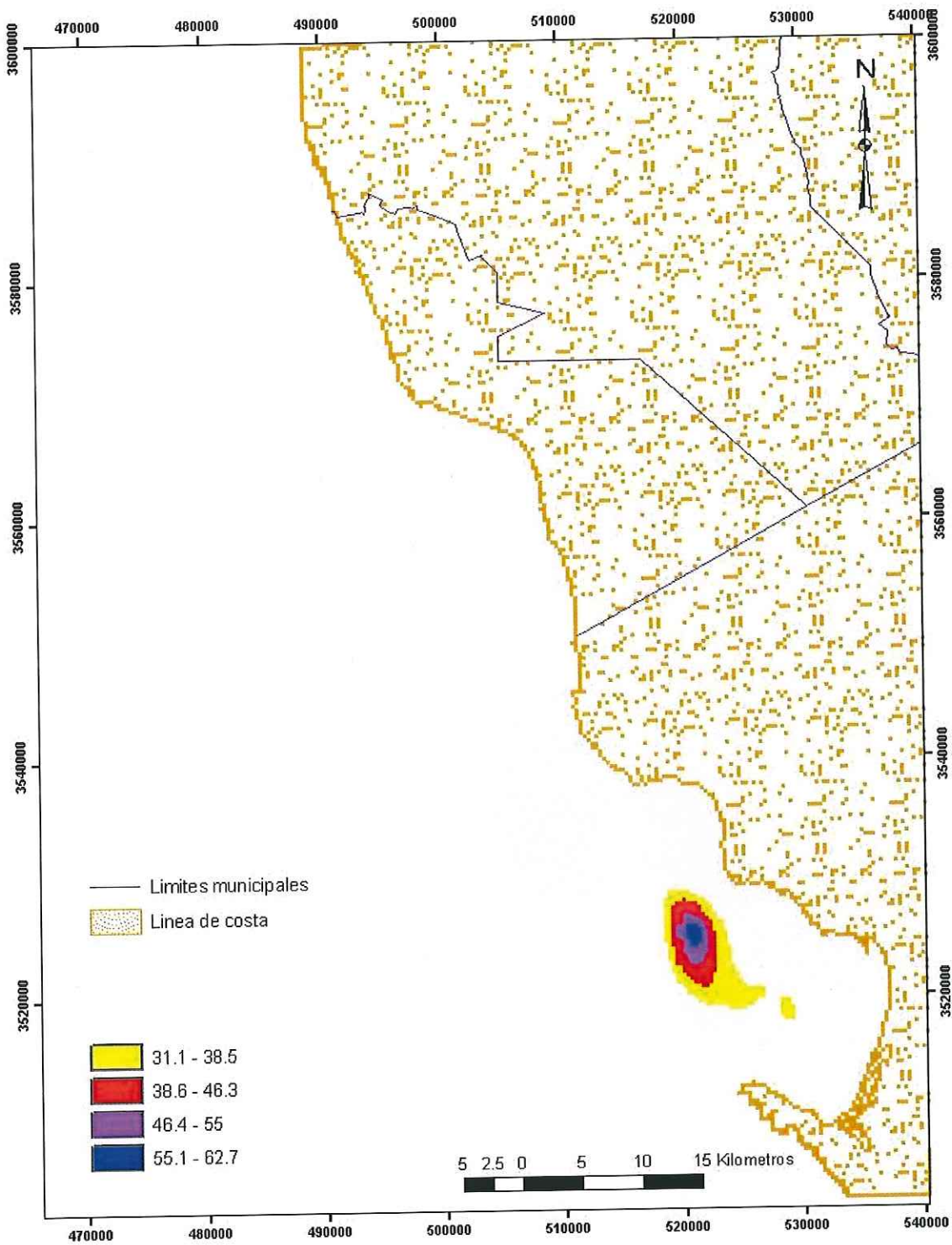


Figura 27.- Concentraciones de COT que sobrepasaron el valor de 31 mg/l para el área de estudio en el estrato de 10 metros.

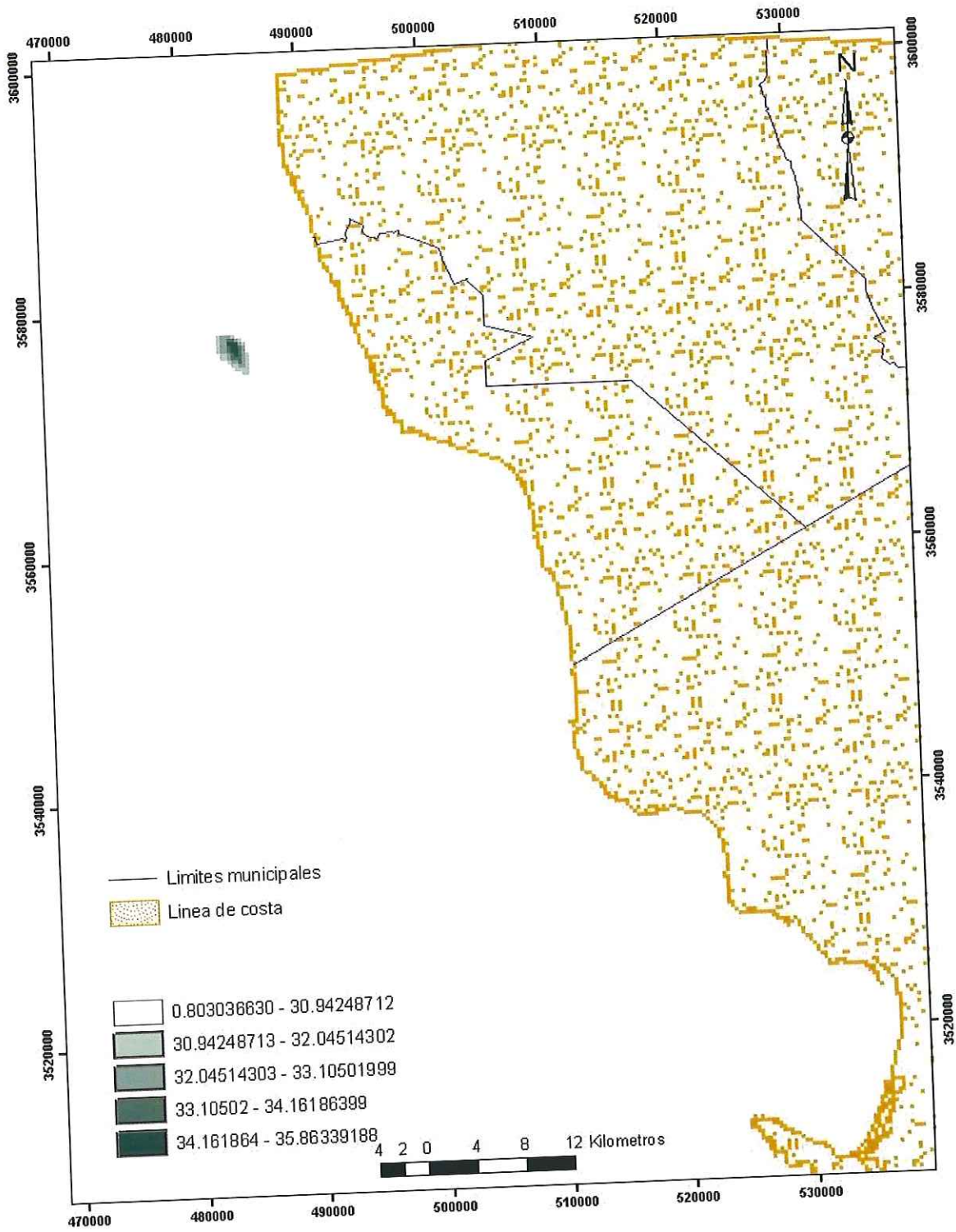


Figura 28.- Concentraciones de COT que sobrepasaron el valor de 31 mg/l para el área de estudio en el estrato de 20 metros

Uso de suelo

Para la evaluación de la vocación de uso de suelo se aplico la metodología descrita previamente utilizando como casos de estudio las mismas zonas utilizadas en la identificación de descargas de aguas residuales, quedando como a continuación se describe en la tabla VIII y figura 29. El resultado observado en la clasificación de usos corresponde al uso sugerido descrito en la tabla III.

Tabla VIII.- Evaluación y clasificación de usos en función de la calidad de agua costera adyacente y sus fuentes de contaminación.

Localidad	Bacterias (x2)	Cl -	COT	EpD	Σ	Estandarización Clasificación De usos
Playas de Tijuana	6	3	1	2	12	4
Rosarito 1	2	1	1	2	6	1
Rosarito 2	6	1	1	2	10	3
Rosarito 3	2	1	1	1	5	1
Popotla	2	1	1	3	7	2
Cantamar	2	2	1	3	8	2
Sauzal	4	1	3	3	11	4
Bajamar-	2	3	1	3	9	3
Ensenada	4	1	1	3	9	3
Chapultepec	2	1	1	2	6	1
E.C.Esteban Cantu	2	1	1	1	5	1
Estero Punta Banda	2	1	1	1	5	1

De la tabla anterior se obtuvo que las localidades definidas como no viables fueron Tijuana y Sauzal de Rodríguez, Las definidas como útiles para su aprovechamiento de recursos y recreativas con problemas fueron las localidades de Ensenada, Bajamar y Rosarito 2. En cuanto a las localidades aptas para actividades recreativas son Cantamar y Popotla y finalmente los sitios más limpios y aptos para actividades con contacto directo fueron Rosarito 1 y 3, la zona de Chapultepec, Ejido Esteban Cantu y Estero de Punta Banda, mismo que aparecen en la figura 29 con una selección de color de acuerdo a los usos sugeridos para el litoral motivo del presente estudio. Cabe señalar que los usos sugeridos para aprovechamiento de recursos, no están identificados en la figura 29 ya que el mismo color verde de la imagen así lo sugiere.

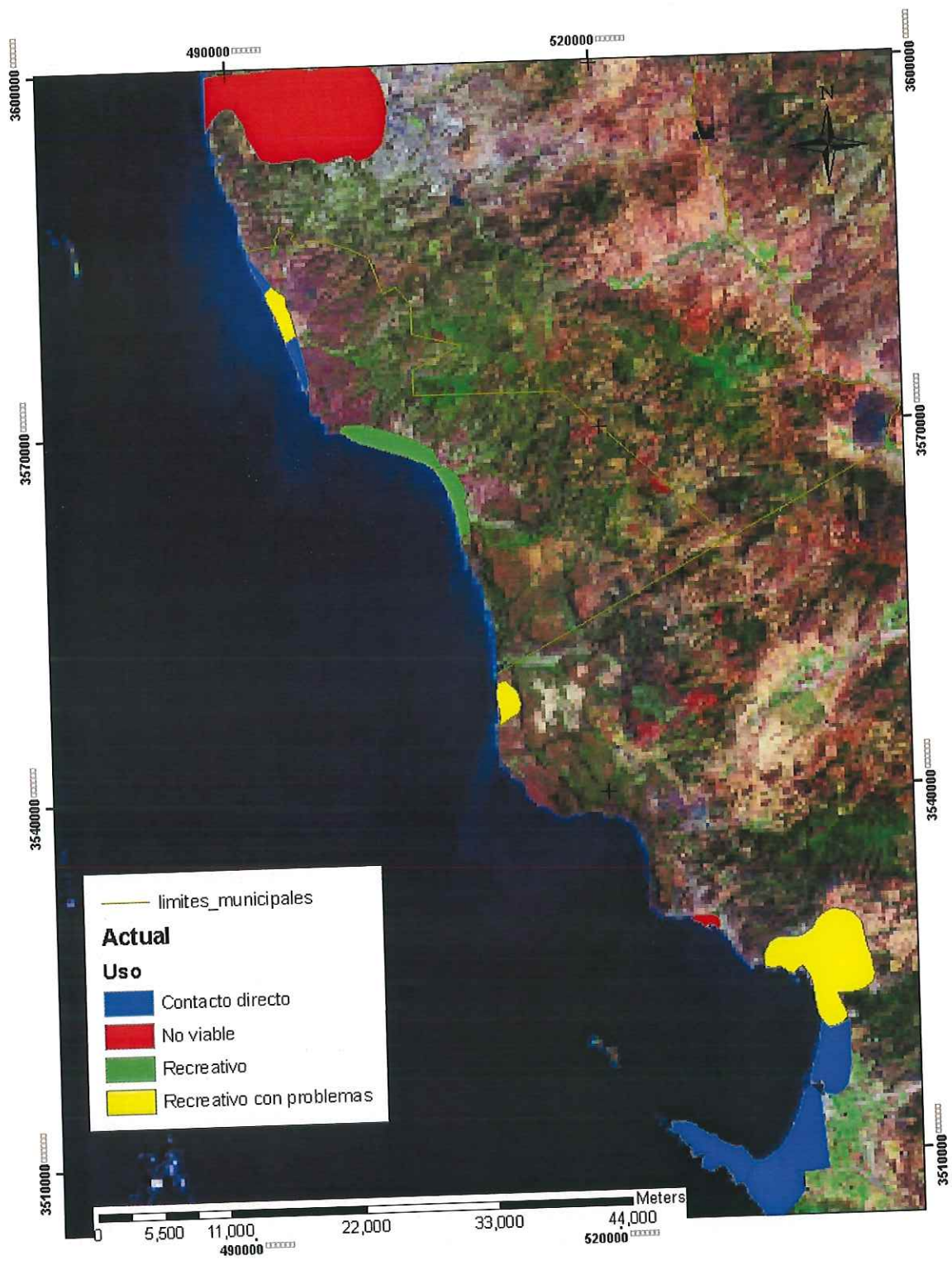


Figura 29.- Identificación de los posibles usos sugeridos en función de la evaluación realizada en el presente estudio.

La percepción de la contaminación fue estimada en relación a 320 cuestionarios levantados por parte de los habitantes de las zonas próximas a la línea de costa. Se identificó que la población tiene un conocimiento marginal de los orígenes y posibles efectos en la salud y el ecosistema costero. Es sin embargo notorio el hecho de que aunque no existan daños a la salud, existe un sentir generalizado a lo largo de toda el área de estudio de que los niveles de contaminación han aumentado. El resultado derivado de la pregunta sobre el uso de las playas se sugiere sesgado, posiblemente por evitar autoridades en materia de pesca o afines. Los resultados de las encuestas se muestran en tabla IX. Es notorio como existe desconfianza por parte de la población para con los resultados que ofrecen las dependencias de gobierno en materia de contaminación ambiental y que significativamente presentan mayor credibilidad las Instituciones educativas.

Tabla IX.- Resultados de las encuestas aplicadas en la zona de estudio para identificar la percepción de la población sobre la contaminación costera.

Pregunta/Respuesta %	
Ha sido usted residente de esta zona durante los últimos	
Respuesta	5 años
si	86
no	14
¿Frecuenta usted las playas locales?	
Nunca	12
Una vez o mas a la semana	37
Una vez o mas al mes	52
¿Para que usa las playas?	
Pesca sin fines de lucro	16
Pesca comercial	1
Pasear	41
Nadar	42
¿Conoce usted el estado	

	sanitario de las playas?	
Si		38
No		62
	¿Ha sufrido usted alguna afección a su salud por el uso de la zona costera?	
Si		0
No		100
	¿Cómo considera usted que se ha comportado la contaminación marina en esta zona?	
Disminuido		0
Mantenido		13
Aumentado		87
	Estaría dispuesto a realizar una aportación económica voluntaria para el saneamiento la zona costera	
Si		84
No		16
	Usted aceptaría uso de las aguas tratadas para	
Uso domestico		3
Riego de parcelas y jardines		55
Procesos industriales		38
Todas las anteriores		0
Ninguna de ellas		5
	Para sentirse seguro con el uso de las aguas tratadas, usted exigiría que la calidad del agua estuviera certificada por	
Dependencia		9

del gobierno	
Empresa	
particular	11
Universidad	62
Instituciones	
internacionales	15
Nunca la	
usaría	3

Discusión

El presentar una caracterización de usos en función de la calidad de agua costera no es una idea innovadora, sin embargo es una medida que no se ha puesto en práctica al realizar los ordenamientos territoriales que actualmente nos rigen.

Una de las posibles razones por la cual no se han utilizado índices de calidad de agua costera es la falta de un criterio establecido que limite o regule las concentraciones de las variables indicadoras o que establezca cuales son las variables más representativas a considerar. Es esto último representa una de las principales limitantes puesto que a pesar de que existen numerosos trabajos que intentan regular la zona costera, todos ellos manejan diferentes indicadores, que a la mirada del autor, son los mas convenientes.

En este trabajo se sugiere el uso de 4 variables indicadoras de contaminación con posibles efectos negativos al hombre y al medio ambiente, con la gran ventaja de aplicarlas a una zona de estudio que ya cuenta con un ordenamiento territorial y con estudios preliminares de ordenamiento en función de diferentes variables.

La importancia de usar un área de estudio como la propuesta para esta investigación es en primera instancia que se cuenta con información documental base para entender la problemática actual, la cual a grandes rasgos la podemos señalar como una alta dinámica poblacional asociada a un crecimiento desordenado, que repercute en una alta tasa de modificación de uso de suelo con actividades no consolidadas y diversas, lo que a su vez vuelve la zona mas difícil de regular.

En relación a esta misma dinámica poblacional, el esfuerzo por realizar un adecuado ordenamiento de la zona se vuelve prioritario y critico, toda vez que una gran parte de la población depende económicamente de esta zona, por lo que es indispensable contar con un inventario de actividades para poder regularlas y en su caso limitarlas o controlarlas.

Con esta base, el presente documento no pretende establecer un nuevo modelo para realizar ordenamiento territorial en la zona costera, ni pretende juzgar las variables

anteriormente utilizadas para ello, si no más bien aplicar una metodología adicional a las ya empleadas para equilibrar el peso de la información de tal forma que las unidades de gestión incluyan en su caracterización una evaluación costera integral al incluir en su análisis estudios de calidad de agua.

Una ventaja al aplicar las variables que se señalan en el presente documento es que los criterios están sometidos a una valoración inicial numérica, lo que significa que la variable responde directamente al nivel de concentración que esta presente, dejando a un lado la subjetividad de juicios o criterios personales.

La siguiente ventaja es el uso de una macro escala, ya que al analizar un área mayor se puede identificar los efectos de la migración de la contaminación, para así identificar los sitios en donde se origina y también los sitios en donde esta tiende a acumularse.

El uso de esta escala no permite establecer soluciones puntuales y para ello se requieren estudios locales en los sitios donde se requieran, sin embargo es precisamente con estudios a macro escala en donde se puede zonificar con fines de ordenamiento territorial comparándolos con variables como cambio de uso de suelo por ejemplo, utilizando para ello sobre posición con otros estudios que tengan su información resultante disponible en SIG.

El proponer uso de SIG como tipo de presentación final esta en función de facilitar el manejo de la información resultante, de la base de datos que la origino y su actualización, así mismo, a la capacidad de sobre poner mapas con localidades para identificar las necesidades, limitaciones o requerimientos para cada comunidad, lo que facilita su regionalización y permita visualizar escenarios futuros.

Esto último pone en evidencia los huecos de la actual legislación de la zona costera, ya que al no identificar adecuadamente los escenarios futuros al momento de su creación, gestionaron políticas de uso inadecuadas mismas que en la actualidad necesitan modificarse.

Un ejemplo de lo anterior deriva en la necesidad imperativa de realizar modificaciones al Plan de Ordenamiento Ecológico de Baja California, puesto que Estipula como política general el aprovechamiento con impulso para la zona costera entre Tijuana y Ensenada, el cual permite el desarrollo de todas las actividades económicas y de

desarrollo urbano siempre y cuando cumplan con las disposiciones de legislación ambiental vigente.

No obstante no existe la capacidad de vigilancia del cumplimiento de dicha legislación ambiental y no existe una legislación ambiental que identifique la capacidad de carga del sistema, lo que significa que cada estudio de impacto que se somete para la realización de alguna actividad ya sea económica o urbana se analiza individualmente sin considerar el impacto del total de estudios propuestos para la zona en su conjunto, lo que desestima el impacto regional que dichos desarrollos producen.

De los datos derivados de la investigación cabe hacer mención que en el municipio de Tijuana se identificaron un menor número de fuentes de descarga en virtud de que la mancha urbana involucra gran parte de la zona costera, misma que abarca desde la línea fronteriza hasta aproximadamente Punta Banderas y las descargas de la ciudad están conectadas mediante carcamos de bombeo a la planta de tratamiento de la ciudad ubicada en Punta Banderas.

Cabe señalar con lo anterior que la ausencia de descargas en el municipio de Tijuana está relacionado con la limitante de espacio para el crecimiento de nuevos fraccionamientos y los ya existentes muestran una conexión con sistemas recolectores de aguas urbanas por consecuente es evidencia de una ciudad madura

El actual auge por el cambio de uso de suelo se pone en evidencia en los 2 municipios restantes. Ensenada y Rosarito cuentan con un gran número de recientes espacios turísticos tales como trailer park, hoteles, moteles y fraccionamientos urbanos para venta y/o renta, los cuales mantienen sus descargas independientes entre sí y en la mayoría de los casos, cuentan con permisos para descarga de aguas domésticas a cuerpos receptores.

En cuanto a la zona con menor crecimiento está representada por Punta Sal si puedes lo que corresponde congruentemente con lo esperado ya que esta zona presenta pendientes superiores a los 20 ° y cantiles de al menos 8 metros de altura con rompiente en su base, lo que resulta en una conversión más lenta en el cambio de uso de suelo.

En relación a las variables analizadas El análisis de Carbón Orgánico Total como indicador de contaminación se sugiere en primera instancia directamente relacionado

con descargas de aguas residuales, pues los desechos de las mismas incluyen en gran medida una gran cantidad de materia orgánica al medio marino. Sin embargo al observar que los máximos por se encuentran entre los 5 y 10 metros se puede inferir que estos mas bien están relacionados con la producción primaria propia del sistema marino, mismo que es mas intenso de manera natural a estas profundidades en zonas próximas a la costa. Con lo anterior se interpreta que, al menos para este estudio, se desconoce la cantidad de materia orgánica que se introduce al medio marino por parte de las descargas residuales. Aun con el hecho anterior es bastante notorio como en la dársena del puerto del "Sauzal de Rodríguez" existe un incremento en extremo notorio de esta concentración lo cual es fácilmente explicable pues este puerto para la fecha del presente estudio no cuenta con sistemas de tratamiento para las aguas de desecho derivadas de la pesca.

En relación a las observaciones de cloro libre, en primer lugar se aprecia una marcada falta de conocimiento sobre los impactos al medio marino. Esta necesidad de identificar límites de tolerancia se ve en mayor medida indispensable mientras que el cloro sea la medida de remoción bacteriana más utilizada en los sistemas de tratamiento del país. Como se logro observar en las primeras graficas de cloro, los valores máximos recomendados para prevenir daños al medio marino que estableció la SEDUE en 1989, mismos que en la actualidad siguen vigentes, se ven en extremo sobrepasados aunque no existe un fundamento valido que sirva para establecer o fundamentar dichos limites. En común acuerdo las instancias Federales determinaron mediante la solicitud de información numero 0001200020405 del 10 de marzo del 2005 que: "... a nivel federal no se cuenta con normatividad sobre (cloro para evaluar la) calidad del agua..." (ANEXO I).

Dada la ausencia de un marco legal que limite o regule el uso del cloro como desinfectante residual, se explica como es en el la proximidad de sitios conurbados en donde se encuentran las máximas concentraciones de dicha variable. Para el caso de Bajamar es imperativo que se identifique si la causa de dicho incremento se debe a una deficiencia en su tratamiento de aguas residuales o al uso inapropiado de la casa club en sus servicios de lavandería y limpieza de pisos, ya que esta zona no presenta otra fuente puntual y los valores que reporta son en extremo elevados mismos que pueden ocasionar daños al ecosistema marino aunque no se han hecho estudios en

poblaciones marinas o en seres humanos para identificar el daño que se está ocasionando.

En relación a los niveles sanitarios, para el 2003 en el comunicado de prensa 036/03 emitido por SEMARNAT, se estableció 70 Enterococos fecales /100 ml como valor máximo para el uso de playas recreativas, estos valores son comparativos con los emitidos por la CCE-001/89.

Esta misma secretaria para el 2004 puso a disposición del público en la red el programa Playas Limpias con los valores antes mencionados de 500 Enterococos fecales /100 ml como valor máximo para el uso de playas recreativas.

Este último valor determina un retroceso en la certificación de calidad de agua costera a nivel nacional y mundial (Blue Beach Org. 2004) la cual se mantiene en valores similares a los establecidos en los criterios ecológicos de 1989 antes referidos. El sistema de Bandera azul es a nivel mundial el más comúnmente utilizado. Existen en la actualidad 2312 playas en el mundo con bandera azul distribuidas en 25 países y aunque en ocasiones se menciona por los medios de divulgación nacional al respecto, México no cuenta con playas certificadas por Blue Flag organization e inclusive utilizar el término de playas con bandera azul se podría considerar fraudulento.

Escenario 2010 – 2015

En un intento por integrar en este estudio un enfoque a largo plazo, se realiza este ejercicio, aunque es difícil describir el comportamiento de la contaminación, dado que a pesar de la gran cantidad de estudios en esta zona, son muchas las variables que pueden modificar el resultado. Un simple ejemplo de lo antes mencionado se puede observar en la figura 2 del presente trabajo. En esta figura, se identifican sitios con valores actualmente inimaginables de coliformes fecales en la zona costera del municipio de Ensenada. Pese a que la zona mantuvo un acelerado crecimiento, las medidas llevadas a cabo por el gobierno para prevenir la contaminación fueron eficaces, proporcionando como resultado una disminución efectiva de la contaminación bacteriana.

Sin pretender definir áreas a un tiempo futuro, se realiza este ejercicio que más que un pronóstico, es un escenario que refleja 2 panoramas temporales al 2010 y al 2015. Para su construcción se considero únicamente los valores de contaminación actual extrapolados con el crecimiento por localidad (INEGI 2000) del 5.2 para Tijuana, 7.7 para Rosarito y 3.9 para Ensenada. Los poblados aledaños se consideraron con la misma tasa de crecimiento que la ciudad más cercana.

Al momento de integrarlo a la formula para ponderar $\min X_j$ se utilizo el valor actual, con la intención de que fuera representativo del incremento de contaminantes.

Esta extrapolación se realizo bajo el supuesto de que el incremento de la población esta directamente relacionado con el incremento de la contaminación en la misma proporción. No es el objeto de este ejercicio demostrar esta aseveración.

El crecimiento de las ciudades y poblados se realizo identificando previamente la capacidad de uso de suelo en función de la normatividad vigente y la capacidad de suelo viable a desarrollo en función de las líneas de nivel y pendientes con la intención de hipotetizar hacia donde se desarrollaran las ciudades en un futuro.

Para ello se utilizo la topografía (Figura 3) de la zona y con esta información se procedió a identificar la cota de los 200 metros como la línea de nivel limitante al desarrollo de acuerdo a la legislación vigente. Seguido se realizo un modelo de pendientes con resolución de 30 metros, con la intención de identificar las zonas en las cuales debido a la orografía no se consideran aptas para su desarrollo y en contraparte aquellas zonas con mayor riesgo al desarrollo en función solamente de la pendiente. (Figura 30).

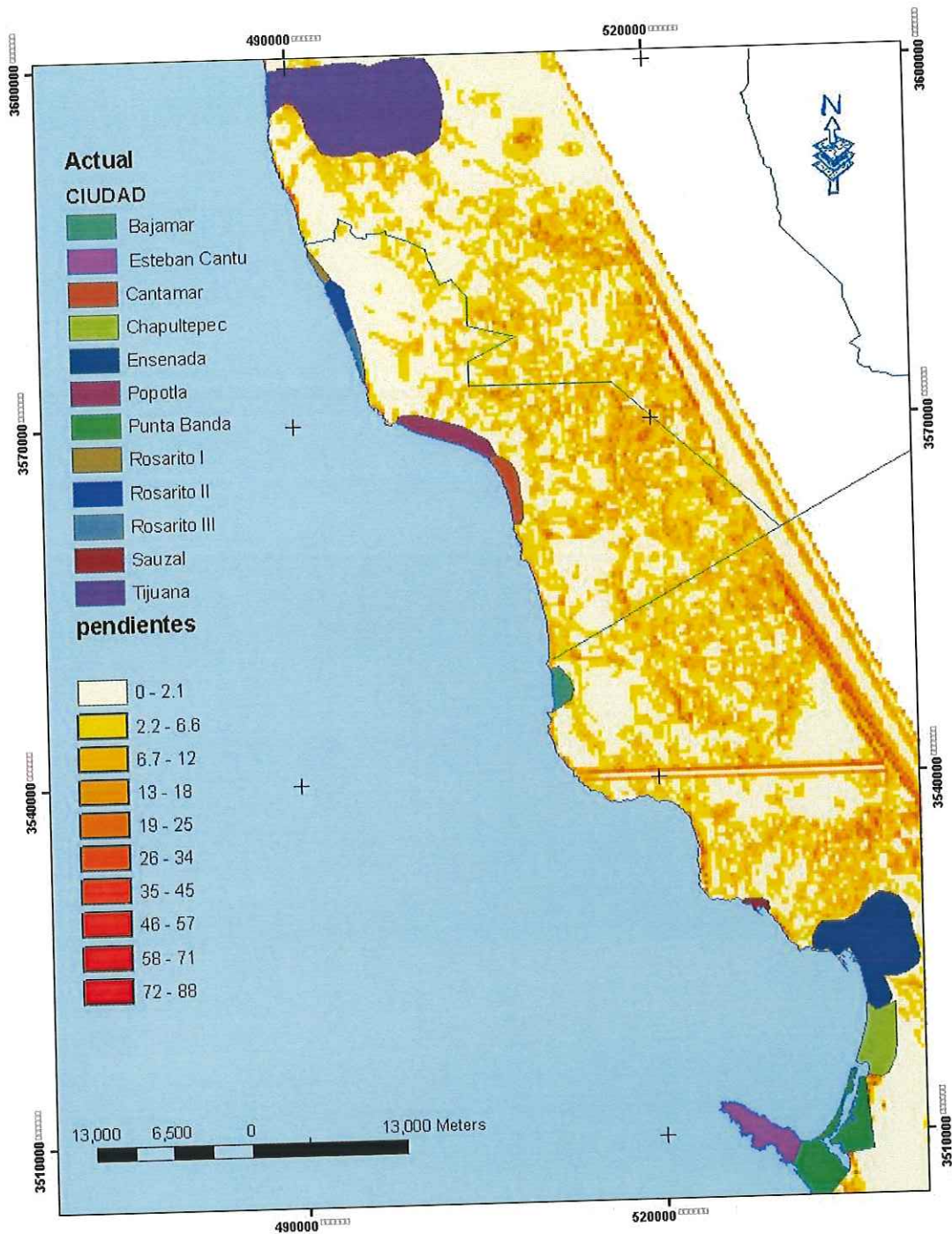


Figura 30.- Representación de las localidades con mayor riesgo de crecimiento en función de la orografía.

Insistentemente se hace la aclaración que los resultados de este modelaje son teóricos y solo se pretende mostrar con este resultado el impacto derivado del desarrollo sobre los usos viables de suelo.

Tabla X.- Clasificación de usos esperados en función de la calidad de agua costera adyacente, extrapolada en relación al crecimiento por localidad a 10 años a partir del 2005. El color rojo estable los sitios no viables para uso humano, en color amarillo los sitios con posibles usos de aprovechamiento de recursos y recreativo con problemas, en verde para usos recreativos y en azul los sitios considerados viables para contacto directo.

	Crecimiento	Años										
		Actual	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Playas de Tijuana	5.2%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Rosarito 1	7.7%	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4
Rosarito 2	7.7%	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Rosarito 3	7.7%	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Popotla	7.7%	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4
Cantamar	7.7%	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Sauzal	3.9%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Bajamar-	3.9%	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Ensenada	3.9%	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Chapultepec	3.9%	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
E.C.Esteban Cantu	3.9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Estero Punta Banda	3.9%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

De continuar este desarrollo al 2010, los escasos sitios que ahora muestran niveles poco perceptibles de contaminación se verían afectados sutilmente, y los poblados vecinos a los que en la actualidad presentan niveles serios de contaminación, se verían inmersos en este problema (Figura 31).

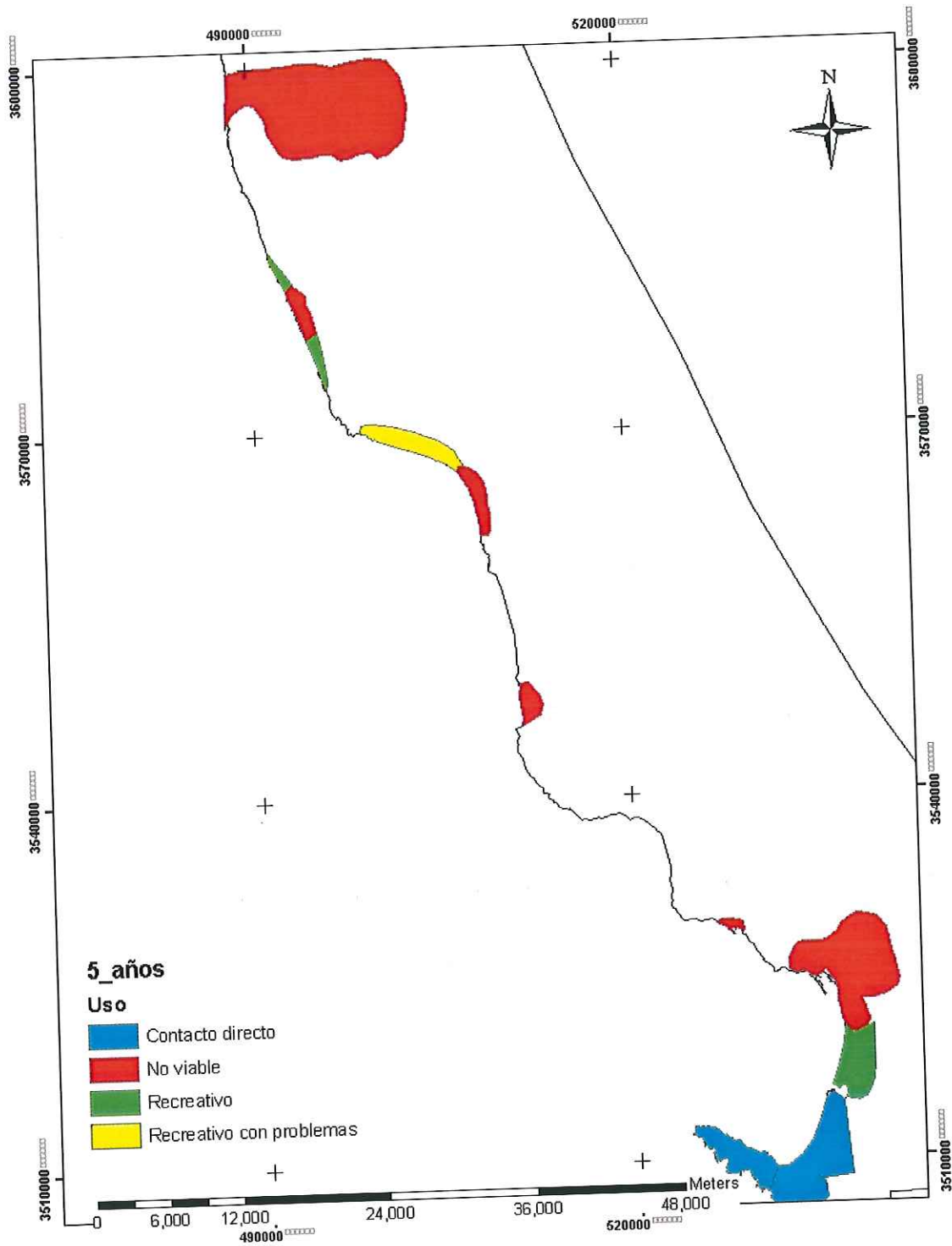


Figura 31.- Representación esquemática de los sitios analizados en este ejercicio así como su capacidad de uso en función de la de la calidad de agua costera adyacente, extrapolada en relación al crecimiento por localidad para el 2010.

Es de imaginar que en este panorama al 2010, la población resentiría en mayor medida los efectos de la contaminación, mismos que se verían relegados al aplicarse una consulta social.

Es de notarse como los principales poblados afectados para el 2010 serían, Rosarito II, Cantamar y Ensenada, puesto que estos presentan dentro de sus actividades el aprovechamiento de recursos pesqueros ribereños y actividades turísticas recreativas. En este caso la infraestructura hotelera y de servicios se vería severamente amenazada por el riesgo sanitario y calidad paisajística puesto que dependen de ello para mantenerse.

Si las autoridades lo permiten y los sistemas de tratamiento no mejoran con prácticas alternativas para el tratamiento de agua y el re uso de esta, en un sombrío escenario para el 2015, tres cuartas partes de la zona costera en estudio serían incompatibles para actividades económicas, eco turísticas y recreativas (Figura 32), perdiendo con ello las divisas que actualmente se están generando por este uso y con este mismo efecto los empleos de los prestadores de servicio formales e informales.

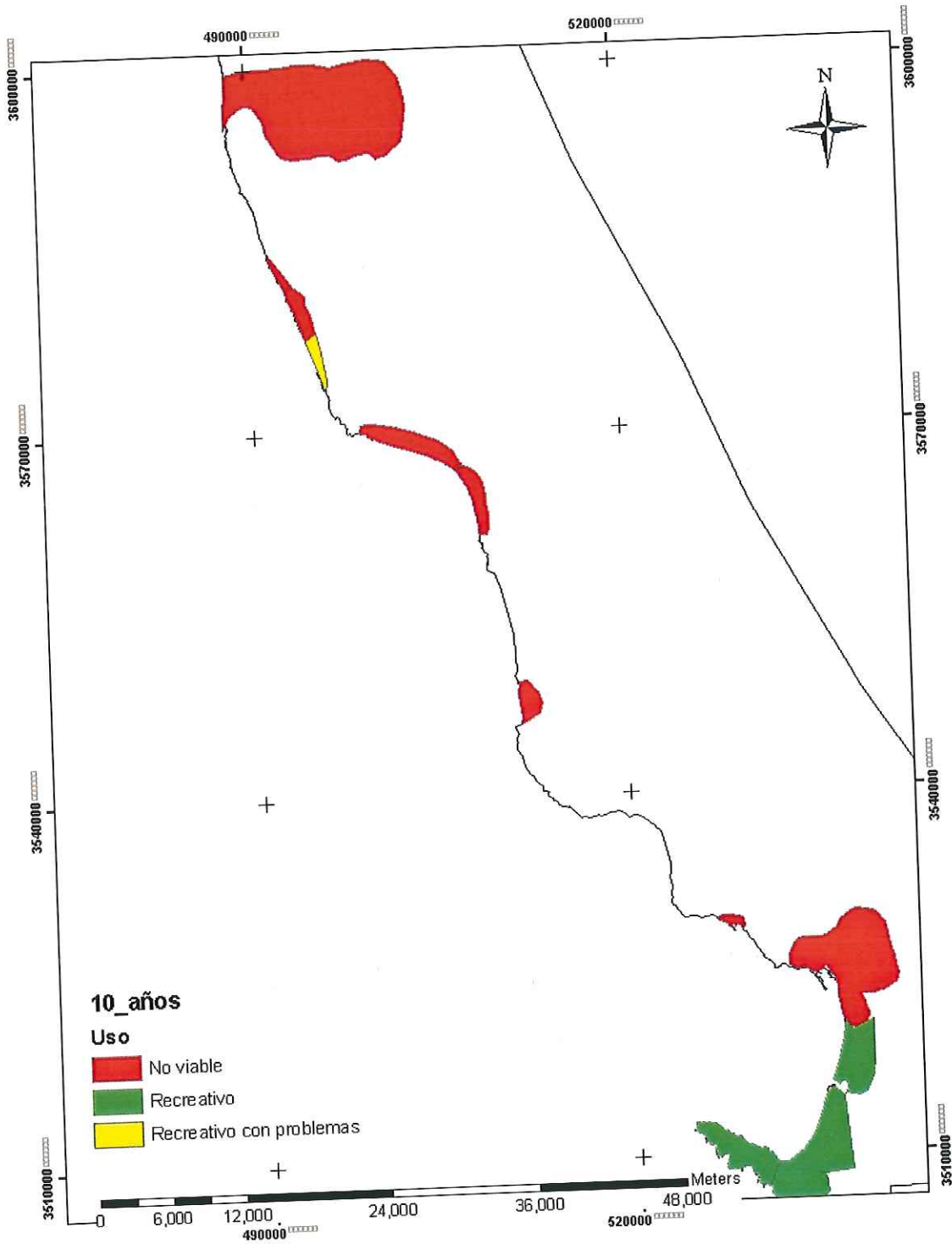


Fig. 32.- Representación esquemática de los sitios analizados en este ejercicio así como su capacidad de uso en función de la de la calidad de agua costera adyacente, extrapolada en relación al crecimiento por localidad para el año 2015.

Nótese que la localidades de Rosarito I, Cantamar y Popotla dan un salto desde una capacidad viable al uso turístico y aprovechamiento de recursos hasta una capacidad que les restringe cualquier uso en un pequeño lapso de tiempo por la intensidad del crecimiento al que están sometidos.

Sin embargo en la actualidad los programas de ordenamiento vigentes establecen con cifras el requerimiento de nuevos sitios para desarrollos turísticos y urbanos, recordando las cifras antes mencionadas expresadas por el COCOTREN de un cambio de uso de suelo del 19.8 para actividades residenciales y del 12.7 para actividades turísticas durante el periodo 1993-1999. A pesar ello es poco lo que en la actualidad se les exige a estos nuevos asentamientos que si bien actualmente son una fuente de ingresos para la región, de continuar así, sobrepasarán la capacidad amortiguadora del sistema marino, trayendo consigo una lamentable perdida irreparable de biodiversidad y destrucción de ecosistemas que actualmente son un recurso para la población local.

Alternativas para el mejoramiento de la imagen.

Evidentemente, a todos los actores que ejercen sobre la zona costera en cuestión, les es de su interés que la calidad estética de la región se mantenga sin visibles efectos negativos derivados de la perturbación por los cambios de uso de suelo. Sin embargo las acciones para prevenir o mitigar estos efectos negativos tienen un costo que al no ser exigido por la autoridad competente se consideran gastos innecesarios por los desarrolladores, aun cuando la contaminación visual, fisicoquímica o biológica genera un impacto negativo en la frecuencia de visita por el sector turístico y plusvalía del área.

Es por ello que la vigilancia y monitoreo no debe descargar solamente en el estado. Es notorio como en otras regiones del país como el corredor Cancún – Tulum, la puesta en practica de vigilancia y limpieza de playas por parte de la iniciativa privada mejora la estética de la zona, lo que se ve reflejado en una disminución en los niveles de contaminación y un aumento en el atractivo turístico regional (Molina *et al* 2002).

Este paso en la cultura ambiental deberá de gestionarse mediante incentivos con las actividades económicas actuales que se generan en la zona, puesto que son estas

mismas las que generan la contaminación de la región y además las mas interesadas en que la calidad ambiental no llegue a un grado de deterioro irreversible.

Por otra parte, dadas las características eco turísticas de la región, se recomienda la elaboración de un GIS con datos de distribución y abundancia de especies eco turísticas, como aves, mamíferos y sitios de observación de especies marinas. Esta información puede ser incluida y difundida municipalmente como atractivo turístico regional, lo que incorporaría a la población local en actividades económicas dependientes de la conservación ambiental y sus recursos.

Alternativas para el mejoramiento de la coordinación

No es fácil definir alternativas para coordinar el uso eficiente de zonas de dominio publico, sin embargo, la principal estrategia aplicable en este caso, deberá estar vinculada con una enérgica campaña de verificación de la NOM ECOL 001 por parte de las autoridades responsables de emitir autorizaciones para descargar a cuerpos receptores. Al existir un plan de ordenamiento regional el cual define la zona para un crecimiento urbano y turístico de media y baja densidad principalmente, obliga a que las acciones prioritarias de los gobiernos municipales a seguir incluyan la conexión de todas las descargas a cuerpos receptores por medio de recolectores que a su vez transporten las aguas negras a plantas de tratamiento por sistemas de rebombeo.

Que las acciones que se hacen aquí se regulen por las instancias federales es decir el que tengan un permiso de descarga les obliga a cumplir con los requisitos de calidad de agua de los efluentes.

En este caso es PROFEPA la agencia encargada de realizar las verificaciones necesarias a lo largo de todo el litoral y de realizarse se observaría como un gran numero de fraccionamientos y campos turísticos de la zona seria sancionados y obligados a tomar medidas de mitigacion y control de sus efluentes.

Es necesario contar con un adecuado inventario de usos de la zona. Una alternativa incluiría el establecimiento de observadores municipales para recolectar datos de la pesquería ribereña.

Ya que existen diferentes dependencias en los niveles de gobierno responsables de emitir un dictamen técnico sobre la calidad de la zona costera, es prioritario determinar quien será responsable de generar información y quien de integrarla, esto para evitar duplicidad de funciones y gastos administrativos innecesarios.

Así mismo es recomendable generar campañas de educación ambiental que motiven el uso responsable y cívico en las actividades de la zona costera. Es imperativo hacer notar a la comunidad que no están excluidos de este ecosistema y lo que ellos afecten a la zona costera será revertido a las actividades humanas.

Es evidente que tanto la población como el gobierno identifican los efectos de la contaminación de manera antropocéntrica, limitando su visión al impacto sobre el humano, sin embargo el mantener esta tendencia puede afectar significativamente los usos actuales de la zona estudiada.

Diseño de sistemas complejos

De los resultados encontrados se puede apreciar como existen diferentes formas de ver los procesos que dan origen a la contaminación. Ya sea por el crecimiento económico de la región, la necesidad de nuevo suelo urbano o las necesidades de espacios recreativos. El resultado de estos procesos, da origen a la percepción de un incremento en la contaminación por parte de la población, sin embargo los efectos que la misma contaminación pudiera generar no son concebidos ni por el gobierno ni por la población, la cual no manifiesta molestias o preocupaciones por el uso de la zona costera.

Aunque el COCOTREN estipula principalmente un impulso urbano de media a baja densidad como lineamiento para las localidades en el corredor costero de nuestra zona de estudio existen sectores que establecen una política de alto desarrollo, tales como La Salina, Playas de Tijuana, El Descanso, Primo Tapia, Real del Mar, Punta Bandera, Puerto Nuevo, La Misión, San Miguel, Sauzal, Punta Banda y Maneadero.

Es de notar como estos sitios cuentan actualmente con evidencias de contaminación y aunque la política establecida consiente el crecimiento urbano, no regula dicho crecimiento con medidas de prevención, protección o restauración del medio ambiente y de continuar esta tendencia se verían sobrepasadas las capacidades amortiguadoras del ambiente marino y por ello se generaría un colapso ambiental y de sanidad.

Así pues se puede observar como en este caso se confronta la decisión de limitar el desarrollo en estas áreas que además presentan un elevado crecimiento y cambio de uso de suelo que a su vez propicia beneficios económicos regionales, sin embargo el problema no radica en la autorización o no de estos desarrollos, sino más bien en el seguimiento y monitoreo de los desechos generados.

Aunque existe un ordenamiento territorial que avala el inmutable crecimiento de la región, este como ya se mencionó se debe de apegar a la normativa de los niveles superiores, es decir la medida de regulación no debe depender de la negación de nuevos desarrollos sino más bien de su constante verificación al momento de la autorización, desarrollo, monitoreo y mantenimiento.

Se entiende con ello que al momento de solicitar la autorización para el desarrollo se requiere de definir medidas de mitigación, que serán puestas en práctica hasta que inicie el desarrollo de la actividad y es aquí en donde se requiere todo el esfuerzo de la autoridad para la verificación de las actividades y usos del litoral.

Es en este punto final en donde las acciones bien llevadas pueden asegurar la sustentabilidad del recurso y además generar un beneficio económico adicional por la actividad realizada, al integrarle el mote de empresa ambiental, por cumplir con la normatividad establecida, optimización de agua y re uso de aguas residuales tratadas, uso de energía limpia tal como la solar o eólica, reciclamiento de residuos sólidos, etc.

Este tipo de actividades ya se está implementando por las grandes cadenas transnacionales de servicios turísticos con una amplia aceptación por parte de sus usuarios y esto por sí mismo es un incentivo que se debe valorar.

Conclusiones

La identificación de los usos actuales de la zona costera así como el censo de fuentes puntuales de contaminación, permitió identificar los principales tipos de actores que contaminan la zona costera.

Las descargas que predominan en la zona costera estudiada provienen de efluentes domésticos. Estas debido a su número, deficiente tratamiento, así como el crecimiento detectado, presentan un riesgo latente a futuro en esta zona de estudio.

Las áreas detectadas con mayor impacto debido al número de descargas domésticas en función de la evidencia actual de contaminación fueron los sitios de Cantamar y Popotla.

Las descargas derivadas de los sistemas de tratamiento municipales, son los principales aportes de contaminación a la zona costera debido al volumen de descarga. Aunado a eso la mezcla de aguas domésticas con aguas industriales y pesqueras dan lugar a que los efluentes presenten características de aguas industriales.

El estado de contaminación ambiental actual en la zona de estudio, si presenta efectos negativos derivados por los usos y acciones en la zona costera. Sin embargo estos no han sido bien identificados por la percepción de los usuarios del mar y se limitan a identificar las zonas más contaminadas mismas que ya presentan riesgos sanitarios como lo son Sauzal de Rodríguez y Playas de Tijuana.

Las áreas urbanas identificadas tanto por la población encuestada como por el análisis de aguas costeras como sitios contaminados, sugieren además una relación entre el uso del suelo y la calidad de agua adyacente. En base a esto el suelo aledaño a la descarga de una planta de tratamiento de aguas residuales presenta usos no viables para actividades económicas y recreativas.

El resto de las actividades no arroja relaciones entre usos de suelo y calidad de agua. Esto se debe probablemente porque la contaminación aun no afecta los usos posibles de suelo. Sin embargo, esta falta de interés por parte de los mismos usuarios es una evidente carencia de cultura ambiental que precise sus derechos y obligaciones para una zona de uso común. Esta insuficiencia causa que actualmente le sea mas barato a un campo turístico u hotel descargar al mar sin tratamiento previo, aun cuando esta acción llevará al colapso la misma actividad.

Las principales zonas con valor económico recreativo están caracterizadas por presentar pendientes suaves y playas arenosas en sus inmediaciones. Estas hoy por hoy son las mismas que presentan el mayor número de descargas al mar identificadas en las localidades de Popotla, Cantamar, Rosarito 1 y Chapultepec.

La actual tendencia al desarrollo de estos sitios forman el principal riesgo de un colapso ambiental, que se puede evitar mediante la inspección y vigilancia mientras se genera la cultura ambiental de empresas no contaminantes.

Uno de los factores de éxito con los que se cuenta actualmente son que desarrollos están en formación o desarrollo inicial, por lo que es mas fácil incorporar medidas preventivas en lugar de acciones correctivas.

Es por ello que una vez identificados los principales sitios afectados a lo largo del corredor Tijuana – Ensenada B.C., es de competencia de las dependencias ambientales, poner orden y verificar el cumplimiento de la normatividad vigente.

Una cierta realidad que forma parte de los factores limitantes para el desarrollo sustentable de la zona involucra:

La falta de personal de estas mismas dependencias

La falta de registro para descarga a cuerpos receptores por parte de los usuarios (principalmente campos turísticos)

La falta de coordinación entre dependencias

La laxa ordenanza en materia ambiental como se demostró en variables como cloro carbón y bacterias.

Este estudio coincide en el hecho de que la cultura ambiental es la principal solución, sin embargo en este momento se requiere de sanciones administrativas y penales mas severas para los infractores de los recursos públicos, como medida no solo correctiva si no también preventiva a nuevos infractores.

Este estudio coincide en el hecho de que la cultura ambiental es la principal solución, sin embargo en este momento se requiere de sanciones administrativas y penales mas severas para los infractores de los recursos públicos, como medida no solo correctiva si no también preventiva a nuevos infractores.

Bibliografía

- Administración Portuaria Integral (2002) *Estudio de viabilidad técnica y financiera para detectar las necesidades de descarga de aguas residuales y de lastre sucio de las embarcaciones en el puerto de Ensenada B.C.* Pp. 3.
- Ahumada Cervantes B. 2000. *Índices ecológicos para la evaluación y la gestión ambiental: Aplicación en un estudio de caso (Punta Banda, Ensenada B.C. México).* Tesis de Maestría. UABC Pp. 78
- Alvarado Aguilar D. 2000. *Definición de Áreas con potencial de conservación a partir de indicadores ambientales. Caso de estudio región Península de Punta Banda-Estero Punta Banda B.C.* Tesis de Maestría. UABC Pp. 94
- Álvarez Andrade A. 1996. *Uso de suelo y modificación del paisaje en Rosarito B.C.* Tesis de Maestría. Colegio de la Frontera Norte-CICESE. Pp.133.
- Appendini Albrechtsen C. 1998. *Plan de manejo de la erosión costera para Playas de Rosarito B.C., México.* Tesis de Maestría UABC México Pp. 100.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México.* Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Altuna Renedo N. 2004. *Propuesta de ordenamiento de uso de suelo para la zona costera del municipio de Tijuana Baja California.* Tesina de especialidad en Administración de Recursos Marinos. UABC. Pp.68
- Bennett Domínguez J. 1990. *Vocación de uso turístico de la planicie costera del Estero de Punta Banda, B.C.* Tesina de Especialidad en Administración de Recursos Marinos. U.A.B.C. 40 Pp.
- Bermúdez Zavala R. 2004. *Cambio de uso de suelo como herramienta para la planeación costera, caso de estudio: Zona Costera del Municipio de Playas de Rosarito, B.C., México.* Tesis de Maestría UABC México Pp. 100.
- Bloye Olsen, S. 2003. *Crafting Coastal Governance in a Changing World.* Coastal Management Report # 2241. University of Rhode Island. Coastal Resources Center. Pp. 375.

- Burel F., Baudry J. 2002. *Ecología del paisaje*. Ed. Mundi-Prensa. España. Pp 353.
- Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado 2002-2007. Gobierno del Estado de Baja California. <http://www.bajacalifornia.gob.mx/coplade>. Revisado septiembre 2004
- Cortinez G. (1986) *Contaminación en las playas de California*. Vídeo audiovisual Ed. IIO-SEP México.
- De la Lanza G., Hernández S., Carvajal J. 2000. *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. Ed. Plaza Valdés. México. Pp. 633.
- 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. Pp. 40.
- Delgadillo J. 1998. *Florística y ecología de Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C.
- 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.
- Diario Oficial de la Federación. 1996. *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 24 de Diciembre 1996. Pp. 11.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. *Norma Oficial Mexicana NOM 201-SSA1 – 2002 que establece las condiciones del agua y hielo para consumo humano; especificaciones sanitarias*. Ed. Diario Oficial de la Federación 13 de Junio 2002. Pp. 15.
- Dirección General de Ecología del estado de Baja California. 2004. *Regiones Hidrológicas*. <http://www.bajacalifornia.gob.mx/ecologia/nuestrot/hidrologia.htm> revisado Agosto 2004.
- Encalada-Fleites, R. R. y Milla-Nuñez, E., 1990. *Impacto de la aguas residuales industriales y domésticas sobre las comunidades bentónicas de la Bahía de Todos Santos, Baja California*. Ciencias Marinas, 16(4): 121-139.

- Engel Leonard 1979. *El Mar*. Colección de la naturaleza. Ed. Time Life México D.F. Pp 189.
- Enkerlin E., Cano G., Garza R., Vogel E. 1997. *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*. Ed. International Thomson Editores. México. Pp 689.
- Escobar Rogelio (2001) Inspector de la zona federal de la Comisión Nacional del Agua; CNA (comunicación personal).
- Espejel Carbajal I., Arámburo Vizcarra G., Leyva Aguilera C., Irma Cruz Bravo C., Zúñiga W., Flores J. 2001. *La vegetación costera del noroeste de Baja California*. Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California. CD
- García R. 2000. *El conocimiento en construcción; De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*. Ed GEDISA. Colección CLA-DE-MA: Filosofía de ciencia. Pp 251.
- García Gastelum A. 1997. *Clasificación integral del litoral costero de la Bahía Todos Santos, B.C. México*. Tesis de licenciatura UABC México. Pp. 80.
- Gómez-Morin Fuentes 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. Pp. 87.
- H. Gobierno de Baja California. 2002. *Plan Estatal de Desarrollo 2002 – 2007*. Ed. Gobierno del Estado de Baja California. Pp 152.
- H. Gobierno de Baja California. 2003. *Programa estatal de población 2002 – 2007*. Ed. Gobierno del Estado de Baja California. Pp 52.
- Harte Jonh (1995) *Guía de las sustancias contaminantes*. Ed. Grijalbo México D.F. Pp 641.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información. *XII Censo General de Población y Vivienda (2000); Censo de Población y Vivienda; resultados preliminares (1995)*. <http://www.inegi.gob.mx/> Revisado Agosto 2004.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información. *Carta de efectos climáticos regionales*. 1989. <http://www.inegi.gob.mx/> Revisado Agosto 2004.

- Jiménez González Raúl. 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. Pp. 48.
- Klinger Terrie. 2004. *International ICZM: in search of successful outcomes*. Ocean & Coastal Management Vol. 47 Ed. Elsevier. Pp 195–196.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente*. Actualización 2000. Ed. Delma. Decimotercera edición. Pp. 240.
- Leyva Aguilera, J.C. 1995. *Fragmentación del matorral costero por el desarrollo turístico en Bajamar (B.C., México): alternativas para la Conservación*. Tesis de Maestría. UABC. Pp. 85.
- 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. Pp. 47.
- Minnich R. y E. Franco. 1999. *La vegetación mediterránea de Baja California*. Fremontia (edición especial: vegetación de Baja California):4-15.
- Molina C., Rubinoff P., Carranza J. 2002. *Normas practicas para el desarrollo turistico de la zona costera de Quintana Roo, Mexico*. Ed. Coastal Resources Center; University of Rhode Island; Amigos de Sian Ka'an. Pp 91.
- Morales Chávez R. 1984. *Colimetría en descargas de aguas industriales, domésticas y en la zona de rompiente de la Bahía Todos Santos, B.C.* Tesis de licenciatura UABC México. Pp. 42.
- Organización de los Estados Americanos (OEA). 1992. Características Económicas y Sociales del Área. En: OEA-SEDESOL *Programa de ordenamiento ecológico para el desarrollo urbano y turístico de la micro región de Punta Banda – Estero de Punta Banda B.C.* Secretaria de Desarrollo Social - Instituto Nacional de Ecología. México.
- Peinado M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre, J. Delgadillo e I. Aguado. 1995. *Shrubland and associations in mediterranean-desert transitional zones of northwestern Baja California*. Vegetation 117:165-179.

- Peña Manjarrez J. L. 1987. *Contribución al estudio de fuentes de contaminación por materia orgánica y sus aportes a la de Bahía Todos Santos, B.C.* Tesis de licenciatura UABC México. Pp. 68.
- Periódico Oficial de Baja California. 2001. *Programa regional de desarrollo urbano, turístico ecológico del corredor costero Tijuana-Rosarito-Ensenada (COCOTREN)*. Periódico Oficial de Baja California Pp. 118.
- Periódico Oficial del Estado de Baja California. 1995. *Ley Estatal de Turismo para el estado de Baja California*. Numero 30, 7 de Julio 1995. Actualización 9 de Agosto del 2000.
- 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 del Estado de Baja California. 1995. *Plan de Ordenamiento Ecológico del Estado* Pp. 144.
- Poder Ejecutivo Federal. *Ley General de Bienes Nacionales*, México D.F.
- Programa Ambiental México-Estados Unidos. *Plan Frontera XXI*. 1996. acuerdo binacional entre México y Estados Unidos de Norte América para la protección del medio ambiente. <http://www.epa.gov/usmexicoborder/2001/sf.htm>. Revisado 2004
- Programa Regional de Desarrollo Urbano del corredor Tijuana Rosarito* 2000. 2001 Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado 2002-2007. Gobierno del Estado de Baja California. <http://www.bajacalifornia.gob.mx/coplade>. Revisado septiembre 2004.
- Presidencia de la Republica Mexicana 2001-2006. *Plan Nacional de Desarrollo*. <http://pnd.presidencia.gob.mx>. Revisado 2004.
- Programa Ambiental México-Estados Unidos; *Frontera 2012*. 2003. *Acuerdo binacional entre México y Estados Unidos de Norte América para la protección del medio ambiente*. http://www.epa.gov/r6border/pdf/2012_english.pdf. Revisado 2004.
- Programa de desarrollo regional 2001-2006. *Comisión para asuntos de la frontera norte*. http://fronteranorte.presidencia.gob.mx/acalli.php?art=desarrolloprograma&art_id=25 Revisado 2005.

Reglamento de la Comisión Federal Para La *Protección Contra Riesgos Sanitarios*. 2004. Diario Oficial de la Federación el 13 de abril del 2004.

Rodríguez Ruiz J. G. 1998. *Manejo de aguas residuales recuperadas generadas por la planta de tratamiento de aguas residuales municipales de "El Naranjo" y su relación con el ecosistema marino*. Tesis de licenciatura UABC México. Pp. 80.

Rosales-Casian, J. A., 1986. *Efecto de cloración del agua de mar en la sobrevivencia y crecimiento de larvas de anchoveta norteña (Engraulos mordax) y el gruñon (Leuresthes tenuis Ayres) cultivada en laboratorio; con referencia a sistemas de enfriamiento de centrales eléctricas*. Tesis de Maestría, CICESE, B.C., México, 115 pp.

Sañudo Wilhelmy S. y Vargas Flores J. A. (1984) *Contaminación fecal en la Bahía de Ensenada Baja California México*. Ed. Ciencias Marinas IIO Vol. 10 No. 1 Pp. 7-12.

Sañudo Wilhelmy S., Rivera Duarte I., Segovia Zavala J., Orozco Borbón V., Delgadillo Hinojosa F. y del Valle Villorín F. 1985. *Reporte Técnico 85-01 Estado Actual de la contaminación marina en la Bahía de Ensenada Baja California, diagnostico y alternativas para su reducción y control*. UABC-IIO Pp. 31

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos naturales. 2004. *Pagina de Internet SEMARNAT* <http://www.semarnat.gob.mx> Revisada Marzo 2004.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos naturales. 2003. *Programa integral playas limpias*. http://www.semarnat.gob.mx/wps/portal/.cmd/cs/.ce/155/.s/3520/_s.155/3512 Revisada Marzo 2004.

Secretaría de Turismo del Estado de Baja California. 2004. Dirección de Planeación y Fomento a la Inversión, *Departamento de Planeación y Estadística, avance semestral 2004*.

Segovia Zavala J. y Galindo Bect. 1984. *Fuentes de contaminación por materia orgánica en la Bahía de Todos Santos, Baja California*. Ed. Ciencias Marinas IIO Vol. 10 No. 1 Pp. 19-26.

Segovia Zavala J., Rivera Duarte I. y del Valle Villorín F. 1988. *Efectos de desechos orgánicos en las zonas adyacentes a los efluentes en la Bahía de Todos Santos, Baja California*. Ed. Ciencias Marinas IIO Vol. 14 No. 1 Pp. 81-94.

Sempere J., Riechmann J. 2000. *Sociología y medio ambiente*. Ed. Síntesis. España.
Pp 348.

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

Thia-Eng C. 1993. *Essential Elements of Integrated Coastal Zone Management*. Ocean & Coastal Management Vol. 21 Ed. Elsevier Pp 81-108.

Verduzco-Chávez Basilio. 2002. *Conflictos Ambientales La internacionalización de la defensa de las comunidades contra instalaciones contaminantes*. 1ra edición. Ed. Universidad de Guadalajara. Pp 216.

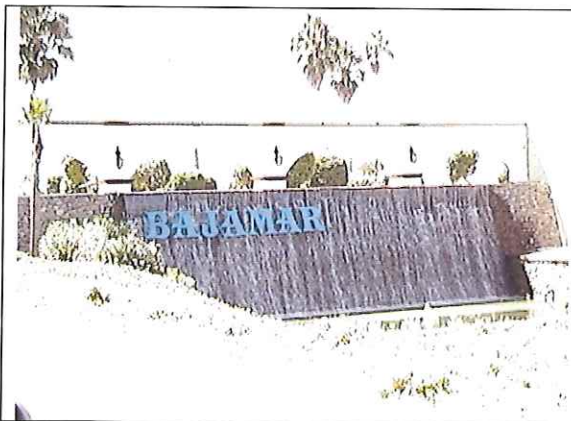
Westerhoff Paul. 2000. *The US- Mexican border environment: Water issues along the U.S. Mexican Border*. SCERP Monograph series, no. 2. Ed. San Diego University. Pp 113

Anexo I Definiciones, usos sugeridos y acciones recomendadas por política identificada.

POLÍTICA	DEFINICIÓN	USOS SUGERIDOS	ACCIONES RECOMENDADAS
NO VIABLE	Área impactada ambientalmente, que implica un riesgo sanitario para el desarrollo de actividades turísticas	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción de recursos pétreos. • Descarga de agua residual tratadas. • Instalación de puertos de arribo pesquero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la carga de las fuentes contaminantes. • Definir áreas de amortiguamiento • Establecer monitoreo y vigilancia a infractores. • Entubar las descargas domesticas para su tratamiento previo a su vertimiento al cuerpo de agua.
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS RECREATIVO CON PROBLEMAS	Sitios significativamente impactados ambientalmente, que requieren atención inmediata para evitar riesgos a la salud publica.	<ul style="list-style-type: none"> • Pesca ribereña • Acuacultura. • Avistamiento de flora / fauna. • Paseos en caballo. • Deporte en la 	<ul style="list-style-type: none"> • Restringir desarrollos urbanos a baja densidad. • Establecer un programa de monitoreo ecológico. • Incorporar

POLÍTICA	DEFINICIÓN	USOS SUGERIDOS	ACCIONES RECOMENDADAS
		playa; Caminar / Correr.	servicios a la zona costera.
RECREATIVO	Espacios en condiciones ambientales factibles para actividades recreativas sin poner en riesgo la salud de los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> • Surfing • Windsurf • Paseos en lancha • Paracaídas • Banana • Jet ski's • Paseo en caballo • Velero • Acampar • Kayak • Golf • Esquí acuático 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la tasa de crecimiento turístico sostenible por localidad. • Promover el ecoturismo como fuente de recursos para cada localidad. <p>Fomentar políticas de beneficios administrativos a empresarios del sector turístico.</p>
CONTACTO DIRECTO	Son los lugares en donde los efectos de la contaminación apenas son perceptibles. Viables para el desarrollo de cualquier actividad recreativa sin poner en riesgo la salud de los usuarios.	Bañistas Buceo autónomo Buceo libre Snorkel	Implementar áreas de servidumbre ambiental.

Anexo II Acervo fotográfico.



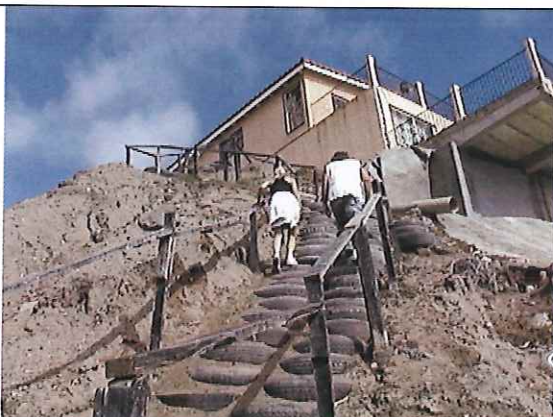
Desarrollo turístico Bajamar, localizado en la Bahía de Costa Azul. Caracterizado por ser una zona urbana turística de media densidad. Principal contaminación por cloro y número de descargas.



Nuevos desarrollos que se están realizando junto a la línea de costa cerca de Bahía Costa Azul. Principal contaminación por cloro y número de descargas.



Contaminación observada en la zona conocida como San Antonio del Mar localizado en Tijuana B.C. caracterizado por desarrollos urbanos de media y alta densidad. Principal contaminación por bacterias y cloro.



Uso de material reciclado para descender del cantil hasta la playa arenosa en algunos puntos de playas de Tijuana. Principal contaminación por bacterias y cloro.



Carretas con caballos explotados dando servicio al turismo dentro del Puerto de Ensenada. El uso de caballos en las playas arenosas de la zona Tijuana-Ensenada genera problemas por contaminación orgánica y bacterias.



Marina localizada dentro del Puerto de Ensenada. Contaminación principal por bacterias y descargas al mar.



Aprovechamiento y distribución de recursos marinos frescos en la ciudad de Ensenada B.C.



Planta de tratamiento biológica del hotel Rosarito en Rosarito B.C.



Desarrollos turísticos y urbanos próximos a la línea de costa sin sistemas de tratamiento de aguas residuales a lo largo del corredor Tijuana-Ensenada.



Descargas de aguas residuales domésticas y de servicios sin tratamiento previo en la zona de la Misión B.C.



Desarrollos turísticos y urbanos próximos a la línea de costa sin sistemas de tratamiento de aguas residuales a lo largo del corredor Tijuana-Ensenada.

Playa arenosa de la Misión B.C., caracterizada por su cercanía con la carretera Transpeninsular y estuario. Cuenta con estacionamiento amplio para uso turístico.



Diferentes tipos de línea de costa en el corredor Tijuana-Ensenada.

Diferentes tipos de línea de costa en el corredor Tijuana-Ensenada.