

# Estudio de la calidad ambiental de la Bahía de Cárdenas para un futuro Manejo Integrado de Zonas Costeras

Universitat de Girona  
Universidad Camilo Cienfuegos de Matanzas  
Juny 2009

Gàlia Banach Esteve  
Sabina Cordón Casero  
Andrea Torrents Gimeno



- **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a todas aquellas personas que nos han dado la oportunidad de llevar a cabo este proyecto:

A Rosa Maria Fraguell, nuestra tutora técnica del proyecto, de vital importancia para el desarrollo de éste.

A Emili Mató, nuestro tutor docente, por guiarnos en nuestro proyecto.

A Mariela Almeida Rodríguez y Yohandra de Armas Vargas nuestras tutoras técnicas en Cuba, nos han guiado y apoyado en todo momento tanto personalmente como con el proyecto.

A Roxana, Lila y Óscar que nos acogieron en su hogar y nos hicieron sentir como en casa.

Dr. José F. Montalvo, miembro del Instituto de Oceanología de la Habana. Quien nos facilitó los resultados de sus muestreos, y ayudó en las interpretaciones de los indicadores físico-químicos del proyecto.

A Joaquim Comas, Vice-Degano de relaciones externas de la Universitat de Girona. Quien nos motivó y nos hizo de hilo conductor entre la Universitat de Girona (UdG) i la Universidad de Matanzas.

A Enriqueta Anticó por su colaboración en el apartado de indicadores físico-químicos.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional y por brindarnos la oportunidad de hacer un proyecto en el extranjero.

Así mismo también queremos agradecer a todas las personas que de una u otra manera nos han ayudado y asesorado en el desarrollo de este proyecto ya que sin ellas no hubiera sido posible la realización del mismo.



**Tabla de contenido**

- **Preámbulo.....5**
- **Objetivos.....6**
  - ✓Objetivo general..... 6
  - ✓Objetivos específicos..... 6
- **Justificación .....6**
  
- CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....8**
- 1.1. Caracterización de la zona de estudio ..... 8
  - 1.1.1.Cuba..... 8
  - 1.1.2.Provincia de Matanzas..... 10
  - 1.1.3.Bahía de Cárdenas..... 11
- 1.2. Problemática ..... 12
- 1.3. Indicadores de calidad ambiental ..... 13
  - 1.3.1.Modelo Presión-Estado-Respuesta (PER)..... 13
  - 1.3.2.Indicadores fisicoquímicos ..... 17
    - a)Oxígeno disuelto ..... 18
    - b)Demanda biológica de oxígeno ..... 18
    - c)Demanda química de oxígeno ..... 18
    - d)Nitrógeno ..... 19
    - e)Fósforo ..... 20
    - f)Hidrocarburos..... 20
- 1.4. Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC)..... 21
  - 1.4.1.Programa de Monitoreo..... 23
- 1.5. Normativa Cubana..... 24



<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
2.1. Recopilación de información .....	30
2.3. Evaluación de las fuentes contaminantes.....	34
2.4. Criterios de calidad químico ambiental.....	34
<b>CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
3.1. Fuentes contaminantes.....	35
3.2. Industrias e instalaciones .....	35
3.2.1. Industrias que tienen certificaciones .....	41
3.3. Drenajes pluviales y sistemas de alcantarillado .....	41
3.4. Instalaciones de tratamiento de residuales en Varadero .....	43
3.5. Caracterización de aguas residuales tributarias a la zona de estudio.....	48
3.6. Calidad ambiental del agua .....	50
• <b>Propuestas de actuación.....</b>	<b>67</b>
• <b>Plan de seguimiento.....</b>	<b>70</b>
• <b>Conclusiones.....</b>	<b>74</b>



- **Preámbulo**

Las zonas costeras están sujetas en la mayor parte del mundo a un incremento en la presión debido al aumento en el desarrollo y utilización de los recursos naturales y a los impactos producidos por los cambios globales. El número de personas que viven en zonas costeras y la utilización de los recursos asociados han provocado un tremendo impacto en las áreas costeras. Un 60% de la población mundial habita en áreas costeras y altera el medio ambiente de modos variados. El incremento de la población requiere mayor urbanización, transporte, servicios, agua potable y energía e irremediablemente generan grandes descargas de desechos sólidos, efluentes cloacales y contaminantes que necesitan plantas de tratamiento adecuadas. Asimismo el incremento de la presión demográfica se evidencia también en la agricultura, industria, actividades recreativas y en el uso del territorio (UNESCO, 2000).

En Cuba, debido en gran medida a un desarrollo urbanístico e industrial no integrado, las principales bahías y zonas costeras en general presentan importantes grados de contaminación. Las áreas costeras cubanas asientan a dos tercios de la población del país y esta densidad poblacional con su constante y progresivo desarrollo económico-social constituye un factor de presión sobre el medio ambiente litoral determinado por la explotación de los recursos marino-costeros y las afectaciones asociadas a vertidos de residuales urbano-industrial, agrícola, mineros y los derrames de hidrocarburos. Por este motivo, se ha hecho evidente la necesidad de estudiar la evolución y calidad de estos ecosistemas con el objetivo de preservar los recursos naturales del país y evitar su deterioro. Para ello es necesario llevar a cabo un Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) (CIMAB, 2001).

En Cuba el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) está contemplado en la Estrategia Nacional Ambiental y en la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Es un proceso que apenas ha logrado implementarse completamente en unos pocos países, y podríamos decir que no de manera perfecta, pero no deja de ser un aliciente para avanzar hacia el desarrollo sostenible.



La Bahía de Cárdenas se ubica en el Litoral Norte de la provincia de Matanzas, la cual se encuentra bajo fuertes presiones ambientales que se derivan de las actividades industriales, domésticas y agropecuarias.

- **Objetivos**

- ✓ **Objetivo general**

Evaluar la calidad ambiental de la Bahía de Cárdenas, a través de indicadores físico químicos que reflejen el estado actual del ecosistema para colaborar en un futuro MIZC.

- ✓ **Objetivos específicos**

- Evaluar el estado de la calidad del agua mediante indicadores físico químicos.
- Establecer la posible influencia sobre la calidad ambiental de las fuentes contaminantes en la Bahía de Cárdenas.
- Proponer un conjunto de medidas enfocadas a mitigar la situación actual de la bahía.

- **Justificación**

Desde un principio estábamos interesadas en hacer el proyecto de final de carrera en un país extranjero. Nos informamos de los proyectos de cooperación que podríamos llevar a cabo fuera de España y el que más nos llamó la atención fue el proyecto sobre la Gestión Integrada Costera en Cuba.

Nuestra iniciativa de realizar el proyecto en Cuba, se centra principalmente en el interés por conocer la concepción y la educación ambiental de la población del país y la forma en que se lleva a cabo la gestión ambiental de las costas. Siendo también otra de nuestras motivaciones el gran interés socio-cultural que teníamos hacia Cuba.

Una vez valoradas las propuestas de la Universidad Camilo Cienfuegos de Matanzas, decidimos centrar nuestro estudio en la Bahía de Cárdenas ya que esta parecía presentar una mala calidad del agua.



Por este motivo realizamos un estudio de la calidad ambiental de la Bahía mediante indicadores físico-químicos, para conocer el estado de ésta y colaborar en un futuro Manejo Integrado Costero de la Bahía.



## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Caracterización de la zona de estudio

Nuestro proyecto se centra en la Bahía de Cárdenas, Cuba. Al tratarse de un territorio lejano y distinto al nuestro, hemos creído necesario realizar la caracterización de la zona desde una escala más amplia a una escala más reducida, tal y como se muestra a continuación.

#### 1.1.1. Cuba

La República de Cuba es un país del Caribe, asentado en un archipiélago del mar de las Antillas, también conocido como mar Caribe (Figura 1). Su isla principal, conocida como Isla de Cuba, es la más grande de las Antillas Mayores. También forman parte del archipiélago la Isla de la Juventud y otros 4.195 cayos o pequeñas islas que rodean a las antes mencionadas. Al norte se encuentran Estados Unidos y Bahamas, al oeste México, al sur las Islas Caimán y Jamaica y al sudeste Haití.



Figura 1: Mapa de Cuba (Fuente: [www.pangea.org](http://www.pangea.org))

Se caracteriza por presentar una configuración estrecha, alargada y con gran irregularidad y diversidad de sus costas, las mismas alcanzan una longitud total de





5.746 km, de los cuales 3.209 km corresponden a la costa norte y 2.537 km a la costa sur.

Su plataforma insular alcanza una extensión de aproximadamente 70.000 km<sup>2</sup> con un ancho variable y fondos de poca profundidad entre 6 y 8 metros de promedio.

Cuba se encuentra en la **zona climática tropical**, y por lo tanto presenta condiciones térmicas similares durante todo el año, las escasas montañas no introducen modificaciones importantes en el clima zonal. Debido a su posición en la franja costera del océano Atlántico, y su carácter insular, su clima puede ser encuadrado como monzónico y con vientos alisos en el litoral.

La **biota cubana** se caracteriza por su **gran diversidad y alto nivel de endemismo**, a causa de su insularidad y la variedad geológica, la cual cosa hace que sea reconocida la zona con un mayor grado de endemismos de las Antillas. Predomina la sabana tropical en la mayor parte del país y a lo largo de toda la costa, y especialmente en las zonas pantanosas encontramos manglares, de hecho se calculan más de 5.300 km de manglares i 3.400 km de arrecifes de coral.

Según datos de la Oficina Central de Estadística de la República de Cuba (ONE) el Archipiélago Cubano posee una superficie de 109.886 km<sup>2</sup>. La población residente en el año 2007 fue de 11.236.790 habitantes, con una densidad poblacional de 102,3 hab. /km<sup>2</sup>.

La **economía** cubana está condicionada por la explotación de los recursos propios sin la ayuda ni la intervención de los avances de los países desarrollados, por lo tanto, **la agricultura y el turismo** son muy importantes. En cambio, la industria es más escasa y debido a la falta de recursos, poco desarrollada.

Las principales actividades económicas de Cuba son: turismo, azúcar, petróleo, tabaco, construcción, níquel, acero, cemento, maquinaria agrícola, industria



farmacéutica. Entre las producciones agrícolas destacan: caña de azúcar, tabaco, cítricos, café, arroz, patatas, frijoles. También es importante la producción ganadera.

### 1.1.2. Provincia de Matanzas

La provincia de Matanzas se encuentra en la zona occidental de Cuba, que limita al oeste con La Habana, al este con la provincia de Villa Clara, al norte con el Estrecho de La Florida y al sur con el Mar Caribe. Su capital es la Ciudad de Matanzas.

La Provincia de Matanzas cuenta con una población de 684.319 habitantes, y el principal indicador de bienestar social, refiriéndose a la mortalidad infantil de la provincia, es la más baja del país, siendo esta de 5 por cada 1.000 nacidos vivos (ONE, 2007).



Figura 2: Mapa de la provincia de Matanzas (Cedido por la Universidad Camilo Cienfuegos de Matanzas)

Se caracteriza geomorfológicamente por tener un relieve plano, con una altura máxima de 321 metros sobre el nivel del mar. El 60% del territorio es cárstico, lo que contribuye a la localización de grandes reservas de agua en esta zona. Esto hace que



sea la única población que no utilice agua proveniente de los embalses. En la zona del litoral se pueden observar diferentes morfologías como playas, manglares y zonas con acantilados (*Ripoll M. et al 2007*).

### 1.1.3. Bahía de Cárdenas

La bahía de Cárdenas está ubicada en la costa norte de la provincia de Matanzas, hacia los 23° 03' de Latitud Norte y los 81°12' de Longitud Oeste en la zona litoral comprendida entre la península de Hicacos, donde se encuentra el principal polo turístico Varadero, y la bahía de Santa Clara.

Tiene una extensión superficial de 514.2 km<sup>2</sup> y puede ser considerada como una amplia laguna costera, con aguas poco profundas y con escasos aportes de agua dulce. Es una bahía considerada abierta por la morfología de sus costas, pero al estar flanqueada por el Oeste por la península de Hicacos y contar con una extensa cadena de cayos, una profundidad media de alrededor de 4 m y un fondo llano y fangoso, es muy difícil la remoción y arrastre de elementos contaminantes hacia las aguas marinas profundas (*Rey et al., 1985*).

Hacia el noroeste de la bahía, en el ángulo que forman la tierra firme con la península de Hicacos, existe una comunicación entre la bahía y la playa de Varadero a través del canal de Paso Malo y se localiza la llamada Isla del Sur, una especie de pequeña isla separada de la península por un estrecho canal, el cual fue bloqueado debido a la construcción de un paso para equipos pesados hace años.

Cerca del extremo interior del canal de Paso Malo, a partir de la Zanja de Siguapa, hay tres pedraplenes para la explotación petrolera, construidos hace alrededor de 20 años. El más cercano a la península de Hicacos se conoce como pedraplén de Zanja Siguapa, le sigue uno más pequeño conocido por Las Guásimas y por último el mayor de los tres, denominado pedraplén de Marbella o de Punta Tío Pancho. Estos pedraplenes constituyen obstáculos para la libre circulación de las aguas en la zona y afectan las características del ecosistema (*Regadera et al, 2001*).



Figura 3: Fotografía aérea de la Bahía de Cárdenas (Fuente: CIMAB, 2008)

## 1.2. Problemática

El **océano** ha sido considerado a lo largo de la historia como un **gran receptor de residuos**, siendo estos fundamentalmente sólidos y líquidos, es decir: se han vertido y se vierten cantidades de aguas residuales, urbanas, agrarias, bien de forma directa o bien a través de los ríos (Seoánez, 2000).

El estudio y control de la contaminación ambiental en sus diferentes manifestaciones constituye una de las tareas más apremiantes en que están empeñadas las sociedades modernas. La contaminación de los recursos hídricos y en particular la contaminación marina es un problema que se manifiesta a nivel mundial. Los ecosistemas marinos y costeros en todo el planeta se han visto cada vez más afectados por las actividades humanas, entre las que se encuentran la descarga de aguas residuales domésticas e industriales sin tratar, actividades de explotación, extracción, transporte de gas y petróleo y el desarrollo turístico (PNUMA, 1999).

**La Bahía de Cárdenas**, en la actualidad está siendo **impactada**, por varias actividades que inciden en su entorno, como la **presión demográfica** y las **actividades** tales como: **industriales, pesqueras, portuarias y turísticas**. Los recursos naturales que



muestran mayor impacto por las industrias y el crecimiento urbano son: el litoral rocoso y arenoso y, las aguas costeras, debido a la contaminación causada por las descargas de residuos sólidos y líquidos.

La contaminación de cuerpos de agua se debe a la disposición de sustancias introducidas por el hombre en forma directa o indirecta las cuales alteran las condiciones del agua en su estado natural. El litoral sur de la Bahía de Cárdenas ha sufrido deterioro en su calidad de forma paulatina a medida que la ciudad y las industrias han ido creciendo siendo estas las principales fuentes de contaminación.

La Bahía de Cárdenas ha sufrido durante años los efectos negativos de una **gestión inadecuada**, caracterizada por la transformación antrópica del paisaje, por el vertimiento directo de los residuales sin tratamiento o con tratamiento deficiente de industrias contaminadoras ubicadas en el litoral y en áreas cercanas a él. Todo esto ha conllevado a que la bahía presente signos de contaminación (Petersson, 2005).

### 1.3. Indicadores de calidad ambiental

Los indicadores ambientales son formas directas o indirectas de medir la calidad del ambiente. Pueden ser utilizados para **determinar la situación actual** y las tendencias en la capacidad del ambiente para sustentar la salud ecológica y humana.

Los indicadores ambientales deben ser **medibles y cuantificables** además de proporcionar información oportuna, precisa y fiable acerca del ambiente y el desarrollo sustentable a la hora de tomar decisiones. Estos poseen el potencial de constituir importantes herramientas sustentadas científicamente y técnicamente.

#### 1.3.1. Modelo Presión-Estado-Respuesta (PER)

Las actividades antropogénicas han ocasionado impactos en el medio ambiente, la magnitud del impacto ha ido incrementándose debido a diversos factores, los más significativos son: el crecimiento poblacional y el avance tecnológico.



Las fuentes de contaminación son diversas, y éstas varían dependiendo de las actividades que se desarrollen en la región, por lo tanto la calidad ambiental se encuentra ligada directamente a estas dinámicas en combinación con el comportamiento de la naturaleza.

Para conocer los factores que se ven afectados por la contaminación ambiental existen diversas herramientas que pueden utilizarse para identificar las fuentes que causan la **problemática, cuantificar el daño y buscar alternativas para la mitigación de la problemática**. Una de estas herramientas son los indicadores ambientales.

Los indicadores ambientales tienen la función de proporcionarnos información para entender, describir y analizar diversos fenómenos ambientales.

Existen diversos modelos, pero el más utilizado es el **modelo presión-estado-respuesta** (PER) propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el cual se define como un parámetro que proporciona información sobre las condiciones y los fenómenos ambientales. Estos indicadores tienen por objetivo el de proporcionar información para una mejor comprensión de los fenómenos que ocurren en el medio ambiente y que afectan a la sociedad, por lo que estos indicadores deben de ayudar a la toma de decisiones.

Los **indicadores de Presión** se clasifican a su vez en dos grupos: indicadores directos e indirectos. El primer grupo como su nombre indica son indicadores que ejercen una presión directa sobre el medio ambiente, estas presiones son ocasionadas principalmente por actividades humanas. Los indicadores de presión indirectos se refieren a las condiciones en que se realizan todas estas actividades, estos indicadores tienen la ventaja de pronosticar la evolución de la problemática medioambiental, además ayudan a definir las medidas y políticas ambientales para modificar la problemática.

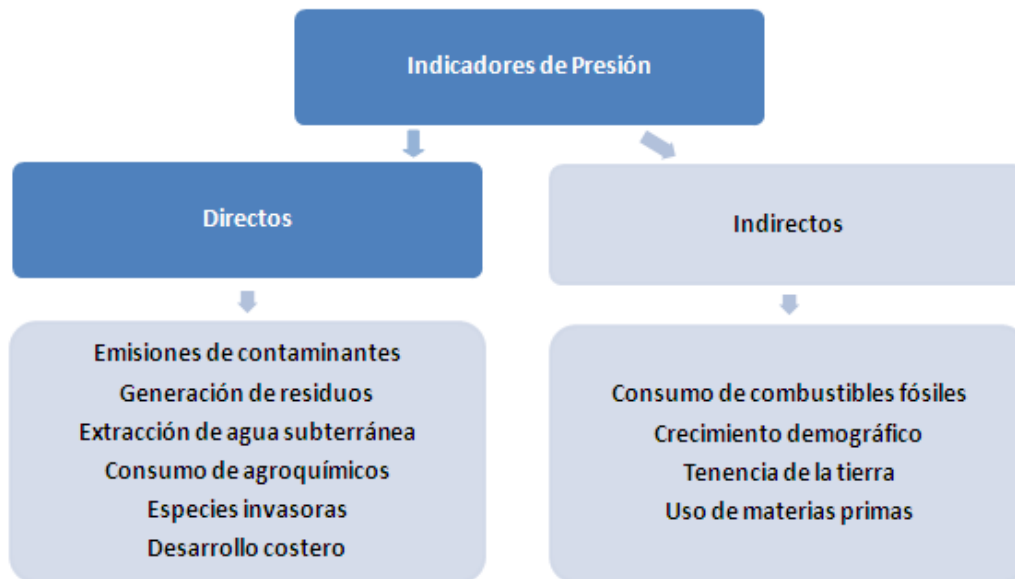


Figura 4: Esquema de indicadores de presión (Fuente propia)

Los **indicadores de Estado** se refieren a la calidad, cantidad y estado del ambiente y de los recursos naturales, es decir, proporcionan información sobre la situación actual del ambiente y salud pública a través del transcurso del tiempo. Es importante señalar que este tipo de indicadores se constituyen como objetos de políticas para la protección del ambiente, recursos naturales y de salud.

Por último, los **indicadores de Respuesta** como resultado de la reacción de los agentes de presión y de estado (Figura 5 y 6). Los indicadores de Respuesta tienen como objetivo disminuir las afectaciones que puedan sufrir el medio ambiente y la salud pública. Los agentes de respuesta dan solución a problemas específicos para cada indicador (atmósfera, agua, residuos, etc.), y al mismo tiempo su magnitud se encuentra relacionada con el grado de recuperación o conservación para el que fue diseñado este indicador.

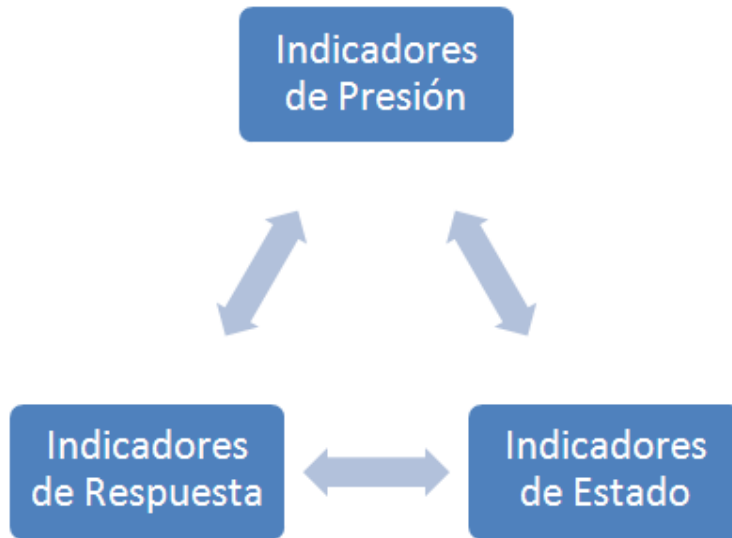


Figura 5: Relación entre los indicadores del modelo PER (Fuente propia)

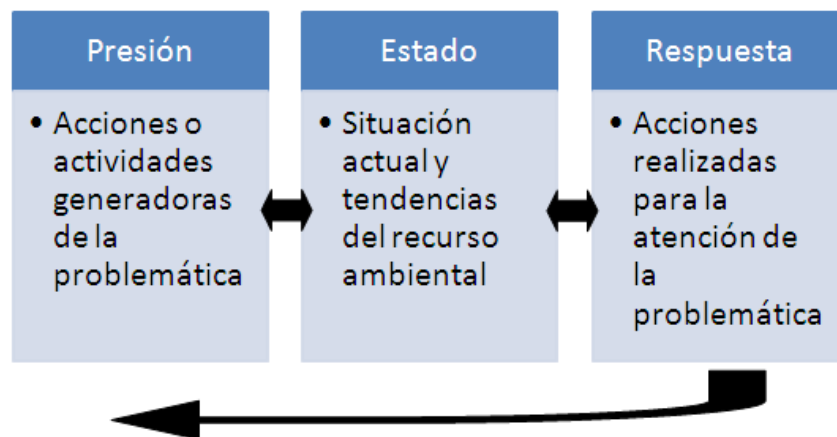


Figura 6: Relación entre cada uno de los indicadores PER ( Fuente propia)





### 1.3.2. Indicadores fisicoquímicos

Los indicadores físico-químicos constituyen aspectos importantes en el estudio y monitoreo del agua marina, éstos deberán ser incluidos dentro del programa de monitoreo de los ecosistemas marinos, a través del establecimiento de una red de monitoreo. Esta red tiene como finalidad **diagnosticar el estado de la calidad del agua y conocer la dispersión** y concentración de sustancias químicas y nutrientes.

Los parámetros a ser monitoreados están en función de los objetivos del programa:

- Parámetros de investigación: se emplean cuando el objetivo es generar la mayor cantidad de información acerca del estado del ecosistema.
- Parámetros de control: si el objetivo es obtener información para implantar acciones preventivas o correctivas para controlar impactos ambientales adversos.

En un mismo programa de monitoreo se pueden llevar a cabo el muestreo de los dos tipos de parámetros indistintamente como es el caso de esta investigación ([www.oas.org](http://www.oas.org)).

Los parámetros de análisis son considerados por muchos autores como indicadores de la calidad del medio marino acuático.

Mundialmente se miden diversos parámetros físicos, químicos y biológicos a los cuerpos de agua de cualquier naturaleza para determinar su grado de contaminación. Los principales parámetros que miden la calidad de un cuerpo de agua son: el oxígeno disuelto (OD), el pH, la Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), la conductividad eléctrica y salinidad, las concentraciones de nitratos y nitritos, los fosfatos, el incremento de temperatura, entre otros.



Los parámetros a ser monitoreados están en función de los objetivos del programa:

**a) Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno presente en el agua del mar y su concentración se expresa en unidades de masa (mg/l) y volumen (ml/l).

Las fuentes fundamentales de oxígeno en el medio marino son la difusión del oxígeno atmosférico y la fotosíntesis de la vegetación acuática sumergida.

Los contenidos de oxígeno disuelto están en función de la temperatura, la salinidad y la velocidad del viento, así como del consumo microbiológico en los procesos de descomposición de la materia orgánica existente en aguas y sedimentos. En ambientes marinos muy contaminados el consumo biológico de oxígeno es elevado (Comunicación personal: Montalvo J., 2009).

**b) Demanda biológica de oxígeno**

La DBO es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en un determinado volumen de agua, en un período de tiempo determinado y se expresa en mg O<sub>2</sub>/l.

Este parámetro indica la cantidad de materia orgánica presente en la columna de agua, concentraciones elevadas de materia orgánica implican una mayor actividad de las bacterias aeróbicas y por ende un consumo de oxígeno mayor (Comunicación personal: Montalvo J., 2009).

**c) Demanda química de oxígeno**

La DQO es la cantidad de oxidante químico que se necesita para poder oxidar los materiales contenidos en el agua y se expresa en mg de O<sub>2</sub>/l.



Cuantifica la cantidad de materia orgánica total susceptible de oxidación química (biodegradable y no biodegradable) que hay en una muestra líquida y se utiliza para establecer un nivel de contaminación.

Es un método aplicable tanto en aguas continentales como en marinas, que puedan contener una cantidad apreciable de materia orgánica.

Generalmente en aguas marinas se emplea el método de oxidación al permanganato en medio alcalino para determinar la DQO, por el motivo de que en estas aguas suele haber una baja cantidad de materia orgánica. En estos casos, es necesario tener en cuenta que hay la posibilidad de la existencia de interferencias, provocadas por sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas como los sulfuros, sulfitos o yoduros y sustancias orgánicas como carbohidratos, fenoles, lejías residuales, productos proteicos, entre otros (Comunicación personal: Montalvo J., 2009).

#### **d) Nitrógeno**

El nitrógeno molecular disuelto en el agua es un gas inerte que, por su condición química y su baja asimilación biológica, no es estudiado como tal, sino a través de sus compuestos orgánicos: nitritos, nitratos y amonio. Su concentración varía entre 8,4 y 14,5 ml/l en aguas oceánicas.

El aporte fluvial es el más importante, en particular el de los nitratos que pasan a las lagunas o directamente al mar a través de los estuarios, una vez en este ambiente los nitratos son asimilados por el fitoplancton o la vegetación sumergida.

Las concentraciones más altas corresponden a los nitratos, dado que predominan los ambientes oxigenados; los nitritos y el amonio son formas químicas que se registran también en estos ambientes, pero en menores cantidades, y aumentan en condiciones químicamente reducidas, con bajo contenido de oxígeno.



El exceso de nitrógeno en las aguas desencadena problemas de eutrofización que posteriormente provocan un incremento de los organismos autótrofos de una población ya que compiten por el oxígeno junto con otros organismos aerobios de mayor tamaño (De la Lanza, 2001).

#### **e) Fósforo**

El fósforo es un factor limitante principal que presenta como micronutriente varias formas químicas disueltas y particuladas en el agua: como fósforo inorgánico (en forma de ortofosfato), como fósforo orgánico en partículas (en suspensión en el protoplasma vivo o muerto) y como fósforo orgánico disuelto o soluble (deriva de los sólidos o de los residuos por descomposición o excreción), siendo la forma inorgánica la más importante (De la Lanza, 2001).

Los contenidos más altos se encuentran en la zona costera, por los aportes fluviales.

Las fuentes principales de aportación de fósforo de origen antrópico en aguas residuales son las aguas cuyo origen esté relacionado con plantas potabilizadoras, las aguas cargadas con residuos detergentes y las aguas cargadas con residuos fertilizantes.

#### **f) Hidrocarburos**

Los hidrocarburos son recursos energéticos de origen orgánico constituidos únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. Se forman en rocas arcillosas constituidas por kerógeno (rocas madre) a consecuencia de la acumulación, degradación y evolución fundamentalmente de microorganismos como el plancton, algas, bacterias...

Su origen proviene de la degradación, en medio aerobio, de la materia orgánica que se cubrió paulatinamente con capas cada vez más gruesas de sedimentos a determinadas condiciones de presiones, temperaturas y tiempo.



Una de las principales fuentes de contaminación por hidrocarburos en la bahía son la escorrentía y drenajes pluviales ya que arrastran los hidrocarburos vertidos (en calles, talleres...) al mar.

Otra fuente importante es el transporte de hidrocarburos por vía marítima aunque el transporte naval ha disminuido gracias a la entrada en funcionamiento del oleoducto de la empresa CUPET-Centro a principios del año 2000. También se ha visto reducido el transporte de hidrocarburos en camiones cisterna, que en ocasiones vertían parte de la carga en la zona.

#### 1.4. Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC)

El Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) puede ser definido como un proceso continuo y dinámico por el cual se ejecuta la toma de decisiones para el **uso sostenible, desarrollo y protección de las áreas costeras y marinas**. Este proceso fue recomendado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, 1992) como el marco para responder a las cuestiones mundiales y nacionales planteadas por las relaciones entre la sociedad humana y los medios costeros marinos. En el capítulo 17 de la Agenda 21 se insta a todas las naciones con litoral a adoptar planes de manejo integrado costero a partir del año 2000.

En este capítulo se reconocen cuatro aspectos modulares:

- Los ambientes costeros constituyen un sistema integral esencial para el mantenimiento global de la vida.
- Las costas y los océanos ofrecen oportunidades económicas y sociales para el desarrollo sostenible.
- La ley del mar de Naciones Unidas establece derechos y obligaciones de los estados y provee la base internacional sobre la cual se busca la protección y desarrollo sostenible de las costas, los mares y sus recursos.



- En vistas de la creciente destrucción y degradación ambiental, se requieren de nuevos enfoques de manejo de la zona costeras y marinas (a nivel subregional, regional y global) integrales en su contenido, precavidos y preventivos en su ámbito.

El principal objetivo del MIZC consiste en lograr un desarrollo sostenible de las áreas costeras y marinas, para reducir la vulnerabilidad de las costas y sus habitantes (plantas, animales y personas) a los peligros naturales a los que están expuestos y; mantener los procesos ecológicos esenciales, el soporte de los sistemas de vida y la biodiversidad en estas áreas. (Noordwijk Guidelines, 1993).

El MIZC permite evolucionar en los aspectos de la Ordenación Territorial y Ambiental, en la Zonificación funcional de la tierra, en la protección de áreas marinas y en la restauración de hábitats costeros, en el control de contaminación costera, en el establecimiento y coordinación de las capacidades institucionales, en la participación comunitaria en la toma de decisiones, en la resolución de conflictos de uso de la tierra y desarrollo de actividades socio-económicas y en la gestión y educación ambiental en el ámbito territorial (Blanco, 2003).

El Programa para el manejo y la gestión integrada de la zona costera es un sistema coherente y completo de acciones y una búsqueda multidisciplinaria de soluciones posibles a los problemas identificados. Y esto presupone un diálogo permanente, un entendimiento y una acción conjunta de todos los que participan activamente e influyen en los problemas y en las posibles soluciones, con la mayor flexibilidad como para permitir la adopción de cambios según los factores políticos, socio-económicos y ambientales (Alconado et al, 1999).



El MIZC ha sido concebido por GESAMP (1996) como ciclos de cinco pasos que se suceden en el tiempo a medida que se van cumpliendo los objetivos (Figura 7).

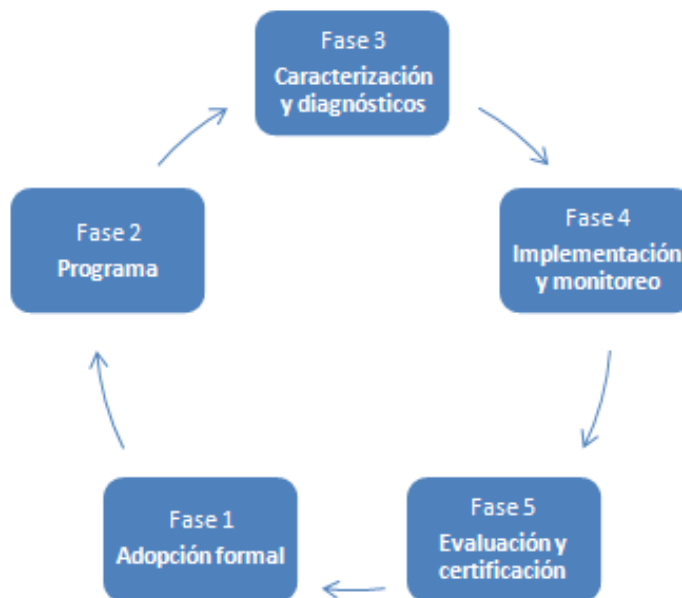


Figura 7: Fases del MIZC sucedidos en el tiempo a medida que se van cumpliendo los objetivos.

#### 1.4.1. Programa de Monitoreo

El Programa de monitoreo forma parte del MIZC. Para la evaluación de los indicadores es necesario realizar un programa de monitoreo de calidad del agua de la Bahía de Cárdenas para conocer la problemática que afecta a esta zona.

El monitoreo es una herramienta básica de medición del éxito en cuanto a la protección de la biodiversidad y el uso de los recursos. En la actualidad las redes de monitoreo constituyen el instrumento fundamental para determinar el estado de la calidad del agua, dispersión y concentración de sustancias. A través de un programa de monitoreo, se **valora la calidad de las aguas** y permite deducir si sus características cumplen con los parámetros de calidad que aparecen en las normas vigentes, y de esta manera se determina si están aptas para sus usos. Los parámetros de calidad se muestrean periódicamente, a través de una red de muestreo, cuyas estaciones están ubicadas de forma que sean representativas del lugar de estudio.



Los esfuerzos de monitoreo está orientado a asegurar la generación de la información clave sobre el estado de los ecosistemas mediante un Programa de Monitoreo de Calidad de agua, buscando que se realice de manera permanente, optimizando recursos y con la tecnología accesible a las condiciones del sistema en cuestión (Panajachel, 2005).

Dentro de los protocolos de Monitoreo se encuentran los programas de muestreos que deben de ser diseñados teniendo en cuenta las características de la región y los tipos principales de programas según UNE – EN 25667-1:1983 (1985):

- Programas de control de la calidad.
- Programas de la caracterización de la calidad.
- Programas para la investigación de la causa de la contaminación.

### **1.5. Normativa Cubana**

Es necesario comparar las diferentes normativas de Cuba con los resultados de los que disponemos para llevar a cabo la evaluación de la zona de estudio, con el objetivo de determinar la calidad del agua de la Bahía de Cárdenas.

Para ello repasaremos los contenidos, que podamos relacionar con nuestros parámetros, de las normas cubanas referentes a los lugares de baño en costas y aguas interiores, así como las que se refieren al vertimiento de aguas residuales en la zona costera, en aguas marinas y terrestres, y en el alcantarillado. Las normas cubanas íntegras se encuentran en los Anexos.

- ❖ **NC 22:1999. Artículo 7: Requisitos para la calidad sanitaria del agua en los lugares de baño.**
  - Los Centros Provinciales, los Centros y Unidades Municipales de Higiene y Epidemiología serán los encargados del control de la calidad de las aguas utilizadas para el baño.





- Las aguas utilizadas para el baño no tendrán olor ni sabor desagradable, sólo se permitirán los del agua en condiciones naturales.
- Las aguas utilizadas para el baño no estarán afectadas por ningún color ajeno a sus características naturales.
- El contenido de sólidos de tipo orgánico en las aguas destinadas para el baño no deberán producir deposiciones, turbiedad, ni ocasionar consumo de oxígeno en el área de baño. Esto último se detectará mediante la determinación de la demanda de permanganato, la cual no excederá a 2 mg/L. No se permitirá la presencia de sólidos flotantes.
- El contenido de grasas y aceites en aguas destinadas al baño no se encontrará nunca en una concentración superior a 0,5 mg/L, no se podrá ser detectado como una película visible en la superficie de la misma y no formará depósitos de lodo aceitoso en la costa, ribera o en el fondo del área de baño.
- En las aguas utilizadas para el baño, los componentes fenólicos, expresados como fenol, no excederán a 0,002 mg/L y las sustancias tensoactivas, expresadas en sustancias activas al azul de metileno, no excederán a 0,5 mg/L.
- El nitrógeno y el fósforo estarán en las aguas destinadas al baño, en una proporción que no ocasione eutrofización de las masas de agua.
- El pH de las aguas usadas para el baño, se mantendrá en un intervalo de 6,1 a 8,9.
- La salinidad de las aguas de mar utilizadas para el baño, no será menor de 36 por mil.
- El oxígeno disuelto se mantendrá en un valor mínimo del 70% de la concentración de saturación.
- La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas utilizadas para el baño, no será nunca mayor de 3 mg/L.



- En las aguas destinadas al baño no se permitirá la presencia de sustancias tóxicas o irritantes, cuya acción por contacto, ingestión o inhalación, produzcan reacciones adversas sobre la salud humana.
- ❖ **NC 521:2007. Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas. Especificaciones.**
  - **Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y los cuerpos receptores marinos**
  - **Clasificación cualitativa de los cuerpos receptores marinos**

A los efectos de esta norma los cuerpos receptores se clasificarán cualitativamente según su uso de la forma siguiente:

- Clase A: Áreas marinas de zonas de conservación ecológica, o áreas protegidas.
- Clase B: Áreas marinas dedicadas al baño y donde se realizan actividades recreativas en que las personas entran en contacto directo con el agua. Áreas marinas donde hay presencia de arrecifes coralinos.
- Clase C: Áreas marinas donde se desarrolla la pesca.
- Clase D: Áreas marinas cuyas aguas se toman para uso industrial como la generación de energía.
- Clase E: Áreas marinas en bahías donde se desarrolla la actividad marítimo – portuaria.
- Clase F: Áreas marinas para la navegación y otros usos.

La clasificación se llevará a cabo de acuerdo al uso del cuerpo receptor, pero tomando en cuenta los valores económicos, sociales y naturales de las aguas consideradas.

Esta clasificación podrá ser actualizada cuando se requiera, de acuerdo a los cambios de uso del cuerpo receptor u otras necesidades.



Los residuales líquidos a verter en la zona costera y los cuerpos receptores marinos deberán cumplir con los límites máximos permisibles relacionados en la Tabla 1.

**Tabla 1: Límites máximos permisibles para las descargas de aguas residuales a la zona costera y a los cuerpos receptores marinos (Parámetros básicos) (Fuente: NC 521: 2007).**

Parámetro	UM	Clase del Cuerpo Receptor					
		A	B	C(2)	D	E	F
pH	U	5.5-9.0	NP	5.5-9.0	5.0-10.0	5.5-9.0	5.0-10.0
Temperatura (1)	°C	40	NP	40	40	40	40
Aceites y grasas	mg/l	15	NP	15-50	50	30	50
Hidrocarburos Totales	mg/l	5	NP	5-10	20	10	20
Materia Flotante		Ausente	NP	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables	ml/l	5	NP	5-15	15	10	15
Sólidos Suspendidos Totales(3)	mg/l	30	NP	30-150	150	75	150
DBO <sub>5</sub>	mg/l	30	NP	30 -150	150	75	150
DQO	mg/l	75	NP	75 -300	300	190	300
Nitrógeno Total (Kjeldahl + Nitrato)	mg/l	10	NP	20	40	20	40
Fósforo Total	mg/l	5	NP	7	10	5	10
Coniformes fecales(4)	NMP/100 ml	200	NP	200-400	1000	1000	SR

(1) En cualquier caso no podrá incrementar el tenor natural del cuerpo receptor marino.

(2) Cuando se dan dos valores, el primero se corresponde con las zonas de pesca críticas para la reproducción, cría y la alimentación. El segundo valor se corresponde para otras zonas de pesca.

(3) No incluye a las algas de las lagunas de oxidación.

(4) Media geométrica.

NP: No se permite vertimiento.

SR: Sin restricción.

## ❖ NC 27:1999 Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.

### ▪ Descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores

A los efectos de esta norma los cuerpos receptores se clasificarán cualitativamente según su uso de la forma siguiente:

- Clase (A): Ríos, embalses y zonas hidrogeológicas que se utilizan para la captación de aguas destinadas al abasto público y uso industrial en la elaboración de alimentos. La clasificación comprende a los cuerpos de aguas situados en zonas priorizadas de conservación ecológica.
- Clase (B): Ríos, embalses y zonas hidrogeológicas donde se captan aguas para el riego agrícola en especial donde existan cultivos que se consuman crudos, se desarrolla la acuicultura y se realizan actividades



recreativas en contacto con el agua, así como cuerpos de agua que se explotan para el uso industrial en procesos que necesitan de requerimientos sobre la calidad del agua. La clasificación comprende los sitios donde existan requerimientos menos severos para la conservación ecológica que los comprendidos en la Clase (A)

- Clase (C): Ríos, embalses, zonas hidrogeológicas de menor valor desde el punto de vista del uso como: aguas de navegación, riego con aguas residuales, industrias poco exigentes con respecto a la calidad de las aguas a utilizar, riego de cultivos tolerantes a la salinidad y al contenido excesivo de nutrientes y otros parámetros.

**Tabla 2: Límites máximos permisibles para las descargas de aguas residuales según la clasificación del cuerpo receptor (Fuente: NC 27: 1999).**

Parámetros	UM	Ríos y Embalses			Acuífero vertimiento en suelo y zona no saturada de 5 m			Acuífero vertimiento directo a la zona saturada		
		(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)
pH	Unidades	6,5-8,5	6-9	6-9	6-9	6-9	6-10	6-9	6-9	6-10
Conductividad eléctrica	$\mu$ S/cm	1 400	2 000	3 500	1 500	2 000	4 000	1 500	2 000	4 000
Temperatura	$^{\circ}$ C	40	40	50	40	40	50	40	40	50
Grasas y aceites	mg/L	10	10	30	5	10	30	Ausente	10	20
Materia flotante	-	Ausente	Ausente	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente
Sólidos Sedimentables Totales	mL/L	1	2	5	1,0	3,0	5,0	0,5	1,0	5,0
DBO <sub>5</sub>	mg/L	30	40	60	40	60	100	30	50	100
DQO (Dicromato)	mg/L	70	90	120	90	160	250	70	140	250
Nitrógeno total (Kjd)	mg/L	5	10	20	5	10	15	5	10	15
Fósforo total	mg/L	2	4	10	5	5	10	5	5	10

Las descargas de aguas residuales no podrán producir una disminución del oxígeno disuelto en los cuerpos receptores superficiales de categorías A, B y C, a valores menores de 4, 3 y 2 mg/L, respectivamente.

Las descargas de aguas residuales no podrán producir un aumento de la media geométrica del Número Más Probable de Coliformes Totales y Fecales en 100 mL (NMP/100mL) que supere los valores dados en la tabla 4.



❖ **N25: 1999. Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero.**

Esta norma establece los valores de los índices que se utilizarán para clasificar y evaluar la calidad de los recursos hídricos (cuerpos de agua dulce y marina) destinados, a la actividad pesquera, así como el procedimiento para evaluar y clasificar los mismos.

**Tabla 3: Índices para los cuerpos de agua marina de uso pesquero**

ESPECIFICACIÓN			
Índice	Calidad		
	BUENA	DUDOSA	MALA
<b>OBLIGATORIOS</b>			
Oxígeno disuelto (mg/L)	Mayor que 5	De 3 a 5	Menor que 3
OBO <sub>5</sub> (mg/L)	Menor que 1	De 1 a 2	Mayor que 2
pH	De 8,1 a 8,3	De 6,5 a 8 De 8,4 a 9,5	Menor que 6,5 Mayor que 9,5
Salinidad (‰)	De 26 a 35	De 10 a 25	Menor que 10
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	Menor que 700	De 700 a 1 000	Mayor que 1000
Arsénico (mg/L)	Hasta 1,00		
Cobre (mg/L)	Hasta 0,05		
Cadmio (mg/L)	Hasta 0,01		
Mercurio (mg/L)	Hasta 0,005		
Plomo (mg/L)	Hasta 0,1		
<b>COMPLEMENTARIOS</b>			
Nitrógeno Amoniacal (mg/mL)	Menor que 0,03	De 0,03 a 0,05	Mayor que 0,05
Nitratos (mg/L)	Menor que 0,01	De 0,01 a 0,60	Mayor que 0,60
Nitritos (mg/L)	Menor que 0,05	De 0,05 a 1,50	Mayor que 1,50
Fosfatos (mg/L)	Menor que 0,~5	De 0,05 a 0,20	Mayor que 0,20
Transparencia (%) (penetración del disco Secchi hasta % de penetración)	De 100 a 50	De 50 a 20	Menor que 20
Sólidos en Suspensión (mg/L)	Menor que 100	De 100,0 a 300,0	Mayor que 300
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Menor que 200	De 200 a 1 000	Mayor que 1000
Índices de diversidad	Mayor que 3	De 1 a 3	Menor que 1



## CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

### 2.1. Recopilación de información

Como parte principal de la investigación se realizó una búsqueda y recopilación bibliográfica para el conocimiento y evaluación de la zona de estudio. Para ello se utilizó el informe correspondiente al Proyecto GEF/PNUD CUB/98/G32 “**Acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el Ecosistema Sabana-Camagüey**”, ejecutado entre el 2001 y el 2005; los informes parciales del Programa Científico-Técnico Ramal “**Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano**”, del CITMA, ejecutados por el Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (CIMAB) en los años 2001, 2005 y 2008; y el informe “**Resultados de la implementación del protocolo de monitoreo de las playas de la provincia de Matanzas**”, realizado por la Oficina de Manejo Integrado Costero (OMIC), perteneciente al Centro de Servicios Ambientales de Matanzas (CSAM).

El estudio bibliográfico se acompañó con trabajos de campo en la zona para verificar y ampliar las informaciones sobre la Bahía de Cárdenas.

Para determinar la calidad de las aguas se realizaron por los diferentes organismos metodologías específicas, las cuales se describen a continuación:

La toma de muestras se realizó con el empleo de una botella tipo Van Dorn de 5 litros, en las que se colectaron muestras de agua en superficie en todas las estaciones en el caso de CIMAB.

Para el muestreo correspondiente al GEF/PNUD se empleó una botella oceanográfica.

Los indicadores de calidad evaluados fueron:

#### a) **Oxígeno disuelto**

En la determinación de este parámetro se empleó el método de medición directa con un Oxímetro de sensibilidad 0,01 mg/l para el GEF/PNUD y el método de Winkler (IOC-UNESCO, 1983), en el caso del CIMAB.



- b) **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**  
Sin y con dilución de la muestra, según la norma ISO -5815 (1989). Cuando los valores esperados de DBO<sub>5</sub> fueron inferiores a 3,0 mg/l, la incubación de las muestras se realizó de forma directa y en aguas ligeramente contaminadas por materia orgánica las muestras se diluyeron 1:1 ó 1:2, empleando método Winkler.
- c) **Demanda química de oxígeno (DQO)**  
Oxidación con permanganato de potasio en medio alcalino (FAO, 1975). El método del permanganato es aplicable de forma directa en un rango de concentraciones entre (0,5 – 10,0 mgO<sub>2</sub>/l (ISO -8467, 1993).
- d) **Nitratos + nitrito**  
Reducción de los nitratos a nitrito con Cadmio (Cd) y posterior determinación como nitrito mediante la reacción de Griess (FAO, 1975 e IOC-UNESCO, 1983). El método es aplicable para la determinación de nitratos en presencia de nitrito en aguas no contaminadas y contaminadas.
- e) **Amonio**  
Formación de indofenol azul (IOC-UNESCO, 1993). El método de indofenol azul es muy específico, siendo aplicable a aguas de cualquier tipo, recomendándose para agua de mar y se basa en el siguiente principio. En un medio alcalino el amonio reacciona con el hipoclorito formando la monocloroamina, que en presencia de fenol, teniendo como catalizador el ión nitroprusiato. La intensidad del complejo se mide fotométricamente a 630 nm.
- f) **Fósforo inorgánico**  
Formación del complejo azul fosfomolibdoso (IOC-UNESCO, 1983). El fosfato presente en el agua reacciona con el molibdato de amonio, formando



un complejo ácido heteropolar., este es reducido por el ácido ascórbico, dando un complejo de color azul, la absorción de luz se mide fotométricamente a 882 nm.

g) **Fósforo total**

Digestión con Persulfato de potasio al 1 % (FAO, 1975). Los compuestos de fósforo orgánico presentes en agua de mar son oxidados a fosfato con peroxidisulfato de potasio. El fosfato se determina tal como se hizo en fósforo inorgánico. La concentración máxima de fósforo que se puede determinar directamente por el método es 28  $\mu\text{M/l}$ .

h) **Hidrocarburos**

La técnica analítica reportada por CARIPOL (1980) que consiste en la extracción en frío con 25 mL de n-hexano (dos veces consecutivas). Después se purifican a través de una cromatografía de adsorción en columna mediante: alúmina neutra desactivada al 5%, concentración a través de una lámpara infrarroja y corriente de nitrógeno. Los análisis y la cuantificación de los hidrocarburos del petróleo, se llevaron a cabo mediante espectroscopia UV de fluorescencia y con un patrón de criseno (99.99%). Luego se hizo una curva de calibración en un equipo Shimatsu Serie A.

## 2.2. Puntos de muestreo

Para **evaluar la calidad ambiental** del agua fueron **escogidos cinco sectores** localizados en el lóbulo occidental de la Bahía de Cárdenas (figura 2). La selección de estos se definió teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Afluencias de aguas residuales tanto de origen doméstico como industrial
- Afluencia de aguas residuales provenientes de las plantas de tratamientos de los hoteles
- Drenajes pluviales





- Presencia de pedraplenes
- Afluencia de bañistas en Playa Larga



**Figura 8: Sectores escogidos en la Bahía de Cárdenas para la evaluación de la calidad ambiental del agua (Fuente: Google Earth)**

Los nombres de los sectores establecidos y sus posiciones, tomadas con un equipo GPS (Sistema de Posicionamiento Global) a bordo de una embarcación por CIMAB, se relacionan en la tabla 4.

**Tabla 4: Coordenadas de los sectores seleccionados para la evaluación de la calidad del agua de la Bahía de Cárdenas (Fuente propia)**

Sectores	Sector	Latitud	Longitud
1	Ciudad de Cárdenas	23° 02' 45"	81° 11' 30"
2	Isla del Sur-Ensenada de Siguapa-Pedraplenes	23° 07' 54"	81° 16' 32"
3	Punta Hicacos	23° 11' 07"	81° 06' 58"
4	Sector central del lóbulo occidental de la bahía	23° 08' 24"	81° 04' 48"
5	Playa Larga	23°05'00"	81°12'12"



### **2.3. Evaluación de las fuentes contaminantes**

La evaluación de las fuentes contaminantes que afectan a la Bahía de Cárdenas, se llevó a cabo a través de la información brindada por las autoridades municipales relacionadas con la calidad ambiental del ecosistema y del informe parcial del Diagnóstico de la calidad ambiental del ecosistema de la zona Varadero-Cárdenas del año 2001 así como, el Monitoreo de la calidad ambiental de la zona Varadero-Cárdenas que se llevó a cabo el año 2008.

Se realizaron a su vez visitas técnicas a las fuentes terrestres de contaminación que tienen influencia en la zona de estudio y además, se consideró la información aportada por los especialistas involucrados en la dinámica ambiental.

### **2.4. Criterios de calidad químico ambiental**

Para la evaluación de la calidad del agua de la Bahía de Cárdenas se utilizó la Norma de Calidad del agua y Sedimento para uso pesquero ( NC 25, 1999) y la Norma de lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores (NC 22, 1999) para el ecosistema de playa, así como la Norma de vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas (NC 521, 2007) y la Norma de vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y el alcantarillado (NC 27, 1999) para la evaluación de las fuentes contaminantes.



## CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Fuentes contaminantes

Las **actividades antropogénicas** provenientes de las industrias, plantas de tratamiento de aguas residuales de Varadero y el alcantarillado de la propia ciudad de Cárdenas, han generado impactos directos sobre la Bahía de Cárdenas, los cuales constituyen los **indicadores de presión** según el modelo PER.

En la figura 9 se muestra la localización de las fuentes de contaminación de la Bahía. Se observa que el sector costero con mayor número de focos contaminantes está localizado en la zona sur del lóbulo occidental de la bahía de Cárdenas debido a la gran actividad urbana e industrial, y a los principales cursos de agua de aporte natural que desembocan en dicha zona con un alto grado de contaminación.



Figura 9: Focos de contaminación en la zona Varadero Cárdenas (Fuente: CIMAB, 2008)

### 3.2. Industrias e instalaciones

#### a) Corporación Cuba Ron



La actividad fundamental de esta empresa es la rectificación de alcoholes (Imagen 1). Las aguas residuales provienen de la antigua área dedicada al proceso de destilación y de descargas menores que proceden del enjuague de los tanques de mezclas para la obtención de ron, así como de derrames ocasionales durante el proceso de producción y el lavado de equipos, entre otras.

Las aguas residuales domésticas son dispuestas en fosas sépticas y los residuales líquidos procedentes de la cocina-comedor en trampas de grasas. Los residuales líquidos provenientes de la limpieza de los pisos y de los equipos en las áreas productivas son descargados directamente en una zanja y conducidos a la bahía. La zanja de vertimiento de estas aguas residuales se muestra en la Imagen 2.



**Imagen 1: Empresa Cuba Ron (Fuente propia)**



**Imagen 2: Zanja de vertimiento de aguas residuales de la empresa Cuba Ron (Fuente: propia)**

Dada la problemática ambiental generada la empresa llevó a cabo un plan de inversiones de manera que desde el año 2001 dejó de verter el mosto residual y el proceso de destilación. Debido a estos cambios en el proceso productivo se han reducido las cargas contaminantes generadas, así como el impacto negativo que ocasionaba en el ecosistema bahía de Cárdenas.

En correspondencia con las legislaciones vigentes y las regulaciones del MINAL, la Corporación Cuba Ron tiene elaborada su Política, Estrategia y Plan de Acción



Ambiental, además de la caracterización de sus aguas residuales generadas en el proceso de destilación.

#### **b) Empresa Industrial Matanzas (EPIMAT)**

En esta empresa (Imagen 3) se procesa pescado congelado, minutas, filetes y picadillo. También se realiza el desviscerado para el consumo del polo turístico de Varadero y se confeccionan croquetas.

Las aguas residuales tecnológicas y domésticas de esta instalación eran conducidas a un foso recolector desde donde eran bombeadas al sistema de lagunas de oxidación del Reparto 13 de Marzo. Desde hace unos años se produjo una obstrucción en el conducto de descarga a este sistema, situación mantenida en la actualidad, lo que ha provocado que los residuales se canalicen directamente a la bahía de Cárdenas sin recibir anteriormente ningún tipo de tratamiento (Imagen 4). Estos residuales contienen esencialmente materia orgánica y sólidos.

En la entidad no se ha actualizado la Política y Estrategia Ambiental y no se ha implantado el Sistema de Gestión Ambiental (SGA).



**Imagen 3: Empresa Epimat (Fuente: propia)**



**Imagen 4: Zanja colindante a la empresa Epimat (Fuente: propia)**





### c) Combinado Lácteo Germán Hernández Salas

En esta empresa se produce queso crema. Asimismo se elabora chocolate, lactosoy y se embolsa leche en polvo en la planta de mezcla física. La planta de tratamiento biológica existente en áreas de la entidad se encuentra desactivada (Imagen 5), por lo que las aguas residuales industriales son vertidas sin tratamiento previo a un pozo de infiltración.

En cuanto a las aguas residuales de origen doméstico son tratadas mediante fosas sépticas y trampas de grasas y sólidos, cuya limpieza se realiza sistemáticamente por la brigada de mantenimiento de la entidad.

Esta entidad cuenta con la Planta de Helado que radica en la ciudad de Cárdenas, cuyos residuales líquidos son vertidos sin tratamiento al subsuelo.

El Combinado Lácteo no ha realizado un Diagnóstico Ambiental como vías para alcanzar armónicamente la relación economía-medio ambiente. Actualmente se evalúa la rehabilitación y puesta en marcha de la planta de tratamiento de residuales o la construcción de un nuevo sistema de tratamiento.



Imagen 5: Planta de tratamiento desactivada (Fuente: CIMAB, 2008)

### d) Productos Sanitarios S.A. (PROSA S.A.)



En esta instalación (Foto 6) se producen servilletas, papel higiénico, pañuelos faciales entre otros productos. La fábrica de Productos Sanitarios S.A. vierte sus aguas residuales en la Zanja Siguagua que es utilizada como fuente de abasto de agua para el cultivo del arroz con altos valores de materia orgánica y sólidos suspendidos.

En esta instalación se mantiene un control mensual de los residuales generados, pero no se ha elaborado el diagnóstico ambiental, aunque desde noviembre de 2005 tienen implantado el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) de acuerdo con la ISO 9001:2001 por la ONN y Lloyd´s Register Quality Ensurance.



**Imagen 6: Empresa Productos Sanitarios S.A Imagen 7: Zanja Siguagua (Fuente: propia)  
(Fuente: CIMAB, 2008)**

#### **e) Talleres Ferroviarios Sergio Navarro-Establecimiento de U/B de Matanzas**

La actividad fundamental de esta instalación es la reparación ferroviaria. Los residuos sólidos generados durante las reparaciones de los vagones, están constituidos fundamentalmente por pedazos de laminado y acero. Durante el mantenimiento de los motores se generan pedazos de acero y aceites usados aunque durante el 2008 no se realizó esta actividad de mantenimiento.

En cuanto a los instrumentos de gestión ambiental se puede mencionar que no se ha elaborado la Política y Estrategia Ambiental y no tienen realizado el Diagnóstico Ambiental, para el buen desempeño de sus actividades.



**f) Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo del Centro (EPEP Centro)**

La Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo del Centro, EPEP-C, que pertenece al MINBAS, posee dos baterías de petróleo donde se colecta y manipula la mayor parte del hidrocarburo producido en el territorio. (Imagen 8).

Las aguas residuales de mayor incidencia ambiental están constituidas por el agua de capa de la Batería Central y las aguas residuales domésticas de sus instalaciones administrativas. El flujo de agua de capa de la Batería Central se dispone en el subsuelo mediante la técnica de inyección en pozo profundo. El contenido de hidrocarburo y sólidos suspendidos en esta agua residual se encuentran por debajo de lo establecido en la Regulación 02 de CUPET de 1999 “Manejo y disposición de agua producida“. En cuanto a las aguas residuales domésticas son dispuestas en fosas sépticas.



**Imagen 8: Empresa EPEP-Centro (Fuente: CIMAB, 2008)**





### 3.2.1. Industrias que tienen certificaciones

Tal y como se ha nombrado en el apartado anterior de Industrias e instalaciones, las empresas de la Bahía de Cárdenas que tienen algún certificado son escasas.

Tabla 5: Certificados que poseen las industrias situadas en la Bahía de Cárdenas.

<i>Industrias</i>	<i>Certificaciones</i>
Corporación Cuba Ron	Política, Estrategia y Plan de Acción Ambiental
Empresa Industrial Matanzas (EPIMAT)	-
Combinado Lácteo Germán Hernández Salas	-
Productos Sanitarios S.A (PROSA S.A)	Sistema de Gestión de la Calidad(SGC)(de acuerdo con la ISO 9001:2001 por la ONN y Lloyd's Register Quality Ensurance)
Talleres Ferroviarios Sergio Navarro- Establecimiento de U/B de Matanzas	-
Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo del Centro (EPEP Centro)	-

### 3.3. Drenajes pluviales y sistemas de alcantarillado

El vertimiento sin tratamiento previo de las aguas provenientes de los drenajes y sistemas de alcantarillado, ha sido identificado como una de las fuentes de contaminación de mayor incidencia en el deterioro de la calidad de las aguas de nuestras bahías y zonas costeras. En las ciudades costeras que carecen de sistema de alcantarillado, se utilizan conexiones clandestinas que desembocan en los drenajes pluviales o utilizando sistemas de tratamiento elementales como suelen ser las fosas sépticas (CIMAB, 2008).

#### 3.3.1. Ciudad de Cárdenas

La población de Cárdenas es aproximadamente de 105.890 habitantes. El sistema de alcantarillado, consistente en un sistema centralizado por flotación, sirve a 9.584 usuarios (sólo el 11% de la población de la ciudad de Cárdenas), pertenecientes a los



repartos 13 de Marzo y Fructuoso Rodríguez. El resto dispone sus residuales por medios individuales fundamentalmente fosas sépticas. La limpieza de las fosas está planificada para un ciclo aproximado de 6 días y sólo se logra hacer efectivo un ciclo de 55 días. Esto se debe a que los carros-fosas no funcionan por su pésimo estado técnico.

Se muestra además un incremento de los sistemas de disposición de las aguas residuales en viviendas que necesitan ser reconstruidos y continúan sin existir opciones razonables para la perforación de sumideros al alcance de la población, lo que ha provocado un incremento de los vertimientos de estas a zonas exteriores, que unido a la ausencia de un sistema de alcantarillado en otras zonas de la ciudad, o mantenimiento de canalizaciones y zanjas apropiadas obligan a una presencia residual permanente y de importante agresividad (Delegación Provincial de Planificación Física, Matanzas, 2008).

La ciudad cuenta con un sistema de drenaje pluvial que incluye sus respectivas cajas de fango y pozos, que no ha recibido un adecuado mantenimiento en los últimos años. Consecuentemente ésta provoca inundaciones en algunas zonas del interior de la trama urbana tradicional (Delegación Territorial del CITMA, Cárdenas, 2007).

#### **a) Reparto 13 de Marzo**

El Reparto 13 de Marzo (Imagen 9) vierte sus aguas residuales a un sistema de tratamiento de residuales compuesto por dos lagunas de oxidación, cuyo efluente es vertido a la bahía de Cárdenas. Actualmente tributan 8.600 habitantes a este sistema de tratamiento.



**Imagen 9: Laguna de oxidación del Reparto 13 de Marzo (Fuente: CIMAB, 2008)**

#### **b) Reparto Fructuoso Rodríguez**

Las aguas residuales generadas en el Reparto Fructuoso Rodríguez son tratadas en una laguna de oxidación. Actualmente tributan 2.000 habitantes a este sistema de tratamiento que infiltra al subsuelo a través de tres pozos de infiltración. Presenta una coloración verde característico de un sistema lagunar con buen estado de funcionamiento.

### **3.4. Instalaciones de tratamiento de residuales en Varadero**

En el complejo turístico-habitacional de Varadero se mantienen en operación seis sistemas de tratamiento de residuales que asimilan las aguas residuales domésticas de la mayoría de las instalaciones hoteleras y una parte del sector poblacional de Varadero.

Las características generales de estos sistemas de tratamiento, atendiendo al tipo de tratamiento, capacidad y lugar de vertimiento se presentan en la tabla 6.



**Tabla 6. Características generales de los sistemas de tratamiento (Fuente: CIMAB, 2008)**

Planta de tratamiento (PTR)	Tipo de tratamiento	Capacidad de diseño (m <sup>3</sup> día <sup>-1</sup> )	Capacidad actual (m <sup>3</sup> día <sup>-1</sup> )	Disposición final
PALMERAS (Colector Calle K)	PTR de Lodos Activados	1000	1000	Riego de áreas verdes
TAINOS I	PTR de Lodos Activados	1500	750	Riego de áreas verdes
TAINO II	Laguna de Oxidación	5917	502	Bahía de Cárdenas
LAGUNA OASIS	Laguna de Oxidación	2077	823	Pozos de infiltración
SIGUAPA (Calle 13)	Laguna de Oxidación	28825	730	Bahía de Cárdenas
HICACOS	PTR de Lodos Activados	3445	2/3	Subsuelo y riego de áreas verdes



### 3.4.1. Planta de Tratamiento Residual Palmeras

La planta de tratamiento Palmeras (Imagen 10) asimila las aguas residuales de las instalaciones turísticas Meliá Las Américas, Meliá Varadero, Sol Palmeras y Plaza América. Las aguas depuradas son utilizadas para el riego de áreas verdes. Esta planta se encuentra en proceso inversionista para la construcción de un bloque de tratamiento terciario con el fin de minimizar los riesgos de contaminación a los suelos (Imagen 11).



Imagen 10: Planta de Tratamiento Palmeras  
(Fuente: CIMAB, 2008)



Imagen 11: Proceso Inversionista del bloque de  
tratamiento terciario (Fuente: CIMAB, 2008)

### 3.4.2. Planta de Tratamiento Residual Tainos I

La planta de tratamiento Taino I asimila las aguas residuales de las instalaciones turísticas Club Med, Brisas del Caribe y Arenas Doradas y descarga sus efluentes a pozos de infiltración. Alcanza una capacidad de  $1.000 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$  en temporada de alza turística.

### 3.4.3. Planta de Tratamiento Residual Tainos II

La planta de tratamiento Taino II (Imagen 12) asimila las aguas residuales de las instalaciones turísticas Beaches Varadero, Playas de Oro. Tainos, Gran Hotel, Río Turquesa, Iberostar Taíno y Blau Varadero. El destino final del efluente tratado es la Bahía de Cárdenas. En la laguna de oxidación Tainos II se elaboró el proyecto de



inversión para la incorporación de un tratamiento terciario con el fin de minimizar su impacto en la zona costera al reutilizar su efluente en el riego de áreas verdes, aunque el comienzo de estas obras está pendiente de financiamiento.



Imagen 12: Laguna de Oxidación Taíno II (Fuente: CIMAB, 2008)

#### 3.4.4. Planta de Tratamiento Residual Laguna Oasis

Al sistema de tratamiento Laguna Oasis (Imagen 13) tributan las aguas residuales de las instalaciones turísticas Hotel Oasis, Paradiso y Puntarena. En cuanto a la laguna Oasis, en el año 2006 se repararon los dos sifones que trasladan las aguas residuales a través del Canal de Paso Malo a la laguna de oxidación, por lo que toda el agua residual llega a este sistema de tratamiento, siendo eliminado su vertimiento al Canal de Paso Malo.



Imagen 13: Laguna de Oxidación Oasis (Fuente: CIMAB, 2008)



### 3.4.5. Planta de Tratamiento Residual Siguapa

La planta de tratamiento Siguapa recepciona las aguas residuales de las instalaciones turísticas Barlovento, Varazul, Marazul, Bellamar, Tropical Astoria, La Cancha, Villa Caleta, Villa Caribe, Villa Herradura, Villa Mar del Sur, Villa Alamar, Villa Lupe, Hotel de las FAR y las aguas residuales urbanas procedentes de la población desde la Calle 13 hasta la Calle 46. El destino final del efluente tratado es la Bahía de Cárdenas. En las investigaciones realizadas por CIMAB en el 2008 se pudo constatar la existencia de una avería en el colector de Siguapa, que provoca intrusión salina y alteraciones en el sistema de tratamiento, disminuyendo su eficiencia de remoción. Como el costo de las obras de reparación es elevado no se ha definido la entidad financista.

### 3.4.6. Planta de Tratamiento Residual Hicacos

La planta de tratamiento Hicacos (Imagen 14) asimila las aguas residuales de las instalaciones turísticas Tryp Varadero, Maritin, Princesa del Mar, Barceló Marina Palace y Marina Gaviota. El destino final de los residuales tratados es la infiltración en pozos construidos por debajo del nivel del manto freático y para el riego de las áreas verdes de los hoteles cercanos. Actualmente, la planta de tratamiento mantiene operativa solamente una de sus tres líneas.

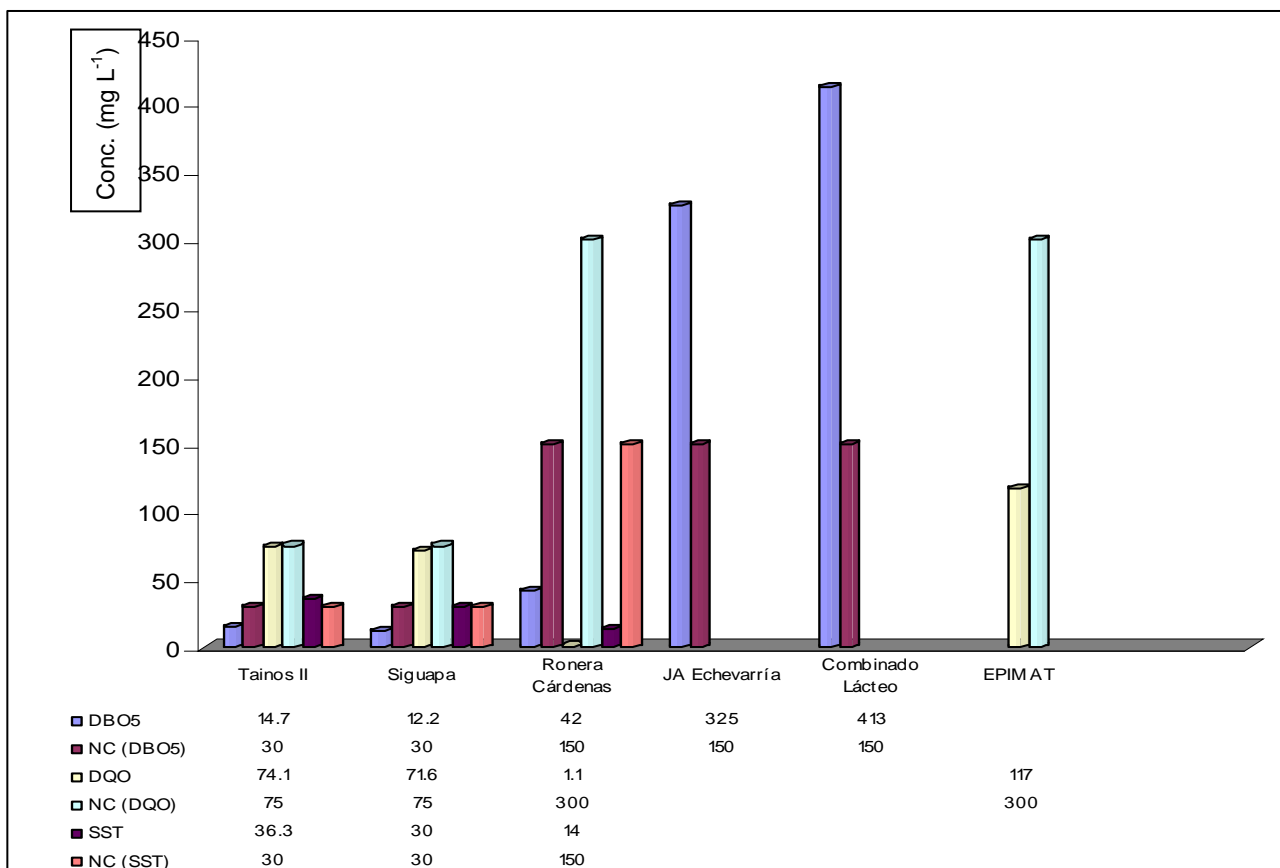


Imagen 14: Planta de tratamiento Hicacos (Fuente: CIMAB, 2008)



### 3.5. Caracterización de aguas residuales tributarias a la zona de estudio

La carencia de una base de datos integrada y completa sobre la caracterización de las fuentes contaminantes en la zona Bahía Cárdenas no permitió realizar un análisis riguroso, por instalación de la evolución de los aportes contaminantes en el territorio. Teniendo en cuenta los parámetros considerados en la Norma Cubana NC 521:2007 "Vertimiento de Aguas Residuales a la Zona Costera y Aguas Marinas. Especificaciones". Se definió la clase "C" para este cuerpo receptor, correspondiente a zonas de pesca, con excepción de la zona de Playa Larga clasificada como clase "B" por ser un área marina dedicada al baño. En el gráfico 1 se muestra la comparación de las descargas de los residuales generados en estas fuentes contaminantes con la norma de vertimiento.



**Gráfico 1: comparación de las descargas de los residuales de las diferentes fuentes contaminantes con la norma de vertimiento (Fuente: CIMAB, 2008)**





Como se observa en el gráfico, los residuales líquidos generados en la Empresa Diversificadora José Antonio Echevarría y el Combinado Lácteo no cumplen con el límite máximo permisible para la materia orgánica en términos de  $DBO_5$ , según la NC 521:2007; esto se debe a la insuficiencia y/o falta de órganos de tratamiento de aguas residuales industriales. En cuanto al sistema de tratamiento Tainos II, supera ligeramente los valores permisibles de SST, y los valores de DQO se encuentran muy cercanos al máximo permisible; similar comportamiento se obtuvo a la salida del sistema de tratamiento Siguapa, pues los valores de DQO y SST se encuentran al límite de lo permisible.



### 3.6. Calidad ambiental del agua

La calidad ambiental del agua se determina mediante parámetros físicos y químicos con el fin de conocer la calidad y el estado del ambiente, por lo que en nuestro caso de estudio se consideran indicadores de estado.

La información obtenida de los diferentes estudios realizados en la Bahía de Cárdenas, ha sido comparada con la NC-25:1999 para aguas de uso pesquero y con la NC.22:1999 para aguas de uso recreativo, con el fin de determinar el grado de alteraciones de la calidad del ecosistema. Así como la evolución en el tiempo de los parámetros de calidad escogidos durante el período 1999-2008.

Para determinar en qué estado se encuentra la calidad ambiental del agua de la Bahía de Cárdenas, se evaluaron los diferentes sectores a partir de los informes más recientes.

#### a) Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto alcanzó valores estables en los diferentes sectores para aguas de uso pesquero, por encima de los 5 mg/l que la NC-25:1999 establece como límite inferior, por lo que se considera que la oxigenación de las aguas superficiales es adecuada para todos los sectores. Esta situación se da en la zona costera, donde por los aportes de nutrientes que se reciben del continente, favorece a que haya una alta producción primaria y, en consecuencia, una mayor concentración de oxígeno (De la Lanza, 2001). Las elevadas concentraciones de oxígeno indican una tendencia a la saturación o sobresaturación del agua favoreciendo la autodepuración del acuatorio (OMIC, 2008).

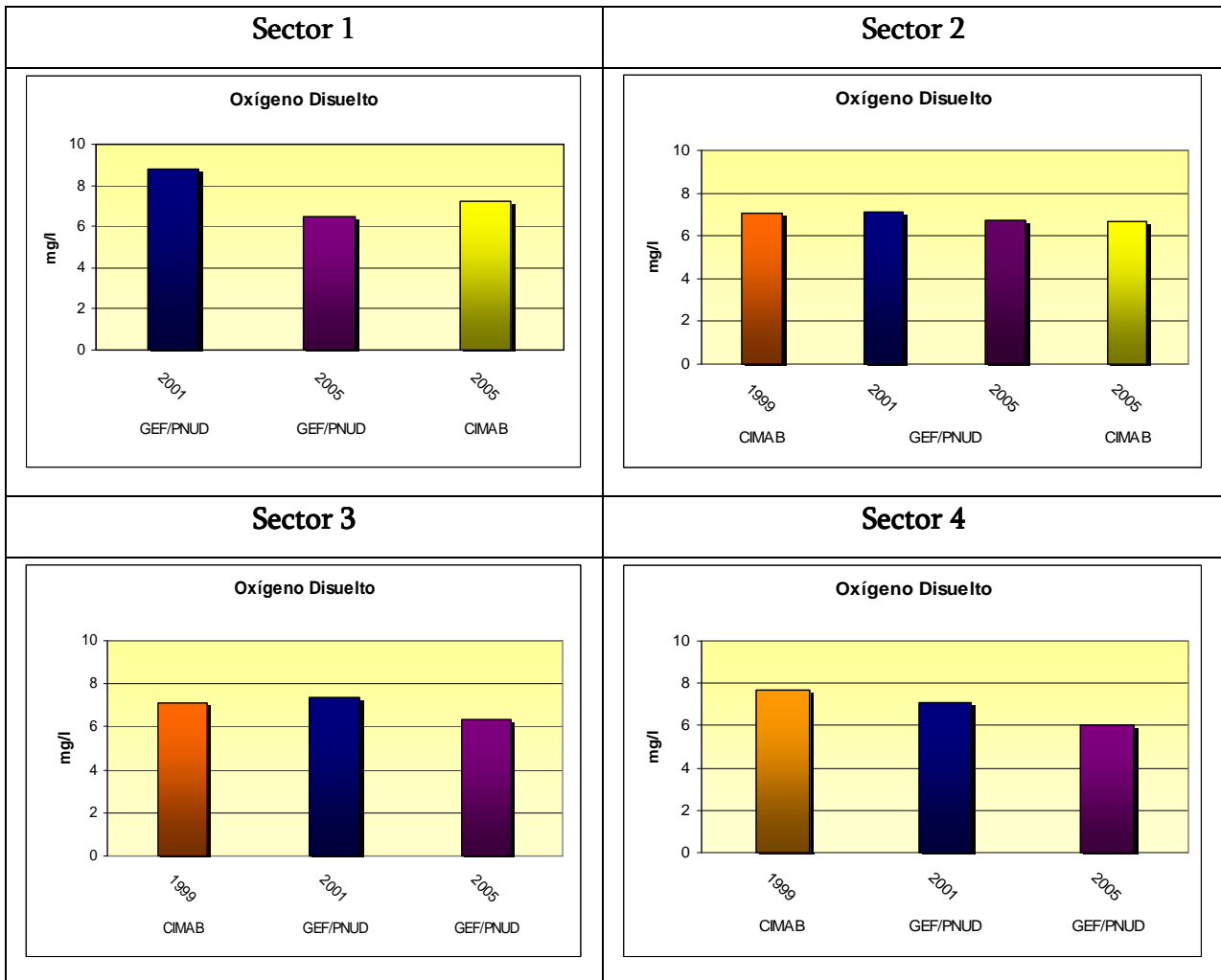
En el sector 5 (Playa Larga) se utilizó la NC-22:1999 en la que se especifica que el oxígeno disuelto se mantendrá en un valor mínimo del 70% de la concentración de saturación. Para ello se estimó una concentración mínima de oxígeno disuelto de 5 mg/l. Esta concentración se corresponde generalmente con una adecuada

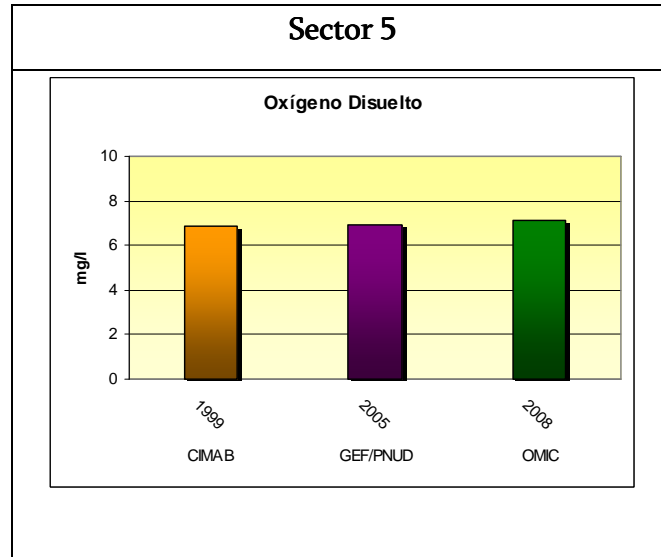


oxigenación de las aguas y con el 70% de saturación de oxígeno exigido por la norma.

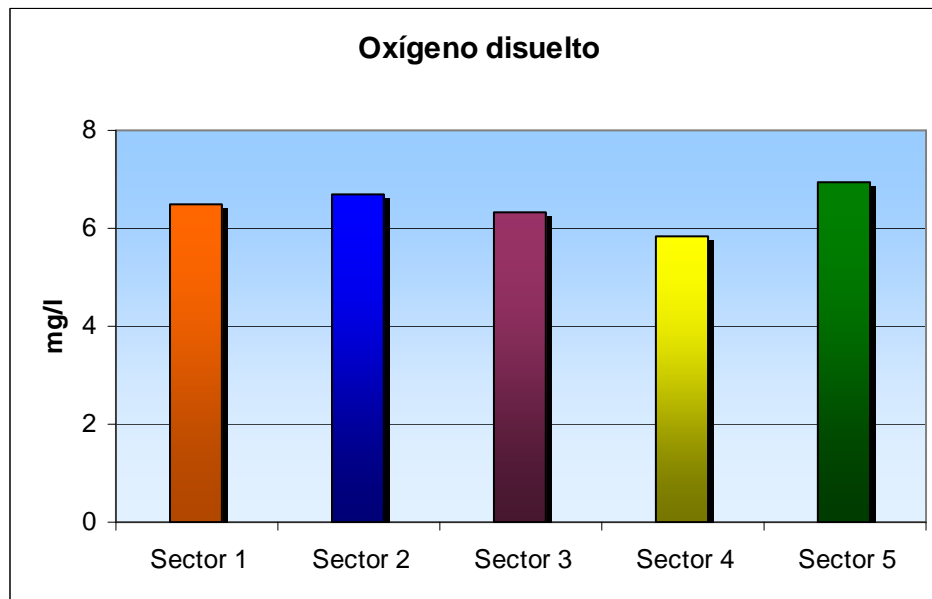
Ninguno de los resultados obtenidos en el sector 5 fueron inferiores a esta limitación, por lo que también se considera que hay una adecuada oxigenación de las aguas en esta zona.

**Tabla 7. Concentración de oxígeno disuelto por cada sector en los diferentes años (Fuente: propia)**





Según los datos proporcionados por GEF/PNUD (2005), el oxígeno disuelto se ha mantenido por encima de la norma en todos los sectores. Por lo que el agua de la bahía presenta una adecuada oxigenación en estas zonas.



**Gráfico 2. Concentración de Oxígeno Disuelto en los diferentes sectores para el año 2005**

(Fuente: propia)



### **b) Demanda Biológica de Oxígeno**

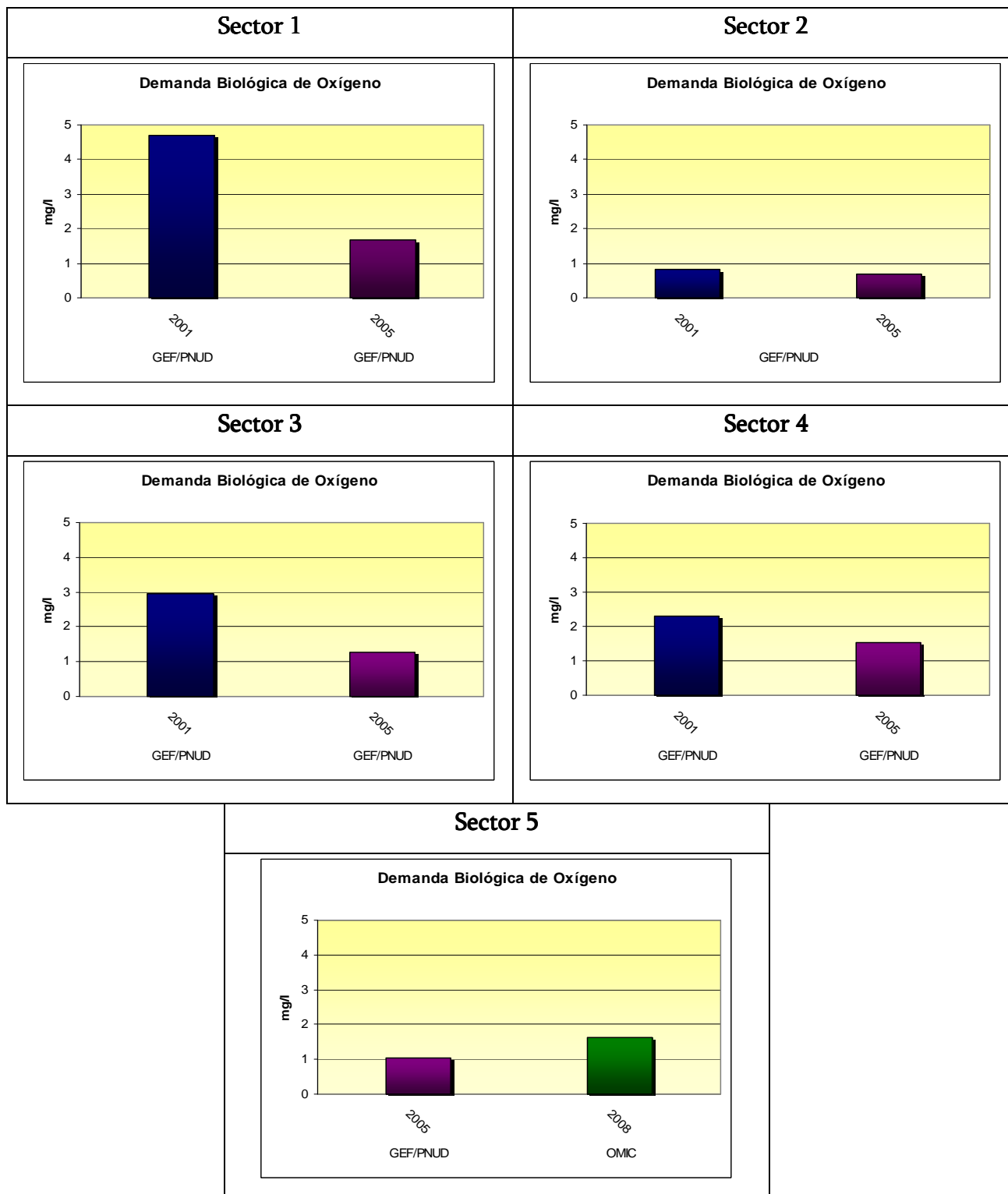
La Demanda Biológica de Oxígeno se encuentra en todos los sectores considerados zonas de uso pesquero por encima de lo indicado por la NC-25:199, que establece valores de 1 mg/l para una calidad dudosa del agua, excepto en el caso del sector 2 donde se obtuvieron valores por debajo de este límite. En la norma se especifica que cuando los valores de DBO oscilan entre 1-2 mg/l la calidad del agua será dudosa y cuando supere el valor de 2 mg/l se considerará de mala calidad. Por lo tanto en los sectores 1, 3 y 4 en el año 2001 se aprecia una mala calidad del agua, a diferencia del año 2005 en el que la calidad del agua es dudosa, ya que la Demanda Biológica de Oxígeno por parte de las bacterias es inferior que en los sectores anteriores.

El sector 5 fue comparado con la NC-22:1999 que expone su límite mínimo en 3 mg/l, esta limitación no es superada en ningún año en Playa Larga.

Para los sectores muestreados en el año 2001 y 2005 se observa una disminución de la DBO en el año 2005 respecto al 2001. Esto podría deberse a que los resultados obtenidos en el 2005 se vieron afectados por un posible incremento de los procesos heterotróficos que se dan en la época de lluvia en que se realizó el muestreo. A diferencia del muestreo llevado a cabo en el 2001 en época seca.



Tabla 8. Concentración de DBO por cada sector en los diferentes años (Fuente: propia)





Según Montalvo *et al*, 2006, en el año 2005 la Demanda Biológica de Oxígeno se consideró de buena calidad para el sector 2 y 5. En el resto de sectores la calidad fue dudosa.

Los valores más elevados se encuentran en los sectores 1 y 4. En el primero puede provenir de las aguas residuales e industriales vertidas en el litoral de la ciudad de Cárdenas, ya que tiene un alto contenido en materia orgánica. En el sector 4, los valores de DBO podrían deberse a la materia orgánica particulada biogénica presente en la zona central del lóbulo occidental de la bahía.

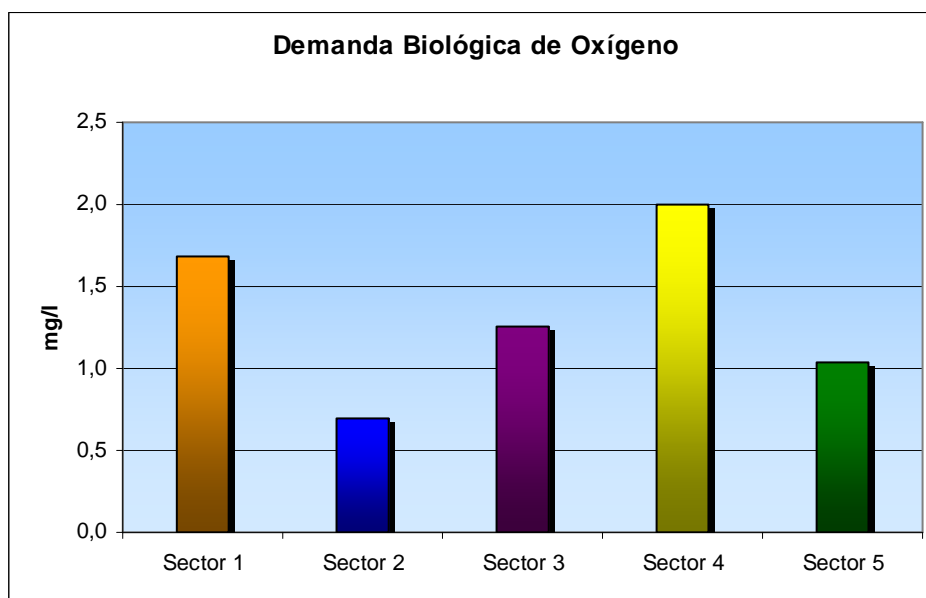


Gráfico 3. Concentración de DBO en los diferentes sectores para el año 2005 (Fuente: propia)

### c) Demanda Química de Oxígeno

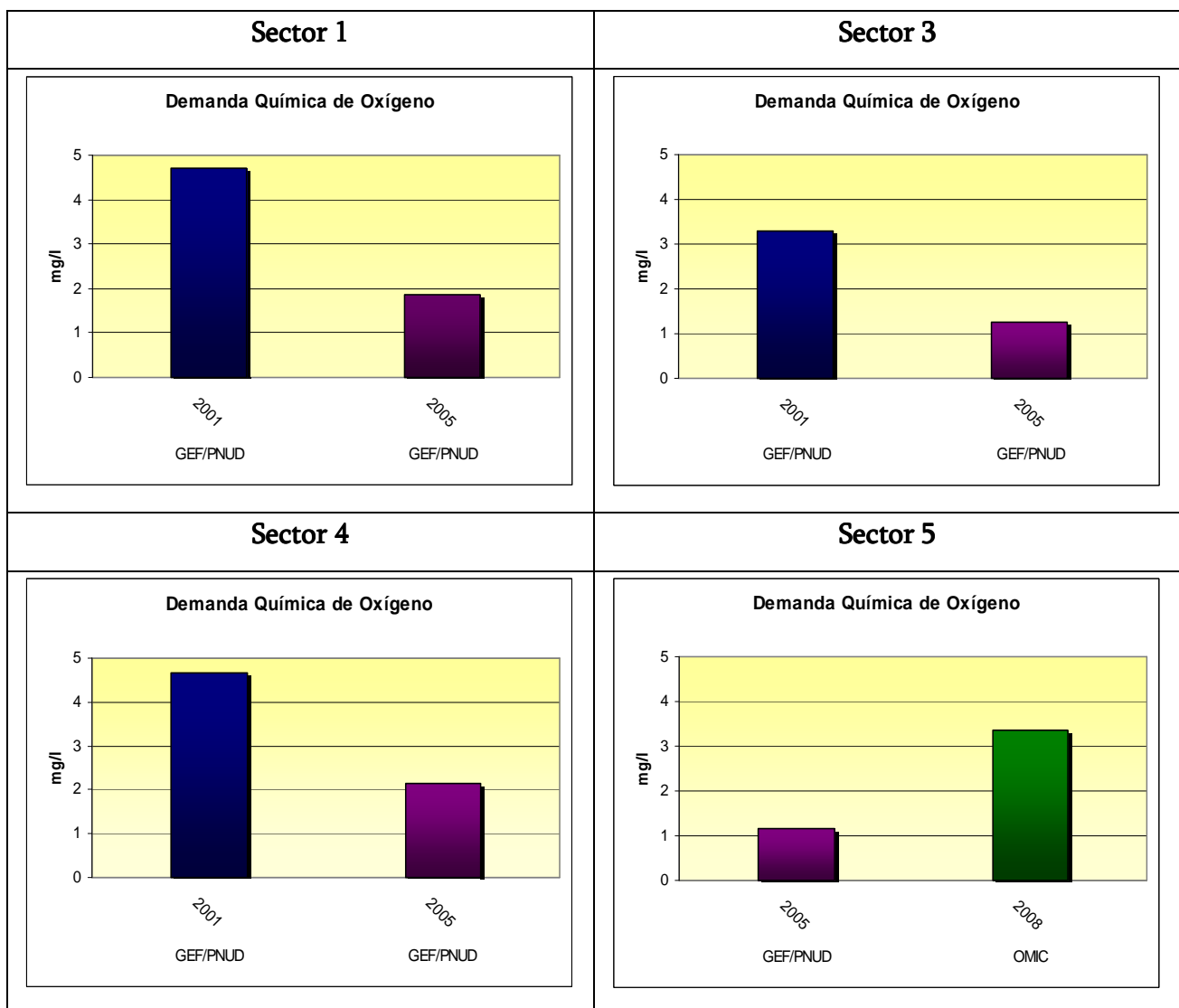
La norma cubana no contempla la DQO, por ello se utilizó como criterio de calidad la norma EQS (2002) Environmental Quality Standards for Water Pollution, que establece un límite de 3 mg/l para aguas de buena calidad. Esta fue superada en todos los sectores de uso pesquero en el año 2001, y se encontró por debajo para el año 2005. Una elevada DQO como la que data el 2001, indica una mayor contaminación, producida por una elevada cantidad de materia biodegradable y no biodegradable susceptible de oxidación química.



En el Sector de Playa Larga, aumenta los valores de DQO en el 2008, sobrepasando este año la NC-22:1999 que establece un máximo de 2 mg/l, esto puede deberse a la época de muestreo y a diversos factores que favorecen una mayor concentración de la materia orgánica en las zonas de baño.

Se observa una disminución de la Demanda Química de Oxígeno en el año 2005 respecto del 2001 en los sectores 1, 3 y 4.

Tabla 9. Concentración de DQO por cada sector en los diferentes años (Fuente: propia)



La información recopilada (Montalvo et al. 2006) muestra que la Demanda Química de Oxígeno presenta una distribución parecida a la DBO para cada sector,





con concentraciones más elevadas para el sector 1 y 4, pero siempre por debajo de lo establecido por el criterio de calidad japonés EQS tenido en cuenta.

El sector 5 se encuentra dentro del límite establecido por la NC-22:1999 para la DQO, siendo un agua de buena calidad según este parámetro.

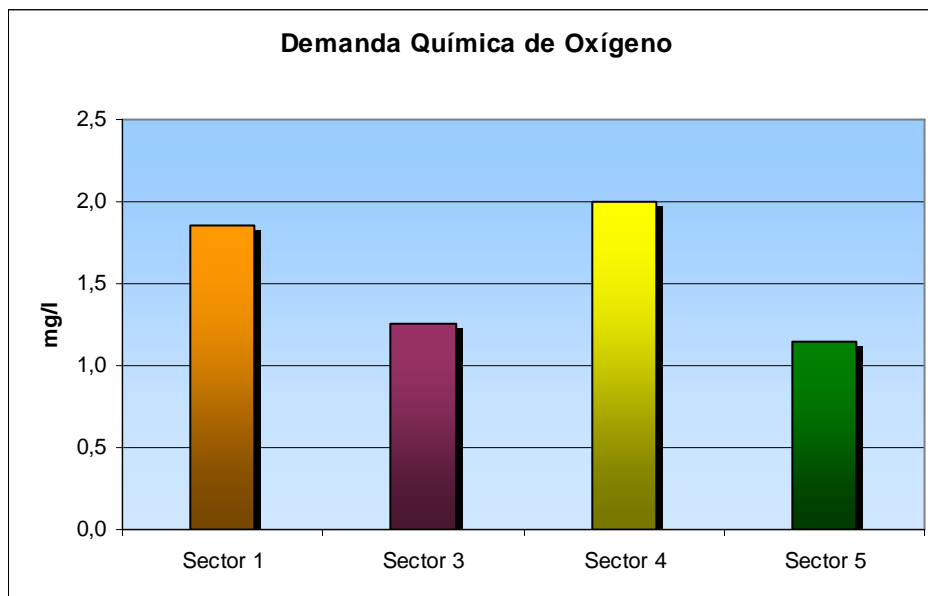


Gráfico 4. Concentración de DBO en los diferentes sectores para el año 2005 (Fuente: propia)

#### d) Concentraciones de Fósforo

El fósforo es un elemento que presenta como micronutriente varias formas químicas disueltas y particuladas, siendo la forma inorgánica la más importante. Los polifosfatos son de origen antrópico y se encuentran más en las lagunas y estuarios que en el mar. Dentro de la fracción disuelta están también los compuestos orgánicos, producto de la descomposición de la materia orgánica muerta o de excretas de organismos. Generalmente se detectan en aguas superficiales en bajas concentraciones (De la Lanza, 2001).

Se observa una fluctuación en ambas concentraciones de fósforo con una ligera tendencia a aumentar durante el último período.

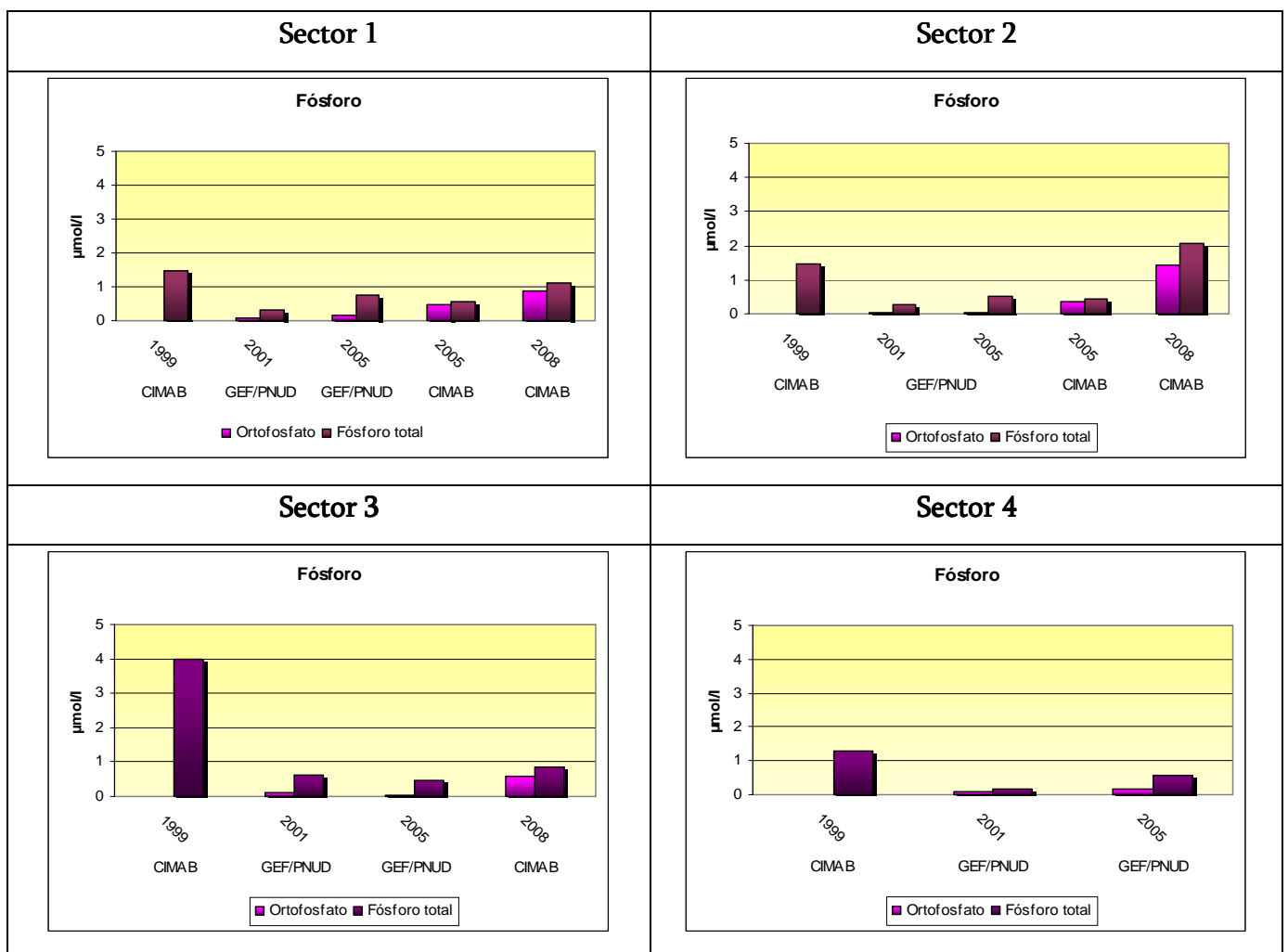


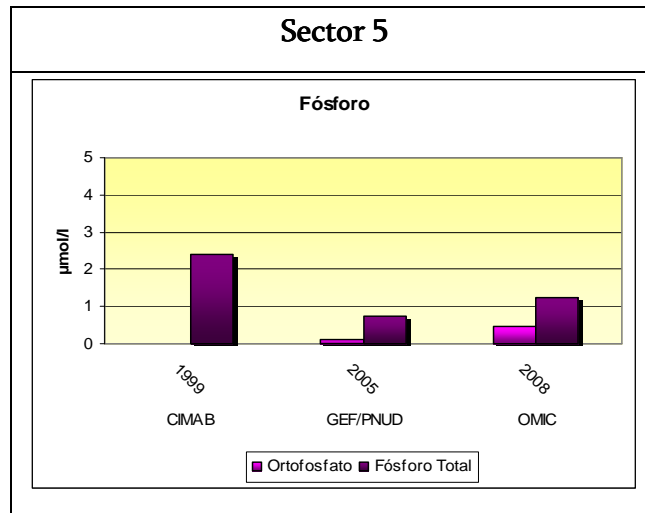
La NC-25:1999 establece un límite de 1,61  $\mu\text{mol/l}$  de concentraciones de ortofosfato para aguas de buena calidad; este valor no fue superado por ninguno de los sectores.

Para el fósforo total, al no estar contemplado en la NC-25:1999, se tomó como referencia el criterio de Perigó (1996), que considera un valor máximo de 1,06  $\mu\text{mol/l}$  para un sistema costero altamente afectado por vertimientos industriales. Este límite fue superado en los sectores 1 y 2, en el año 1999 y 2008.

La concentración de fósforo se reporta en la NC-22:1999 en criterios que no provoquen exceso de eutrofización en el medio. Siguiendo el límite establecido por Perigó (1996), este solo fue superado en el 1999 para el sector 5.

**Tabla 10: Concentración de Fósforo por cada sector en los diferentes años (Fuente: propia)**

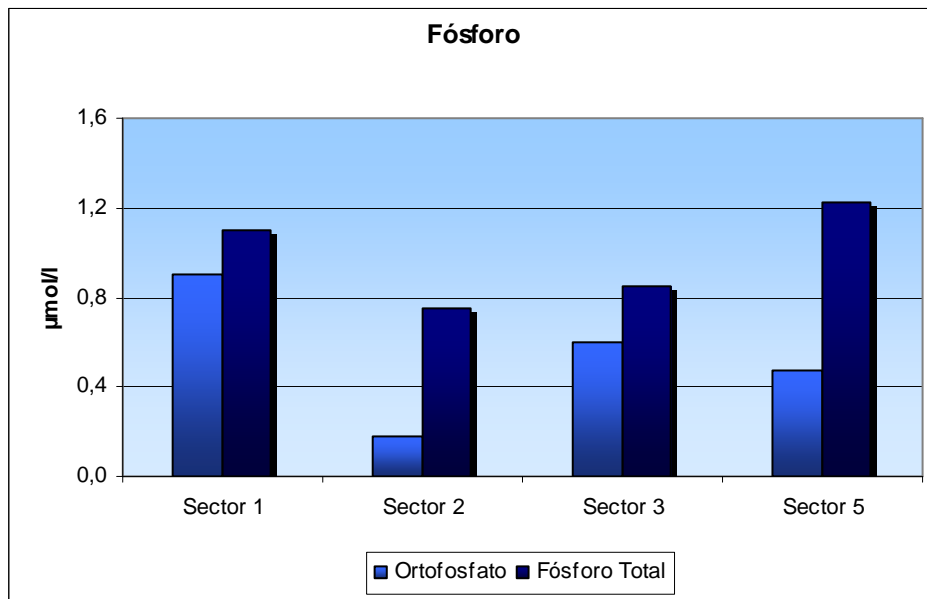




Todos los sectores para aguas de uso pesquero estudiados en el 2008, según CIMAB, presentan una baja concentración de fósforo en la actualidad, estando las concentraciones de ortofosfato por debajo del requisito establecido por la NC-25:1999 de 1,61 µmol/l.

Se observa que la concentración de fósforo presente en la bahía en general es baja, esto puede ser debida a las características que presentan las aguas de latitudes tropicales (Comunicación personal: Montalvo, 2009). Siendo las fuentes antrópicas el motivo por el que esta agua pueda presentar una mayor concentración de fósforo.

El sector 5 supera el criterio de calidad según Perigó, 1996, por lo que puede estar siendo afectado por vertidos residuales.



**Gráfico 5: Concentración de Fósforo en los diferentes sectores para el año 2008 (Fuente: propia)**

#### e) Nitrógeno

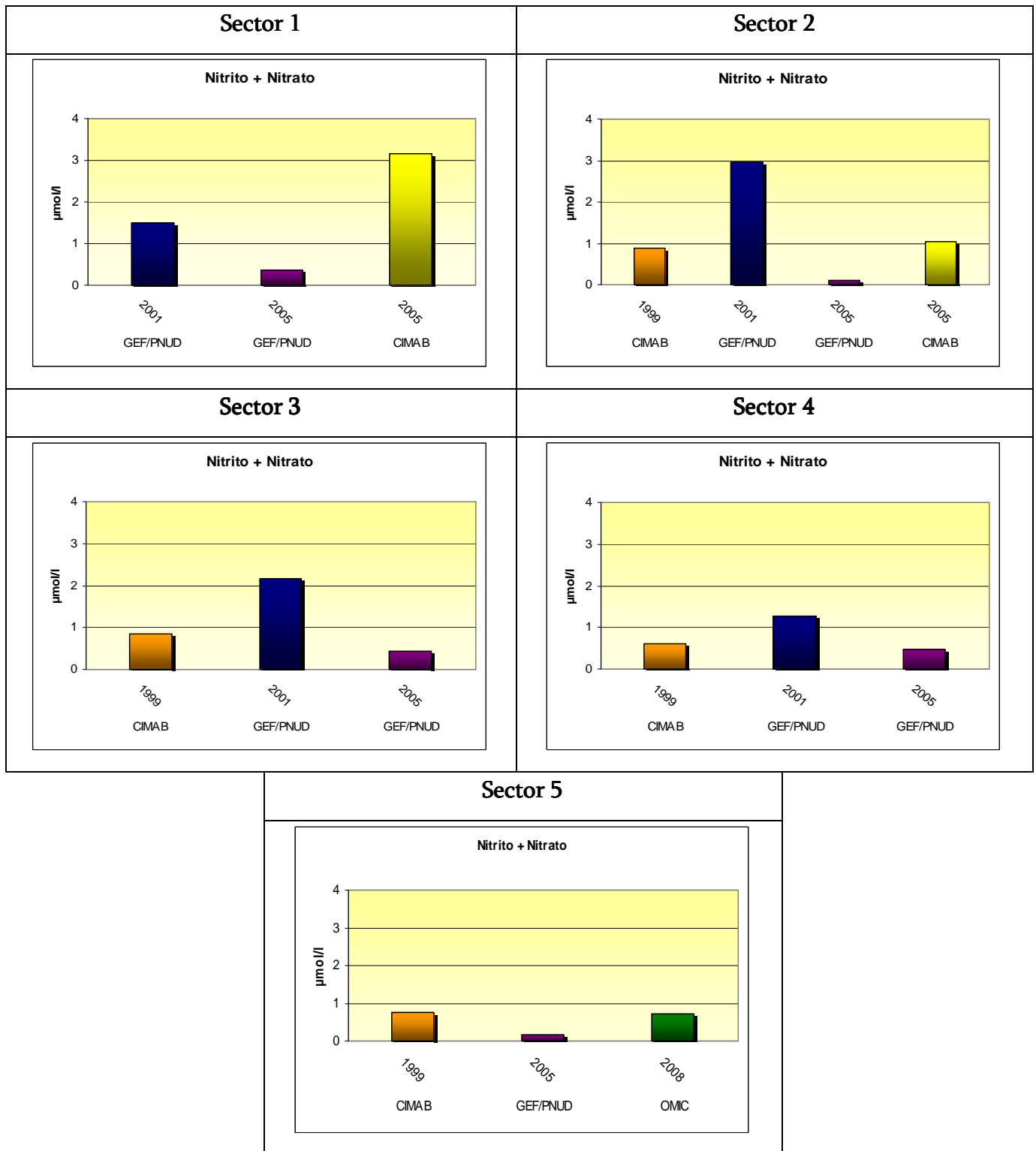
Las concentraciones en forma de nitrógeno (nitritos + nitratos) se compararon con el límite requerido por la NC-25:1999 de  $0.71 \mu\text{mol/l}$  para las concentraciones de nitrato en aguas de buena calidad.

Esta norma fue sobrepasada en todos los sectores de agua de uso pesquero, en todos los años, excepto en el año 2005 muestreado por GEF/PNUD.

Los compuestos de nitrógeno en tierra, nitrato o urea, pasan a nitratos por las bacterias y como estos son solubles en agua, son arrastrados por las lluvias hacia el mar (Addiscott *et al.*, 1991). En el sector 1 este exceso de nitrógeno en forma de nitrato puede provenir de las aguas residuales vertidas a la bahía provenientes de la Ciudad de Cárdenas. En el sector 2 debido a las condiciones geográficas y antrópicas las elevadas concentraciones de nitratos pueden deberse al aporte de aguas residuales de origen doméstico y a la escasa recirculación y remoción de las aguas en esta zona.



Tabla 11: Concentración de Nitrito + Nitrato por cada sector en los diferentes años (Fuente: propia)





Las concentraciones de nitritos + nitratos, en el 2005, según Montalvo et al, 2006, se encuentran por debajo de lo establecido por la NC-25:1999 para nitratos, ya que son concentraciones muy bajas.

Según Friligos (1980), en las aguas marinas que reciben aguas albañales sin tratar la concentración de nitrógeno en forma de nitrato debe oscilar alrededor de los 5,0  $\mu\text{mol. L}^{-1}$ . Esto no ocurre en ninguno de los sectores estudiados.

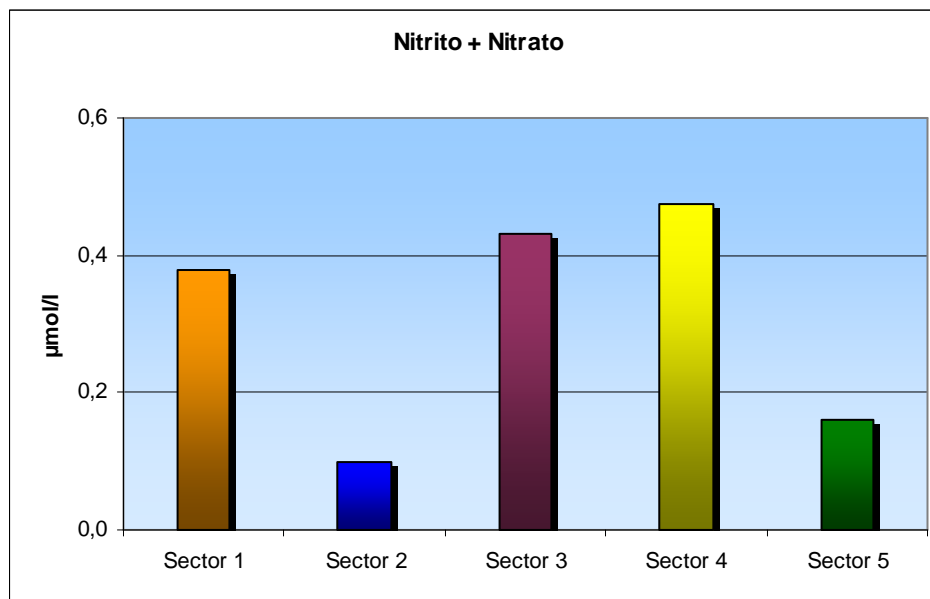


Gráfico 6: Concentración de Nitrito + Nitrato en los diferentes sectores para el año 2005 (Fuente: propia)

#### f) Amonio

La concentración de amonio supera el máximo establecido por la NC-25:1999 de 2,14  $\mu\text{mol/l}$  en el año 2001 y 2008, para todos los sectores de uso pesquero, excepto en el sector 4 (parte central de la bahía), donde la concentración de amonio indica un agua de buena calidad.

Las concentraciones de amonio fueron especialmente elevadas en el año 2008 para el sector 1 y 2 y según reporta la bibliografía se corrobora un aumento de la concentración de amonio para todos los sectores cercanos al litoral de uso pesquero.

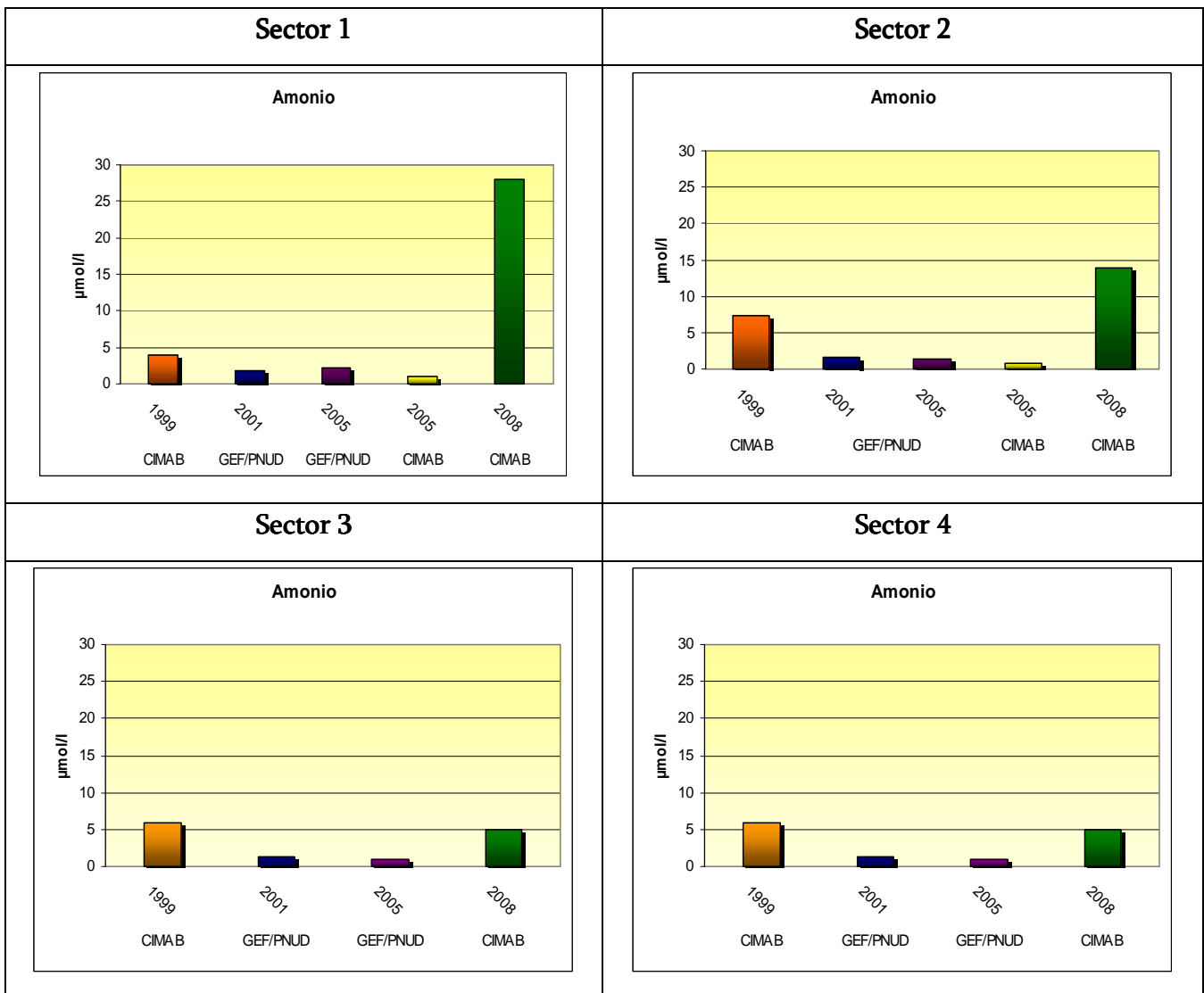
En el sector 1 se observan unas concentraciones más elevadas que en el resto, estas podrían ser debidas a los vertidos provenientes de la ciudad de Cárdenas. En el

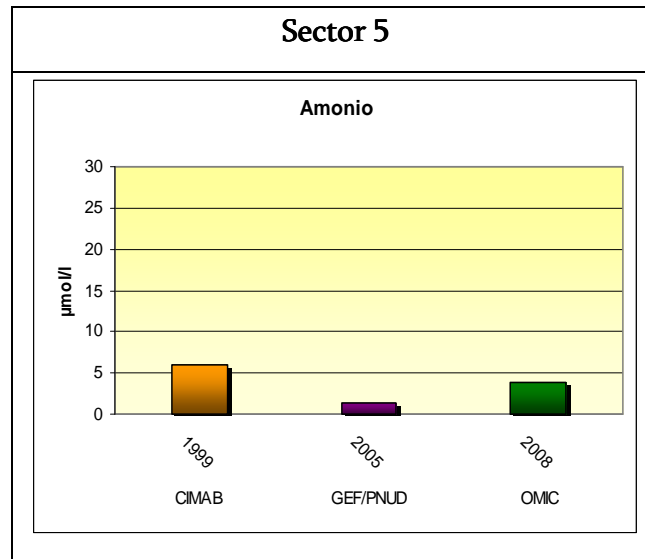


sector 2, el exceso de amonio puede ser consecuencia de los pedraplenes y los estrechos canales que conforman esta zona y que dificultan la circulación de las aguas, así como por los aportes de residuales domésticos.

Para el sector 5, la NC-22:1999 establece una concentración de nitrógeno que no ocasione eutrofización a la masa de agua, por lo que se tuvo en cuenta el criterio de calidad de la NC-25:1999, que fue superado en este sector en los años 2001 y 2008. Esto podría deberse a las aguas residuales que son vertidas al litoral.

Tabla 12: Concentración de Amonio por cada sector en los diferentes años (Fuente: propia)



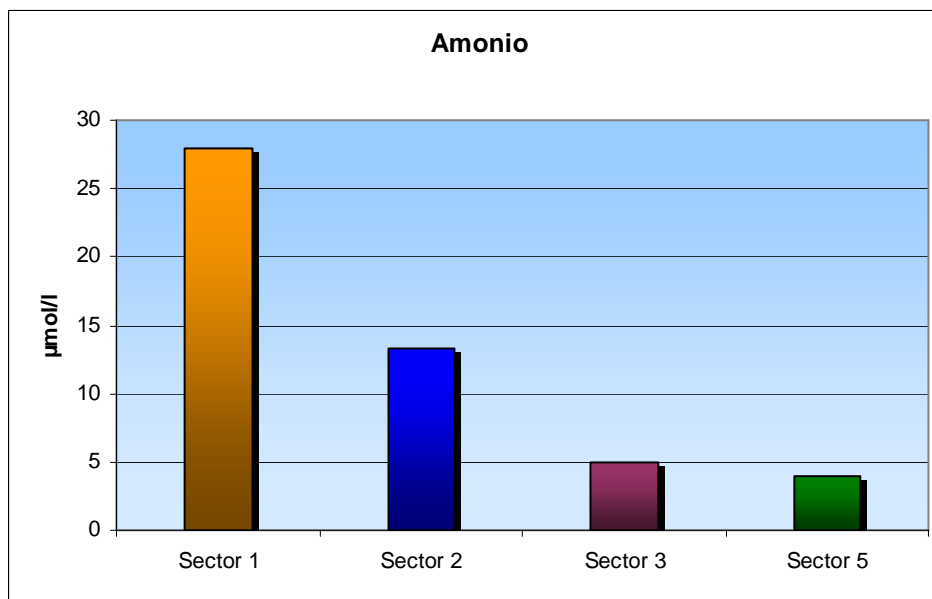


En el último año estudiado, CIMAB 2008, las concentraciones de amonio son muy elevadas en todos los sectores.

Según Ripoll, 2005 la presencia excesiva de amonio respecto nitritos + nitratos es una característica muy común en aguas fluviales contaminadas por vertidos de origen doméstico o provenientes de la red de alcantarillado, ya que estas tienen una alta concentración de amonio, causada por las aguas residuales de la población.

Las elevadas concentraciones del parámetro amonio, se deben fundamentalmente a los aportes de aguas residuales urbanas, ya que la ciudad no cuenta con un sistema de alcantarillado en gran parte de ella y existe un mal funcionamiento del mantenimiento en las fosas sépticas que impiden un tratamiento de estas aguas antes de ser vertidas al mar. Además es importante señalar que la Ciudad de Cárdenas se encuentra al mismo nivel del mar trayendo consigo el intercambio y la mezcla de estas aguas costeras con las aguas urbanas e industriales que incrementan la contaminación.





**Gráfico 7: Concentración de Amonio en los diferentes sectores para el año 2008 (Fuente: propia)**

### g) Hidrocarburos

Uno de los indicadores más importantes del ecosistema bahía de Cárdenas es la concentración y distribución de hidrocarburos disueltos y dispersos en el agua, ya que esta es una zona de gran importancia para la explotación petrolera. A pesar de ello, solo se pudieron comparar dos sectores.

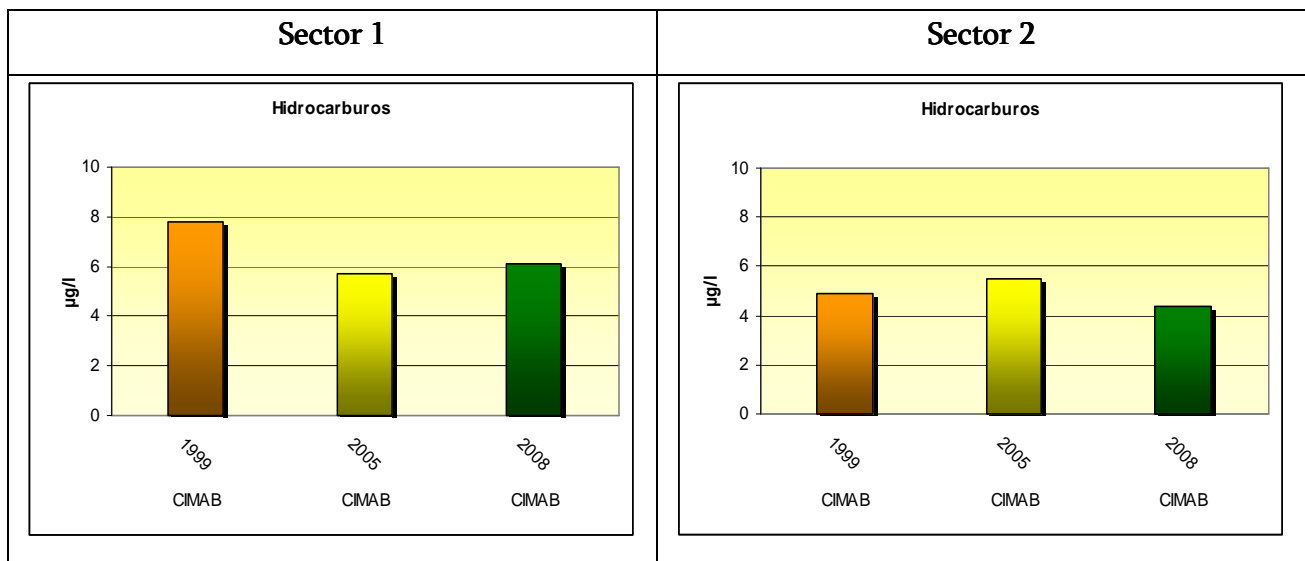
Se observan fluctuaciones para ambos sectores en la concentración de hidrocarburos.

La presencia de hidrocarburos en el sector 2 se debe a la retención de las aguas por el obstáculo para su circulación que representan los pedraplenes. Para el sector 1, el vertimiento de residuales líquidos, urbanos e industriales que llega a la bahía por las actividades en la ciudad contribuye a la elevación de la concentración de estos compuestos (CIMAB, 2008).

De forma general estos valores son considerados según las normas propuestas por el Proyecto Caripol como típicos de zonas costeras ligeramente contaminadas por petróleo (Atwood *et al*, 1987; CARIPOL, 1987; IOC/UNED, 1991).



**Tabla 13: Concentración de Hidrocarburos en el sector 1 y 2 en los diferentes años (Fuente: propia)**





- **Propuestas de actuación**

Teniendo en cuenta los factores que inciden de forma negativa sobre la calidad ambiental de la bahía, se propone una propuesta de actuación para prevenir, mitigar y controlar, la contaminación marina proveniente de las acciones antrópicas sobre los litorales costeros, las cuales se enumeran a continuación.

- Continuar con un **monitoreo sistemático** de los indicadores físico-químicos y microbiológicos de la calidad del agua del ecosistema bahía, cada 6 meses, uno en verano y uno en invierno en los puntos de muestreo determinados anteriormente.
- Incorporar el **monitoreo de indicadores bióticos** (como manglares, arrecifes, entre otros) en el estudio de la calidad de las aguas y los sedimentos marinos en la bahía. Estableciendo puntos de muestreo y analizando indicadores, además de un posterior seguimiento del estado de los indicadores con un monitoreo en verano y otro en invierno.
- Incorporar el estudio de **otros indicadores** tales como: vegetación emergida y sumergida, indicadores socio ambientales, geomorfológicos, entre otros, que nos brinden una mayor información de la calidad ambiental del ecosistema bahía.
- **Identificar y caracterizar** las fuentes contaminantes, y establecer un **control** sistemático de los principales **focos contaminantes**, mediante monitoreo de puntos de muestreo donde desembocan las aguas residuales de las industrias, con una frecuencia de cada 3 meses.
- Promover la práctica de **Producción más Limpia** en las industrias como una opción para la prevención de la contaminación, minimización de desechos y el desarrollo de tecnologías de tratamiento más eficientes.



- a. Evaluar los procesos industriales de las empresas y sus respectivos sistemas de tratamiento así como de la propia ciudad de Cárdenas, con el objetivo de hacer una propuesta de reducción de los impactos negativos que acompaña al ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su deposición.
  - b. Educación ambiental de los trabajadores de cada industria para conocer y entender las mejoras propuestas con el fin de implantarlas correctamente, así como para colaborar en la búsqueda de la eficiencia con su visión, sus opiniones y así estar al día de los cambios de la empresa con una frecuencia de una sesión cada mes.
  - c. Mantenimiento, reparación y rehabilitación de los sistemas de tratamiento, alcantarillado y drenajes pluviales de la ciudad. Elaborar unas fichas técnicas informativas del estado en que se encuentra la infraestructura y de la necesidad de la corrección y proponer un tiempo límite para la solución a aplicar.
  - d. En el caso de la ciudad de Cárdenas, evaluar la clasificación y deposición de los desechos sólidos cada 6 meses.
  - e. Elaborar un manejo adecuado de vertederos y un plan de contingencia contra derrame de hidrocarburos con un posterior seguimiento y control del cumplimiento.
  - f. Estudiar las industrias para una posible recirculación y/o reutilización de los residuales líquidos convenientemente tratados para uso agrícola industrial.
- Proponer a las industrias el establecimiento de una **política y estrategia ambiental** empresarial eficaz, la realización de diagnósticos ambientales, la



caracterización de residuales, la implantación de un sistema de gestión ambiental y posterior control.

- Promover programas de **educación ambiental** en la comunidad dirigidos a desarrollar conciencia de la importancia de la sanidad ambiental para poder llevar una mejor calidad de vida. Elaborar e implementar estos programas específicos de educación ambiental en lo que se identifiquen y promuevan el papel de los organismos e instituciones gubernamentales, los medios de comunicación y organizaciones sociales.
- **Talleres de información** sobre Manejo Integrado de Zonas Costeras a las industrias y a la población.
- Establecer **cuerpos de vigilancia** para la supervisión del cumplimiento de las tareas de Sistema de Gestión Ambiental Empresarial así como del cumplimiento de la legislación ambiental vigente, máximo cada 6 meses.



- **Plan de seguimiento**

Con el fin de aplicar las propuestas de actuación hemos elaborado una tabla resumen en la que proponemos un tiempo límite en que se tendría que aplicar la acción, así como la frecuencia en la que se tendría llevar a cabo el seguimiento y/o control de las actuaciones.

**Tabla 14: Tiempo límite de aplicación y seguimiento de aplicación de las propuestas de actuación.**

	<b>Propuestas de actuación</b>	<b>Tiempo límite de aplicación</b>	<b>Seguimiento</b>
	Monitoreo físico químico y microbiológico en verano y en invierno	Verano 09	Veranos e inviernos
	Incorporar el monitoreo de indicadores bióticos	Verano 09	Veranos e inviernos
	Control sistemático de los principales focos contaminantes	Verano 09	Cada 3 meses
	Promover programas de educación ambiental	Septiembre 2009	Cada mes
	Talleres de información sobre Manejo Integrado de Zonas Costeras	Enero 2009	Cada mes
	Supervisión del cumplimiento de las tareas de Sistema de Gestión Ambiental Empresarial y de la legislación ambiental vigente	Enero 2009	Máximo cada 6 meses
<b>Producción más limpia</b>	Educación ambiental para todos los trabajadores de las industrias	Enero 2010	Cada mes
	Elaborar plan de manejo adecuado de vertederos y plan de contingencia contra derrame de hidrocarburos y posterior control	Enero 2010	Cada 3 meses
	Propuesta de reducción de los impactos negativos de la vida de los productos	Enero 2011	-
	Evaluar la clasificación y deposición de los desechos sólidos de la Bahía de Cárdenas	Enero 2011	Cada 6 meses
	Mantenimiento, reparación y rehabilitación de los sistemas de tratamiento, alcantarillado y drenajes pluviales de la ciudad	Enero 2011	A precisar para cada caso
	Estudiar las industrias para una posible recirculación y/o reutilización de los líquidos residuales	Enero 2011	-
	Realización de diagnósticos ambientales, la caracterización de residuales y la implantación de un sistema de gestión ambiental	Enero 2012	Cada 6 meses



- **Propuesta de indicadores**

Para en un futuro poder evaluar la situación ambiental de la Bahía de Cárdenas se proponen una serie de indicadores que pueden ayudar a posteriores investigaciones de la zona.

**Tabla 15: Propuestas de indicadores según el modelo PER.**

		Modelo PER		
		Presión	Estado	Respuesta
Indicadores	Turísticos	Plazas de alojamiento	Estado del abocamiento de residuos en establecimientos	Certificados ambientales
		Nivel de ocupación de las plazas de alojamiento		Inversión de los hoteles en eficiencia energética
		Proporción de la población flotante		
	Pesca	Volumen de la captura pesquera	Estado de la sostenibilidad de los recursos pesqueros	Actividad de inspección y vigilancia de los recursos pesqueros
		Sobreexplotación pesquera (incluyendo la pesca recreativa)		Tiempo de veda pesquera
				Limitación esfuerzo de pesca
	Agricultura	Proporción de superficie agrícola	Superficie afectada por la degradación edáfica	Agricultura ecológica
		Tasa de consumo aparente de plaguicidas		Uso de fertilizantes ecológicos
		Tasa de consumo aparente de fertilizantes		
		Superficie de regadío		
		Intensidad de producción ganadera		
	Residuos	Generación total y per cápita de residuos sólidos urbanos	Proporción de deposición final de residuos sólidos urbanos	Reciclaje de residuos sólidos urbanos
		Producción de residuos peligrosos	Proporción de deposición final de residuos sólidos industriales	Recuperación de vidrio, papel y cartón
		Producción de residuos industriales		Tasa de residuos recuperados
				Tratamiento de residuos peligrosos
				Proporción de rellenos sanitarios
	Agua	Proporción de descarga de aguas residuales municipales	Calidad biológica de los ríos	Proporción de agua residual que recibe tratamiento
		Proporción descarga de aguas residuales industriales	Concentración de coliformes fecales en aguas superficiales	Proporción de áreas naturales protegidas



		Fugas y derrames de hidrocarburos	DBO en aguas superficiales	Proporción de la población con acceso al alcantarillado
		Población sin tratamiento de aguas residuales	Sustancias peligrosas en el agua	Población conectada al sistema de depuración público.
		Consumo de agua por origen (superficial o subterránea)	Concentración de nitratos en aguas superficiales	Destino de los lodos de la depuradora
		Producción de lodos de depuradora	Concentración de fósforo total en aguas superficiales	Coste medio del agua depurada
			Proporción de acuíferos sobreexplotados, con intrusión marina y/o bajo fenómenos de salinización de suelos o aguas subterráneas	Restauración de antiguas canalizaciones
<b>Población</b>		Índice de crecimiento poblacional	Proporción de la población que vive en zonas costeras	
		Índice de crecimiento de segundas residencias en zonas costeras	Densidad de la población que vive en zonas costeras	
<b>Educación ambiental</b>				Gastos destinados a educación ambiental en las principales Administraciones Públicas
				Programas de educación ambiental desarrollados
<b>Suelo</b>		Sobreexplotación del suelo		
		Erosión del suelo		Proyectos de restauración de suelos
		Incremento de las superficies artificiales	Suelos declarados contaminados	Cambio del uso del suelo
<b>Flora</b>		Pérdidas de especies amenazadas o en peligro de extinción	Porcentaje de especies amenazadas	
		Pérdida de especies autóctonas		Porcentaje de especies catalogadas con planes de recuperación y manejo
<b>Fauna</b>		Pérdidas de especies amenazadas o en peligro de extinción	Porcentaje de especies amenazadas	
		Pérdida de especies autóctonas		Porcentaje de especies catalogadas con planes de recuperación y manejo





<b>Político-Social</b>	<b>Participación ciudadana</b>		Nivel de democracia del país	Porcentaje de población que han participado activamente en diferentes campañas.
			Nivel de salud pública del país	
			Nivel de educación pública del país	
			Nivel de desempleo del país	



- **Conclusiones**

- El lóbulo occidental de la Bahía de Cárdenas se encuentra afectado por la presión antrópica de diferente naturaleza.
- La calidad del agua de la Bahía de Cárdenas se clasifica como dudosa, según NC-25:1999, debido a que las concentraciones de DBO, fósforo, amonio, sobrepasan los límites establecidos.
- Los valores de Oxígeno Disuelto encontrados en el período analizado, permite garantizar la vida en el medio marino y los procesos de autodepuración del cuerpo de agua.
- Los sectores costeros analizados se encuentran ligeramente contaminados por descargas de hidrocarburos.
- El sector 1, Ciudad de Cárdenas, presenta los mayores problemas de contaminación debido al vertimiento de residuales no tratados, indisciplina tecnológica y ausencia de alcantarillado.
- Se pudo determinar que existen fuentes terrestres de contaminación que inciden con aportes contaminantes al ecosistema Bahía de Cárdenas.
- Se determinó un total de 14 fuentes terrestres de contaminación que inciden de forma negativa a la calidad ambiental del ecosistema costero estudiado.
- Gran parte de las fuentes terrestres de contaminación presentan deficiencias en el manejo y disposición de sus aguas residuales.
- Se observa un nivel bajo de implementación de la gestión ambiental en el sector empresarial con deficiencias en la generalización de Diagnósticos Ambientales en el sector productivo.



- En el sector de playa Larga los indicadores estudiados cumplen con los requisitos físicos químicos según NC-22:1999.
- Es necesario que haya un seguimiento de la metodología de aplicación de indicadores de forma con el fin de minimizar los daños provocados por una inadecuada aplicación de la política medioambiental en la localidad.
- Sería necesaria una legislación más estricta la cual garantice una mayor protección y un uso sostenible de la zona costera cubana.
- Es necesario llevar a cabo las propuestas de actuación, para iniciar un proceso hacia una gestión sostenible y eficiente de la Bahía de Cárdenas.



- **Bibliografía**

Acevedo L.A., Mata J.A. 1989. Caracterización fisicoquímica del agua: manual de laboratorio. México: Universidad Autónoma de Querétano. ISBN: 968-845-067-7.

Addiscott, T.M., Whitmore A.P., Powlson D.S. 1991. *Farming, fertilizers and the nitrate problem*. CAB International, Wallingford, U.K.

Alconado P.M., García E.E, Espinosa N. 1999. *Protección de la biodiversidad y desarrollo sostenible en el ecosistema Sabana-Camagüey*. Proyecto GEF/PNUD Sabana-Camagüey. CUB/92/G31.

Alconado, P.M., García E.E., Arellano-Acosta, M. 2007. *Ecosistema Sabana-Camagüey. Estado actual, avances y desafíos en la protección y uso sostenible de la biodiversidad*. La Habana: Editorial Academia. ISBN: 978-959-270-093-2.

Atwood, D.K., *et. al.* 1987. “*Results of the CARIPOL Petroleum Pollution Monitoring Project in the Wider Caribbean*”. Marine. Pollution. Bulletin. 18: 540-548.

Blanco M. 2003. *Diagnóstico Físico Ambiental de las Playas de la Ciénaga de Zapata. Ideas preliminares para un Programa de Manejo Integrado Costero*. Tesis en opción al título académico de Máster en Gestión, Control y Protección de los Recursos Naturales. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

CIMAB. 2001. *Informe parcial de l Diagnóstico de la calidad ambiental del ecosistema de la zona Varadero-Cárdenas*. Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano. Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas.



CIMAB. 2005. *Informe parcial de la calidad de las aguas marinas de la zona Varadero-Cárdenas*. Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano. Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas.

CIMAB. 2008. *Informe parcial de Actualización de las fuentes terrestres de contaminación de la zona Varadero-Cárdenas*. Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano. Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas.

CIMAB. 2008. *Informe parcial de Control de la calidad ambiental del ecosistema marino de la zona Varadero-Cárdenas*. Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano. Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas.

CIMAB. 2008. *Informe parcial de la Evaluación de la efectividad de las medidas propuestas para el control y mitigación de las afectaciones a la zona costera estudiada*. Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano. Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas.

De La Lanza Espino, G. 2001. *Características físico-químicas de los mares de México*. México: Editores Plaza y Valdés, S. A. de C. V. ISBN: 968-856-950-X.

Fernández, L., A.L. Chirino. 1993. *Atlas Oceanográfico de las aguas del Archipiélago Sabana - Camagüey*. Instituto Cubano de Hidrografía. La Habana.

Friligos, N. 1980. *Distribution of Nutrient Salt in the Aegean Sea*. Thalassia Jugoslávica.



GEF/PNUD. 2005. *Acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el ecosistema Sabana-Camagüey*. Instituto de oceanología de La Habana.

Montalvo J.F. 2008. *Caracterización química de los sedimentos superficiales de las bahías de Cárdenas y Santa Clara, Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba*. Instituto de Oceanología de la Habana.

NC 22:1999. *Norma de lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores*. Oficina Nacional de Normalización. Ciudad de La Habana.

NC 27:1999. *Norma de vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y el alcantarillado*. Oficina Nacional de Normalización. Ciudad de La Habana.

NC 25:1999. *Norma de Calidad del agua y Sedimento para uso pesqueros*. Oficina Nacional de Normalización. Ciudad de La Habana.

NC 521:2007. *Norma de vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas*. Oficina Nacional de Normalización. Ciudad de La Habana.

OMIC. 2008. *Informe de Resultados de la implementación del protocolo de monitoreo de las playas de la provincia de Matanzas*. Oficina de Manejo Integrado Costero.

Perigó, E. 1996. *Calidad de un estuario y áreas costeras adyacentes del litoral sur de la provincia de Sancti Spíritus, Cuba*. Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Ciencias del Agua, Instituto de Oceanología, Cuba.



Petersson Roldán, M. 2005. *La utilización de técnicas matemáticas en la evaluación económica ambiental; el caso de contaminación de la bahía de Cárdenas*. Tesis Doctoral. Universitat de Girona.

PNUMA. 1999. *Evaluación sobre las Fuentes Terrestres y Actividades que Afectan al Medio Ambiente, Costero y de Aguas Dulces Asociadas a la Región del Gran Caribe*. Informes y Estudios del Programa de Mares Regionales del PNUMA N° 172. PNUMA/Oficina de Coordinación del PAM/Programa Ambiental del Caribe.

Regadera, R. et. al. 2001. *Evaluación y control de la contaminación marina en las bahías de Cienfuegos, Zona Varadero-Cárdenas, Matanzas, Mariel, Nuevitas, Nipe, Puerto Padre y Santiago de Cuba del PRCT Protección del Medio Ambiente y el desarrollo sostenible cubano*. Informe parcial del Diagnóstico de la calidad ambiental del ecosistema de la Zona Varadero-Cárdenas. Resultado 02. Proyecto 003072.

Rey, A., Lorenzo F. 1985. *Contaminación de las aguas de la Bahía de Cárdenas* Instituto de Planificación de Física-JUCEPLAN, 1ª. Jornada Científica Internacional sobre Planificación Regional y Urbana, Matanzas, Cuba.

Ripoll, M.M., Pujol, S. 2007. *Evaluación Preeliminar de la Calidad Ambiental de la Playa El Judío de Matanzas*. Tesis en Opción de la Licenciatura de Ciencias Ambientales. Universitat de Girona

Seoánez, M. C. 2000. *Manual de Contaminación Marina y restauración del litoral*. Madrid. Barcelona. México.



**Webs:**

<http://www.oas.org/osde/publication/unit/oea05/ch23.htm>

<http://www.pangea.org>

EQS. 2002. *Environmental Quality Standards for Water Pollution*. Japan Ministry of the Environment. Consulta en: 15/04/2009 Disponible en:

<http://www.env.go.jp/en/lar/regulation/wp.html>

Panajachel, S. 2005. *Informe de las visitas de campo y monitoreo de calidad de agua, en el lago de Atitlán, Solota*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Consulta: 9/04/2009. Disponible en:

<http://64.233.167.104/search?q=cache:b6hGur7HrZcJ:www.marn.gob.gt/info/Informe%2520de%2520calidad%2520de%2520agua,%2520lago%2520de%2520Atitl%C3%A0n.pdf+monitoreo+en+playa&hl=es&ct=clnk&cd=33&gl=cu>

UNESCO. 2000. *Geología Ambiental Costera*. Disponible en:

<http://64.233.167.104/search?q=cache:F3JC01Zjh7wJ:www.unesco.org.uy/geo/documentospdf/progcursowww.pdf+implementaci%C3%B3n+de+monitoreo+en+playa&hl=es&ct=clnk&cd=3&gl=cu>. Consulta: 9/04/2009





- **Anexos**



- **Anexo 1:**

**Legislación de Cuba**



---

# **NORMA CUBANA** obligatoria

**22:1999**

---

## **LUGARES DE BAÑO EN COSTAS Y EN MASAS DE AGUAS INTERIORES. REQUISITOS HIGIÉNICO SANITARIOS**

Descriptor: 1. Edición 1999

ICS: REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana

Teléf: 30-0835 Fax: 33-8048 E-mail: [ncnorma@ceniai.inf.cu](mailto:ncnorma@ceniai.inf.cu)

2

### **Prefacio NC 22:1999**

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités

Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la

Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

La NC XX :1999 ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización No.3 Gestión

Ambiental, integrado por especialistas de las siguientes entidades:

- \* Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
- \* Oficina Nacional de Normalización
- \* Centro de Gestión e Inspección Ambiental
- \* Centro Nacional de Envases y Embalajes
- \* Instituto de Investigaciones en Normalización
- \* Oficina Nacional de Recursos Minerales
- \* Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
- \* Ministerio de Economía y Planificación
- \* Ministerio de la Industria Pesquera
- \* Ministerio de la Industria Alimenticia
- \* Ministerio de la Industria Sideromecánica y la Electrónica
- \* Ministerio del Comercio Exterior
- \* Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción
- \* Ministerio de la Agricultura
- \* Ministerio del Azúcar
- \* Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas
- \* Ministerio de la Industria Básica
- \* Ministerio de Salud Pública
- \* Ministerio del Turismo
- \* Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología
- \* INTERMAR S.A.
- \* Ministerio de la Construcción
- \* Registro Cubano de Buques
- \* Ministerio de Educación Superior
- \* Instituto de Planificación Física



Esta norma contiene 3 tablas y el Anexo A, informativo.

□ **NC, 1999.**

**Todos los derechos reservados, a menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de Oficina Nacional de Normalización (NC).  
Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.  
Impreso en Cuba.**

3

□ **NC NC XX : 1999**

**LUGARES DE BAÑO EN COSTAS Y EN MASAS DE AGUAS INTERIORES.**

**REQUISITOS**

**HIGIÉNICO SANITARIOS**

**1 Objeto.**

Esta Norma Cubana establece los requisitos higiénico sanitarios de los lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores, a fin de crear un mejor control sanitario de las mismas. Será aplicada en la organización de los ya existentes así como en la proyección y explotación de los nuevos lugares con posibilidades de uso.

**2 Definiciones**

A los efectos de esta norma se definen los siguientes términos:

**2.1 lugar de baño**

sitio constituido por el área de baño, que es usada colectivamente por determinado número de personas para nadar o bañarse, con fines recreativos, deportivos o de salud;

el frente del área de baño, el área de exposición solar, y las instalaciones, equipos y demás medios auxiliares correspondientes

**2.2 área de baño**

parte del lugar de baño, que comprende la masa de agua del mar, río, presa, laguna u otra, con la suficiente extensión y profundidad que permita la completa inmersión y movimientos de natación del cuerpo humano

**2.3 frente del área de baño**

parte del lugar de baño, constituida por todo el perímetro de la costa o ribera, que se utiliza para el baño

**2.4 área de exposición solar**

parte del lugar de baño, contigua al área de baño, que se encuentra ocupada por la arena, pavimentada o acondicionada, en la cual los bañistas pueden recibir las radiaciones directas del sol

**2.5 recreación con contacto directo o primario**

actividad recreativa donde existe contacto, por inmersión parcial o total del cuerpo humano con el agua

**2.6 recreación con contacto indirecto o secundario**

actividad recreativa donde no existe contacto directo del cuerpo humano con el agua,



pero sí pueden ocurrir contactos parciales por salpicaduras, oleadas u otras

### **3 Requisitos para la utilización de los lugares de baño**

**3.1** La utilización de un lugar de baño será aprobada por la autoridad sanitaria competente,

previa presentación a la misma del proyecto y una breve memoria descriptiva del posible lugar a utilizar, incluyendo lo relativo a la calidad sanitaria del agua de acuerdo

a lo que establece la presente norma.

4

#### **NC XX : 1999 □ NC**

**3.2** El lugar de baño debe encontrarse alejado, aguas arriba o en sentido contrario a las

corrientes marinas, de puntos de vertimiento de residuales líquidos de todo tipo, así como

también distante de las instalaciones portuarias, esclusas e hidroeléctricas; fuera de los

límites de las zonas de protección sanitaria de industrias, vertederos de desechos sólidos u

otras fuentes de contaminación del aire y los ruidos.

**3.3** Se tendrá en cuenta que el lugar para establecer un lugar de baño posea una buena

infiltración de las precipitaciones atmosféricas y que los terrenos no sean polvorientos, sino

que predominen las arenas, grava menuda o el manto de césped y que no haya procesos

naturales desfavorables, tales como deslizamientos, derrumbes y otros, a menos que estas

condiciones sean transformadas o evitadas por el hombre.

**3.4** Se garantizará la existencia de aire libre y puro, así como la siembra de árboles de

sombra en determinadas áreas, de forma que no afecten la llegada de los rayos solares al

área de exposición solar y al área de baño.

### **4 Requisitos de los lugares de baño**

**4.1** En los lugares de baño que así lo requieran, se señalará por medios de vallas o carteles

las distintas zonas de profundidad, así como la existencia de piedras, malezas u otros objetos

que ofrezcan peligro a los bañistas.

**4.2** En los lugares de baño habrá distintas zonas de acuerdo con sus funciones, pudiendo

existir las siguientes:

#### **4.2.1 Zona de descanso:**

Comprende las áreas de sol o de sombra, aireadas libremente, sobre las arenas o áreas

verdes, dedicadas al descanso y esparcimiento. Las zonas sombreadas se obtendrán

colocando sombrillas, toldos u otros.

#### **4.2.2 Zona deportiva:**

Comprende las áreas con las instalaciones necesarias para la práctica libre de diferentes

deportes.

#### **4.2.3 Zona de servicios:**



Comprende los edificios de guardarropa, baños, cafeterías, restaurantes y quioscos.

**4.2.4 Zona de áreas verdes:**

Comprende las áreas de césped, arboledas y jardines, que podrán ser utilizadas para el descanso de los bañistas.

5

□ **NC NC XX : 1999**

**4.2.5 Zona pavimentada:**

Comprende las aceras, plazas y caminos de comunicación entre las distintas áreas.

**4.2.6 Zona de juegos infantiles:**

Comprende las áreas para las instalaciones de juegos infantiles, calculadas para niños hasta 8 años de edad.

En los lugares de baño, será necesario prever la construcción de zonas acondicionadas para el estacionamiento de medios de transporte, los cuales estarán a no más de 50 m.

**5. Requisitos higiénicos y de seguridad para los bañistas**

**5.1** Todo lugar de baño destinado fundamentalmente al baño de visitantes por un día, contará

con las instalaciones necesarias de servicios e higiene de los bañistas: taquillas para cambio

de ropa, servicios sanitarios, duchas, lavapies, bebederos con agua potable y recipientes con

tapa para desechos sólidos. Todas estas instalaciones se mantendrán permanentemente en

perfectas condiciones de higiene y limpieza.

**5.2** Para el agua potable suministrada a los bebederos se garantizará la calidad establecida

por la NC 93-02.

**5.3** En todo lugar de baño destinado fundamentalmente al baño de visitantes por un día, se

dispondrá de las instalaciones sanitarias mínimas establecidas en la Tabla 1.

6

**NC XX:1999 □ NC**

**Tabla 1. Instalaciones sanitarias mínimas establecidas de acuerdo al número y sexo de los bañistas.**

Número de instalación sanitaria	Tipo de instalación sanitaria	Número de bañistas Hombres	Mujeres
---------------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------

1	Inodoro	100-150	75
---	---------	---------	----

2	Inodoro	101-200	76-150
---	---------	---------	--------

3	Inodoro	201-400	151-225
---	---------	---------	---------

\*1 Por cada 500 hombres o 300 mujeres o partes >400 >300

1	Urinario	200	
---	----------	-----	--

2	Urinario	201-400	
---	----------	---------	--

3	Urinario	401-600	
---	----------	---------	--

\*1 Por cada 500 hombres o partes >600

Hombres / Mujeres

1	Lavamano	200	
---	----------	-----	--

2	Lavamano	201-400	
---	----------	---------	--

3	Lavamano	401-750	
---	----------	---------	--

\*1 Por cada 500 personas o partes >750



- 1 Bebedero 100
- 2 Bebedero 101-250
- 3 Bebedero 251-500
- 4 Bebedero 501-800
- \* 1 por cada 400 personas o partes >800

- 1 Ducha 50
- 2 Ducha 51-120
- 3 Ducha 121-200
- 4 Ducha 201-300
- \*1 Por cada 300 personas o partes >100

Ducha de enjuague 150 150

\* Instalación adicional por número de personas o partes.

**5.4** En todo lugar de baño, destinado fundamentalmente al baño de visitantes por un día,

existirán recipientes para desechos sólidos con tapas, de 110 litros de capacidad, los

cuales se ubicarán en cantidad de uno por cada 75 usuarios, espaciados cada 50 metros

y distribuidos por las diferentes áreas y zonas del lugar de baño, con excepción del área

de exposición solar, donde no se permitirán los mismos.

La recolección de estos recipientes podrá efectuarse directamente por el personal del servicio

de recogida o mediante la ubicación de contenedores de 1 100 litros de capacidad en cantidad de uno por cada 10 recipientes, situados en las áreas pavimentadas de fácil

acceso. La recogida se realizará diariamente.

7

**5.5** El diseño y ubicación de los lugares de salida y entrada a las taquillas para el cambio de

ropa, a las duchas y a los servicios sanitarios, facilitará el acceso de los bañistas, con el

menor recorrido posible, teniendo en cuenta las características del lugar. Los departamentos

para hombres y mujeres se ubicarán independientemente unos de otros.

© **NC NC XX:1999**

**5.6** A la entrada de las edificaciones y en los lugares de acceso a la zona de servicios,

existirán duchas de enjuague y con agua salobre o potable, para eliminar la arena y mantener

la higiene de los locales.

**5.7** En todo lugar de baño de uso público se situarán salvavidas de acuerdo con la extensión

del mismo. Cada salvavida contará con una plataforma elevada, desde la cual pueda ver el

tramo del área de baño que le corresponda. Además existirá un local con el personal y

equipamiento necesario para dar los primeros auxilios en caso de accidente. Estos aspectos

se ajustarán a los requisitos establecidos por el Ministerio de Salud Pública y la Cruz Roja

Cubana.

**6. Requisitos para la protección sanitaria de los lugares de baño.**



**6.1** Las aguas residuales que se produzcan en las zonas de servicios (baños, cafetería y otros) serán drenadas al alcantarillado. En caso de que este no exista, serán tratadas previamente a su disposición final, para evitar la contaminación del cuerpo receptor, todo lo cual será aprobado previamente por las autoridades sanitarias competentes.

**6.2** No se permitirá el vertimiento de aguas residuales crudas o tratadas, en áreas de baño o en pozos, cuevas sumideros, y otros, que conlleven a riesgos de contaminación en el lugar del baño.

**6.3** El área de baño se mantendrá limpia y no existirá en la misma más que boyas, señales y cuerdas. No se permite la existencia de balsas o pontones para expendio de bebidas y alimentos y sólo se autorizarán aquellos que sirvan para descanso temporal o accidental de los bañistas.

**6.4** El consumo de alimentos en zonas de áreas verdes de los lugares de baño, se permitirán siempre que existan instalaciones para este fin y será autorizado por las autoridades sanitarias competentes.

**6.5** Las arboledas en las áreas verdes de los lugares de baño, estarán dispuestos de manera tal que no impidan la entrada del sol o el paso del aire, para evitar que las mismas se conviertan, por excesiva humedad en refugio de mosquitos y roedores.

**6.6** En el lugar de baño se efectuarán las acciones de saneamiento siguientes:

**6.6.1** Recolección periódica de los desechos sólidos.

8

**6.6.2** Desinfección de las arenas de las áreas de exposición solar con soluciones de hipoclorito, en aquellos casos en que se compruebe la existencia de una alta población de hongos en la misma. La concentración de cloro para la desinfección será fijada por la autoridad sanitaria correspondiente.

**6.6.3** Limpieza periódica de las áreas pavimentadas.

**NC XX:1999 © NC**

**6.6.4** Existirá una zona de protección sanitaria no menor que 50 metros de anchura, desde el límite del lugar de baño hasta las paradas de ómnibus. Esta zona estará constituida por áreas verdes.

**7. Requisitos para la calidad sanitaria del agua en los lugares de baño.**

**7.1** Los Centros Provinciales, los Centros y Unidades Municipales de Higiene y Epidemiología

serán los encargados del control de la calidad de las aguas utilizadas para el baño.

**7.2** Las aguas utilizadas para el baño no tendrán olor ni sabor desagradable, sólo se permitirán los del agua en condiciones naturales.





**7.3** Las aguas utilizadas para el baño no estarán afectadas por ningún color ajeno a sus características naturales.

**7.4** El contenido de sólidos de tipo orgánico en las aguas destinadas para el baño no deberán producir deposiciones, turbiedad, ni ocasionar consumo de oxígeno en el área de baño. Esto último se detectará mediante la determinación de la demanda de permanganato, la cual no excederá a 2 mg/L. No se permitirá la presencia de sólidos flotantes.

**7.5** El contenido de grasas y aceites en aguas destinadas al baño no se encontrará nunca en una concentración superior a 0,5 mg/L, no se podrá ser detectado como una película visible en la superficie de la misma y no formará depósitos de lodo aceitoso en la costa, ribera o en el fondo del área de baño.

**7.6** En las aguas utilizadas para el baño, los componentes fenólicos, expresados como fenol, no excederán a 0,002 mg/L y las sustancias tensoactivas, expresadas en sustancias activas al azul de metileno, no excederán a 0,5 mg/L.

**7.7** El nitrógeno y el fósforo estarán en las aguas destinadas al baño, en una proporción que no ocasione eutroficación de las masas de agua.

**7.8** El pH de las aguas usadas para el baño, se mantendrá en un intervalo de 6,1 a 8,9.

**7.9** La salinidad de las aguas de mar utilizadas para el baño, no será menor de 36 por mil.

**7.10** El oxígeno disuelto se mantendrá en un valor mínimo del 70% de la concentración de saturación.

9

**7.11** La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas utilizadas para el baño, no será nunca mayor de 3 mg/L.

**7.12** En las aguas destinadas al baño no se permitirá la presencia de sustancias tóxicas o irritantes, cuya acción por contacto, ingestión o inhalación, produzcan reacciones adversas sobre la salud humana.

© **NC NC XX:1999**

**7.13** No se permitirá la presencia de plaguicidas en las aguas de las áreas de baño.

**7.14** En las áreas de baño en ríos y presas los análisis físico-químicos a realizar a las aguas y a los sedimentos se especifican en la Tabla 2.

**Tabla 2. Análisis físico-químicos del agua y sedimentos en ríos y presas.**

---

Tipo de análisis Agua Sedimentos \*

Temperatura X -

pH X X

Turbiedad X -



N-orgánico X -

Materia orgánica - X

Carbono orgánico - X

Los análisis de sedimentos se realizarán en la etapa de caracterización y posteriormente en forma esporádica.

**7.15** La calidad bacteriológica del agua en los lugares de baño, cumplirá los límites máximos del contenido de organismos coliformes establecidos en la Tabla 3.

**7.16** Los indicadores de calidad bacteriológica se expresan de acuerdo a la media geométrica del número más probable (NMP) por 100 ml obtenida del análisis de no menos

de 5 muestras tomadas en un período de tiempo no mayor de 30 días.

**Tabla 3. Indicadores de calidad bacteriológica del agua en los lugares de baño.**

Tipo de Coliformes Coliformes Estreptococos Pseudomonas

Recreación totales fecales fecales aeruginosa

Con Contacto \*

Directo  $> 1 \times 10^3 \leq 2 \times 10^2 \leq 1 \times 10^2$  ausente

Con Contacto

Indirecto  $\leq 5 \times 10^3 \leq 1 \times 10^3$  - ausente

10

\* Cuando en un período no mayor de 30 días se analicen más de 5 muestras, no más del

10% del total excederá de 400-100 mL.

**Notas:**

(1) En las aguas de ríos y presas se realizará la determinación de Salmonella cuando se detecten:

Coliformes fecales entre  $10^2$  -  $10^3$  NMP/100 mL

Estreptococos fecales  $> 10^2$  NMP/100 mL

**NC XX:1999 © NC**

(2) En las aguas de ríos y presas la determinación cualitativa de Pseudomonas aeruginosa

se realizará en la etapa de caracterización de sus aguas y posteriormente según criterio

de la autoridad sanitaria.

(3) En sedimentos de ríos se realizarán las determinaciones de coliformes fecales, Estreptococos fecales y Salmonella en la etapa de caracterización para la aprobación de

su empleo y posteriormente según criterios de la autoridad sanitaria.

**7.15.1** En el caso en que se excedan los límites establecidos en la Tabla 2, antes de

establecer la prohibición de utilización o clausura del lugar de baño, se realizarán las

investigaciones complementarias que a juicio de la autoridad sanitaria sean necesarias para

determinar la presencia de microorganismos patógenos.

**7.15.2** Ante situaciones especiales, la autoridad sanitaria dispondrá la frecuencia y realización de otras

comprobaciones de la calidad de las aguas de baño.

11

**© NC NC XX:1999**

**ANEXO A**



**( Informativo )**

**BIBLIOGRAFÍA**

NC 93-02:85 Higiene Comunal. Agua Potable. Requisitos sanitarios.

NC 93-06-302: SNPMA Paisaje. Areas de playa. Requisitos generales de explotación y conservación.

NC 93-01-116:82 SNPMA Hidrosfera. Determinación de aceites y grasas.

NC 93-01-119:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de NMP de Salmonella.

NC 93-01-120:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de nitrógeno orgánico y amoniacal.

NC 93-01-128:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de NMP de coliformes fecales y  
y  
totales.

NC 93-01-129:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de NMP de Pseudomonas aeruginosa.

NC 93-01-130:90 SNPMA Hidrosfera. Determinación de NMP de Estreptococos fecales.

NC 93-01-133:89 SNPMA Hidrosfera. Determinación de residuos totales, fijos y volátiles.

NC 93-01-134:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de fenoles.

NC 93-01-216:87 SNPMA Hidrosfera. Determinación del índice de permanganato.

NC 93-21:86 Higiene Comunal. Determinación de calor en agua.

12

URSS: GOST 17.1.5.02.08 Protección de la naturaleza. Hidrosfera. Exigencias higiénicas

para las zonas de recreación en objetos hídricos. Disposición.

CUBA. Ley No. 81." Del Medio Ambiente" del 17 de julio de 1997.



---

# **NORMA CUBANA** Obligatoria

**22:1999**

---

## **LUGARES DE BAÑO EN COSTAS Y EN MASAS DE AGUAS INTERIORES. REQUISITOS HIGIÉNICO SANITARIOS**

Descriptores: 1. Edición 1999

ICS: REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana

Teléf: 30-0835 Fax: 33-8048 E-mail: ncnorma@ceniai.inf.cu

2

### **Prefacio NC 22:1999**

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités

Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la

Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

La NC XX :1999 ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización No.3 Gestión

Ambiental, integrado por especialistas de las siguientes entidades:

- \* Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
- \* Oficina Nacional de Normalización
- \* Centro de Gestión e Inspección Ambiental
- \* Centro Nacional de Envases y Embalajes
- \* Instituto de Investigaciones en Normalización
- \* Oficina Nacional de Recursos Minerales
- \* Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
- \* Ministerio de Economía y Planificación
- \* Ministerio de la Industria Pesquera
- \* Ministerio de la Industria Alimenticia
- \* Ministerio de la Industria Sideromecánica y la Electrónica
- \* Ministerio del Comercio Exterior
- \* Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción
- \* Ministerio de la Agricultura
- \* Ministerio del Azúcar
- \* Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas
- \* Ministerio de la Industria Básica
- \* Ministerio de Salud Pública
- \* Ministerio del Turismo
- \* Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología
- \* INTERMAR S.A.
- \* Ministerio de la Construcción
- \* Registro Cubano de Buques
- \* Ministerio de Educación Superior
- \* Instituto de Planificación Física



Esta norma contiene 3 tablas y el Anexo A, informativo.

□ **NC, 1999.**

**Todos los derechos reservados, a menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de Oficina Nacional de Normalización (NC).  
Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.  
Impreso en Cuba.**

3

□ **NC NC XX : 1999**

**LUGARES DE BAÑO EN COSTAS Y EN MASAS DE AGUAS INTERIORES.**

**REQUISITOS**

**HIGIÉNICO SANITARIOS**

**1 Objeto.**

Esta Norma Cubana establece los requisitos higiénico sanitarios de los lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores, a fin de crear un mejor control sanitario de las mismas. Será aplicada en la organización de los ya existentes así como en la proyección y explotación de los nuevos lugares con posibilidades de uso.

**2 Definiciones**

A los efectos de esta norma se definen los siguientes términos:

**2.1 lugar de baño**

sitio constituido por el área de baño, que es usada colectivamente por determinado número de personas para nadar o bañarse, con fines recreativos, deportivos o de salud;

el frente del área de baño, el área de exposición solar, y las instalaciones, equipos y demás medios auxiliares correspondientes

**2.2 área de baño**

parte del lugar de baño, que comprende la masa de agua del mar, río, presa, laguna u otra, con la suficiente extensión y profundidad que permita la completa inmersión y movimientos de natación del cuerpo humano

**2.3 frente del área de baño**

parte del lugar de baño, constituida por todo el perímetro de la costa o ribera, que se utiliza para el baño

**2.4 área de exposición solar**

parte del lugar de baño, contigua al área de baño, que se encuentra ocupada por la arena, pavimentada o acondicionada, en la cual los bañistas pueden recibir las radiaciones directas del sol

**2.5 recreación con contacto directo o primario**

actividad recreativa donde existe contacto, por inmersión parcial o total del cuerpo humano con el agua

**2.6 recreación con contacto indirecto o secundario**

actividad recreativa donde no existe contacto directo del cuerpo humano con el agua,



pero sí pueden ocurrir contactos parciales por salpicaduras, oleadas u otras

### **3 Requisitos para la utilización de los lugares de baño**

**3.1** La utilización de un lugar de baño será aprobada por la autoridad sanitaria competente,

previa presentación a la misma del proyecto y una breve memoria descriptiva del posible lugar a utilizar, incluyendo lo relativo a la calidad sanitaria del agua de acuerdo

a lo que establece la presente norma.

4

#### **NC XX : 1999 □ NC**

**3.2** El lugar de baño debe encontrarse alejado, aguas arriba o en sentido contrario a las

corrientes marinas, de puntos de vertimiento de residuales líquidos de todo tipo, así como

también distante de las instalaciones portuarias, esclusas e hidroeléctricas; fuera de los

límites de las zonas de protección sanitaria de industrias, vertederos de desechos sólidos u

otras fuentes de contaminación del aire y los ruidos.

**3.3** Se tendrá en cuenta que el lugar para establecer un lugar de baño posea una buena

infiltración de las precipitaciones atmosféricas y que los terrenos no sean polvorientos, sino

que predominen las arenas, grava menuda o el manto de césped y que no haya procesos

naturales desfavorables, tales como deslizamientos, derrumbes y otros, a menos que estas

condiciones sean transformadas o evitadas por el hombre.

**3.4** Se garantizará la existencia de aire libre y puro, así como la siembra de árboles de

sombra en determinadas áreas, de forma que no afecten la llegada de los rayos solares al

área de exposición solar y al área de baño.

### **4 Requisitos de los lugares de baño**

**4.1** En los lugares de baño que así lo requieran, se señalará por medios de vallas o carteles

las distintas zonas de profundidad, así como la existencia de piedras, malezas u otros objetos

que ofrezcan peligro a los bañistas.

**4.2** En los lugares de baño habrá distintas zonas de acuerdo con sus funciones, pudiendo

existir las siguientes:

#### **4.2.1 Zona de descanso:**

Comprende las áreas de sol o de sombra, aireadas libremente, sobre las arenas o áreas

verdes, dedicadas al descanso y esparcimiento. Las zonas sombreadas se obtendrán

colocando sombrillas, toldos u otros.

#### **4.2.2 Zona deportiva:**

Comprende las áreas con las instalaciones necesarias para la práctica libre de diferentes

deportes.

#### **4.2.3 Zona de servicios:**



Comprende los edificios de guardarropa, baños, cafeterías, restaurantes y quioscos.

**4.2.4 Zona de áreas verdes:**

Comprende las áreas de césped, arboledas y jardines, que podrán ser utilizadas para el descanso de los bañistas.

5

□ **NC NC XX : 1999**

**4.2.5 Zona pavimentada:**

Comprende las aceras, plazas y caminos de comunicación entre las distintas áreas.

**4.2.6 Zona de juegos infantiles:**

Comprende las áreas para las instalaciones de juegos infantiles, calculadas para niños hasta 8 años de edad.

En los lugares de baño, será necesario prever la construcción de zonas acondicionadas para el estacionamiento de medios de transporte, los cuales estarán a no más de 50 m.

**5. Requisitos higiénicos y de seguridad para los bañistas**

**5.1** Todo lugar de baño destinado fundamentalmente al baño de visitantes por un día, contará

con las instalaciones necesarias de servicios e higiene de los bañistas: taquillas para cambio

de ropa, servicios sanitarios, duchas, lavapies, bebederos con agua potable y recipientes con

tapa para desechos sólidos. Todas estas instalaciones se mantendrán permanentemente en

perfectas condiciones de higiene y limpieza.

**5.2** Para el agua potable suministrada a los bebederos se garantizará la calidad establecida

por la NC 93-02.

**5.3** En todo lugar de baño destinado fundamentalmente al baño de visitantes por un día, se

dispondrá de las instalaciones sanitarias mínimas establecidas en la Tabla 1.

6

**NC XX:1999 □ NC**

**Tabla 1. Instalaciones sanitarias mínimas establecidas de acuerdo al número y sexo de los bañistas.**

**Número de instalación Tipo de instalación Número de bañistas**  
**sanitaria sanitaria Hombres Mujeres**

1 Inodoro 100-150 75

2 Inodoro 101-200 76-150

3 Inodoro 201-400 151-225

\*1 Por cada 500 hombres o 300 mujeres o partes >400 >300

1 Urinario 200

2 Urinario 201-400

3 Urinario 401-600

\*1 Por cada 500 hombres o partes >600

Hombres / Mujeres

1 Lavamano 200

2 Lavamano 201-400

3 Lavamano 401-750

\*1 Por cada 500 personas o partes >750



- 1 Bebedero 100
- 2 Bebedero 101-250
- 3 Bebedero 251-500
- 4 Bebedero 501-800
- \* 1 por cada 400 personas o partes >800

- 1 Ducha 50
- 2 Ducha 51-120
- 3 Ducha 121-200
- 4 Ducha 201-300
- \*1 Por cada 300 personas o partes >100

Ducha de enjuague 150 150

\* Instalación adicional por número de personas o partes.

**5.4** En todo lugar de baño, destinado fundamentalmente al baño de visitantes por un día,

existirán recipientes para desechos sólidos con tapas, de 110 litros de capacidad, los

cuales se ubicarán en cantidad de uno por cada 75 usuarios, espaciados cada 50 metros

y distribuidos por las diferentes áreas y zonas del lugar de baño, con excepción del área

de exposición solar, donde no se permitirán los mismos.

La recolección de estos recipientes podrá efectuarse directamente por el personal del servicio

de recogida o mediante la ubicación de contenedores de 1 100 litros de capacidad en cantidad de uno por cada 10 recipientes, situados en las áreas pavimentadas de fácil

acceso. La recogida se realizará diariamente.

7

**5.5** El diseño y ubicación de los lugares de salida y entrada a las taquillas para el cambio de

ropa, a las duchas y a los servicios sanitarios, facilitará el acceso de los bañistas, con el

menor recorrido posible, teniendo en cuenta las características del lugar. Los departamentos

para hombres y mujeres se ubicarán independientemente unos de otros.

© **NC NC XX:1999**

**5.6** A la entrada de las edificaciones y en los lugares de acceso a la zona de servicios,

existirán duchas de enjuague y con agua salobre o potable, para eliminar la arena y mantener

la higiene de los locales.

**5.7** En todo lugar de baño de uso público se situarán salvavidas de acuerdo con la extensión

del mismo. Cada salvavida contará con una plataforma elevada, desde la cual pueda ver el

tramo del área de baño que le corresponda. Además existirá un local con el personal y

equipamiento necesario para dar los primeros auxilios en caso de accidente. Estos aspectos

se ajustarán a los requisitos establecidos por el Ministerio de Salud Pública y la Cruz Roja

Cubana.

**6. Requisitos para la protección sanitaria de los lugares de baño.**





- 6.1** Las aguas residuales que se produzcan en las zonas de servicios (baños, cafetería y otros) serán drenadas al alcantarillado. En caso de que este no exista, serán tratadas previamente a su disposición final, para evitar la contaminación del cuerpo receptor, todo lo cual será aprobado previamente por las autoridades sanitarias competentes.
- 6.2** No se permitirá el vertimiento de aguas residuales crudas o tratadas, en áreas de baño o en pozos, cuevas sumideros, y otros, que conlleven a riesgos de contaminación en el lugar del baño.
- 6.3** El área de baño se mantendrá limpia y no existirá en la misma más que boyas, señales y cuerdas. No se permite la existencia de balsas o pontones para expendio de bebidas y alimentos y sólo se autorizarán aquellos que sirvan para descanso temporal o accidental de los bañistas.
- 6.4** El consumo de alimentos en zonas de áreas verdes de los lugares de baño, se permitirán siempre que existan instalaciones para este fin y será autorizado por las autoridades sanitarias competentes.
- 6.5** Las arboledas en las áreas verdes de los lugares de baño, estarán dispuestos de manera tal que no impidan la entrada del sol o el paso del aire, para evitar que las mismas se conviertan, por excesiva humedad en refugio de mosquitos y roedores.
- 6.6** En el lugar de baño se efectuarán las acciones de saneamiento siguientes:
- 6.6.1** Recolección periódica de los desechos sólidos.
- 8
- 6.6.2** Desinfección de las arenas de las áreas de exposición solar con soluciones de hipoclorito, en aquellos casos en que se compruebe la existencia de una alta población de hongos en la misma. La concentración de cloro para la desinfección será fijada por la autoridad sanitaria correspondiente.
- 6.6.3** Limpieza periódica de las áreas pavimentadas.
- NC XX:1999 © NC**
- 6.6.4** Existirá una zona de protección sanitaria no menor que 50 metros de anchura, desde el límite del lugar de baño hasta las paradas de ómnibus. Esta zona estará constituida por áreas verdes.
- 7. Requisitos para la calidad sanitaria del agua en los lugares de baño.**
- 7.1** Los Centros Provinciales, los Centros y Unidades Municipales de Higiene y Epidemiología serán los encargados del control de la calidad de las aguas utilizadas para el baño.
- 7.2** Las aguas utilizadas para el baño no tendrán olor ni sabor desagradable, sólo se permitirán los del agua en condiciones naturales.



**7.3** Las aguas utilizadas para el baño no estarán afectadas por ningún color ajeno a sus características naturales.

**7.4** El contenido de sólidos de tipo orgánico en las aguas destinadas para el baño no deberán producir deposiciones, turbiedad, ni ocasionar consumo de oxígeno en el área de baño. Esto último se detectará mediante la determinación de la demanda de permanganato, la cual no excederá a 2 mg/L. No se permitirá la presencia de sólidos flotantes.

**7.5** El contenido de grasas y aceites en aguas destinadas al baño no se encontrará nunca en una concentración superior a 0,5 mg/L, no se podrá ser detectado como una película visible en la superficie de la misma y no formará depósitos de lodo aceitoso en la costa, ribera o en el fondo del área de baño.

**7.6** En las aguas utilizadas para el baño, los componentes fenólicos, expresados como fenol, no excederán a 0,002 mg/L y las sustancias tensoactivas, expresadas en sustancias activas al azul de metileno, no excederán a 0,5 mg/L.

**7.7** El nitrógeno y el fósforo estarán en las aguas destinadas al baño, en una proporción que no ocasione eutroficación de las masas de agua.

**7.8** El pH de las aguas usadas para el baño, se mantendrá en un intervalo de 6,1 a 8,9.

**7.9** La salinidad de las aguas de mar utilizadas para el baño, no será menor de 36 por mil.

**7.10** El oxígeno disuelto se mantendrá en un valor mínimo del 70% de la concentración de saturación.

9

**7.11** La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas utilizadas para el baño, no será nunca mayor de 3 mg/L.

**7.12** En las aguas destinadas al baño no se permitirá la presencia de sustancias tóxicas o irritantes, cuya acción por contacto, ingestión o inhalación, produzcan reacciones adversas sobre la salud humana.

© **NC NC XX:1999**

**7.13** No se permitirá la presencia de plaguicidas en las aguas de las áreas de baño.

**7.14** En las áreas de baño en ríos y presas los análisis físico-químicos a realizar a las aguas y a los sedimentos se especifican en la Tabla 2.

**Tabla 2. Análisis físico-químicos del agua y sedimentos en ríos y presas.**

Tipo de análisis Agua Sedimentos \*

Temperatura X -

pH X X

Turbiedad X -

gestverd



N-orgánico X -

Materia orgánica - X

Carbono orgánico - X

Los análisis de sedimentos se realizarán en la etapa de caracterización y posteriormente en forma esporádica.

**7.15** La calidad bacteriológica del agua en los lugares de baño, cumplirá los límites máximos del contenido de organismos coliformes establecidos en la Tabla 3.

**7.16** Los indicadores de calidad bacteriológica se expresan de acuerdo a la media geométrica del número más probable (NMP) por 100 ml obtenida del análisis de no menos

de 5 muestras tomadas en un período de tiempo no mayor de 30 días.

**Tabla 3. Indicadores de calidad bacteriológica del agua en los lugares de baño.**

Tipo de Coliformes Coliformes Estreptococos Pseudomonas

Recreación totales fecales fecales aeruginosa

Con Contacto \*

Directo  $> 1 \times 10^3 \leq 2 \times 10^2 \leq 1 \times 10^2$  ausente

Con Contacto

Indirecto  $\leq 5 \times 10^3 \leq 1 \times 10^3$  - ausente

10

\* Cuando en un período no mayor de 30 días se analicen más de 5 muestras, no más del

10% del total excederá de 400-100 mL.

**Notas:**

(1) En las aguas de ríos y presas se realizará la determinación de Salmonella cuando se detecten:

Coliformes fecales entre  $10^2$  -  $10^3$  NMP/100 mL

Estreptococos fecales  $> 10^2$  NMP/100 mL

**NC XX:1999 © NC**

(2) En las aguas de ríos y presas la determinación cualitativa de Pseudomonas aeruginosa

se realizará en la etapa de caracterización de sus aguas y posteriormente según criterio

de la autoridad sanitaria.

(3) En sedimentos de ríos se realizarán las determinaciones de coliformes fecales, Estreptococos fecales y Salmonella en la etapa de caracterización para la aprobación de

su empleo y posteriormente según criterios de la autoridad sanitaria.

**7.15.1** En el caso en que se excedan los límites establecidos en la Tabla 2, antes de

establecer la prohibición de utilización o clausura del lugar de baño, se realizarán las

investigaciones complementarias que a juicio de la autoridad sanitaria sean necesarias para

determinar la presencia de microorganismos patógenos.

**7.15.2** Ante situaciones especiales, la autoridad sanitaria dispondrá la frecuencia y realización de otras

comprobaciones de la calidad de las aguas de baño.

11

**© NC NC XX:1999**

**ANEXO A**



**( Informativo )**

**BIBLIOGRAFÍA**

NC 93-02:85 Higiene Comunal. Agua Potable. Requisitos sanitarios.

NC 93-06-302: SNPMA Paisaje. Areas de playa. Requisitos generales de explotación y conservación.

NC 93-01-116:82 SNPMA Hidrosfera. Determinación de aceites y grasas.

NC 93-01-119:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de NMP de Salmonella.

NC 93-01-120:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de nitrógeno orgánico y amoniacal.

NC 93-01-128:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de NMP de coliformes fecales y totales.

NC 93-01-129:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de NMP de Pseudomonas aeruginosa.

NC 93-01-130:90 SNPMA Hidrosfera. Determinación de NMP de Estreptococos fecales.

NC 93-01-133:89 SNPMA Hidrosfera. Determinación de residuos totales, fijos y volátiles.

NC 93-01-134:88 SNPMA Hidrosfera. Determinación de fenoles.

NC 93-01-216:87 SNPMA Hidrosfera. Determinación del índice de permanganato.

NC 93-21:86 Higiene Comunal. Determinación de calor en agua.

12

URSS: GOST 17.1.5.02.08 Protección de la naturaleza. Hidrosfera. Exigencias higiénicas

para las zonas de recreación en objetos hídricos. Disposición.

CUBA. Ley No. 81." Del Medio Ambiente" del 17 de julio de 1997.



## **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

# **NORMA CUBANA**

**Obligatoria - Experimental 27: 1999**

## **VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A LAS AGUAS TERRESTRES Y AL ALCANTARILLADO. ESPECIFICACIONES.**

Disposal of residuary waters to soil waters and sewerage. Specifications.

Las observaciones a la presente norma experimental deben ser dirigidas a la Oficina Nacional de Normalización antes de enero del 2001.

**Descriptor:** Aguas residuales; Alcantarilla; Especificación.

**1. Edición 1999**

ICS: 13.060.30

### **REPRODUCCION PROHIBIDA**

**Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.**

**Teléf.: 30-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: ncnorma@ceniai.inf.cu**

**NC 27: 1999**

## **Prefacio**

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización

de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y

Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités

Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la

Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

Esta norma:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización No.3 Gestión Ambiental, integrado por especialistas de las siguientes entidades:
  - ◆ Dirección de Política Ambiental del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente



- ◆ Oficina Nacional de Normalización
- ◆ Centro de Gestión e Inspección Ambiental
- ◆ Centro Nacional de Envases y Embalajes
- ◆ Instituto de Investigaciones en Normalización
- ◆ Oficina Nacional de Recursos Minerales
- ◆ Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
- ◆ Ministerio de Economía y Planificación
- ◆ Ministerio de la Industria Pesquera
- ◆ Ministerio de la Industria Alimenticia
- ◆ Ministerio de la Industria Sideromecánica y la Electrónica
- ◆ Ministerio del Comercio Exterior
- ◆ Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción
- ◆ Ministerio de la Agricultura
- ◆ Ministerio del Azúcar
- ◆ Unión de Empresas de Recuperación de Materia Primas
- ◆ Ministerio de la Industria Básica
- ◆ Ministerio de Salud Pública
- ◆ Ministerio del Turismo
- ◆ Instituto Nacional de Higiene y Epidemiología
- ◆ INTERMAR S.A.
- ◆ Ministerio de la Construcción
- ◆ Registro Cubano de Buques
- ◆ Ministerio de Educación Superior
- ◆ Instituto de Planificación Física
- ◆ Instituto Finlay
- ◆ CIMEX S.A.
- Es experimental dada la necesidad de disponer de la experiencia necesaria en cuanto a su aplicación.
- Consta de 4 tablas y del Anexo A (informativo).

© **NC, 1999**

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo**

**escrito de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC).**

**Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

**Impreso en Cuba**

© **NC NC 27: 1999**

**III**

### **Introducción**

La preservación de la calidad de las aguas terrestres adquiere cada vez mayor importancia por lo que implican para la sociedad las pérdidas por concepto de deterioro de aquélla, desde los puntos de vista higiénico - sanitario, económico, ambiental, social, estético y cultural. Tan solo los riesgos que para la salud del hombre representa el consumo de aguas contaminadas, justifica se regule el vertimiento de residuales a los cuerpos receptores. Téngase en cuenta que un grupo numeroso de patologías en el hombre tienen origen hídrico. Estas pueden ir desde las



enfermedades entéricas hasta las derivadas de la ingestión de elementos tóxicos contenidos en las aguas.

Por otra parte, existe una amplia gama de usos del agua, cada uno de los cuales tiene requisitos

específicos que cumplir, por lo que una norma que regule el vertimiento de residuales con el objetivo

de preservar la calidad de las aguas terrestres tendrá tanto, requerimientos generales como

específicos.

La norma es un instrumento legal para garantizar la calidad de las aguas terrestres mediante la regulación

de las descargas de residuales a éstas, lo que a su vez servirá de base para la elaboración

de estrategias de saneamiento. Ella ayudará a la protección de las fuentes de abasto a la población,

los cursos naturales de las aguas, las aguas subterráneas y las obras e instalaciones hidráulicas.

## **NC 27: 1999 © NC**

### **1**

## **VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A LAS AGUAS TERRESTRES Y AL ALCANTARILLADO. ESPECIFICACIONES**

### **1 Objeto**

Esta norma se aplica a todas las aguas residuales generadas por las actividades sociales y económicas

como son las domésticas, municipales, industriales, agropecuarias y de cualquier otro tipo.

### **2 Referencias normativas**

Las siguientes normas contienen disposiciones, que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos

de esta norma. La edición indicada estaba en vigencia en el momento de su publicación. Como

toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos sobre la

base de ella; que analicen la conveniencia de usar la edición más reciente de las normas indicadas

seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee la información de las Normas Cubanas

en vigencia en todo momento.

- NC 93-11:1986 Fuentes de abastecimiento de agua. Calidad y protección sanitaria.

- NC 93-02:1985 Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo.

- NC 25:1999 Evaluación de objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones.

### **3 Definiciones**

#### **3.1 aguas residuales**

Aguas cuya calidad original se ha degradado, en alguna medida, como consecuencia de su utilización

en diferentes acciones y procesos

#### **3.2 contaminación**

Acción y efecto de añadir al agua materias o formas de energía, o inducirle condiciones que, de

modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en su relación con los

usos posteriores o su función ecológica

#### **3.3 cauce**



Canal natural o artificial claramente diferenciado que contiene agua en movimiento de forma continua o periódica. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, mientras no se construyan obras de encauzamiento, el cauce estará constituido por su canal natural.

#### **3.4 fuente**

Cuerpo de agua contenido en formaciones naturales o estructuras artificiales, desde las cuales se generen o se pueda generar el abastecimiento a los usuarios

© **NC NC 27: 1999**

#### **3.5 cuerpo receptor**

Todo cuerpo de agua (río, arroyo, lago, embalse, acuífero) que recibe directa o indirectamente la descarga o efectos contaminantes producto del vertido de aguas residuales

#### **3.6 aguas terrestres**

Aguas de los ríos, lagunas, embalses y otros depósitos de aguas superficiales, así como las aguas subterráneas

#### **3.7 sistema de alcantarillado**

Conjunto de tuberías y obras destinadas a recoger los residuales líquidos y las aguas pluviales, conduciéndolas a un lugar apropiado donde se lleva a cabo el tratamiento o la disposición final al cuerpo receptor

#### **3.8 red de alcantarillado**

Parte del sistema que colecta y conduce los residuales líquidos en un sistema de alcantarillado separativo

#### **3.9 red pluvial**

Parte del sistema que colecta y conduce las aguas pluviales provenientes de las lluvias en un sistema de alcantarillado separativo

#### **3.10 red mixta**

Cuando el sistema de alcantarillado cumple la doble función de recoger los residuales líquidos y las aguas pluviales

#### **3.11 parámetro**

Variable que se aplica como referencia para indicar la calidad del agua

#### **3.12 muestra instantánea**

Tipo de muestra que se toma sobre un efluente tomando un volumen dado de agua residual para su posterior análisis en el laboratorio. El muestreo debe llevarse a cabo en días representativos del proceso generador de la descarga.

#### **3.13 muestra compuesta proporcional al caudal**

Tipo de muestra que se toma sobre un efluente tomando un número determinado de porciones proporcionales al caudal y mezclándolas en un recipiente adecuado. El agua residual mezclada es objeto de análisis en el laboratorio posteriormente. El muestreo debe llevarse a cabo en días representativos del proceso generador de la descarga

**NC 27: 1999 © NC**

**3**

#### **3.14 promedio diario de la carga contaminante**





Masa del contaminante (kg) que se descarga por unidad de tiempo (día). Se calcula multiplicando el caudal medio en el día ( $m^3/d$ ) por la concentración media diaria ( $kg/m^3$ ), la carga se expresa en (kg/d)

### **3.15 concentración promedio**

Valor medido o hallado en el laboratorio de un parámetro en la muestra compuesta expresado en (mg/l), a excepción del (pH), temperatura y conductividad eléctrica que se reportan en sus unidades específicas

### **3.16 descarga**

Acción de descargar o verter aguas residuales a los sistemas de alcantarillado o cuerpos receptores

### **3.17 vertido**

Acción de descargar o verter aguas residuales a los sistemas de alcantarillado o cuerpos receptores

### **3.18 gasto o caudal promedio**

Valor medio del caudal o gasto de las aguas residuales hallado a partir de diferentes mediciones

durante un día representativo de la actividad que genera el residual

### **3.19 límite máximo permisible promedio**

Valor de la concentración promedio de un parámetro contaminante que no debe ser excedido por

el responsable de la descarga de aguas residuales

### **3.20 límite máximo permisible instantáneo**

Valor de la concentración de un parámetro contaminante que no debe ser excedido por el responsable

de la descarga de aguas residuales en un muestreo instantáneo

## **4 Uso de la red de alcantarillado: Características de las descargas**

**4.1** Se prohíbe el vertimiento directo a la red de alcantarillado de los productos siguientes:

- Gasolina
- Benceno
- Naftaleno
- Fuel-oil
- Petróleo
- Aceites

Cualquier otro sustancia sólida, líquida o gaseosa de tipo inflamable o explosiva, en cantidad alguna.

### **© NC NC 27: 1999**

De igual forma, se prohíbe el vertimiento de cualquier sólido, líquido o gas, tóxico o venenoso, ya

sea puro o mezclado con otros residuos. Especial atención se tendrá con las sustancias limitadas

por el Convenio de Basilea.

**4.2** Se prohíbe el vertimiento de cualquier tipo de sustancias sólidas o viscosas como cenizas, arena,

barro, hojas, virutas, metal, vidrio, trapos, alquitrán, plásticos, madera, basura, envases de papel

u otro material, y en especial sangre, estiércol, pelo, vísceras y en general desperdicios de

animales resultado de su matanza en cantidades tales, que sean capaces de causar obstrucción



en la corriente de las aguas en los canales de conducción u obstaculizar los trabajos de mantenimiento y limpieza de la red.

**4.3** Son objeto de prohibición los vertidos de líquidos o vapores con temperaturas superiores a los 50° C, disolventes orgánicos, pinturas y formaldehídos, etc.

**4.4** Los residuales líquidos a verter al sistema de alcantarillado deben cumplir con las concentraciones relacionadas en la tabla 1.

**Tabla 1 Límites Máximos Permisibles Promedio (LMPP) para los parámetros de los residuales**

**líquidos**

**Parámetro**

**Unidades LMPP**

**Temperatura** °C < 50

**pH** Unidades 6-9

**Sólidos Sedimentables** mL/L <10

**Grasas y Aceites** mg/L <50

**Conductividad** μS/cm <4000

**DBO<sub>5</sub>** mg/L <300

**DQO (Dicromato)** mg/L <700

**Fenoles** mg/L <5

**Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)** mg/L <25

**Aluminio** mg/L <10.0

**Arsénico** mg/L <0,5

**Cadmio** mg/L <0,3

**Cianuro** mg/L <0,5

**Cobre** mg/L <5,0

**Cromo hexavalente** mg/L 0,5

**Cromo total** mg/L 2,0

**Mercurio** mg/L 0,01

**Plomo** mg/L 1,0

**Zinc** mg/L 5,0

**Sulfuros** mg/L 5,0

**4.5** Cuando las autoridades responsables del servicio de alcantarillado identifiquen descargas, que aún teniendo en cuenta el cumplimiento de los límites máximos permisibles promedios establecidos,

acusen efectos negativos en la red, en el tratamiento de las aguas residuales o en los cuerpos

receptores, se fijarán condiciones particulares de descargas que podrán señalar concentraciones

más estrictas, o límites en relación con los volúmenes y cargas (diarias o horarias), así como la

adición de nuevos parámetros de acuerdo a las sustancias que se generen en la descarga.

**NC 27: 1999 © NC**

**5**

**4.6** Los responsables de las descargas de residuales informarán al responsable del servicio de alcantarillado de cualquier cambio en sus procesos cuando con ello ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de aquellas aguas residuales que hubieran recibido permisos

de vertimiento al sistema.

**4.7** A efectos de esta norma se considerará que las actividades socioeconómicas en donde solamente



se generen aguas residuales domésticas podrán ser eximidas de llevar a cabo una caracterización de sus descargas al alcantarillado. Esto no implica que el responsable del servicio de alcantarillado

no realice la evaluación pertinente en cada caso y emita el dictamen correspondiente.

**4.8** Los responsables de las descargas de residuales a la red de alcantarillado, tienen la obligación

de realizar la caracterización de éstos mediante los análisis y mediciones correspondientes, con la

finalidad de determinar si los parámetros relacionados en la tabla 1 u otros que hallan sido fijados

de acuerdo al enunciado 4.5, cumplen con los Límites Máximos Permisibles Promedio regulados

por la presente norma.

**4.9** El organismo rector de las aguas terrestres es el encargado de efectuar el control estatal sobre

el vertimiento y constatar la veracidad de las informaciones que se generen al respecto.

**4.10** El dictamen definitivo para conceder la autorización de la descarga a la red de alcantarillado o

conocer si un responsable de una descarga cumple con la presente norma, se fundamenta en el

cumplimiento de los límites máximos permisibles promedio establecidos, o las condiciones específicas

para la descarga exigida por el responsable del servicio de alcantarillado. La gravedad del

posible incumplimiento vendrá dado por el número de parámetros que existan con concentraciones

superiores a los normados y por las concentraciones excesivamente por encima de las establecidas.

El responsable del servicio de alcantarillado, al hacer la evaluación de cada caso, tendrá presente

como atenuante la posible dilución inmediata de los residuales en el sistema y como agravante

los probables efectos negativos que cause.

**4.11** Las descargas en los terminales o cualquier otro conducto de cualquier sistema de alcantarillado,

tenga tratamiento o no, se considerará como una descarga individual cuyo responsable es el

propio responsable del sistema de alcantarillado. De igual forma se considerarán los efluentes de

las plantas que opere el sistema. Estas descargas serán objeto de evaluación como descargas a

los cuerpos receptores según se establecen en la sección 5 de la presente norma.

## **5. Descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores**

**5.1** A los efectos de esta norma los cuerpos receptores se clasificarán cualitativamente según su

uso de la forma siguiente:

**Clase (A):** Ríos, embalses y zonas hidrogeológicas que se utilizan para la captación de aguas destinadas

al abasto público y uso industrial en la elaboración de alimentos. La clasificación comprende a los cuerpos de aguas situados en zonas priorizadas de conservación ecológica.

**Clase (B):** Ríos, embalses y zonas hidrogeológicas donde se captan aguas para el riego agrícola



en especial donde existan cultivos que se consuman crudos, se desarrolla la acuicultura y se realizan actividades recreativas en contacto con el agua, así como cuerpos de

© **NC NC 27: 1999**

agua que se explotan para el uso industrial en procesos que necesitan de requerimientos sobre la calidad del agua. La clasificación comprende los sitios donde existan requerimientos

menos severos para la conservación ecológica que los comprendidos en la Clase (A)

**Clase (C):** Ríos, embalses, zonas hidrogeológicas de menor valor desde el punto de vista del uso

como: aguas de navegación, riego con aguas residuales, industrias poco exigentes con

respecto a la calidad de las aguas a utilizar, riego de cultivos tolerantes a la salinidad y al contenido excesivo de nutrientes y otros parámetros

**5.2** Los **parámetros básicos** que a los efectos de esta norma se han considerado son los que se

especifican en la tabla 2.

**Tabla 2 Parámetros básicos para las descargas**

- pH
- Conductividad eléctrica
- Temperatura
- Grasas y Aceites
- Sólidos sedimentables totales
- Materia flotante
- Oxígeno disuelto
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Nitrógeno total (Kjeldahl)
- Fósforo total
- Coliformes fecales
- Compuestos tóxicos inorgánicos
- Compuestos tóxicos orgánicos

**5.3** Los parámetros seleccionados no cubren el universo de posibilidades que hoy en día se pueden

presentar en descargas individuales o mixtas. En las evaluaciones para casos específicos corresponde

al organismo rector de las aguas terrestres señalar, si fuera necesario, otros parámetros

a considerar y sus límites máximos permisibles promedio o cargas contaminantes permisibles,

siempre de acuerdo con la clasificación de los cuerpos receptores, su estado sanitario actual y las prioridades para su conservación.

**5.4** El límite máximo permisible promedio para las concentraciones en las descargas de aguas residuales,

atendiendo a la clasificación cualitativa de los cuerpos receptores, se brinda en la tabla 3.

**NC 27: 1999 © NC**

**7**

**Tabla 3. Límites Máximos Permisibles Promedio para las Descargas de Aguas Residuales según la Clasificación del Cuerpo Receptor**



Ríos y Embalses	
Acuífero	
vertimiento en suelo y zona no saturada	
de 5 m	
Acuífero	
vertimiento directo a la	
zona saturada	
Parámetros UM (A) (B) (C) (A) (B) (C) (A) (B) (C)	
pH Unidades	6,5-8,5 6-9 6-9 6-9 6-9 6-10 6-9 6-9 6-10
Conductividad	
eléctrica	
μ S/cm	1 400 2 000 3 500 1 500 2 000 4 000 1 500 2 000 4 000
Temperatura °C	40 40 50 40 40 50 40 40 50
Grasas y aceites mg/L	10 10 30 5 10 30 Ausente 10 20
Materia flotante - Ausente	Ausente - Ausente Ausente Ausente Ausente - Ausente
Sólidos Sedimentables	
Totales	
mL/L	1 2 5 1,0 3,0 5,0 0,5 1,0 5,0
DBO <sub>5</sub> mg/L	30 40 60 40 60 100 30 50 100
DQO (Dicromato) mg/L	70 90 120 90 160 250 70 140 250
Nitrógeno total	
(Kjd)	
mg/L	5 10 20 5 10 15 5 10 15
Fósforo total mg/L	2 4 10 5 5 10 5 5 10

**5.5** Las descargas de aguas residuales no podrán producir una disminución del oxígeno disuelto en los cuerpos receptores superficiales de categorías A, B y C, a valores menores de 4, 3 y 2 mg/L, respectivamente.

**5.6** Las descargas de aguas residuales no podrán producir un aumento de la media geométrica del Número Más Probable de Coliformes Totales y Fecales en 100 mL (NMP/100mL) que supere los valores dados en la tabla 4.

**Tabla 4 Indicadores de contaminación fecal máxima admisible en los cuerpos receptores según su clasificación cualitativa.**

Categoría del cuerpo receptor	
NMP/100 mL	
Coliformes totales	
NMP/100 mL	
Coliformes fecales	
Relación CT/CF	
%	
A (superficial)	1 000 200 20 %
A (subterráneo)	100 20 20 %
B (superficial)	
B (subterráneo)	
C (superficial)	
C (subterráneo)	
5 000	
250	
(1)	
(1)	
1 000	
50	
(1)	
(1)	
20 %	



20 %

(1)

(1)

(1) El límite lo fijará el organismo rector de las aguas terrestres atendiendo al uso, necesidad de conservación y posible riesgo para la salud.

**5.7** Ningún vertimiento de aguas residuales efectuado en cuerpos receptores de categorías A y B podrá elevar los tenores de compuestos inorgánicos tóxicos y orgánicos tóxicos a valores superiores a los establecidos en las NC 93-11 y la NC 93-02 como concentraciones máximas admisibles.

© **NC NC 27: 1999**

Las industrias que generen estos tipos de residuales peligrosos serán objeto, de acuerdo con la magnitud de sus descargas, de una evaluación individual específica.

**5.8** El organismo rector de las aguas terrestres es el encargado de efectuar el control estatal sobre el vertimiento y constatar la veracidad de las informaciones que se generen al respecto.

**5.9** En todos los casos de evaluación de descargas de aguas residuales el organismo rector de las aguas terrestres tendrá en cuenta el caudal diario de la descarga y las cargas contaminantes que generen cada uno de los parámetros estipulados en la presente norma o de aquellos que se definan al respecto. Las cargas calculadas podrán considerarse como atenuante o agravantes en el dictamen final de las condiciones en que se apruebe el vertimiento.

**5.10** Los límites máximos permisibles promedios para los parámetros seleccionados que se relacionan en la tabla 3 corresponden a muestreos compuestos proporcionales al caudal de descargas efectuados en días representativos de la generación de las aguas residuales.

**5.11** Los responsables de las descargas deberán informar al organismo rector de las aguas terrestres de cualquier cambio en sus acciones o procesos, cuando con ello ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de aquellas aguas residuales que hubieran recibido permisos de vertimiento a un cuerpo receptor.

**5.12** El dictamen definitivo para conceder un permiso de descarga de aguas residuales a los cuerpos de agua receptores o conocer si un responsable de una descarga cumple con la presente norma se fundamenta en el cumplimiento de los límites máximos permisibles promedio establecidos o de las condiciones específicas para la descarga exigida por el organismo rector de las aguas terrestres. La gravedad del posible incumplimiento vendrá dado por el número de parámetros que existan con concentraciones superiores a los normados y por las concentraciones excesivamente por encima de las establecidas. El organismo rector de las aguas terrestres, al hacer la evaluación



de cada caso, tendrá presente como atenuante la posible dilución inmediata de los residuales en los cuerpos receptores y como agravante los probables efectos negativos que cause la descarga.

**5.13** Los responsables de las descargas de residuales a los cuerpos receptores, tienen la obligación de realizar la caracterización de éstos mediante los análisis y mediciones correspondientes, con la finalidad de determinar si los parámetros relacionados en las tablas 3 y 4 u otros que hallan sido fijados de acuerdo al enunciado 5.3, cumplen con los Límites Máximos Permisibles Promedio regulados por la presente norma y con las restricciones impuestas en los enunciados 5.5, 5.6 y 5.7.

**5.14** En los casos en que se compruebe que las descargas afecten directa o indirectamente a actividades acuícolas se aplicará la NC 25.

**NC 27: 1999 © NC**

**9**

## **6 Vertimientos de industrias que generan altas cargas contaminantes**

Existen actividades y procesos industriales que generan altas cargas contaminantes entre las que

se destacan las que aportan: sales inorgánicas, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, hidrocarburos en general, sustancias inorgánicas y orgánicas tóxicas al medio acuático, materia orgánica, materia orgánica biodegradable y nutrientes entre otras.

Los efectos que estas cargas contaminantes producen a los cuerpos receptores son muy variados;

se pueden mencionar los siguientes entre los más representativos: disminución del oxígeno disuelto

y aumento de la materia orgánica presente en el cuerpo receptor, aumento del color y olor, sedimentación

en cauces y embalses, muerte de la flora y la fauna, eutroficación y pérdida total de los valores estéticos. Todo ello afecta los usos previstos causando la contaminación de los recursos

hídricos.

Los vertimientos de aguas residuales producidos por grandes industrias se llevan a cabo generalmente

sobre los cuerpos receptores directamente, con el agravante de un escaso tratamiento de

las aguas residuales.

Dentro de las industrias de mayores aportes de cargas contaminantes a los cuerpos receptores se

destacan las siguientes:

- Industria azucarera y sus derivados
- Industria alimenticia
- Industria papelera
- Industria textil
- Industria minera
- Industria metalúrgica
- Industria del petróleo y sus derivados





Por la importancia que para la protección de la calidad de las aguas tienen estas industrias esta

sección tratará específicamente sobre los aspectos a considerar en estos casos.

6.1 Las condiciones específicas de las descargas de aguas residuales de estas industrias se fijarán

por el organismo rector de las aguas terrestres atendiendo a las condicionales siguientes.

- Localización del vertimiento.
- Cuerpo receptor afectado
- Identificación de los posibles sustancias contaminantes y su efecto probable en el cuerpo receptor.
- Usos que se pueden ver comprometidos.
- Nivel del tratamiento de las aguas residuales.
- Carga contaminante generada por cada parámetro considerado como imprescindible (caracterización inicial).
- Posibilidades reales de aumentar la eficiencia del tratamiento o su grado, estimando las reducciones en la carga contaminante que se producirían con la posible reutilización de las aguas residuales.

© **NC NC 27: 1999**

6.2 El organismo rector de las aguas terrestres dictaminará en cada caso, sobre las condiciones

específicas del vertimiento fijando los límites máximos permisibles promedios para cada parámetro

seleccionado. También fijará un límite de tiempo de vigencia de la autorización.

6.3 El organismo rector de las aguas terrestres incluirá en su dictamen la obligación por parte de la

industria de disponer de la caracterización de sus residuales y de poseer un plan de control sistemático

de la composición del vertimiento autorizado, con la finalidad de determinar si los parámetros

relacionados en las tablas 3 y 4 u otros que hallan sido fijados de acuerdo al enunciado 5.3,

cumplen con los Límites Máximos Permisibles Promedio regulados por la presente norma y con las

restricciones impuestas en los enunciados 5.5, 5.6 y 5.7.

6.4 El organismo rector de las aguas terrestres es el encargado de efectuar el control estatal sobre

estos tipos de vertimientos y comprobar la veracidad de las informaciones que se generen al respecto

por el responsable de la industria.

## **7 Procedimientos y organización**

7.1 El organismo rector de las aguas terrestres es el encargado del Registro de Descarga de las

Aguas Residuales en todo el territorio nacional, así como de la elaboración de los documentos e

instrucciones metodológicas necesarias, que permitan otorgar, o no, los permisos estatales de

descarga de aguas residuales. De igual forma, deberá elaborar los procedimientos para la autorización

de la disposición final de residuales líquidos en los cuerpos receptores de las aguas terrestres.

7.2 El organismo rector de las aguas terrestres deberá indicar a los generadores de aguas residuales





los métodos de análisis de laboratorios y los procedimientos para las mediciones que deberán

utilizar para aplicar esta norma y solicitar el permiso de descarga, así como verificar que aquellos

laboratorios que reporten los resultados se encuentren oficialmente capacitados o acreditados para

llevar a cabo las caracterizaciones de aguas residuales que exija el cumplimiento de esta normativa.

**7.3** La Norma sobre el vertimiento de aguas residuales es el elemento clave para la aplicación por

los organismos correspondientes, de multas, impuestos por contaminación de los cuerpos receptores

y utilización o aprovechamiento de bienes del dominio público de la nación, como lo son las

aguas terrestres, así como de los servicios comunales de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

**7.4** En los casos de nuevas inversiones, modificación de las condiciones existentes y reactivación

de actividades socioeconómicas, que hayan sido objeto de paralización prolongada, se requerirá

de la Licencia Ambiental otorgada por la autoridad competente, la cual tendrán en cuenta el cumplimiento

de esta normativa en cuanto a lo que se refiere a los vertimientos de aguas residuales y

su autorización.

**7.5** En todo estudio de impacto ambiental que se confeccione en el país, los aspectos relativos a

las aguas residuales se evaluarán de acuerdo con lo regulado en la presente norma.

**NC 27: 1999 © NC**

**11**

## **ANEXO A**

(Informativo)

### **Bibliografía**

Decreto Ley No.138 de las Aguas Terrestres. Gaceta Oficial, julio de 1993.

Regulaciones Técnicas y Metodológicas para la Complementación del Decreto Ley No.138 de las

Aguas Terrestres en materia de Hidrología y Calidad de las Aguas. CENHICA. Instituto Nacional

de Recursos Hidráulicos, enero de 1997 (en prensa).

Calidad de Agua. Clasificación de las Aguas Terrestres según su Uso. Características Físicas,

Químicas y Bacteriológicas de la Calidad Requerida. CENHICA. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos,

noviembre de 1996.

Registro Nacional de Aguas Residuales. Inventario de las descargas a las aguas terrestres. CENHICA

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, enero de 1997

Reglamento para la prevención y control de la contaminación de las aguas. Diario Oficial de la Federación,

29/3/1973. México.

Ley Federal de derechos en materias de aguas. Comisión Nacional del Agua. México 1996.

Ley de aguas nacionales y su Reglamento . Comisión Nacional del Agua. México. 1992.



## Anexo 2

Puntos de muestreo procedentes de los diferentes informes realizados por instituciones cubanas de la Bahía de Cárdenas. A partir de estos se definieron los cinco sectores para realizar la evaluación de la calidad ambiental de la Bahía.

Puntos de muestreo del Proyecto GEF/PNUD CUB/98/G32 "Acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el Ecosistema Sabana-Camagüey", ejecutado entre el 2001 y el 2005:

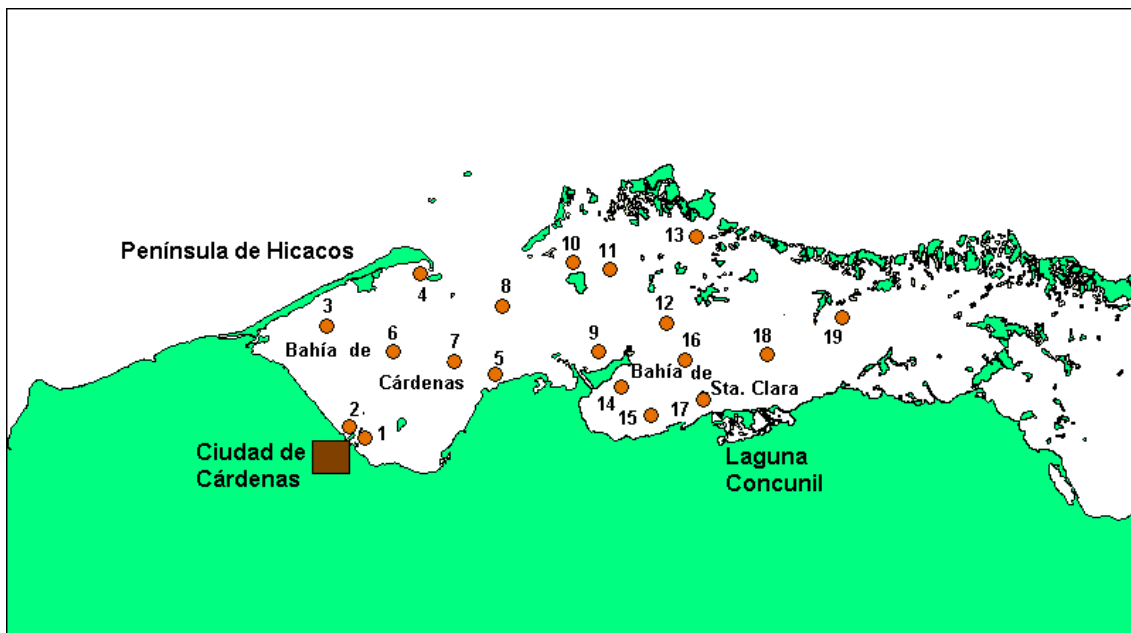


Figura 1: Red de puntos de muestreo en las bahías de Cárdenas y Santa Clara.



Puntos de muestreo del informe parcial del Programa Científico-Técnico Ramal “Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano”, del CITMA, ejecutados por el CIMAB en el año 2001.

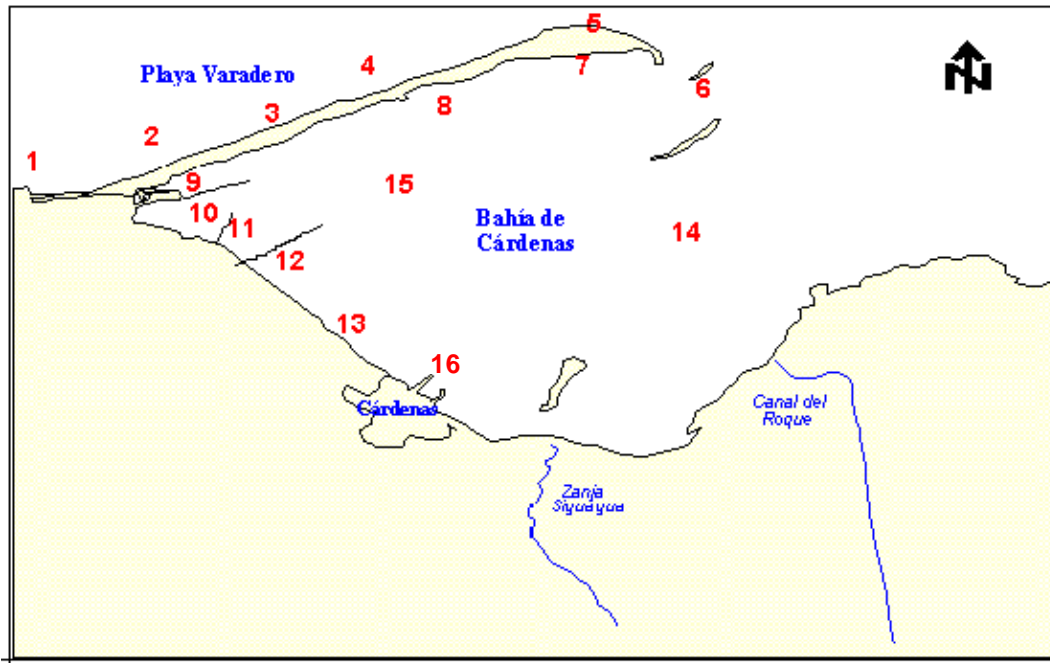


Figura 2. Ubicación de la red de estaciones para los muestreos de calidad de las aguas y sedimentos.

Puntos de muestreo del informe parcial del Programa Científico-Técnico Ramal “Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano”, del CITMA, ejecutados por el CIMAB en el año 2005.

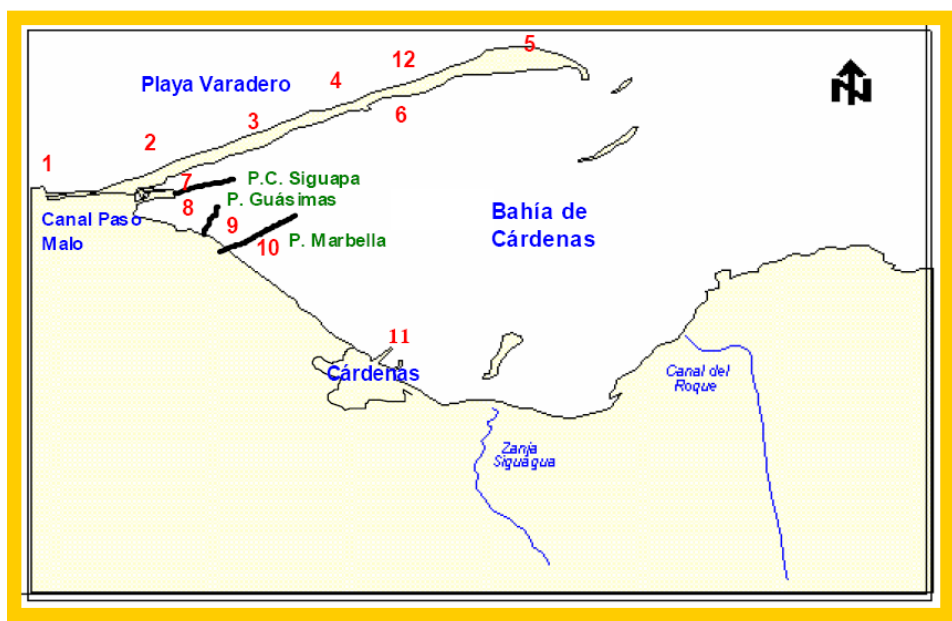


Figura 3. Ubicación de la red de estaciones para los muestreos de calidad de las aguas y sedimentos.



Puntos de muestreo del informe parcial del Programa Científico-Técnico Ramal “Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano”, del CITMA, ejecutados por el CIMAB en el año 2008.



Figura 4. Ubicación de las estaciones de muestreo.