

# Valoración económica de la calidad de aire y su impacto en registros epoc de Bucaramanga.

## Economic evaluation of air quality and its impact on epoc records in Bucaramanga.

Walter Pardavé Livia, Jesús Jerez Pérez Grupo Aplicado de Investigación Ambiental GAIA  
Universidad de Santander, Cúcuta - Colombia  
[wpardaveudes@gmail.com](mailto:wpardaveudes@gmail.com)

**Fecha de Recepción:** 22/10/2014

**Fecha de Aprobación:** 04/11/2014

**Resumen-** Este trabajo presenta los resultados de la aproximación a un modelo matemático de valoración de la calidad de aire que se realizó para estimar y validar la aceptación del valor económico como pago para mantener una calidad de aire que permita un adecuado cuidado de la salud pública en el área metropolitana de Bucaramanga. Para ello, se recurrió inicialmente a recolección selectiva de datos meteorológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), también se solicitó datos de calidad de aire de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), además se colectó datos del Observatorio de Salud Pública de Bucaramanga, quienes facilitaron los registros EPOC del año 2012. Para efectos de la valoración económica se realizaron encuestas que fueron aplicadas en el mes de mayo del año en curso en el Área metropolitana de Bucaramanga y las ecuaciones del Método denominado Valoración Contingente (MVC). Los resultados indican que los ciudadanos podrían pagar un valor per cápita para mantener la calidad de aire de la ciudad y éste valor tiene una probabilidad alta de ser el adecuado de acuerdo al método contingente.

**Palabras Clave:** Calidad de aire, EPOC, valoración económica, método contingente, contaminación de aire.

**Abstract-** This paper presents the results of the approximation to a mathematical model for assessing the air quality was performed to estimate and validate the acceptance of the economic value as payment for maintaining air quality to provide adequate public health care in the metropolitan area of Bucaramanga. To do this, initially resorted to selective collection of meteorological data from the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental (IDEAM) studies, data air quality of Regional Autonomous Corporation to Defend Plateau Bucaramanga (CDMB) also requested further data was collected the Public Health Observatory of Bucaramanga, who provided the EPOC records of 2012. For purposes of economic valuation surveys were applied in May of this year in the metropolitan area of Bucaramanga and equations method called were performed quota. The results indicate that citizens could pay a per capita value to maintain air quality of the city and this value has a high probability of being right.

**Keywords.** Air quality, COPD, economic valuation, quota method, air pollution.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [wpardaveudes@gmail.com](mailto:wpardaveudes@gmail.com) (Walter Pardavé Livia).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Este es un artículo bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>).

Forma de citar: W Pardavé Livia, "Valoración económica de la calidad de aire y su impacto en registros epoc de Bucaramanga", Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 2, no. 2, pp. 13-18 2014.

## I. INTRODUCCIÓN

La importancia de aplicar el método contingente a la valoración del impacto de contaminación de aire en los registros de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) de Bucaramanga, permite la predicción del comportamiento de los componentes de la calidad de aire, que traerá sin duda beneficios desde el punto de vista ambiental, pero también desde el punto de vista social y económico para todos quienes están involucrados en actividades cotidianas, salud de toda la población humana, crecimiento de industrias, el progreso sostenible de la región y especialmente los factores biótico y abióticos que habitan en los alrededores.

Tener en cuenta el tema de mortalidad y morbilidad es de suma importancia ya que por medio de las tasas existentes de estos índices se puede desarrollar todo un esquema estadístico, evidenciando, por medio de la actual investigación, la afectación negativa que causan los diferentes agentes contaminantes en el entorno.

Este trabajo genera datos significativos, tanto a nivel económico como social, ya que por medio de esta investigación se pueden registrar detalladamente los agentes contaminantes que abundan en el aire, siendo la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) afectada por el impacto ambiental mencionado, y así mismo, mejorar no solo la calidad del aire del sector, sino también la calidad de vida del ciudadano. Dicho lo anterior, el índice de morbilidad y mortalidad en cuanto a esta enfermedad se reducirá siempre y cuando se acaten las recomendaciones o procedimientos sugeridos para la mitigación de los impactos generados.

## II. MARCO TEÓRICO

El valor del medio ambiente es valorar al medio ambiente partiendo de la filosofía antropocéntrica en la que el valor de todas las cosas, incluido el medio ambiente, está determinado por la relación con el ser humano. El *Método de Valoración Contingente*

[1] parte de la simulación de un mercado hipotético, examinando en sus demandantes cuál sería su máxima disponibilidad a pagar por el recurso natural o su mínima retribución exigida por permitir se le desconecte o se le prive el servicio (para la actividad que fuere).

El método se basa en la información obtenida de la gente (encuesta) para estimar el excedente del consumidor. Es una herramienta muy cómoda cuando se pretende estimar la *disponibilidad a pagar* para reingeniería, mejoras en bienes o servicios, como el resguardo y conservación de la fuente del recurso natural para las actividades humanas. *En relación a la valoración del recurso aire*, al igual que en los otros recursos ambientales básicos en la supervivencia humana, ésta no tiene precio por su existencia, pero la alteración de su estructura produce efectos negativos en el hombre. Esto implica que la contaminación del aire (alteración de los niveles mínimos de aceptación por el ser humano) debe ser valorada por el costo de corrección del daño emergente. El método consiste en calcular cuánto gastan los individuos para tratar las enfermedades producidas por la contaminación atmosférica. Según informes médicos un alto contenido de la morbilidad en las vías respiratorias tiene como agente patológico el estilo de vida y ambientes mal sanos caracterizados por la polución del aire.

El Índice de Calidad del Aire del Área Metropolitana de Bucaramanga (IBUCA) es una forma para expresar la contaminación atmosférica en términos de afectación en la salud de la población. El IBUCA es un indicador que permite establecer cómo se encuentra la calidad del aire en Bucaramanga con respecto a los límites locales (Ver Tabla I). El comportamiento de la calidad del aire representado por el IBUCA está asociado directamente con el grado de afectación de la salud humana [2]



Además de los límites permitidos estipulados en la anterior Tabla I existen unos rangos establecidos (Ver Tabla II) que describen la calidad del aire, el cual se da en un código de colores.

TABLA I  
NORMAS LOCALES DE CALIDAD DEL AIRE UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DE IBUCA

CONTAMINANTE	PERIODO	NORMA	UNIDAD
Partículas Suspensadas PM <sub>10</sub>	24 horas	134	µg/m <sup>3</sup>
Óxidos de Azufre, SO <sub>x</sub>	24 horas	86	ppb
Óxidos de Nitrógeno, NO <sub>2</sub>	1 hora	95	ppb
Monóxido de Carbono, CO	1 hora	31	ppm
Oxidante Fotoquímico O <sub>3</sub>	1 hora	54	ppb

**Fuente:** Reporte Interno CDMB Disponible en: <http://www.cdmb.gov.co/web/index.php/monitoreo-ambiental-infomenu3-456/red-de-monitoreo-del-aire-infomenu3-459/338-ibuca.html>

**TABLA II**  
**ÍNDICE DE LA CALIDAD DE AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA (IBUCA)**

RANGO	DESCRIPTOR	COLOR
0 – 1.25	BUENO	
1.26 – 2.5	MODERADO	
2.51 – 7.5	REGULAR	
7.6 – 10	MALO	
> 10 Supera la Norma	PELIGROSO	

**Fuente:** Reporte Interno CDMB Disponible en: <http://www.cdm.gov.co/web/index.php/monitoreo-ambiental-infomenu3-456/red-de-monitoreo-del-aire-infomenu3-459/338-ibuca.html>

Teniendo los rangos claros se clasifica epidemiológicamente (Ver Tabla III) cada descripción dada por el IBUCA, dependiendo del índice de calidad de aire está dado por:

**TABLA III**  
**NIVELES DE CLASIFICACIÓN EPIDEMIOLÓGICA UTILIZADO POR EL IBUCA**

IBUCA	DESCRIPTOR	CLASIFICACIÓN EPIDEMIOLÓGICA	COLOR
0 - 1.25	Bueno	La calidad de aire es considerada como satisfactoria y la afectación en la contaminación del aire es pequeña y no evidencia ningún efecto en la salud humana.	<b>Verde</b>
1.26 - 2.5	Moderado	La calidad de aire es aceptable y no tiene ningún efecto sobre la población en general.	<b>Amarillo</b>
2.51 - 7.5	Regular	Aumento de molestias en personas con padecimientos respiratorios y cardiovascular; aparición de ligeras molestias en la población en general.	<b>Naranja</b>
10	Malo	Agravamiento significativo de la salud en las personas con enfermedades cardíacas o respiratorias. Afectación de la población sana.	<b>Rojo</b>
> 10	Peligroso	Alto riesgo para la salud de la población. Aparición de efectos al nivel de daño.	<b>Violeta</b>

**Fuente:** Reporte Interno CDMB Disponible en [http://www.cdm.gov.co/cai/cai/call\\_graph\\_02.php](http://www.cdm.gov.co/cai/cai/call_graph_02.php)

### III. METODOLOGIA

El trabajo se realizó mediante 3 etapas sucesivas (Ver Figura 1) que son las siguientes:

*Primera etapa:* Recolección de datos, en el cual se optó por tener los datos y registros necesarios para la elaboración del proyecto y diseño de la encuesta. El IDEAM proporcionó todo lo relacionado con los registros meteorológicos, el Observatorio de Salud Pública

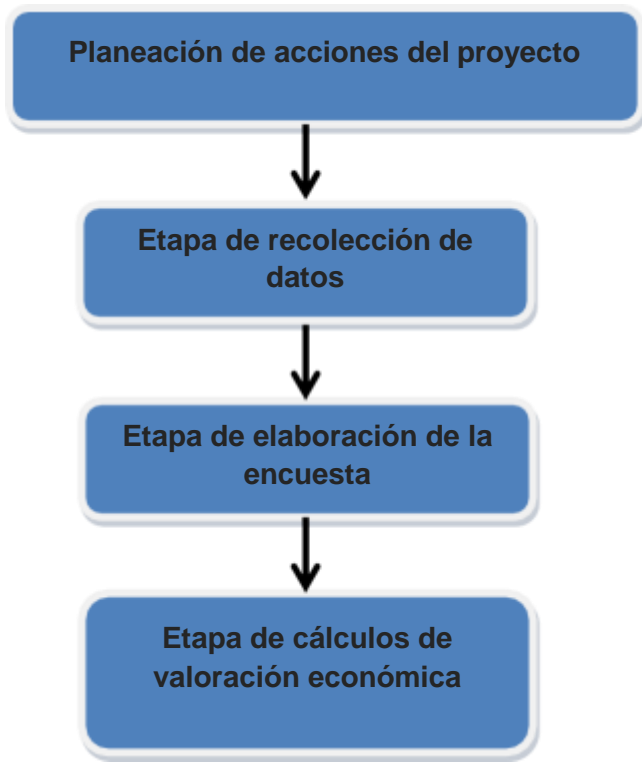
suministró los registros EPOC y la CDMB sobre la calidad de aire de Bucaramanga. Los datos referenciados fueron obtenidos en el año 2012.

*Segunda etapa:* Realización de encuesta de valoración, en la cual se diseñó el formato con el fin de conocer la percepción y actitud de los habitantes de la ciudad respecto a la relación calidad de aire y de los registros EPOC.

*Tercera etapa:* Cálculos de valoración económica con Método de Valoración Contingente, según Jochem [3]. En esta etapa con los datos recopilados y la revisión de estado de arte del MVC se

procedió a efectuar la aplicación de las fórmulas correspondientes, válidas de acuerdo a la bibliografía consultada.

**Figura 1.** Metodología y Etapas del Trabajo



Fuente: Elaboración propia (2014)

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio estadístico se realizó con los datos de la encuesta aplicada a la muestra (383 personas), empleando la técnica de Mardones [4]. Se trataron tres aspectos fundamentales para el análisis de las respuestas: Ambiental, económico y social.

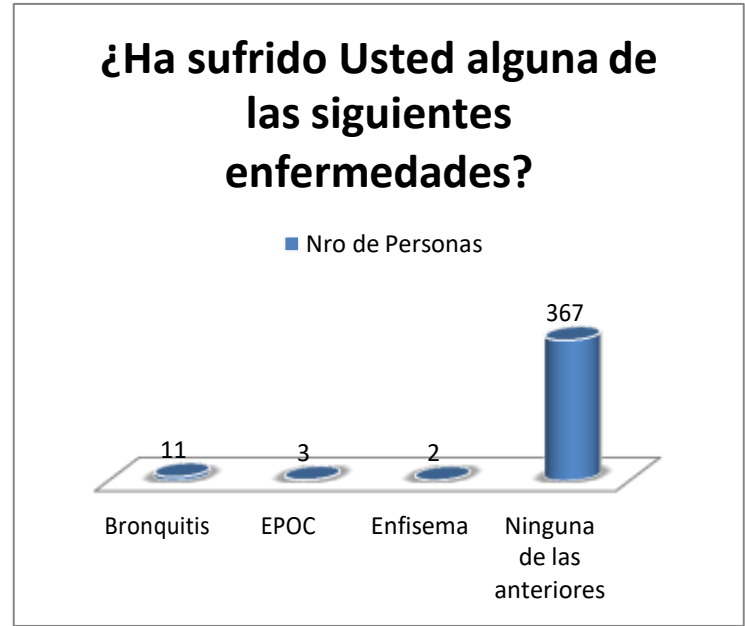
El proceso seguido fue la recolección de datos, organización, análisis y, por último, se obtuvieron las conclusiones de la investigación.

En cuanto a las estadísticas presentadas en el informe de la CDMB, se aprecia una variación en la calidad del aire por sectores. Para el año 2012 se encontraban en funcionamiento las cinco estaciones de monitoreo: Centro, Ciudadela, Cabecera, Florida y Zona norte. El inicio del SITM fue una razón para monitorear partes de la ciudad donde se estimaba que los índices de calidad mejorarían por la salida de los antiguos buses convencionales.

El reporte dado por el IDEAM, en cuanto a la velocidad del viento, humedad relativa y temperatura, no presentaron gran variación en el transcurso del año 2012, exceptuando el principio del año, donde se encontró el pico más alto del año, en cuanto a la temperatura más alta y la humedad relativa más baja.

En la Figura 2 se muestra el número de personas de la muestra (3 de 383) que han adquirido la enfermedad denominada EPOC

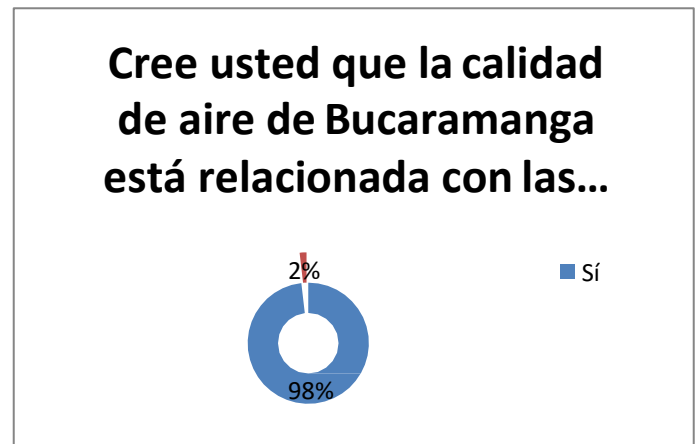
**Figura 2.** Tipo de enfermedades que adquirieron



Fuente: Elaboración propia (2014)

En la Figura 3, se presentan los resultados a la pregunta ¿La calidad de aire de la ciudad tiene efectos en las enfermedades respiratorias?, la cual indica que el 98% considera que hay una relación directa.

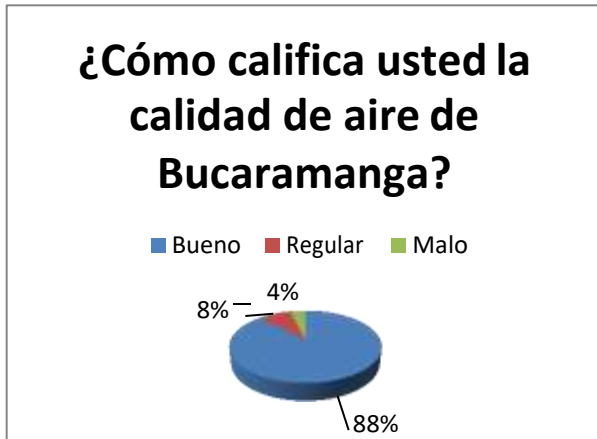
**Figura 3.** Relación de la calidad de aire con las enfermedades respiratorias



Fuente: Elaboración propia (2014)

La figura 4 muestra que el 88% de los encuestados considera que la calidad de aire de la ciudad es buena, por la cantidad de áreas verdes y por qué la zona industrial está alejada.

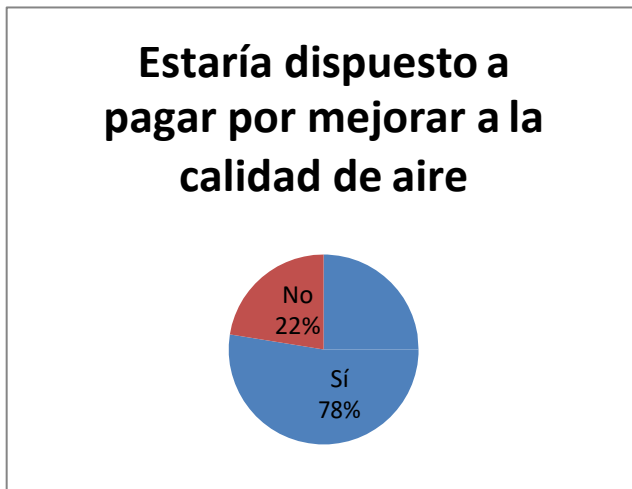
Figura 4. Clasificación de la calidad de aire promedio



Fuente: Elaboración propia (2014)

En la pregunta 5 se indagó si la población podría pagar adicionalmente para mejorar la calidad de aire, ya que influye en el incremento y aparición de enfermedades, el cual encontró que el 78% manifiesta que si lo haría.

Figura 5. Disposición de pago por mejorar la calidad de aire

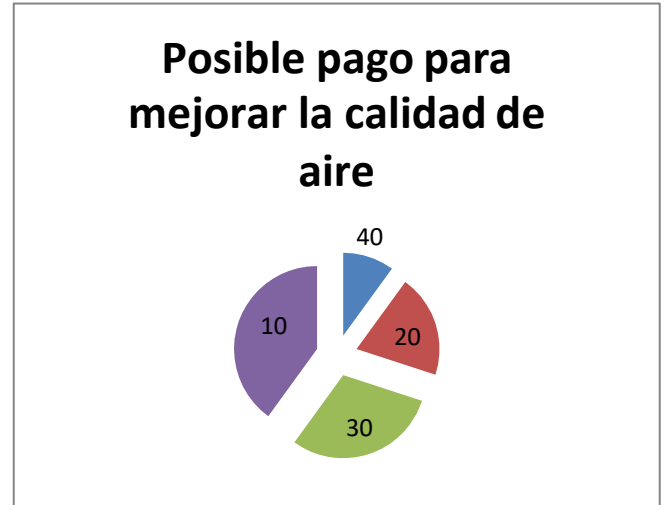


Fuente: Elaboración propia (2014)

La figura 6 presenta los datos a la pregunta ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar por mejorar la calidad de aire de la ciudad?

Se concluye que el 40% (la mayor parte) considera que podría pagar \$10,000 pesos per cápita para mejorar la calidad de aire de la ciudad.

Figura 6. Posible pago por mejorar la calidad de aire



Fuente: Elaboración propia (2014)

De acuerdo a Matos Barrionuevo [5], el número de casos de enfermedades EPOC por SO<sub>2</sub> se determina por la siguiente ecuación:

$$\text{No de casos con malestar pulmonar por SO}_2 = (10 \times 10^{-3}) \times \frac{(\text{Muestra observada SO}_2 \text{ppb})}{(\text{Standar SO}_2 \text{ppb})} \times \text{Población}$$

Los datos necesarios son:

$$\text{SO}_2 = 2.01 \text{ ppb}$$

SO<sub>2</sub> estándar = 14 ppb

Muestra = 383 personas

Población: 1'000,000 personas del área metropolitana de Bucaramanga (Fuente: DANE)

$$\text{N}^\circ \text{ de casos con malestar pulmonar} = 45.9 = 46 \text{ casos}$$

Asimismo en [5] se establece que el número de casos de enfermedades EPOC por PM<sub>10</sub> se determina por la siguiente ecuación:

$$\text{No de casos con malestar pulmonar por PM}_{10} = 0,0326 \times \frac{(\text{Muestra observada PM}_{10})}{(\text{Standar PM}_{10})} \times \text{Población}$$

Los datos necesarios son:

$$\text{PM}_{10} = 39.71 \text{ Ug/m}^3$$

$$\text{PM}_{10} \text{ estándar} = 60 \text{ Ug/m}^3$$

Muestra = 383

Población: 1'000,000 habitantes (Referencial)

$$\text{N}^\circ \text{ de casos con malestar pulmonar} = 253.33 = 254 \text{ casos}$$

El número de días de actividad restringida de casos por año, según [5] está dado por:

$$\text{Días de actividad restringida casos / año} = 0,0168 \times \frac{\text{Concentración anual del contaminante}}{\text{u/m}^3} \times \text{Población}$$

Los datos necesarios son:

Concentración anual del contaminante= 60 ug/m<sup>3</sup>

Muestra = 383 personas

Población: 1'000,000 habitantes (Referencial)

Días de actividad restringida= 386 casos por año

Finalmente, se determina la probabilidad de aceptación del valor económico

(Prob<sub>(x=1)</sub>), según la ecuación descrita por Matos Barrionuevo.

$$\text{Prob}_{(x=1)} = \frac{e^{(-5,02+P11+X3+X5+X6+X10+X13)}}{1+e^{(-5,02+P11+X3+X5+X6+X10+X13)}}$$

Los datos necesarios son los siguientes:

Prob(x=1): Probabilidad de aceptación del valor económico

P11= Precio hipotético aceptado por los encuestados = \$10.000 pesos colombianos

X3= Estado civil del encuestado = 198 (casados)

X5= Propiedad de la casa en que vive = 186 (propia)

X6= Actividad económica del jefe de la familia = 149

X10= Acceso a los servicios básicos = 149

X13= Área construida de la vivienda = 100 m<sup>2</sup>

Luego de aplicar los datos dados en la ecuación del método contingente se encuentra:

**Prob<sub>x=1</sub> = 0.72 o 72%** que es un valor alto, y por ende significativo, de acuerdo al Método Contingente de Valoración económica.

## V. CONCLUSIONES

Se identificaron los agentes contaminantes más relevantes de la calidad de aire de la ciudad de Bucaramanga que más influencia tienen en la EPOC. El informe de la CDMB fue fundamental en el proceso de identificación, ya que se evidenció, gracias a las estaciones de monitoreo, los principales contaminantes presentes en la ciudad.

Por otra parte, se analizaron las condiciones meteorológicas como posibles factores positivos o negativos de la ciudad de Bucaramanga en relación a la EPOC. Sin duda alguna, la relación climatológica con los índices de contaminación y posibles enfermedades varía de acuerdo a sus condiciones. Si la temporada actual es de presencia de lluvias la contaminación y los riesgos de adquirir enfermedades pulmonares son relativamente bajos.

Finalmente, se realizó la estimación del impacto de la calidad de aire para determinar la relación entre la contaminación del recurso y la EPOC [6] de Bucaramanga, mediante el Método de Valoración Contingente (MVC). Para hacer tal determinación, se aplicaron unas formulas validadas, la cual de acuerdo al método contingente es un valor de aceptación alto y significativo ( 0.72) en relación al pago de \$10,000 pesos per cápita mensual para los habitantes de la ciudad de Bucaramanga.

## VI. REFERENCIAS

[1] Hoyos, D. (2010). Contingent Valuation: Past, Present and Future. Prague Economic Papers, 4, pp. 329 – 350.

[2] Castro, H. (2012). Informe Anual de Calidad del Aire de Bucaramanga, CDMB Colombia, En línea]:<[http://www.cdmb.gov.co/cai/cai2/docs/Informe\\_Calidad\\_Air\\_e\\_2010.pdf](http://www.cdmb.gov.co/cai/cai2/docs/Informe_Calidad_Air_e_2010.pdf). Consultado: 12/05/2014.

[3] Jantzen, J. (2006). The economic value of natural and environmental resources, TME, Institute for Applied Environmental Economics, November, pp. 51 – 56.

[4] Mardones, C. (2006). Impacto de la Percepción de la Calidad del Aire sobre el Precio de las Viviendas en Concepción-Talcahuano, Chile, Cuadernos de Economía, Vol. 43 (Noviembre), pp. 301-329.

[5] Matos, I. (2008). Valoración económica de la calidad de aire y sus impactos en la salud, en la Oroya Perú. UNFV. Tesis de Doctorado en Economía, pp. 128 – 167.

[6] Ordoñez, G. (2000). Salud ambiental: conceptos y actividades, Revista Panamericana Salud Publica/Pan Am J Public Health 7 (3).