



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

manuela@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago
de Cuba

Cuba

Morell-Bayard, Alina de la Caridad; Beyris-Mazar, Alberto de las Mercedes;
Bergues-Garrido, Pedro Siboney; Campos-Castro, Axel; Costa-Acosta, Jainer
Revisión sistemática de los contaminantes en la bahía de Santiago de Cuba

Ciencia en su PC, vol. 1, núm. 4, 2020, Octubre-, pp. 30-44
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181366194003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEM redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LOS CONTAMINANTES EN LA BAHÍA DE SANTIAGO DE CUBA

SYSTEMATIC REVIEW OF POLLUTANTS IN THE BAY OF SANTIAGO DE CUBA

Autores:

Alina de la Caridad Morell-Bayard, alina@bioeco.cu¹

Alberto de las Mercedes Beyris-Mazar, beyris@bioeco.cu¹

Pedro Siboney Bergues-Garrido, pedro@bioeco.cu¹

Axel Campos-Castro, axel@bioeco.cu¹

Jainer Costa-Acosta, jainer@bioeco.cu¹

¹Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (Bioeco). Teléfono 22626568. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

La bahía de Santiago de Cuba es la segunda en importancia y contaminación del país. En ella son vertidos residuales agresivos con aportes de materiales orgánicos e inorgánicos, metales pesados, residuos albañales, grasas, aceites e hidrocarburos, entre otros. Para conocer trabajos sobre contaminación, se realizó una revisión sistemática en bases de datos, publicaciones, páginas webs y otros documentos. El 85 % de los principales reportes están referidos a la contaminación por materia orgánica y caracterización de residuales, seguidos por las afectaciones por hidrocarburo (15 %). Lo anterior hace insuficiente los trabajos relacionados con una gestión sostenible en la bahía.

Palabras clave: agua contaminada, contaminación, bahías, hidrocarburos.

ABSTRACT

The bay of Santiago de Cuba is the second in importance and pollution of the country. In it are aggressive waste discharges with contributions of organic and inorganic materials, heavy metals, masonry waste, fats, oils and hydrocarbons, among others. To know about the main works on pollution, a systematic review was carried out on databases, publications, websites and other documents. 85% of the main reports are related to organic matter contamination and residual characterization, followed by the effects of hydrocarbon (15%), with insufficient work related to sustainable management in the bay.

Keywords: contaminated water; pollution; bays; Hydrocarbons.

INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras constituyen una de las regiones de mayor importancia desde el punto de vista natural y social, al ser áreas muy sensibles a la sinergia entre el cambio climático y la actividad socioeconómica. Sus ecosistemas son responsables de la cuarta parte de la producción primaria global y en ellos se desarrollan algunos de los núcleos poblacionales de mayor densidad, con altas tasas de crecimiento, intensa actividad turística, industrial, marítimo-portuaria y reciben también grandes aportes de contaminantes (Planos et al., 2012).

Dentro de la zona costera suroriental se encuentra la bahía de Santiago de Cuba, clasificada como de bolsa y considerada como la segunda en importancia, población y contaminación del país después de la bahía de La Habana. De acuerdo con el desarrollo socioeconómico de la provincia, esta área ha sufrido cambios, que datan desde la existencia de asentamientos aborígenes antes de 1492, con áreas cubiertas de bosques naturales, abundancia de árboles maderables, palmas reales, diferentes especies arbóreas y arbustivas y una amplia diversidad faunística marina y terrestre (Villasol, 1979).

La bahía santiaguera presenta un estrecho canal de entrada que limita la renovación del agua y cubre un área de 11.9 km² con un perímetro de 41 km. Su longitud máxima es de 6.5 km, con una profundidad media de 8 m y máxima de 21 m. Se encuentran además dos pequeños cayos: Cayo Granma, de mayor extensión, con una superficie de 10,5 ha, y Cayo Ratones (1.4 ha). Las aguas superficiales que recibe proceden fundamentalmente de los ríos Cobre, Los Guaos, Gascón, Yarayó y el dren de Trocha (Yarto) (Valdés y Regadera, 2012).

Uno de los temas de interés para Cuba es la protección ambiental de las zonas costeras y sus ecosistemas, incluyendo dentro de esta a la bahía, considerada punto estratégico del país, pues permite el transporte de todo tipo de cargas desde y hacia Santiago de Cuba; asimismo, a los países del área del Gran Caribe, América del Norte, América del Sur, Europa y Asia.

En el programa del Corredor Biológico Mesoamericano (Putney y Vela, junio 2007) se plantea que para resolver problemas ambientales se requiere un enfoque general, que no siempre demanda soluciones tecnológicas, pues juega un papel preponderante el aspecto social mediante una transformación real de nuestras actitudes y comportamiento. Considera además que es un proceso largo y lento, en el que tiene mayor avance la degradación, por lo que se hace necesario contar con mecanismos que enfrenten las situaciones con una estrecha relación entre economía, medioambiente y sociedad, pilares del desarrollo sostenible.

La zona aledaña a la bahía es la más industrializada de la provincia de Santiago de Cuba, por lo que la contaminación es uno de los principales problemas presentes en este ecosistema. La carga orgánica y los hidrocarburos son los contaminantes principales, causantes de una amplia variedad de impactos; a estos se adiciona la presencia de metales pesados. Todos estos factores afectan no solo la calidad de las aguas, sino también la flora y la fauna presentes en este ecosistema y la salud humana.

MATERIALES Y MÉTODOS

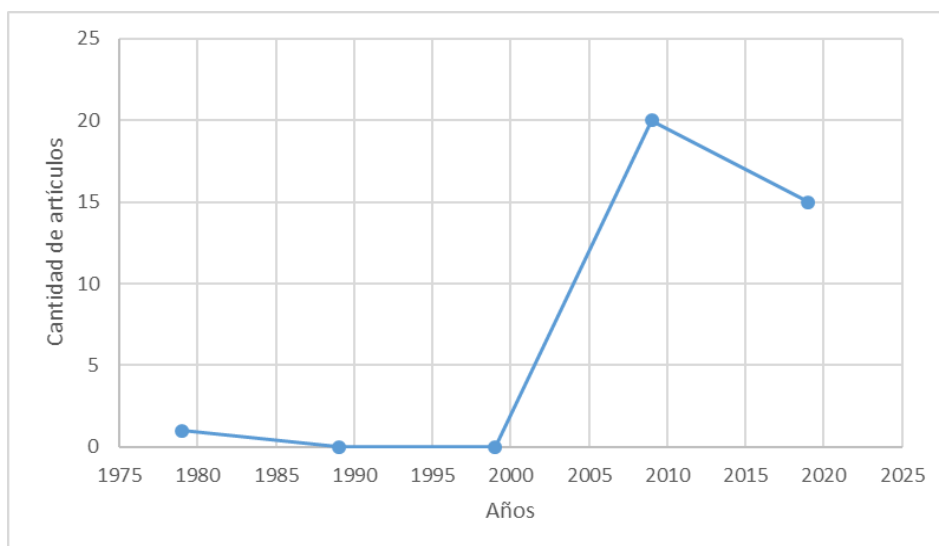
Se revisaron artículos de diferentes bases de datos: *Web of Science* (ISI), *ScienceDirect* (Elsevier), EBSCO y *Google Scholar*. Las palabras clave fueron bahía Santiago de Cuba, contaminación, aceites y grasas, zona industrial y contaminación hidrocarburos.

Fueron recopilados y seleccionados los artículos a través del diagrama de flujo del protocolo Prisma (2009), con el objetivo de homogeneizar la información y descartar aquellos que no entraban dentro del foco de estudio. Se emplearon los criterios de inclusión siguientes: contaminación en la bahía, manejo y gestión ambiental, hidrocarburos, grasas y aceites y vulnerabilidad. Como resultado se logró un total de 150 artículos publicados entre marzo de 1996 y diciembre de 2018 relacionados con la temática, de ellos 37 de interés para el análisis.

RESULTADOS

Un análisis tendencial muestra que los principales artículos referidos a la presencia de contaminantes y su afectación en la bahía fueron escritos a partir de 1990, con mayor énfasis después de 2000. Anterior a 1990 no se hacía mucha referencia a los problemas de contaminación en la bahía, por lo que se infiere que las condiciones existentes estaban acordes con la calidad ambiental requerida (Figura 1).

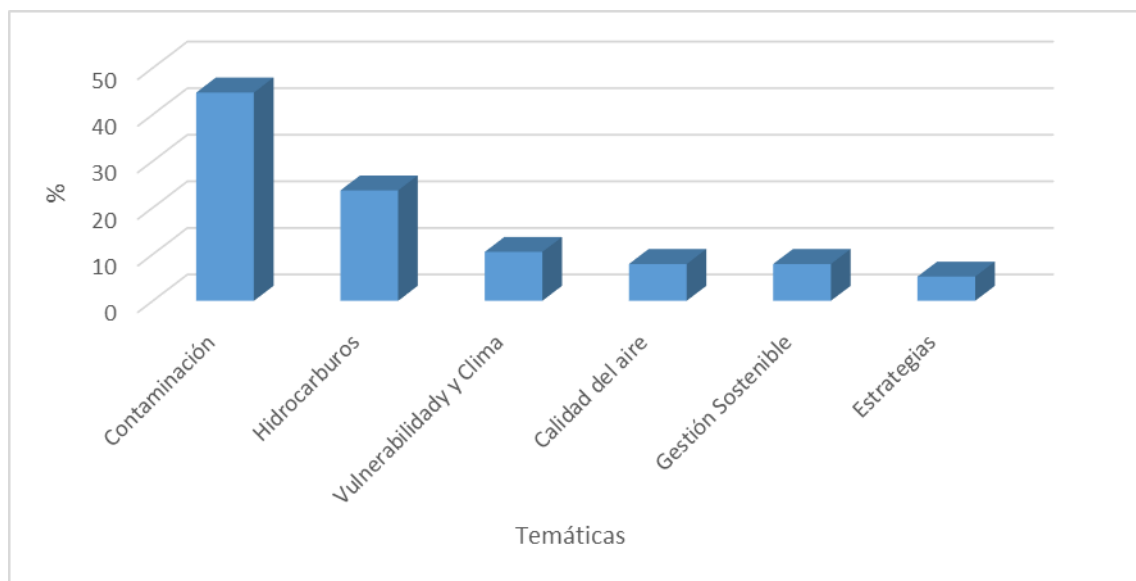
Figura 1. Tendencia en el tiempo sobre artículos referidos a la contaminación en la bahía. Período 1979- 2018



Fuente: autores

Entre 2000 y 2018 de los estudios encontrados el 50 % hace referencia a la contaminación de compuestos orgánicos y caracterización de los residuales de las principales empresas que vierten a la bahía y la presencia de metales pesados. Un 20 % declara sobre hidrocarburos, grasas, aceites y las diversas técnicas empleadas para su evaluación. En menor proporción se incluyen temas sobre cambio climático, estrategias ambientales y gestión sostenible (Figura 2).

Figura 2. Principales temáticas sobre contaminación en la bahía



Fuente: autores

Contaminación

La bahía ha sido objeto de estudio durante un largo período de tiempo por la importancia que reviste el cuidado de sus aguas y sus alrededores para la conservación de las especies que habitan en ella, los bienes y servicios que este ecosistema ofrece y el desarrollo socioeconómico del país.

La contaminación es de interés creciente debido a los problemas que ocasiona al medio. Chabalina y Beltran (2008, 2012) realizaron una evaluación de la calidad de las aguas de la bahía santiaguera por siete años consecutivos (1983-1990). Constataron que las zonas más contaminadas fueron la desembocadura, el área portuaria y el lóbulo interior; este último el más afectado, sobre todo con presencia de materia orgánica proveniente del río Yarayó y el dren Trocha.

La contaminación existente en la bahía es la causa de problemas ambientales en el litoral. Álvarez y Gómez (2009), Gómez et al. (2001) plantean que de las 52 industrias aledañas, el 75 % cuenta con algún tipo de tratamiento de residuos, pero solo el 45 % de ellas posee procedimientos apropiados para disminuir de manera efectiva la carga contaminante; así lo evidencian Abalos et

al. (2007) cuando revelan que la planta refinadora de aceites comestibles vierte a la bahía una carga orgánica de 2 896,74 kg diarios.

Están bien identificadas las empresas potencialmente contaminantes y el tipo de vertimiento, ya sea por hidrocarburos, metales pesados, materia orgánica u otros. Han sido caracterizados los residuales de la Refinería Hermanos Díaz, la Termoeléctrica Rente, el Combinado Textil Celia Sánchez Manduley, el Combinado Santiago, al que pertenecen la cervecería Hatuey y la destilería de alcohol y aguardiente. Esta última destaca por la agresividad de sus residuales orgánicos y elevados valores de DBO₅ (25000 y 30000 mg/L), además de aportes de nitrógeno y fósforo, causantes de procesos de eutrofización de las aguas (Poveda et al., 2009; Arias, 2008). Todo lo anterior confirma la presencia de elementos que afectan de forma directa el suelo, el agua y la atmósfera, con diferentes efectos sobre los ecosistemas.

Aunque se plantea que la mayoría de estas empresas se encuentran dentro del sistema de perfeccionamiento ambiental, aún es insuficiente la disponibilidad monetaria y de educación para mejorar el desempeño ambiental (Poveda, 2014).

En varias bahías cubanas fue monitoreada la presencia de metales pesados, los resultados se muestran en la (Tabla 1). Las más contaminadas son las bahías de Santiago de Cuba y La Habana (Chabalina y Beltran, 2008).

Tabla 1. Concentración de metales pesados (ug.g⁻¹; Fe en %) en los sedimentos de diferentes bahías cubanas							
Áreas	Cu	Pb	Zn	Co	Fe	Mn	Ni
La Habana	65-260	65-334	80-497	<3.0-14	1.41-4.09	137-465	24-228
Matanzas	15-60	20-56	20-152	8.0-28	0.53-4.10	54-325	42-229
Zona Varadero-Cárdenas	1.6-67	<2.5-3.0	4.5-125	<2.5-9.0	0.38-2.69	61-496	5-97
Nipe	9.6-40	2.5-28	28-96	12-154	1.68-17.58	237-1689	120-2178
Levisa	1-91	4.6-46	2-174	7.7-881	0.0434.34	125-3719	30-11215
Cabonico	13-66	6-35	22-68	11-79	2.65-14.45	307-1208	346-1090
Santiago de Cuba	35-194	7.7-213	102-603	6.4-8.6	1.6-4.39	158-472	6-15
Cienfuegos	32-144	6.8-103	57-195	6.4-16	1.75-5-60	300-997	22-46

Fuente: Chabalina y Beltran (2008), Regadera, Gómez y Beltrán (2014)

Regadera et al., (2009) y Regadera, Gómez, y Beltrán (2014) evaluaron gran variedad de indicadores físicos, químicos y bacteriológicos en aguas superficiales y a 8 m de profundidad en ambos períodos estacionales. Un resumen de los resultados se muestra en la tabla 2. Las cuadrículas sombreadas no cumplen con los valores establecidos por la norma NC:25/1999 (Oficina Nacional de Normalización, 1999), escogida como referencia.

Tabla 2. Resumen de los resultados promedios de los parámetros evaluados entre el 2009-2014. Leyenda: **= Parámetros de obligatorio cumplimiento

Parámetros	UM	2009	2012	2014	Referencia (Buena Calidad)
Transparencia	m/% prof	1.3	1.6	0.8	50-100
Salinidad**	Uds	35.6	33.5	29.4	26-35
pH**	mgL-1	8.1	8.2	7.9	8.1-8.3
OD**	mgL-1	6.5	6.5	8.2	> 5
NO2	mgL-1	0.28	0.01		<0.05
NO3	mgL-1	0.93	0.13	0.34	<0.01
NH4	mgL-1	21.9	0.12	0.21	<0.03
PO4	mgL-1	0.59	0.17	0.13	<0.5
PT	mgL-1	4.5	0.51	0.23	
SiO3	mgL-1	2.5	0.289	0.07	
SST	mgL-1	52	32	108	<100
CE	mScm-1			49	
Clorofila	mgm3	18.3		3.9	
HPDD	ugL-1	2009	3.05	0.33	
CTT	NMP/100mL	1.3		2014	<200

Fuente: Regadera et al. (2009)

Los resultados expuestos por Regadera et al. (2009) y Regadera y Valdés (2012) hacen referencia a la variación de estos de acuerdo con las normas establecidas y resaltan el decrecimiento de la salinidad aunque dentro del límite establecido; asimismo, recomiendan un seguimiento en monitoreos posteriores. Los compuestos nitrogenados se encuentran por encima de lo normado, asociados a la descomposición de compuestos orgánicos por arrastres en las aguas superficiales y a las contribuciones de procesos naturales. Lo anterior

clasifica las aguas en calidad de dudosa y propensas a procesos de eutrofización.

Con respecto a los coliformes, las concentraciones reportadas estaban por encima de la norma, asociados con la carga residual albañal de una parte de la población santiguera.

En el estudio ambiental realizado por Geocuba-Serpo (2015) para el desarrollo portuario, se demostró que aún la bahía recibe una alta carga contaminante, medida como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), generada y emitida al medio por los principales focos, considerando que el 89,68 % de la carga que llega a la bahía es por el arrastre de las aguas superficiales, lo que demuestra que aún persiste un mal funcionamiento en los sistemas de tratamiento.

El cuidado de los recursos hídricos es un tema de interés estipulado dentro de la Estrategia Ambiental Nacional, a partir de ahí se realizan adecuaciones provinciales para la protección de estos recursos.

En Santiago de Cuba el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma) (2020) estableció dentro de la Estrategia Ambiental Provincial el cuidado de la bahía santiaguera por la importancia de la. Una primera fase correspondió al período 1999-2005. En esta se registraron como problemas estratégicos la falta de conciencia y educación ambiental en la población, poca exigencia en la gestión, insuficiente política ambiental en los planes y programas de desarrollo y poca aplicación del sistema jurídico; lo que unido a la carencia de recursos materiales y financieros impidieron alcanzar niveles superiores de protección ambiental en la bahía, con influencia directa en la salud, calidad de vida, desarrollo exitoso de las actividades económicas y en la conservación de su belleza paisajística.

Un ejemplo es el estudio de percepción ambiental realizado en la comunidad de Cayo Granma por Gómez et al. (2009) sobre la identificación de problemas ambientales en comunidades de Cayo Granma; el resultado mostró un conocimiento limitado sobre el medioambiente por parte de los pobladores.

Se planteó la necesidad de implementar la gestión integrada de costas como una herramienta para una planeación sostenible de los recursos y protección de la zona costera, así como las temáticas referidas a la variabilidad climática y

ocurrencia de eventos extremos. Este análisis consideró a la población de las comunidades Cayo Granma, los Cangrejitos y Van Van de vulnerabilidad media (Milanés y Pacheco, 2011).

Hidrocarburos

Los hidrocarburos son otro de los objetos focales de atención dentro de la bahía. El 12,3 % de los artículos revisados centraron su análisis en la descontaminación y las técnicas novedosas aplicadas, que aún resultan ineficientes. Téllez (2003) propuso un plan de contingencia contra derrames de hidrocarburos como vía de solución parcial.

Teniendo en cuenta las características propias de la bahía, con respecto al tiempo de recambio de sus aguas, otro de los estudios estuvo enmarcado en corroborar la persistencia de compuestos orgánicos e hidrocarburos en las aguas durante un largo período de tiempo. Variadas son las técnicas de remediación de ecosistemas acuáticos y terrestres empleadas internacionalmente para minimizar el impacto de la contaminación por hidrocarburos, entre las que destacan: la incineración de los contaminantes, la evaporación, dispersión y el lavado; todas tecnologías costosas y que no aseguran necesariamente la mineralización; es decir, la transformación hasta las formas más oxidadas de los contaminantes (Fernández et al. 2015).

En Cuba ha sido utilizado el BIOIL-FC (producto constituido por un consorcio de cinco cepas bacterianas), producido y patentado por el Centro de Bioactivos Marinos (Cebimar), para el tratamiento de ecosistemas marinos impactados con hidrocarburos. Este producto fue probado en suelos contaminados con fueloil y gasolina, combinando la bioaugmentación y la bioestimulación con nutrientes.

En el trabajo presentado por Nápoles et al. (2007) se valoró el impacto ambiental que ocasiona la industria petrolífera mediante una matriz causa-efecto. Resultaron los factores más agredidos el aire, salud e higiene, suelo, aguas superficiales y subterráneas; mientras que los impactos más agresivos estaban en el mal funcionamiento del sistema de tratamiento de residuales líquidos y la emanación de gases, principalmente el dióxido de azufre (SO₂).

Bermúdez (2012) aplicó un consorcio bacteriano BIOIL-FC para el saneamiento ambiental de una zona costera contaminada con hidrocarburos, localizada en la porción centro-norte de la bahía de Cienfuegos, con resultados satisfactorios. Trabajos similares fueron presentados por Mesa y Falcón (2017), Rodríguez et al. (2016), Santana et al. (2015); en todos los casos los niveles de hidrocarburos estuvieron muy por encima de lo establecido por la NC/22, 1999 (Oficina Nacional de Normalización, 1999).

Fue identificada como problemática la baja percepción de la temática ambiental en la Administración Portuaria de Santiago de Cuba. Por esa razón se le propuso incorporar la variable ambiental en el desarrollo de sus actividades, ya que no interfiere en la eficacia de sus operaciones, la cual le permitiría realizar actividades ambientalmente seguras y sostenibles.

Aire

Otro aspecto encontrado en la revisión es el referido a la calidad del aire. Las áreas alrededor de la bahía albergan una población aproximada de 54 662 habitantes (Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI), 2014). González y Reyes (2005) evaluaron la presencia de polvos sedimentables de origen industrial en la bahía, lo cual demuestra la persistencia de los gases dióxido de carbono (CO_2) y dióxido de azufre (SO_2). Otro de los estudios, realizado por Geocuba-Serpo (2015), evaluó la concentración de los gases CO_2 , N_2 , O_2 , CO , H_2 , C y SO_2 en horas de la mañana, problema atribuible al proceso industrial. Los valores hallados estuvieron dentro de los máximos admisibles por la NC/39, 1999 (Oficina Nacional de Normalización, 1999). Por la importancia que esto reviste se recomienda extender el período de análisis con el objetivo de obtener resultados definitivos.

CONCLUSIONES

- Fueron recopilados y revisados estudios referidos a la bahía de Santiago de Cuba, de ellos el 87 % concerniente a la contaminación desde sus varias aristas. Estos demostraron que aún persisten condiciones inadecuadas en los procesos tecnológicos de las industrias aledañas a la bahía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abalos, A., Marañón, A., Fernández, J.M., Aguilera, I. y Despaigne, F. (2007). Caracterización de las aguas residuales de la planta refinadora de aceites comestibles ERASOL. *Rev. CENIC. Ciencias Biológicas*, 38(3), 220-223. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181221643008.pdf>
- Álvarez, I. y Gómez, L. (2009). Metas para una iniciativa de MIZC en el lóbulo interior de la bahía de Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, 4 octubre-diciembre, 70-93. <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181317813006.pdf>
- Bermúdez, J. (2012). *Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos a partir del uso de un consorcio bacteriano alóctono en la zona costera de Punta Majagua. Cienfuegos, Cuba* (Tesis en opción al grado de Máster de Ingeniería en Saneamiento Ambiental). Universidad Central de Las Villas Martha Abreu. Santa Clara, Cuba. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3176/Jelvys%20Berm%C3%B Adez%20Acosta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Putney, A.D. y Vela, C. (junio 2007). *Proyecto RLA97G31. Establecimiento de un programa para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)* (Evaluación cierre Proyecto CCAD-PNUD-PNUMA/GEF-GTZ. Informe Final). <https://erc.undp.org/evaluation/documents/download/3112>
- Chabalina, L. y Beltran, J. (2008). *Contaminación marina en bahías y zonas costeras de Cuba y del Gran Caribe* (Reporte 1). Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas. La Habana, Cuba (no publicado).
- Chabalina, L. y Beltran, J. (2012). *Contaminación marina en bahías y zonas costeras de Cuba y del Gran Caribe* (Reporte 2). Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas. La Habana, Cuba (no publicado).
- Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). (2014). *Anuario Estadístico de Santiago de Cuba*. <http://www.onei.gob.cu/mapa/provincia/santiago>
- Cuba. Oficina Nacional de Normalización (1999). *Norma Cubana NC: 25- 1999 Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones*. La Habana, Cuba: autor.

Cuba. Oficina Nacional de Normalización (1999). *Norma Cubana NC: 22 -1999 Lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores. Requisitos higiénico sanitarios*. La Habana, Cuba: autor

Cuba. Oficina Nacional de Normalización (1999). *NC 39: 1999 Calidad del aire. Requisitos higiénico-sanitarios*. La Habana, Cuba: autor.
<http://jabber.otn.camaguey.cu/FTP-NORMAS/Normas/NC-1999/NC%2039-1999.pdf>

Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (Citma). (2020). *Estrategia Ambiental Nacional 2016/2020*. La Habana, Cuba.
<https://www.cubahora.cu/uploads/documento/2019/05/21/estrategia-ambiental-nacional-2016-2020.pdf>

Fernández, M.A., Rodríguez, D., García, I., Santána, M. y Córdova, V. (2015). Comportamiento de la contaminación orgánica de la bahía de Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, 1 enero-marzo, 29-42.
<https://www.redalyc.org/pdf/1813/181338814003.pdf>

Geocuba-Serpo. (2015). *Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto Terminal Multipropósito Puerto Santiago de Cuba. Línea Base Ambiental* (no publicado).

Gómez, L., Larduet, Y. y Abrahantes, N. (2001). Contaminación y biodiversidad en ecosistemas acuáticos. El fitoplancton de la bahía de Santiago de Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 22(3), 191-197. https://www.researchgate.net/profile/Liliana-Gomez-Luna/publication/237494417_CONTAMINACION_Y_BIODIVERSIDAD_EN_ECOSISTEMAS_ACUATICOS_EL_FITOPLANCTON_DE_LA_BAHIA_DE_SANTIAGO_DE_CUBA/links/54fb5d620cf2c3f524204830/CONTAMINACION-Y-BIODIVERSIDAD-EN-ECOSISTEMAS-ACUATICOS-EL-FITOPLANCTON-DE-LA-BAHIA-DE-SANTIAGO-DE-CUBA.pdf

Gómez, L., Méndez, J., Sao Cancio, I., Wilson, J. y Olivares, G. (2009). Un análisis de la percepción ambiental en dos comunidades de Santiago de Cuba: Cayo Granma y Ducureaux. *Ciencia en su PC*, 4 octubre-diciembre, 120-130.
<https://www.redalyc.org/pdf/1813/181317813009.pdf>

González, A., y Reyes, O. (2005). Evaluación del impacto ambiental por la contaminación atmosférica de origen industrial, en la bahía de Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Química*, XVII(3), 43.
<https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543687016.pdf>

Arias Lafargue, T. (2008). Caracterización de algunas de las principales fuentes contaminantes de la bahía de Santiago de Cuba y sus consecuencias en el medio ambiente. *Tecnología Química*, XXVIII(2), 79-89.
<https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543756010.pdf>

Mesa, L. y Falcón, J. (2017). Evaluación del grado de contaminación por petróleo en aguas de la bahía de Santiago de Cuba. *Rev. Boliviana de Química*, 34(2), 56-64.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602017000200003&lng=es&tlng=es.

Milanés, C. y Pacheco, A. (2011). Asentamientos costeros en la bahía de Santiago de Cuba: estudios de su vulnerabilidad urbana. *Rev. Arquitectura y Urbanismo*, XXXII(3), 18-26. <https://www.redalyc.org/pdf/3768/376839863005.pdf>

Nápoles, J., Ábalos, A., Pérez, N., Marañón, A. y Díaz, E. (2007). Impacto ambiental de la Industria Petrolífera de Santiago de Cuba. Caracterización. *Tecnología Química*, XXVII(2), 83-91. <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543753013.pdf>

Planos Gutiérrez, E. Rivero Vega, R. y Guevara Velazco, V. (eds.) (2012). *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. La Habana, Cuba. http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2012_Planos_Impacto%20y%20Adaptacion,%20Libro.pdf

Poveda, I., Morales, M. y Rizo, M. (2009). Influencia de la empresa como agente económico del desarrollo sostenible en la zona costera de la bahía de Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, 4 octubre-diciembre, 94-103.
<https://www.redalyc.org/pdf/1813/181317813007.pdf>

Poveda, I. (2014). Las dimensiones del desarrollo en las empresas estatales contaminantes de la bahía de Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, 2 abril-junio, 86-94. <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181331790006.pdf>

Regadera, R., Gómez, L., Gómez, Y. y García, E. (2009). *Monitoreo de la calidad ambiental del ecosistema de la bahía de Santiago de Cuba* (Informe parcial). La Habana, Cuba (no publicado).

Regadera, R. y Valdés, M. (2012). *Monitoreo de la calidad ambiental del ecosistema de la bahía de Santiago de Cuba* (Resumen Ejecutivo). La Habana, Cuba (No publicado).

Regadera, R., Gómez, Y. y Beltrán, J. (2014). *Control de la calidad ambiental del ecosistema marino de la bahía de Santiago de Cuba* (Proyecto de Investigación-Desarrollo e Innovación Tecnológica). Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (Cimab) (No publicado).

Rodríguez, D., Santana, M.A. y Creagh, B. (2016). Contaminación por grasas y aceites en zonas de baño de la bahía de Santiago de Cuba. Parte # 1: Determinación química. *Ciencia en su PC*, 1 enero-marzo, 77-88.
<https://www.redalyc.org/pdf/1813/181345819007.pdf>

Santana, M.A., Rodríguez, D., Díaz, M. y Salazar, P. (2015). Evaluación de la contaminación por hidrocarburos de la bahía de Santiago de Cuba. *Rev. Cubana Química*, 28(2, mayo-agosto), 554-560.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212016000200002&lng=es&tlng=es

Téllez, D. (2003). *Plan de contingencia contra derrames de hidrocarburos, una práctica sensata del manejo integrado de zonas costeras* (Tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias en Manejo Integrado de Zonas Costeras). Universidad de Oriente, Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras. Santiago de Cuba, Cuba (no publicado).

Valdés, M. y Regadera, R. (2012). *Monitoreo de la calidad ambiental del ecosistema de la bahía de Santiago de Cuba* (Informe Parcial). La Habana, Cuba (No publicado).

Villasol, A. (1979). *Informe preliminar sobre la contaminación de las aguas en la bahía de Santiago de Cuba. Informe Parcial. Tema 02 Contaminación de las aguas en el puerto de Santiago de Cuba*. Cuba (no publicado).

Recibido: 6 de marzo de 2020

Aprobado: 18 de septiembre de 2020