

Caracterización geoambiental del municipio Santa Cruz del Norte, Provincia Mayabeque, Cuba

Jesús Manuel López-Kramer* ⁽¹⁾, Betty Gutiérrez-Pérez ⁽¹⁾, Efrén Jaimez-Salgado ⁽¹⁾, Mario Guerra-Oliva ⁽¹⁾, Ernesto Rocamora-Álvarez, ⁽¹⁾, Yolanda Sainz-Vega ⁽¹⁾, Idelfonso Díaz -Barrios ⁽²⁾, Fausto Acosta-Águila ⁽¹⁾, José Alcaide-Orpí ⁽¹⁾, María G. Valdés-Hernández ⁽¹⁾ y Bárbara Polo-González ⁽¹⁾

(1) *Instituto de Geofísica y Astronomía, La Habana, Cuba, E-mail: kramer@iga.cu, betty@iga.cu, ejaimenz@iga.cu, yolanda@iga.cu, fausto@iga.cu, alcaide@oceanoinf.cu, gertrudis@iga.cu, bpolo@cenais.cu*

(2) *GEOCUBA I.C. La Habana, Cuba.*

Recibido: abril 29, 2011	Aceptado: noviembre 14, 2011
--------------------------	------------------------------

RESUMEN

Dentro de la provincia Mayabeque, el municipio Santa Cruz del Norte es uno de los que ha estado sometido a mayores transformaciones socio - económicas y ambientales. La actividad económica, con un alcance local en el pasado, se ha transformado en la actualidad en un municipio con un fuerte impacto en la economía nacional (extracción de petróleo y gas, producción de electricidad, ron, turismo, etc.). La recopilación de la información sobre el medio físico y socio – económicos, y los trabajos de campo, las observaciones y muestreos realizados en el terreno permitieron generar y actualizar la información existente. Con esta información se identificaron los problemas ambientales y los cambios producidos debido a las actividades antrópicas. Se elaboraron mapas temáticos y aplicados en formato digital, a escala 1:50 000, de las diferentes variables o componentes medioambientales y de las actividades humanas. Todo ello utilizando softwares avanzados, hojas cartográficas a escala 1: 25 000, imágenes satelitales del Google Earth. Como objetivo principal de la Caracterización Geoambiental en el Municipio Santa Cruz se muestran de forma descriptiva y con objetividad los principales problemas ambientales.

Palabras clave: Medio ambiente, actividad antrópica, impacto

Geoenvironmental characterization of the municipality Santa Cruz del Norte, province Mayabeque, Cuba

ABSTRACT

In Mayabeque's province, the municipality of Santa Cruz del Norte has been subjected several socio-economic and environmental transformations. The primary local income fisheries and agriculture-based economy was changed to a powerful positive impact in the national economy due to the incorporation of activities such as oil and gas exploration and development, electric generation, beverages, tourism, etc.). Therefore the review of information on the physical environment and economy sustained by field works allowed an updating of the environmental. Several environmental problems were identified as well as the changes due to the anthropic activities. Various thematic maps supported in a Geographical Information System (GIS) at scale 1:50 000 were elaborated to include the different environmental variables or components and of the human activities using advanced software, cartographic charts at scale 1: 25 000, GOOGLE images. This contribution results provide decision-makers an important tool to give in short term immediate solutions to the main problems of the environmental management of the municipality.

Key words: Environmental, anthropic activity, impact

1. Introducción

Los Diagnósticos ambientales, así como los estudios de Peligro Vulnerabilidad y Riesgos se han convertido en los últimos años en un tema prioritario para nuestro país y la comunidad internacional. En el Departamento de Geología Ambiental, Geofísica y Riesgos del Instituto de Geofísica y Astronomía se han realizado a lo largo de estos años proyectos sobre la temática que abarcaron los municipios urbanos y rurales de las antiguas provincias habaneras, hasta cubrir casi todo el territorio. Como parte de estos estudios se acometió el proyecto Diagnóstico Geoambiental del Municipio Santa Cruz del Norte, del cual la presente Caracterización Geoambiental forma parte. La información actualizada del territorio permite adoptar decisiones encaminadas al desarrollo sustentable del mismo. Por tal motivo, el objetivo principal del trabajo es mostrar de forma descriptiva y con objetividad los principales problemas ambientales. Como conclusiones los principales problemas ambientales, naturales e inducidos por la actividad antrópicas que afectan al Municipio Santa Cruz del Norte son las relacionadas con el medio físico tales como el desarrollo del carso, la erosión de los suelos, la intrusión marina, zonas de desarrollo de deslizamientos de suelo y desprendimientos de rocas. Contaminación de origen natural: en suelos, en las aguas y en el aire, y las de origen antrópica, en las que incluimos las afectaciones negativas por la acción de la exploración y explotación petrolera, y las fuentes contaminantes de origen doméstico e industrial. Por último se destacan los cambios socio económicos positivos por el impacto de la actividad industrial y en particular por la exploración y explotación petrolera en el territorio.

2. Materiales y métodos

2.1 Materiales

En la elaboración del presente trabajo se utilizaron:

Materiales gráficos, informes de investigación, artículos, Informes de Servicios Científico Técnicos de diversas instituciones y propias entre las cuales se encuentran:

- Hojas topográficas del Municipio a escala 1:25 000 que sirvieron como base cartográfica
- Mapa de Suelos del territorio a escala 1: 25 000, elaborado por la antigua Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura, editado por el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, 1984
- Imagen del servicio *Google Earth*.
- Información sobre Estudios Ambientales y Geoambientales desarrollados por el Instituto de Geofísica y Astronomía en diferentes municipios de las provincias habaneras.
- Mapas fundamentales, temáticos y de valor agregado generados por el Instituto de Geología y Paleontología, Instituto de Ecología y Sistemática, Instituto de Geografía, Oficina Nacional de Recursos Minerales, Atlas Nacional de Cuba, Instituto de Oceanología, entre otros.
- Información suministrada por las direcciones municipales del Gobierno del Poder Popular del municipio, por la Escuela Internacional de Educación Física y Deportes y El Grupo Empresarial GEOCUBA.

2.2 Métodos

A partir de la información base y utilizando las herramientas SIG se realizó la edición de mapas y la confección de la base de datos georeferenciados. Además, en el caso particular de la actualización de los mapas del componente suelo (Genético de Suelos, Procesos Degradantes, Erosión Actual y Potencial, etc.) se contó con la fotointerpretación plana a distancia (Teledetección) de imágenes satelitales LANDSAT en los canales 3, 4, 5 del espectro (multiespectrales en el IR, IR cercano, e IR lejano) lo cual permitió el rediseño cartográfico de los polígonos que reflejan contornos de las unidades principales de suelos.

Las observaciones y los muestreos realizados en el terreno permitieron actualizar la información precedente y verificar un grupo de aspectos y criterios iniciales.

3. Resultados y discusión

3.1 Ubicación geográfica

El municipio Santa Cruz del Norte conforma el extremo Noreste de la provincia Mayabeque. Fig. 1. Por el Norte se extiende a lo largo de 49 km de costa limitando con El Estrecho de la Florida, por el Oeste con el municipio Habana del Este en la actual provincia de La Habana, por el Este con la provincia de Matanzas, y por el Sur con los municipios Madruga y Jaruco de la propia provincia. La extensión superficial del municipio es de 379,18 Km². Las

coordenadas de los vértices que conforman los límites del municipio están enmarcadas de forma general entre los puntos conformados por: E 388 000, N 372 000 y E 430 000, N 370 000.

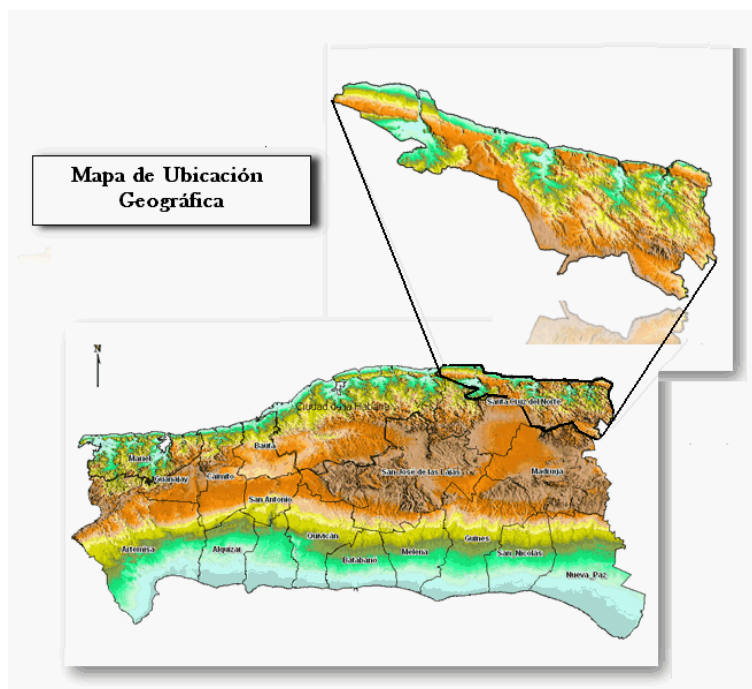


Fig. 1. Municipio Santa Cruz del Norte

3.2 Características del medio físico

3.2.1 Geología

Según García, *et al.*, (2001), la constitución geológica del municipio está caracterizada por formaciones vulcanógenas-sedimentarias mesozoicas representadas por vulcanitas, tobas, andesitas, calcarenitas y una secuencia flyschoides de argilitas, aleurolitas, areniscas y conglomerados polimícticos, las Formaciones Punta Alegre, Chirino, La Trampa, Vía Blanca y Peñalver y por las rocas del Complejo Ofiolítico (serpentinatas, gabros) de la misma edad. Además, están presentes, las formaciones sedimentarias cenozoicas, constituidas por rocas carbonatadas con un carso bien desarrollado observado fundamentalmente en la Formación Güines y en menor proporción en las Formaciones Colón, Jaruco y Cojímar. Otras formaciones presentes: Mercedes, Apolo, Universidad, Consuelo, Vedado y Jaimanitas.

Geología económica.

El municipio cuenta con importantes fuentes de materias primas. Algunas de ellas únicas en el país (yeso), otras como el petróleo que por su volumen e importancia estratégica para la economía del país hacen que la actividad geólogo-minera jueguen un rol fundamental en la vida del municipio, y sus implicaciones medio ambientales. A continuación se enumeran los principales yacimientos.

Yacimientos no metálicos y sus diferentes usos en la economía.

Entre los minerales no metálicos más importantes para la economía de la región están el yeso, feldespato, zeolitas, margas, serpentinatas y piedra para la construcción. Existen seis yacimientos en explotación, uno en procesamiento y dos en investigaciones, estos son: Yeso Canasí y Corral Nuevo, uso producción de cemento gris. Puerto Escondido, caliza utilizada en la construcción. Zeolitas Galafe para la alimentación animal y San Ignacio para la industria del vidrio. Margas Caribe y Puerto Escondido, así como serpentinatas Puerto Escondido (más arcilla), todas estas utilizadas como relleno inerte. (Oficina Nacional de Recursos Minerales, 2010)

Yacimientos de petróleo y gas.

Los yacimientos de petróleo en el municipio según Campos *et al*; (2004) incluyen unos 42 pozos de explotación y exploración, localizados en la porción noroeste en los alrededores de Boca de Jaruco 32 de ellos y en la porción noreste en los alrededores de Puerto Escondido 12 pozos.

3.2.2 Ingeniería Geológica

Carbonatado (I)

A pesar de que agrupa a rocas primarias carbonatadas (calizas organógenas), sus con características básicas son muy heterogéneas en cuanto a sus propiedades. Se divide en calizas organógenas y calcarenitas del Cuaternario, con propiedades bajas de resistencia a la compresión axial ($< 70 \text{ kg/cm}^2$) y de densidad húmeda natural que rara vez alcanza los 1.85 g/cm^3 .

Por sus características de macroporosidad, son paquetes de rocas muy vulnerables al avance de la contaminación por hidrocarburos y otras sustancias fluidas, llegando a ser excelentes conductores y propagadores de estos a considerable distancia en corto tiempo (Foto 1). Aunque investigaciones especializadas (Rocamora, *et al.*, 1999) han demostrado que son medios muy abiertos, donde las contaminaciones por gases no progresan, se les debe prestar atención por el efecto de trampa que pueden condicionar al flujo de gases por conductos cárnicos, llegando a ser puntos de alta concentración, muy peligrosos.



Foto 1. Calizas carsificadas, con índices de flujo de hidrocarburos por las oquedades. Zona de Puerto Escondido

Complejo carbonatado-terrígeno (II)

La situación en cuanto a la heterogeneidad de las propiedades es aún más significativa, considerando que las rocas son desde calizas arcillosas hasta margas. Esta diversidad litológica establece intercalaciones de rocas duras con valores de resistencia a la compresión de hasta 200 kg/cm^2 , muy densas y peso específico de 2.70 g/cm^3 , y rocas semiduras, con densidad no superior a 1.90 g/cm^3 y cohesión en el orden de los 2.1 kg/cm^2 . Estas secuencias litológicas establecen condiciones muy particulares, que derivan en serios problemas de estabilidad de taludes y retroceso diferencial de sus bordes por la mala interpretación de sus parámetros. Desde el punto de vista a la vulnerabilidad a la contaminación, tienen un comportamiento similar al complejo I.

Complejo terrígeno (III)

Tiene su distribución en la mitad sur del territorio, asociado a las rocas de las Formaciones de Vía Blanca, La trampa, Chirino y Peñalver. Estas rocas, por su litología muy variada son difíciles de enmarcar dentro de rangos de propiedades, pero de forma general existe la tendencia a tener valores de resistencia altos, que para el caso de las rocas arcillosas llegan a tener cohesión superiores a 1 kg/cm^2 . Así mismo, son materiales impermeables, muy favorables para sobre ellos ubicar embalses de agua, estanques o reservorios.

Complejo intrusivo (IV)

Tiene un desarrollo muy limitado en el territorio. Estas rocas tienen capas superficiales muy alteradas, producto del intenso agrietamiento que caracteriza a los macizos, dándole a su vez propiedades de alta permeabilidad. Es de destacar que en escasos metros de profundidad, producto de la yacencia de estas rocas, en estado más sano, la permeabilidad es casi nula.

3.2.3 Sismicidad

Se reportan unos 30 sismos entre perceptibles y VI grados en la escala MSK. El terremoto ocurrido en Tapaste, el 16 de mayo de 1953, tuvo intensidad de V grados en la escala MSK. El sismo de Ganuza ocurrió el 9 de marzo de 1995 a la 01:30 hora local, produciendo intensidades máximas de V grados en la escala MSK y la atenuación de las intensidades fue menor hacia el NE. El sismo de Torriente - Jagüey Grande, ocurrido en diciembre de 1982, tuvo una magnitud de 5,0 en la escala de Richter, y una intensidad de VI grados en la zona epicentral. El mencionado sismo, fue sentido en varias localidades de las provincias de Matanzas, La Habana y Ciudad de la Habana. Se reportaron afectaciones en viviendas y centros escolares de la zona epicentral, como por ejemplo, grietas en algunas paredes, caída del revestimiento de los techos, rotura de cristales y otros. Las localidades de las provincias habaneras donde se reporto perceptible fueron: Nueva Paz, San Nicolás de Bari, Aguacate, Melena del Sur, Tapaste, Madruga.

3.2.4 Suelos

Los suelos predominantes en el municipio costero de Santa Cruz del Norte se muestran en la figura 2. Al agrupamiento *Pardo Sialítico* pertenecen el (55.9 %), con predominio de los subtipos *Pardo Mullido* y *Pardo Ócrico* en ese orden de distribución. Los mismos, están afectados por diferentes niveles de erosión actual y potencial, por lo que poseen manifestación intensa de algunos factores limitantes para la producción agrícola (generalmente suelos de Clase III: medianamente productivos). Con todo, el subtipo *Pardo Mullido* posee mejores aptitudes agroproductivas que el subtipo *Pardo Ócrico* por ser un suelo de mejor estructura para el laboreo en su capa arable y tiene aún mejores aptitudes que los restantes subtipos (*Pardo Vértico*, *Gleyzoso*, *Gléyico*, etc), siendo dominante en el área de estudio, donde aparece sin embargo muy afectado por la poca profundidad efectiva.

En segundo lugar por su distribución aparecen los suelos del agrupamiento Poco Evolucionados (38.7 %), con predominio del tipo Lithosol, subtipo Éutrico, seguido de cerca por el tipo Protorrendzina con los subtipos Protorrendzina Roja y Protorrendzina Negra.

En tercer lugar por distribución aparecen suelos del agrupamiento Húmico Sialítico (33.3 %), con predominio casi absoluto del tipo Rendzina, subtipo Rendzina Roja.

Otros suelos de menor importancia por su distribución son los pertenecientes al agrupamiento Hidromórfico (7.8 %), localizados básicamente en un área del curso inferior del río Jibacoa, suelos del agrupamiento Vertisol, con el tipo Vertisol Pélico (2.9 %), y en un área relativamente pequeña del curso inferior del río Canasí, suelos aluviales o Fluvisol (2.8 %). Finalmente, suelos del agrupamiento Ferrálico (sólo 1.6 %), aparecen distribuidos en pequeñas unidades ubicadas hacia el centro – sur del Municipio.

Puede decirse que Santa Cruz del Norte no es un municipio con buena riqueza en cuanto a calidad de sus suelos, los que están siendo afectados actualmente por diferentes procesos degradativos, debido al mal uso y manejo de los mismos durante décadas, así como por el impacto que han tenido por la contaminación ambiental generada por el desarrollo de la actividad extractiva de hidrocarburos en los últimos años en el territorio.

Los principales problemas de origen natural detectados son, la elevación de la alcalinidad natural de los suelos y la presencia de nódulos y concreciones de manganeso en el perfil de suelos.

Se menciona el caso particular de los suelos transportados desde el sur de La Habana en las décadas del 60 y 70 del siglo pasado y los problemas de contaminación por metales y sales de las aguas subterráneas que aquello trajo por consiguiente.

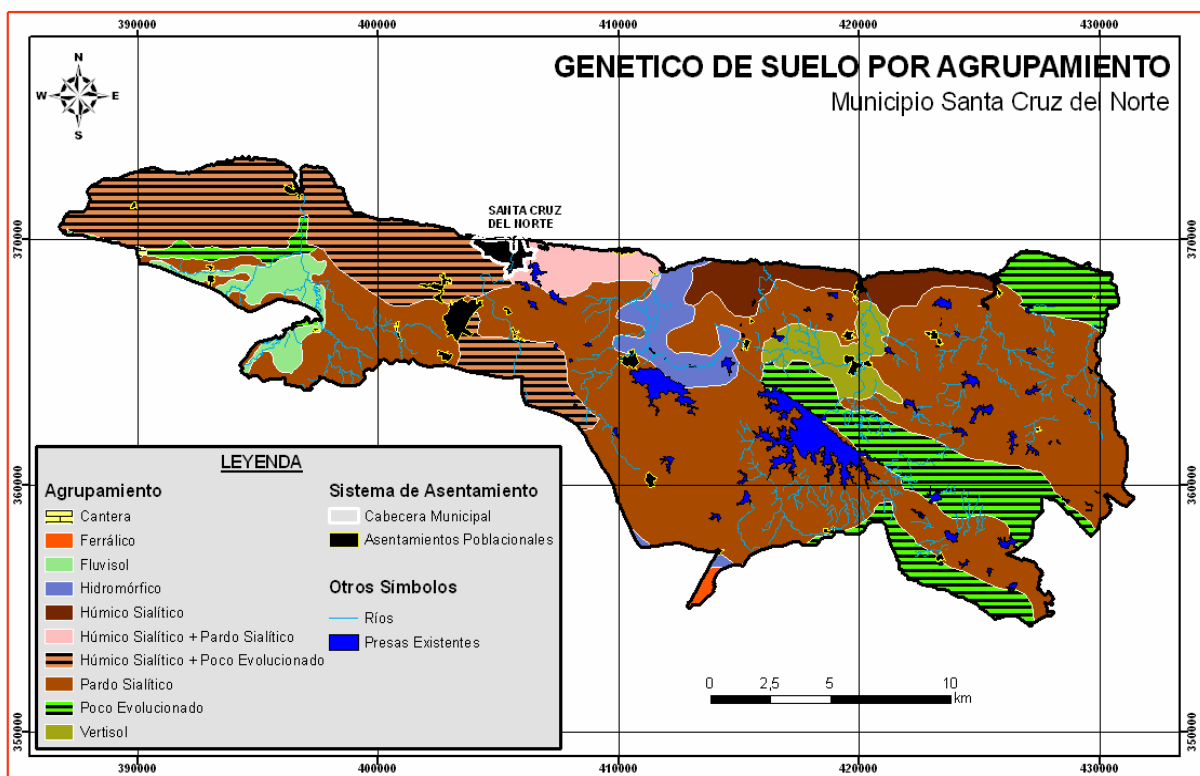


Fig. 2. Mapa genético de suelos

3.2.5 Aguas superficiales y subterráneas de la región

En la Figura 3, se muestran los recursos hídricos del municipio. El río Jaruco fue uno de los ríos que dio vida a La Habana, como capital del país, sobre todo por el aporte de los astilleros que allí se encontraban y que constituyó la causa del primer y más notable impacto ambiental negativo, al devastarse los bosques que cubrían sus riberas; el Santa Cruz, que hasta principios de la década del 70 fue totalmente alterado por la contaminación de los complejos azucareros y derivados del azúcar del Camilo Cienfuegos, la vía de desarrollo asociada a la cooperativa pesquera – destruida por tal contaminación- y que fue una de las causas del cambio en la composición y estructura socioeconómica local.

Los ríos Bacunayagua, Puerto Escondido y Jaruco según Molerio 2011 (com. Per) no presentan cargas contaminantes elevadas. El río Canasí ha tenido, desde siempre, una fuerte carga en metales y serios problemas de eutrofización en la presa. El río Santa Cruz es el único que presenta problemas, todavía hoy, debido a la baja resiliencia del sistema acuífero cársico y a la baja autorregulación del sistema. La contaminación más importante en las aguas terrestres que se ha producido en el territorio ha sido la provocada por el Complejo Agrícola Industrial Camilo Cienfuegos.

Las aguas subterráneas, la tradicionalmente llamada Cuenca de Hershey es el sistema subterráneo más importante de todo el norte de la actual provincia de Mayabeque, por sus reservas y la extraordinaria calidad de sus aguas, así como por las siempre intrigantes relaciones hidráulicas con la cuenca Jaruco.

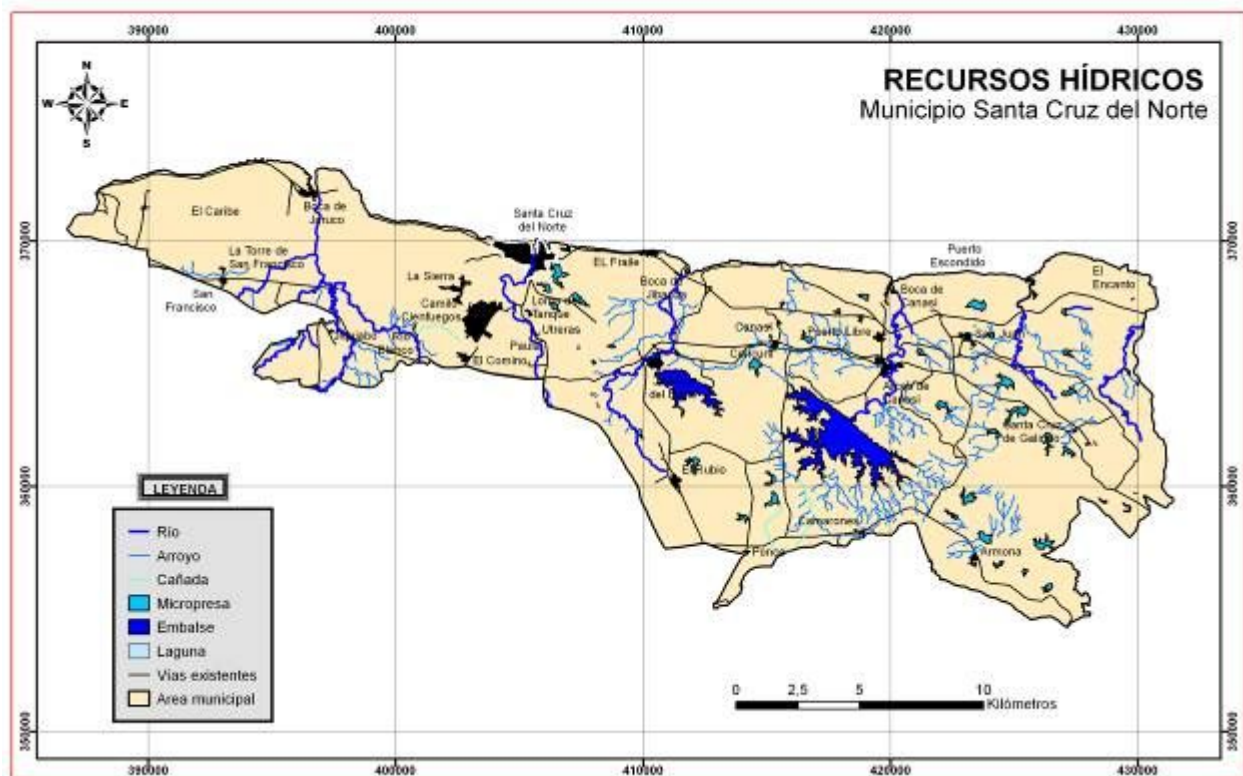


Fig. 3. Mapa de Recursos Hídricos

3.3 Características socio-económicas

La población del municipio según el Anuario Estadístico, (2009) alcanzaba los 34 216 habitantes. Destacándose que la población masculina es superior con 17 450 hombres y 16 766 mujeres.

Este municipio con una economía local, de tradición pesquera (que fue en gran medida destruida por la contaminación del río Santa Cruz provocada por el CAI Camilo Cienfuegos y sus industrias satélites), agrícola, ganadera, productora de azúcar (refinería) y ron, en los últimos 30 años se ha transformado en un municipio netamente industrial de gran importancia en la economía nacional. Es un importante productor de petróleo y gas, además en su territorio cuenta con: una termoeléctrica, dos plantas de generación de electricidad que utilizan el gas acompañante. Otras empresas de trascendencia económica perteneciente a la industria ligera, alimenticia y minera se encuentran en la zona, donde se localizan las más importantes minas de yeso de Cuba. La fábrica de cerámica es la industria más joven y moderna del municipio.

El paisaje de la zona es explotado por la industria del turismo que incluye entre otras la playa de Jibacoa, (campismos, hoteles, turismo nacional, internacional) con sus blancas arenas y los paredones verticales de las alturas paralelas al mar, que constituye hoy un atractivo centro turístico Mayabequense, Díaz, I. R. (2004).

La comunidad de Boca de Jaruco dejó de ser una comunidad pesquera lo que provocó un fuerte cambio en la estructura y composición social del municipio para establecerse como una comunidad industrial- petrolera. Por el impacto socio económico de la exploración y explotación petrolera, se destacan un grupo de cambios positivos en el territorio.

- 1- La exploración y explotación petrolera constituye la principal fuente de empleo del territorio.
- 2- Mejoramiento del nivel de vida de los trabajadores y pobladores.
- 3- Incremento del nivel de escolaridad e instrucción medio de la población del territorio.
- 4- Ha influido en el incremento de la cultura ambiental y laboral de los trabajadores y en general de la comunidad.
- 5- Mejoramiento del servicio de transporte público.
- 6- Aumento y mejoramiento del fondo habitacional.

- 7- Las nuevas tecnologías que ha puesto en marcha CUPET permiten disminuir la contaminación en varias veces con respecto a las producidas hace 10-15 años atrás.

Análisis de los Asentamientos

Su división política administrativa lo componen 7 Consejos Populares: Santa Cruz del Norte, con una actividad económica industrial (generación de energía eléctrica), su extensión es de 10,2 km², y el tipo de población mixto. Camilo Cienfuegos, su actividad económica es la agropecuaria, industria y transporte, su extensión es de 33,7 km², y el tipo de población urbano. Arcos de Canasí, cuya actividad económica fundamental está basada en el turismo y la actividad pecuaria, su extensión es de 77,0 km², el tipo de población mixto. Jibacoa, con una actividad basada en el desarrollo pecuario, su extensión es de 57,1 km², y el tipo de población mixto. Bacunayagua con una actividad económica fundamental dedicada a la pecuaria, su extensión es de 70,9 km², y es del tipo rural. Valle Elena, su economía está caracterizada por el desarrollo de rama la pecuaria, con una extensión de 51,9 km², y el tipo de población rural y Boca de Jaruco, con una actividad económica fundamental (rama del petróleo) basada en un grupo de importantes industrias y la rama pecuaria, su extensión es de 75,5 km², y el tipo de población mixto.

3.4 Principales problemas ambientales que afectan el municipio

Muchos problemas que afectan la salud de la población según López Kramer *et al.*, (2010 y 2011), se relacionan con la contaminación de origen líquidos, sólidos y gaseosos y están relacionados con los insuficientes servicios de abastecimiento de agua potable, sistemas de saneamiento, tratamiento de aguas residuales provenientes de los procesos domésticos e industriales, así como el inadecuado manejo y gestión de los residuos sólidos municipales entre otros.

3.4.1 Contaminación natural en suelos

La presencia en las rocas madres de minerales compuestos por elementos que poseen comportamientos geoquímicos diferentes ante los procesos naturales de disolución provocan la migración – deposición de los mismos, causando, en unos casos el empobrecimiento y en otros la acumulación de estos elementos.

Se distinguen tres áreas con evidentes signos de contaminación natural. Dos de estas áreas están relacionadas con procesos de alcalinización (10,4 km²), la mayor de ellas ubicada al suroeste del río Jaruco, en Boca de Jaruco y la segunda, un área costera menor, ubicada al este de la cabecera municipal (9,2 km²), en una zona de terrazas marinas. Es apreciable una tercera región con formación de nódulos de manganeso dentro de los primeros 50 cm. del perfil de los suelos (12,2 km²), ubicada al este y sureste del río Jibacoa.

En el primer caso, tenemos una elevación de la alcalinidad natural de los suelos, como consecuencia de una herencia directa de los materiales parentales o de partida (material genético) de los suelos rendziniiformes, relativamente jóvenes (Pleistoceno – Holoceno), lo que se traduce en un contenido muy alto de CaCO₃ residual (en ocasiones mayor de 40 %), dando lugar a una elevación natural de los valores de pH en agua de entre 7,8 - 8,0 y pH en KCL (acidez de cambio) de entre 7,0 - 8,0.

En el segundo caso, tenemos la presencia ocasional de nódulos y concreciones de manganeso en el perfil de suelos ubicados al este y al sudeste del curso inferior del río Jibacoa, que parece ser consecuencia de un proceso de hidromorfia intensa (procesos *redox*), determinados por un relieve bajo, con estancamiento superficial y temporal del agua de escurrimiento. Los contenidos medios de Mn pueden ser mayores de las 50 ppm o incluso más altos.

La intrusión marina no parece ser un problema de calidad para las aguas subterráneas o superficiales. La posición de la interfase apenas ha variado en los últimos 12 años de observaciones sistemáticas y se expresa en una situación de equilibrio bastante estable.

3.4.2 Contaminación de origen antrópica

Esta contaminación se genera a partir de residuales líquida, sólida y gaseosa de origen doméstico e industrial. Se manifiesta la tendencia a la acumulación - creación y ampliación vertederos y no al tratamiento y recuperación de desechos petrolizados, líquidos petrolizados (lodos residuales de perforación y fondaje de tanques), así como de los depósitos de los cortes de perforación. Desde el punto de vista ambiental, entre los años 1970-1990 la situación de la localidad pasó por una situación complicada, debido fundamentalmente a la perforación de un grupo importante de pozos y al no aprovechamiento del gas acompañante que contaminaba de forma directa la atmósfera. Los contaminantes procedentes de la actividad humana, se dispersan no solo a lo largo de los ríos. También penetran el suelo en zonas cárnicas donde pueden desplazarse a largas distancias a lo largo de cavernas y de otros conductos subterráneos o son transportados por el aire. En la figura 2, se observa la ubicación de las principales fuentes

contaminantes del municipio. Seguidamente se describen las fuentes contaminantes presentes clasificadas según el tipo de actividad que las genera.

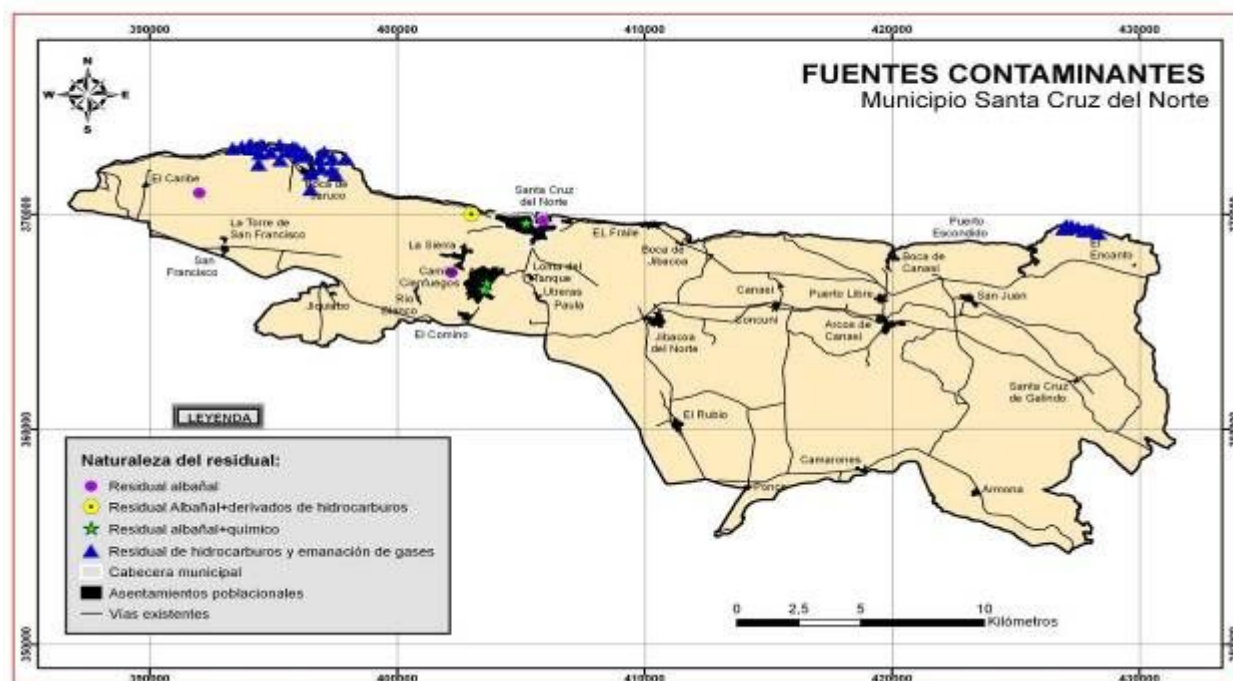


Fig. 3. Ubicación de las principales fuentes contaminantes

Fuentes contaminantes de origen doméstico.

El vertimiento de residuos de origen doméstico en basureros irregulares observados dentro del pueblo de Boca de Jaruco, en la margen occidental del río Boca de Jaruco, en los campismos y en las facilidades temporales de los trabajadores de la industria del petróleo, entre otras, son los focos locales de contaminación, que más se destacan por su dispersión a lo largo y ancho del municipio.

De origen industrial.

Esta contaminación se encuentra representada fundamentalmente por derrames de petróleo originados durante el proceso de extracción – transporte, que incluye la (disposición de lodos de perforación), emisiones atmosféricas de gases, excesiva concentración de material particulado en el aire y pasivos ambientales en general. El CAI Camilo Cienfuegos, el politécnico, la fábrica de aceite y la de caramelos causantes del deterioro socio económico y ambiental.

Las emisiones de gases, el material particulado en el aire y la contaminación odorífera, ocasionados por el desarrollo industrial se detectaron en diferentes puntos del municipio. Al realizarse la caracterización cualitativa de estos problemas que afectan la calidad del aire se detectaron:

- Concentración de material particulado en el aire (generadas durante la explotación de las canteras y el trasiego de equipos y camiones en los terraplenes.
- Contaminación por gases, debido a las operaciones de extracción, y a los flares que existen en todo el territorio.
- Emisiones atmosféricas de NO_x y SO_x (Tráfico de equipos pesados en la red vial).

Estudios sobre la calidad del aire se desarrollaron por CESIGMA S.A en 2008, para las plantas Energás Boca de Jaruco y Puerto Escondido, estudios de este tipo se continúan desarrollándose y la información del 2011 muestra resultados diferentes. La contaminación atmosférica ha sido mucho más notable y con particular intensidad se ha manifestado en la comunidad de Boca de Jaruco. Puntos locales, como la piscina del 500, después de 15 años de explotación no mostró en lo absoluto aureolas de dispersión fuera de su perímetro.

3.4.3 Inventario de fuentes de emisión

Fuentes puntuales.

Termoeléctrica de Santa Cruz, Planta de gas CUPET, IBM6. En determinadas situaciones sinópticas donde se producen baja dispersión de contaminantes y/o en período de calma (fuerza del viento cero o cercano a este valor) ocurren episodios de contaminación. Las emisiones desde el flare de la Planta de Gas de CUPET, lo cual afectaba a el sector SE en horas del día y NE en horas de la noche, reforzando las emisiones desde la Batería central hacia el poblado de Boca de Jaruco.

Fuentes de área.

Los tanques que almacenan el petróleo para su uso pueden emitir gases contaminantes a la atmósfera. Esto depende de su hermeticidad, su manejo y estado técnico de las válvulas de entrada y salida. Otras Fuentes de área son las Piscinas de residuales.

Asentamientos Boca de Jaruco: Al NE de la Planta se encuentra el poblado de Boca de Jaruco, y en el sector SE poblaciones aisladas.

Fuentes móviles: Fueron identificadas vehículos automotores que circulan por la Autopista Vía Blanca y transporte pesado y ligero por los caminos no pavimentados de acceso a los asentamientos y a instalaciones de petróleo.

3.4.4 Afectaciones existentes por la acción de la exploración y explotación petrolera

- Contaminación del aire por la emisión de gases a la atmósfera.
- Afectación a la flora y la fauna por la tala indiscriminada de la vegetación autóctona para la construcción de las plataformas de perforación-extracción, plantas de tratamiento, plantas de generación eléctrica, campamentos de condiciones de vida y los accesos a los pozos petroleros y otras instalaciones tecnológicas y administrativas.
- Afectación a la fauna por las emanaciones gaseosas que provocan cambios de temperatura en del aire local y ahuyentan a las aves y otras especies terrestres.
- Afectaciones por derrames de crudo y la acumulación de pasivos ambientales.
- La variación de la vegetación predominante a causa del aumento de los sectores urbanizados e industrializados con cambio en el tipo de producción tradicional del litoral como lo era el Henequén.
- Alteración de los drenajes superficiales naturales del terreno, interrumpidos por las construcciones y también por el mismo desarrollo urbano no bien encausado con obras ingenieras.
- Afectación de las aguas marinas, superficiales y subterráneas por derrames de crudo (los causantes se deben a lavados de sentinas en mar afuera y en menor escala a derrames locales). El caso del derrame en Jibacoa es bien notorio. Notable fue el derrame de Bacunayagua en agosto del 2008, con 145 m³ derramados, pero contenidos, ambos produjeron afectaciones en especies de corales, peces y la vegetación marina, a bañistas e instalaciones marítimas (bollas, faros, embarcaciones, etc.).

Material particulado suspendido en el aire.

Adicionalmente a la provocada por las emanaciones de gases de las torres de petróleo y de los aerosoles marinos, se detectó en los caminos que circundan la Planta de Boca de Jaruco (reellenos con material de las canteras) una fuerte contaminación con material particulado suspendido en el aire. El polvo que el viento de dirección NE levanta y deposita en los bordes de los caminos en los que las vegetaciones muestran un color blanco. Estos caminos son rociados eventualmente con agua por medio de camiones cisternas para mitigar esta situación. El agua utilizada para estos fines es agua dulce, recurso escaso. La subcuenca Guanabo-Jibacoa, según los datos del INRH está casi al máximo de su capacidad de explotación.

Residual sólido industrial.

Los depósitos de materiales de desecho, relacionados con la industria del petróleo son depositados a lo largo de los caminos, son particularmente destacables en el camino del Cayuelo los grandes tanques que aun contienen residuos de petróleo. En este se observan filtros y baterías de equipos pesados que son removidos por los pobladores que por allí transitan o por los niños de los alrededores que los amontonan para jugar. Restos de baterías (contenidos de Pb - Cd) fueron observados directamente sobre el camino. Foto 1.



Fotos 1. Depósito de materiales diversos en la orilla del mismo terraplén

Actividad minera.

En el municipio se extraen minerales no metálicos por el proceso de explotación a cielo abierto (canteras). Estas canteras al ser abandonadas se convierten en depósitos de todo tipo de desechos y son fuentes de infiltración de los contaminantes a las aguas subterráneas.

Los problemas derivados del intenso proceso de exploración – explotación para petróleo y gas y los procesos inversionistas asociados con esta industria que se ejecutan en la zona desde 1970, particularmente se han incrementado en la última década.

El desarrollo de la industria del petróleo y gas en la franja costera del noreste de la actual provincia de Mayabeque, ha exigido la construcción de viales, plataformas, oleoductos y gasoductos, tanques de almacenamiento, muchas de las cuales por sus exigencias tecnológicas han requerido de modificaciones a la morfología del macizo costero.

Existen dos plantas generadoras de electricidad nombradas Planta de Gas de Boca de Jaruco y Puerto escondido, las cuales procesan el gas acompañante de los pozos de petróleo existente en el municipio, disminuyendo las emisiones de SO_x, NO_x, CO₂ y contaminación odorífera por la quema de estos gases. Esto representa un doble impacto positivo, la producción de electricidad a partir de esos gases acompañantes y la disminución de la contaminación.

Contaminación de las aguas superficiales, subterráneas y marinas.

Está dada por los aportes de la exploración, extracción y transportación del petróleo, a esto se le suma las industrias del ron, refrescos y cerámicas, más el significativo aporte que dan el turismo en la región con la cadena de hoteles y campismos sin olvidar las poblaciones de los núcleos urbanos.

El efecto de la contaminación de la industria petrolera en las aguas superficiales, subterráneas y marinas es el más peligroso, debido a la gran cantidad de componentes nocivos y cancerígenos (fenoles, grasas, aceites) que genera esta industria.

Los factores que influyen en la peligrosidad – vulnerabilidad de la actividad minera, principalmente la del petróleo sobre las aguas superficiales, subterráneas y marinas están provocados por los siguientes factores:

- La amplia área de influencia en la zona de la actividad de prospección – exploración - tratamiento de esta industria.
- La ubicación de estas instalaciones con respecto a los terrenos con formaciones carbonatadas, los acuíferos y las cercanías al mar han sido descritas por Molerio León, y L., M. Parise. 2007, 2009.
- Es manifiesta la tendencia a la acumulación - creación y ampliación de vertederos (y no al tratamiento y recuperación), la utilización de la antigua cantera de margas Caribe para la disposición de desechos petrolizados, líquidos petrolizados (lodos residuales de perforación y fondaje de tanques), así como de los depósitos de los cortes de perforación (Palacios, *et al*, 2009).
- La lejanía de los principales recursos hídricos a las zonas de la industria petrolera no descartan los riesgos de contaminación. Un manejo incorrecto de los desechos petrolizados ó derramados accidentales

durante su transportación (rastras, viaductos, gasoductos, soterrados o aéreos) han causado afectaciones a los ríos, presas, centros turísticos, fuentes de abasto de agua y aguas marinas.

Depósitos de lodos.

Los depósitos de lodos de perforación con dimensiones y formas variables (100 x 50, 50 x 25 metros) acumulan un importante pasivo ambiental. Están interconectadas y por gravedad la capa de petróleo fluye en dirección al Oeste.

Se detectan varios puntos, todos relacionados con antiguas perforaciones y pozos abandonados o depósitos que han colapsado (pasivos ambientales).



Foto 2. Detalle de las dimensiones de una de las piscinas. Nótese la heterogeneidad por su color, fluidez y los volúmenes de pasivos ambientales depositadas en la misma



Foto 3. Derrame de los lodos por rompimiento de los diques de contención del sistema de piscinas que interrumpen el camino. Obsérvese la mancha de petróleo

Los lodos de perforación, así como otros residuos oleosos y sus depósitos se han convertido en amplias zonas de acumulación de este pasivo ambiental y representan las fuentes más peligrosas de contaminación a las aguas, a través

de la pérdida en la calidad causada por la dispersión de aceite en el agua subterránea del karst. Las grasas y sus derivados petrolizados flotan por encima del agua dulce, contaminando los acuíferos e impregnándose en los poros, grietas y cavidades de las rocas que los contienen, lo que incrementa la duración del periodo de eliminación, aumentando el riesgo de problemas medioambientales.

Localmente, el litoral se encuentra sistemáticamente amenazado por la presencia de hidrocarburos en las aguas del mar debido al proceso de limpieza de las naves - tanqueros que circulan en las aguas internacionales (Molerio, 2007).

La ronera Santa Cruz es un foco importante entre las fuentes industriales, está ubicada al este, en la desembocadura del río Santa Cruz. En la misma se han reportado irregularidades en el entorno (Ulloa, *et al*, 2002), como manifestación más evidente, la aparición de emanaciones gaseosas parcialmente, así como derrames de combustibles en prácticamente todas sus áreas, existiendo puntos donde las concentraciones que se alcanzan son particularmente importantes. El origen de los mismos se considera producto de la interacción mosto-roca, relacionadas con las acumulaciones de mosto que se vierten directamente y sin tratamiento previo en cavernas desarrolladas de forma natural en la zona y la acción de los procesos de disolución cársica.

Conclusiones

Los principales problemas ambientales, naturales e inducidos por la actividad antrópicas que afectan al Municipio Santa Cruz del Norte son:

- a.- Relacionados con el medio físico: el desarrollo del carso, la erosión de los suelos, la intrusión marina, zonas de desarrollo de deslizamientos de suelo y desprendimientos de rocas.
- b.- Contaminación de origen natural: en suelos, en las aguas y en el aire.
- c.- Contaminación de origen antrópica entre las que se destacan: Afectaciones negativas por la acción de la exploración y explotación petrolera, las fuentes contaminantes de origen doméstico e industrial.
- d.- Se destacan cambios socio-económicos positivos en el territorio por el impacto de la exploración y explotación petrolera

Agradecimientos

Los autores desean expresar la valiosa contribución por la lectura del borrador, sus sugerencias, precisiones y datos aportados a Leslie Molerio León. Al Órgano Legislativo del Poder Popular, a sus direcciones municipales y al grupo de instituciones que permitieron la utilización de sus datos y resultados en valiosas investigaciones durante años.

Referencias

- Campos, M., B. Gutiérrez, J. F. Alcaide, A. E. García, M. González, E. Jaimez, J. Olivera y M. Guerra (2008):** Las Unidades Geólogo-Ambientales una Nueva Herramienta para la Formulación de Estrategias de Planificación Física y de Gestión Ambiental en las Provincias Habaneras, República de Cuba. En: *18va. Conf. Geol. del Caribe* [Memorias], Santo Domingo, República Dominicana, 24-29 marzo, pp. 85-92
- Guerra, M., J. Olivera, B. Gutiérrez, E. Jaimez, J. Alcaide, et al, (2004):** Proyecto Evaluación geólogo ambiental de las provincias habaneras Código 30302 Resultado parcial: Caracterización geólogo ambiental de las provincias habaneras. Departamento de Geología Ambiental, Geofísica y Riesgos, Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA). pp 1-14
- Díaz, I. R. (2004):** *Boca de Jaruco, Geología, sociedad y medioambiente. Fundación Antonio Núñez Jiménez. Inédito.*
- DIRECCIÓN NACIONAL DE SUELOS Y FERTILIZANTES (1984):** *Mapa de Suelos, a escala 1: 25 000. Municipio Santa Cruz del Norte, provincia de Mayabeque. Elaborado por la DNSF, Ministerio de la Agricultura. Corrección y edición cartográfica: ICGC. La Habana.*
- Cuevas, J. L., L. Díaz y B. Polo (2001):** Regionalización gravimétrica en el Caribe centro occidental (I); Nuevos mapas de anomalías de Bouguer total y aire libre de Cuba, a escala 1:500 000. En: *IV Congreso Cubano de Geología – GEOMIN 20001* [Memorias], La Habana, Cuba, 19-23 marzo, pp. GF 93-104. ISBN 950-7117-10-X
- EcuRed, 2010.** Municipio Santa Cruz del Norte. [En línea] Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Santa_Cruz_del_Norte

- Entrevista** a Francisco Riera, historiador de Boca de Jaruco, María del Carmen Montesino e Ileana Morejón Montavo Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo de Occidente Jesús Suárez Gayol, Delegado del Poder Popular en la Comunidad, director de la Cooperativa pesquera, personalidades y pueblo de Boca de Jaruco.
- García, D., R. Delgado, Y. Rojas, G. Millán, L. Peñalver, et al, (2001):** Informe proyecto 216. Generalización y Actualización Geológica de la Región Habana-Matanzas. Escala 1: 100 000. 166 pp. Instituto de Geología y paleontología (IGP)
- López-Kramer Jesús M., B. Pérez-Gutiérrez, E. Jaimez-Salgado, M. Guerra-Oliva, E. Rocamora-Álvarez, M. Núñez-Laffité, Y. Sainz, C. Escandón-Arbolay, F. Acosta-Álvarez, I. Guerra-Oliva, J. Alcaide Orpi, G. Valdez Hernández, I. Díaz Barrios (2010):** *Caracterización del Estado Geoambiental del Municipio Santa Cruz del Norte. Informe Científico Técnico. Departamento Geología Ambiental, Geofísica y Riesgos. Archivo IGA. Pág. 117.*
- **E. Jaimez-Salgado; E., Rocamora-Álvarez, E, del Rosario K, Díaz-Barrios I., Polo-González B. (2010):** *Principales problemas ambientales que afectan al municipio Santa Cruz del Norte. Provincia Habana. Cuba. Geociencias' 2011. IV Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. Memorias, trabajos y resúmenes. Geo 06-P5. ISBN 978-959-7117-30-8.*
- Molerio-León L., M. Parise. (2008):** *Managing environmental problems in Cuban karstic aquifers. Environ Publication Número 10 Geol. DOI 10.1007/s00254-008-1612-6. SPECIAL ISSUE*
- , **J. Gutiérrez-Díaz, M.G. Guerra-Oliva (2008):** *Hidrogeología y Dinámica de la Contaminación del Manantial de Los Jardines de Santa Cruz del Norte, Habana, Cuba. Mapping, Revista Internac. Ciencias de la Tierra, Madrid, Febrero-Marzo, 24:*
- , **M. Parise, C. Aldana-Vilas (2007):** *Principali fonti di inquinamento degli acquiferi carsici cubani. Atti I Convegno Reg. Speleol- Campania Speleologica, Oliveto Citra, Italia: 295-303*
- , **M. Parise (2009):** *Managing environmental problems in Cuban karstic aquifers. Environ. Geol. (2009) 58:275–283*
- *Uso, reuso y protección de las aguas terrestres en Cuba. Foro regional del Agua. Defensoría del Pueblo de la Nación Argentina, Córdoba, Mayo, 2007, 3:*
- Oficina Nacional de Recursos Minerales, (2010):** Información los depósitos minerales del Municipio Boca de Jaruco
- Palacios, F; Quintana, H.; Tur, A.; Valdés, M.; Regadera, R. y Rocamora, E. (2009):** Impacto Ambiental de un vertedero para la disposición final de desechos petrolizados. 2009. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Barranquilla, Colombia. 24 y 25 de Septiembre.
- Rocamora-Álvarez, E., J.C. Torres Rodríguez, M.G. Guerra Oliva, L.F. Molerio León (1999):** *Características hidrogeológicas del área de trazado del Oleoducto Puerto Escondido-Matanzas. Archivo IGA.*
- **J. M. López; Rosario, K; Peñalver L., (2008):** *Contribución al conocimiento de los acuíferos cársticos costeros en La región Noreste de la Provincia de La Habana. Sector Norte de Boca de Jaruco. Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. Marzo 2008. Carso e Hidrogeología GEO5-P-19.*
- **J. M. López-Kramer, K. del Rosario y L. L. Peñalver (2009):** Contribución al conocimiento de los acuíferos cársticos costeros en la región noreste de la provincia de La Habana. Caso de estudio Boca de Jaruco. III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra – VIII Congreso de Geología, GEOCIENCIAS - GEOLOGÍA 2009. Memorias [CD-ROM], La Habana, 16-20 marzo, pp. GEO5-PO4. ISBN 978-959-7117-19-3.
- **Rocamora-Álvarez, E. (2002):** *Evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación por hidrocarburos de los acuíferos cársticos costeros en un sector del litoral Norte Habana- Matanzas, Cuba. Resúmenes II seminario-taller. Protección de acuíferos frente a la contaminación: caracterización y evaluación. Ciudad de La Habana, Cuba. Abril 2002.*
- Ulloa, R.; F. Benítez; A. Sotolongo; M. Hernández; J. Camacho; (2002).** Diagnóstico Ambiental de la Ronera SANTA CRUZ bajo la óptica del análisis Geoespacial. GEOCUBA.