

## **Distribución espacial de fuentes fijas contaminantes y su impacto en salud, provincia La Habana (Cuba)**

### ***SPATIAL DISTRIBUTION OF STATIONARY POLLUTION SOURCES AND THEIR HEALTH IMPACT, LA HABANA PROVINCE (CUBA)***

Liliam CUÉLLAR LUNA, Asela del PUERTO RODRÍGUEZ, Geominia MALDONADO CANTILLO, Manuel ROMERO PLACERES

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). Infanta 1158 e/ Llinás y Clavel. Provincia La Habana. Correo-e: lcuellar@inhem.sld.cu

#### **RESUMEN**

La contaminación ambiental es un fenómeno global que trae consigo un sinnúmero de afectaciones a la salud de la población y al medio en el cual nos desarrollamos. El objetivo de presente trabajo es realizar la distribución espacial de las principales fuentes fijas contaminantes y representar las tasas de mortalidad de algunas enfermedades no transmisibles a nivel municipal mediante los Sistemas de Información Geográfica en la provincia La Habana. Para dar salida a los objetivos propuestos se emplearon los Sistema de Información Geográfica MapInfo Professional 9.0 y el SIGEpi. Se seleccionaron cuatro de las enfermedades que pudieran estar condicionadas por la exposición a metales pesados y se calcularon las tasas de mortalidad acumuladas durante el período analizado por municipios. Además se calcularon las tasas de mortalidad acumuladas a nivel provincial para realizar una estratificación de riesgo epidemiológico de dichas enfermedades. Se obtuvieron salidas cartográficas de las principales fuentes fijas contaminantes, así como su área de influencia atendiendo a las categorías de contaminación del aire. Se realizaron los mapas de las tasas de mortalidad acumuladas por cada una de las enfermedades seleccionadas así como el mapa de estratificación de riesgo epidemiológico. Se puede concluir que los municipios más contaminados son Regla, Habana Vieja, Diez de Octubre y Cotorro. De las enfermedades analizadas los tumores malignos son los que están más relacionados con la contaminación ambiental. El municipio más afectado desde el punto de vista ambiental y epidemiológico es Regla.

**Palabras clave:** Contaminación ambiental, metales pesados, tasas de mortalidad.

#### **INTRODUCCIÓN**

La contaminación ambiental crece paulatinamente a lo largo de los años trayendo consigo diversas afecciones a la salud de la población. Según la Organización Mundial de la Salud se estima que la contaminación atmosférica urbana causa en todo el mundo 1,3 millones de muertes al año, que afectan de forma desproporcionada a quienes viven en países de ingresos medios.<sup>1</sup>

Los problemas de salud asociados a las sustancias químicas presentes en aire, agua y suelo, se derivan básicamente de la capacidad de estas para provocar efectos adversos tras largos períodos de exposición; constituyendo motivo de preocupación los contaminantes con propiedades tóxicas acumula-

tivas, como los metales pesados y algunos micro contaminantes orgánicos.<sup>2</sup>

En los países en desarrollo, la contaminación del ambiente se deriva no sólo de la emisión de contaminantes por industrias relativamente grandes, como la siderúrgica, la de metales no ferrosos o la de productos del petróleo, sino también de la emisión esporádica de contaminantes por fábricas de pequeñas dimensiones, como cementeras, refinerías de plomo, fábricas de fertilizantes, plaguicidas químicos y otras similares, donde no se toman medidas suficientes de lucha contra la contaminación y se permite que los contaminantes escapen a la atmósfera.<sup>2</sup>

El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la OMS ha clasificado 107 sustancias, mezclas, y situaciones de exposición como carcinó-

genas para el hombre. La lista abarca todas las formas de amianto, varios productos hallados en el medio como el benceno, el arsénico en el agua, el cadmio, el plomo, el óxido de etileno, el benzo(a)pireno y la sílice, radiaciones ionizantes como las emitidas por el radón, las radiaciones ultravioletas, los procesos de producción de aluminio y carbón, las fundiciones de hierro y acero, y la industria de fabricación de caucho.<sup>3</sup>

En los países en desarrollo aún ahora están rondando antiguas enfermedades capaces de causar la muerte - como la tuberculosis, el paludismo y las enfermedades diarreicas - y ahora el VIH/SIDA. Pero a estas importantes causas de mortalidad y mala salud se están uniendo otras, como los cánceres y las enfermedades crónicas causadas por las sustancias químicas de uso industrial y agrícola y otros contaminantes de la atmósfera, el suelo y el agua.<sup>4</sup>

La naturaleza de los contaminantes varía según la industria de que se trate. También la concentración de los distintos contaminantes en la atmósfera varía mucho dependiendo del proceso y el lugar en que se produzca, por las diversas condiciones geográficas y climáticas. Al igual que en otros lugares, en los países en desarrollo es difícil estimar los niveles concretos de exposición de la población general a los diversos contaminantes procedentes de las distintas industrias. En términos generales, los niveles de exposición en el lugar de trabajo son mucho más elevados que los que sufre la población general, pues en el ambiente general las emisiones se diluyen con rapidez y son dispersadas por el viento. Sin embargo, la duración de la exposición es mucho mayor para la población general que para los trabajadores.

Cuba está expuesta como cualquier otro país, a los problemas ambientales globales, cuyos efectos adquieren una expresión singular al interrelacionarse con la problemática nacional, la que está condicionada por las especificidades derivadas de su carácter insular, su clima tropical, su posición geográfica, el déficit de recursos naturales esenciales y elementos de carácter sociocultural, además de la difícil situación económica que atraviesa como consecuencia del bloqueo económico y las amenazas a la seguridad y soberanía de que es objeto desde 1959.<sup>5</sup>

Dentro de los principales problemas ambientales presentes en Cuba se destacan los siguientes:

- Concentración de instalaciones industriales en zonas urbanas. (Las corrientes superficiales son receptoras de residuales crudos o parcialmente tratados los que llegan a la zona costera y a las cuencas hidrográficas)
- Tecnologías obsoletas que contribuyen a la generación de residuales.
- Malas condiciones de los sistemas de tratamiento, residuales líquidos y gaseosos.
- Acumulación de desechos sólidos urbanos (vertederos).
- Inadecuado manejo de productos químicos, ociosos y caducados, así como desechos peligrosos.

Los principales problemas ambientales de la industria en Cuba, están centrados fundamentalmente en la industria química, azucarera, alimentaria, minera, básica, ligera y sideromecánica.

La contaminación del suelo, agua subterránea y sedimentos por sustancias nocivas y peligrosas, han originado la existencia de espacios contaminados cuya presencia representa riesgos potenciales o reales para la salud humana y el ecosistema, constituyendo un problema medioambiental complejo en la mayoría de los países industrializados.<sup>6</sup>

Entre los metales que tradicionalmente están considerados más tóxicos y dañinos para la salud se destacan el cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg), arsénico (As), entre otros. Los efectos de estos contaminantes en la población expuesta son variados y nocivos e incluyen defectos al nacimiento, cáncer, alteraciones del sistema inmune, problemas reproductivos, trastornos renales, complicaciones cardiovasculares, alteraciones neurológicas, entre otras muchas afecciones.

Por todos estos problemas de salud que pudiera ocasionar la exposición a sustancias tóxicas, se hace indispensable realizar diversos estudios ambientales y de evaluación de riesgo en la población expuesta, con el propósito de prevenir el riesgo y mejorar la calidad de vida de la población. Por tal motivo el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM) conjuntamente con el Instituto de Salud Pública de Québec de Canadá (INSPQ), se propuso llevar a cabo el proyecto "Desarrollo de una estrategia/sistema para monitorear riesgos medioambientales y su impacto en la salud en 6 provincias del país".

El presente trabajo formó parte de esta investigación que tuvo como uno de sus objetivos principales, realizar la distribución espacial de las principales fuentes fijas contaminantes y representar las tasas de mortalidad de algunas enfermedades no transmisibles seleccionadas a nivel municipal mediante los Sistemas de Información Geográfica en la provincia La Habana.

Los Sistemas de Información Geográfica permiten a los usuarios utilizar diversos tipos de información a diferentes niveles (regional, nacional y local); que facilitan la superposición y el análisis de grandes cantidades de datos provenientes de diferentes fuentes lo cual simplifica la identificación y el análisis de la relación causa-efecto, en poblaciones expuestas, siendo una herramienta de apoyo para la toma de decisiones.<sup>7</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio se enmarca en la provincia La Habana. Se seleccionaron las principales fuentes fijas contaminantes que afectan de una u otra forma al medio ambiente y a la salud de la población. La selección de las fuentes fijas contaminantes, se llevó a cabo por criterios de expertos, atendiendo al

volumen aproximado de las emisiones, tipo de emisiones y el impacto medioambiental que provocan. También se tuvieron en cuenta los registros de las principales fuentes fijas contaminantes que presenta Salud Pública, colegiado con el CITMA.

Para esta selección, se consultaron varias normativas, destacándose la *Norma Cubana 39: 1999 Calidad del aire*,<sup>8</sup> que se aplica a las empresas industriales y demás instalaciones productivas y de servicio, generadoras de sustancias contaminantes del aire. Aquí se tuvieron en cuenta los criterios de clasificación por categorías de acuerdo al radio mínimo admisible de las industrias y otras fuentes contaminantes respecto a los límites de las zonas habitables, así como los contaminantes que se generan según el tipo de industria, ya sea, industria química; metalúrgica; construcción de maquinarias; extracción de minerales metálicos y no metálicos; industria de la construcción; industria textil y ligera; elaboración de productos animales; elaboración de alimentos y producción de aromatizantes, así como empresas y locales agrícolas.

También se tuvo en cuenta la *NC 27: 1999 Vertimientos de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones*.<sup>9</sup> Aquí se analizó el acápite de Vertimientos industriales que generan altas cargas de contaminantes, donde se identificaron las industrias que aportan mayor carga contaminante a los cuerpos receptores, destacándose la industria azucarera y sus derivados, la industria alimenticia, la industria papelera, la industria textil, la industria minera, la industria metalúrgica y la industria del petróleo y sus derivados.

En la *Norma Cubana: 1986 Sistema de Normas para la Protección del Medio ambiente. Principios Generales NC 93-00-001*,<sup>10</sup> se tuvieron en cuenta los desagües agrícolas hacia los depósitos de agua y suelos.

Se prepararon bases de datos en Excel con las principales fuentes fijas contaminantes seleccionadas, obteniéndose sus coordenadas geográficas en las dependencias provinciales de la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (AMA/ CITMA).

Para escoger algunas de las enfermedades asociadas a contaminantes químicos, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica sobre el tema y en base a la información disponible por la Dirección Nacional de Estadística del Ministerio de Salud Pública, fueron seleccionadas las siguientes enfermedades:

- Tumores malignos
- Malformaciones congénitas
- Enfermedades hipertensivas
- Insuficiencia renal crónica

Se calcularon las tasas de mortalidad acumuladas por municipios, durante el período de estudio, de cada una estas enfermedades, para luego tipificarlas por edad, con el propósito de eliminar el efecto de la estructura poblacional.

$$T.M.A. = \frac{\text{Número de casos} / 7}{\text{Población de mitad del periodo (2003)}} \times 10000$$

Se calcularon además las tasas de mortalidad acumuladas en la provincia, durante el período de estudio para realizar una estratificación de riesgo epidemiológico de las enfermedades seleccionadas, teniendo en cuenta los siguientes criterios de clasificación:

<i>Clasificación</i>	<i>Características</i>
<i>Alto riesgo</i>	Municipios que tuvieron tres o más enfermedades con tasas de mortalidad acumuladas por encima de la Tasa de Mortalidad Provincial acumulada.
<i>Mediano riesgo</i>	Municipios que tuvieron dos enfermedades con tasas de mortalidad acumuladas por encima de la Tasa de Mortalidad Provincial acumulada.
<i>Bajo riesgo</i>	Municipios que tuvieron una enfermedad con tasa de mortalidad acumulada por encima de la Tasa de Mortalidad Provincial acumulada.

El software empleado para el procesamiento de la información espacial fue MapInfo Professional 9.0 y SIGEPI, este último desarrollado por el Área de Análisis de Salud y Sistemas de Información (AIS) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).<sup>7</sup>

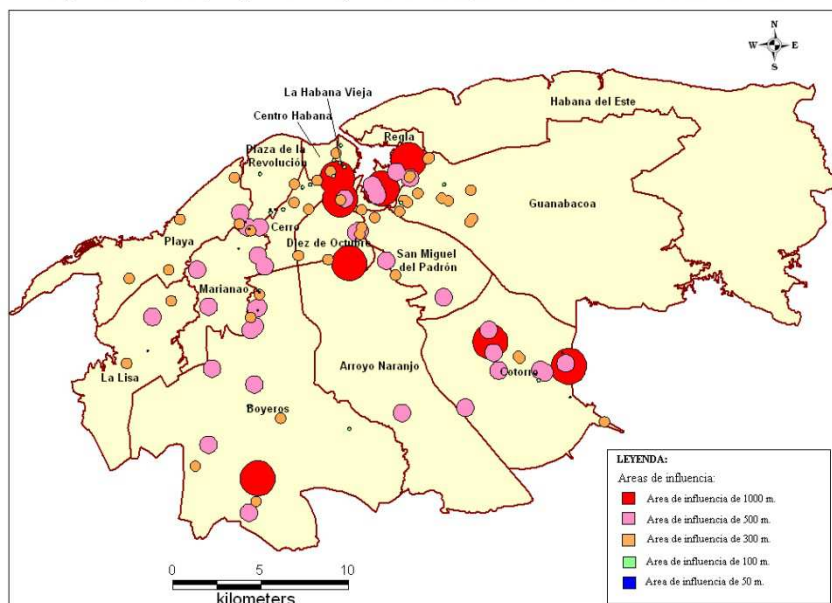
La base cartográfica digital de la provincia La Habana a escala 1: 25000, se obtuvo de La Agencia de Cartografía Digital de GEOCUBA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se realizaron las siguientes salidas cartográficas atendiendo a las Fuentes Fijas Contaminantes:

1. Mapa de las principales fuentes fijas contaminantes por municipio, clasificándose éstas, según el tipo de residual, en industriales y agropecuarios.
2. Mapa de las principales fuentes fijas contaminantes y su área de influencia de acuerdo a las categorías de contaminación del aire. En este mapa se pueden observar las diferentes áreas de influencia que se corresponden con el radio mínimo admisible de las industrias y otras fuentes contaminantes del aire respecto a los límites de las zonas habitables, atendiendo a su grado de dispersión y nivel de contaminación, representándose mediante gradación de colores. Las categorías de contaminación del aire son las siguientes: categoría I (1000 m), categoría II (500 m), Categoría III (300 m), Categoría IV (100 m) y categoría V (50 m)

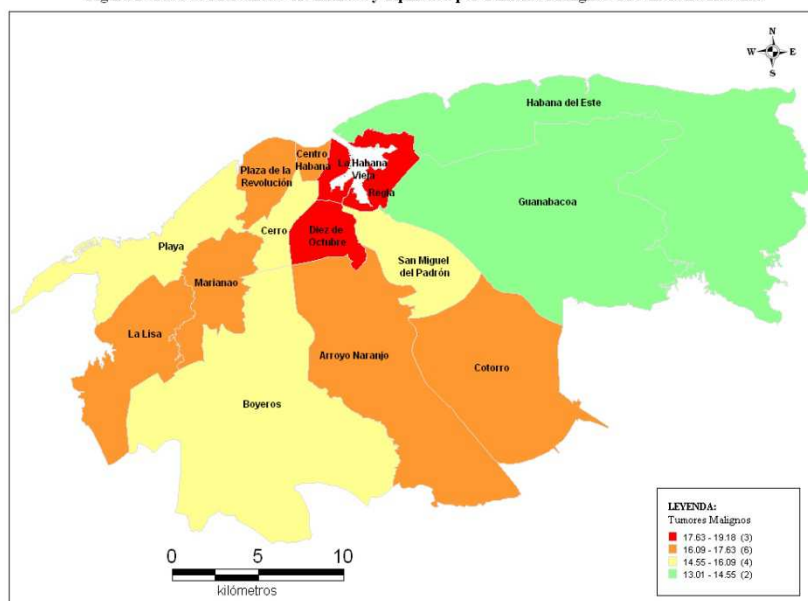
Figura 1: Mapa de las principales fuentes fijas contaminantes y sus áreas de influencia. Provincia La Habana.



A partir de la base de datos de las tasas de mortalidad acumuladas y tipificadas durante el período 2000-2006 por municipio, se realizaron mapas temáticos mediante el método de igual rango o intervalos iguales, donde se crearon clases de igual amplitud de acuerdo al comportamiento de cada enfermedad.

1. Mapa de la tasa de mortalidad acumulada y tipificada por Tumores Malignos.
2. Mapa de la tasa de mortalidad acumulada y tipificada por Malformaciones Congénita.
3. Mapa de la tasa de mortalidad acumulada y tipificada por Insuficiencia Renal Crónica.
4. Mapa de la tasa de mortalidad acumulada y tipificada por Enfermedad Hipertensiva.
5. Mapa de estratificación de riesgo de las tasas

Figura 2: Tasa de Mortalidad Acumulada y Tipificada por Tumores Malignos. Provincia La Habana.



de mortalidad acumuladas según enfermedades seleccionadas.

La clasificación más simple de las causas de muerte se agrupan en dos grupos: *exógenas*, las cuales son frecuentes en países en desarrollo; y *endógenas*, propias de los países desarrollados. Las causas exógenas están relacionadas con enfermedades generadas por condiciones ambientales y socioeconómicas en las que se desarrolla una población.<sup>11</sup> No se puede inferir que el comportamiento de la mortalidad de las enfermedades seleccionadas en el presente trabajo esté condicionado solamente por las condiciones ambientales, pero puede ser un factor que ejerza cierta influencia en la población expuesta, acelerando o incrementando determinada enfermedad.

Se reportaron un total de 116 fuentes fijas contaminantes en la provincia La Habana, catalogándose de acuerdo al tipo de residual, en industriales (113) y agropecuarias (3).

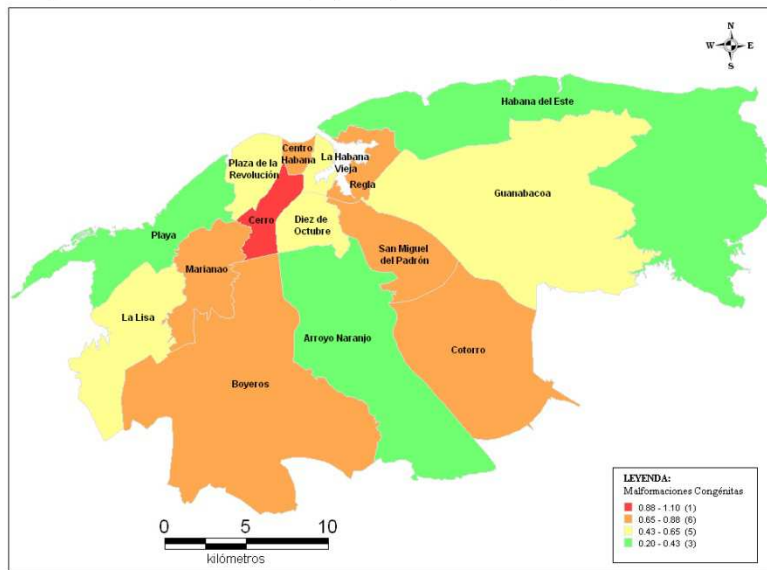
Al analizar el mapa de las principales fuentes fijas contaminantes y su área de influencia, planteamos que en el municipio de Regla se localizan varias fuentes fijas contaminantes de categoría I y II, siendo el municipio con la situación ambiental más crítica, continuándole los municipios Habana Vieja, Diez de Octubre y Cerro, así como algunos sectores del municipio Cotorro, Boyeros y Guanabacoa. El municipio Marianao, el sector sur del municipio Plaza y Centro Habana, el sector norte del municipio

Arroyo Naranjo y el este del municipio Plaza también presentan cierto grado de contaminación ambiental pues aparecen localizadas algunas fuentes fijas de categorías II, III y IV. El resto de los municipios y territorios que integran la provincia La Habana presentan un impacto ambiental bajo (Figura 1).

Es válido recordar que muchas de las fuentes fijas contaminantes de La Habana, no cumplen con la zona de protección sanitaria establecidas por las Normas Cubanas, por lo que, existe un mayor por ciento de población expuesta a los contaminantes químicos.

Teniendo en cuenta las

Figura 3: Tasa de Mortalidad Acumulada y Tipificada por Malformaciones Congénitas. Provincia La Habana.



principales fuentes fijas contaminantes de provincia La Habana, se puede constatar que los municipios más afectados son Regla, Habana Vieja, Diez de Octubre y Cotorro.

Los resultados obtenidos respecto a los niveles de contaminación atmosférica de los municipios y sectores de estos más afectados, coinciden con la clasificación de los niveles de emisiones realizadas por Dr. C. Wallo, que tiene en cuenta la cantidad de habitantes, la distribución de la población y las características y potencia de las fuentes contaminantes.<sup>12, 13</sup>

Si analizamos la representación espacial de las Tasas de Mortalidad Tipificadas por Tumores Malignos, observamos que los municipios con la peor situación son los municipios Regla, Habana Vieja y Diez de Octubre. En el mapa se aprecia que las regio-

nes antes mencionadas se encuentran próximas en el espacio, formando un área continua de alto riesgo de mortalidad por esta enfermedad, coincidiendo además con las zonas de mayor emisión de contaminantes químicos al medio ambiente (Figura 2).

El mapa de la Tasa de Mortalidad Tipificada por Malformaciones Congénitas, muestra que el municipio con la tasa más alta es el Cerro, en el primer grupo y el segundo grupo lo ocupan los municipios Regla, San Miguel del Padrón, Marianao, Boyeros y Centro Habana. Al observar el mapa de las áreas de influencia de las fuentes fijas contaminantes, se puede constatar que todos los

municipios antes mencionados presentan algún grado de contaminación ambiental (Figura 3).

El mapa de la Tasa de Mortalidad Tipificada por Insuficiencia Renal Crónica, plantea que los municipios Regla y Marianao presentan las tasas de mortalidad más elevada, continuándole Habana Vieja, San Miguel del Padrón, Boyeros y Habana del Este. Si lo superponemos al mapa de las áreas de influencia de las fuentes contaminantes, vemos que todos los municipios, exceptuando Habana del Este, tienen algún grado de contaminación ambiental (Figura 4).

El mapa de la Tasa de Mortalidad Tipificada por Enfermedad Hipertensiva, visualiza que diez de los 15 municipios de La Habana presentan altas tasas de mortalidad y otros tres se encuentran en la segunda categoría, por lo que toda la provincia La Habana se encuentra de una u otra forma afectada, lo que indica que la prevalencia de esta enfermedad está asociada a otros factores de riesgo, como por ejemplo el estrés, algo que afecta en demasía a la población cubana (Figura 5).

En sentido general se puede plantear que de las afecciones estudiadas, la mortalidad por tumores malignos fue la que evidenció mayor relación con la contaminación ambiental; no sucediendo así con la mortalidad por enfermedad hipertensiva que mostró estar más ligada a los factores económicos y sociales.

Al analizar el mapa de estratificación de riesgo de las enfermedades seleccionadas se pudo constatar que los municipios de mayor riesgo epidemiológico

Figura 4: Tasa de Mortalidad Acumulada y Tipificada por Insuficiencia Renal Crónica. Provincia La Habana.

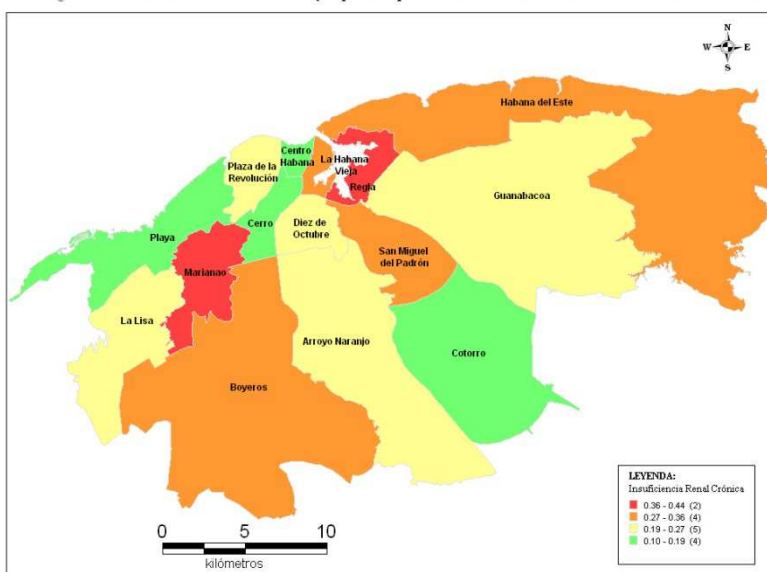
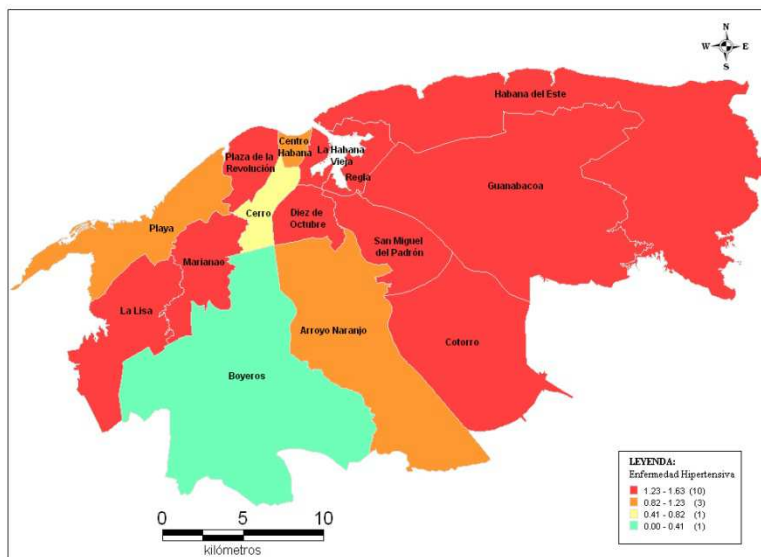


Figura 5: Tasa de Mortalidad Acumulada y Tipificada por Enfermedad Hipertensiva. Provincia La Habana.

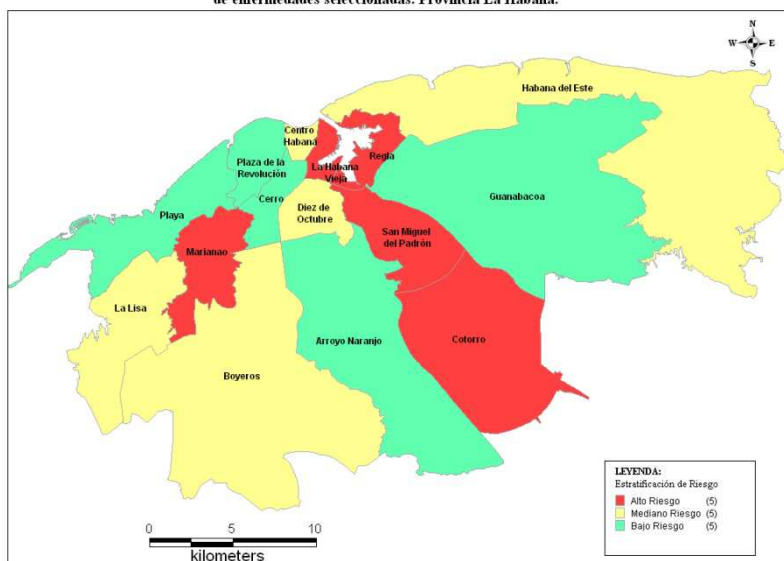


son: Regla, Habana Vieja, San Miguel del Padrón, Cotorro y Marianao (Figura 6). En todos estos municipios existen fuentes fijas contaminantes en mayor o menor cuantía, lo que denota que la contaminación ambiental generada por estas industrias, pudiera ejercer influencia directa sobre la salud de la población.

Es importante destacar que en este trabajo solo se analizan las principales fuentes fijas contaminantes, no se tienen en cuenta todas las fuentes que aportan contaminantes al ambiente (aire, agua y suelo) y que afectan la salud de la población.

Los resultados de este trabajo brindan una visión general de la contaminación ambiental a nivel municipal, así como el comportamiento de la mortalidad de enfermedades seleccionadas, aspectos a tener en cuenta para futuras investigaciones y para

Figura 6: Mapa de Estratificación de Riesgo según tasas de mortalidad acumuladas de enfermedades seleccionadas. Provincia La Habana.



desarrollar estrategias de salud que faciliten la toma de decisiones.

## BIBLIOGRAFÍA

<sup>1</sup> Organización Mundial de la Salud. Calidad del aire y salud. Nota descriptiva N° 313, Septiembre de 2011. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html>

<sup>2</sup> Yassi A y Kjellström T. Riesgos ambientales para la salud. En: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 3<sup>ra</sup> Ed [Internet] Organización Internacional del Trabajo. Madrid, España; 2001 [citado 2012 May 2]. Disponible en: <http://www.mtas.es/es/publica/enciclo/general/contenido/tomo2/53.pdf>

<sup>3</sup> Organización Mundial de la Salud. Cánceres de origen ambiental y ocupacional. Nota descriptiva N° 350 Julio de 2011. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs350/es/index.html>

<sup>4</sup> Contaminación Ambiental. La contaminación y los riesgos para la salud. [Internet]. Caracas, Venezuela. [citado 2012 Jun 12]. Disponible en: [http://contaminacion.conocimientos.com.ve/2010\\_01\\_10\\_archive.html](http://contaminacion.conocimientos.com.ve/2010_01_10_archive.html)

<sup>5</sup> Flórez A, Rodríguez E, Herrera A, Pérez C. Problemas Ambientales de Cuba y su repercusión en la salud del hombre. Instituto Superior de Ciencias Médicas de la Habana. Facultad de Ciencias Médicas: CMDTE. "Manuel Fajardo". 2008. [citado 2012 feb 4]. Disponible en:

<http://www.uvfajardo.sld.cu/Members/Diana/problemas-ambientales-de-cuba-y-su-repercusion-en-la-salud-del-hombre/>

<sup>6</sup> Marqués A., Cassigara E, Méndez F., García J.C., Gisbert J.M. Cartografía de metales pesados mediante técnicas geoestadísticas. TopCart 2004: VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía.

<sup>7</sup> Organización Panamericana de la Salud: Boletín Epidemiológico. OPS 2004; Vol. 25(4): 1-9

<sup>8</sup> Norma Cubana 39: 1999 Calidad del aire. Requisitos higiénico – sanitarios, enmienda de NC 93-02-202 Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente.

<sup>9</sup> Norma Cubana 27: 1999 Vertimientos de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones. NC 48-13. Acue-

- ducto, alcantarillado.
- <sup>10</sup> Norma Cubana: 1986 Sistema de Normas para la Protección del Medio ambiente. Principios Generales NC 93-00-001.
- <sup>11</sup> González ME. Contribución de las causas de muerte evitable a la esperanza de vida, Valle de Aburrá sin Medellín- Antioquia, 1979- 2004. Investigación para optar al título de Magíster en Salud Ambiental. [Internet] 2008. [citado 2012 mar 2] Universidad de Antioquia. Facultad Nac. de Salud Pública "Héctor Abad Gómez". Disponible en:  
<http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/436/1/Contribucioncausamuerte.pdf>
- <sup>12</sup> Wallo A, Cuesta O, Manso R, Collazo A y Sánchez P. Aplicación de un SIG en el análisis cualitativo de la contaminación atmosférica en las ciudades. *Boletín de SOMETCUBA*; 2002; Vol 8 (2). [citado 2012 Sep 16]. Disponible en: [http://www.met.inf.cu/sometcuba/boletin/v08\\_n02/espanol/art\\_3-1.htm](http://www.met.inf.cu/sometcuba/boletin/v08_n02/espanol/art_3-1.htm)
- <sup>13</sup> Wallo A, Cuesta O, Sánchez P y Collazo A. Implementación de un SIG para el mejoramiento del sistema de vigilancia ambiental y los pronósticos de la contaminación atmosférica. 2005 [citado 2012 Oct 8] Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar23/HTML/articulo03.htm>