

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS ATMOSFÉRICOS DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RIO FRÍO EN LA
ZONA DE LA PERA Y MEDITERRANÉ UN EJERCICIO EXPLORATORIO**

**ANGÉLICA MARÍA DÍAZ NAVARRO
DEICY LILIANA PABÓN BERMÚDEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA**

2013

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS ATMOSFÉRICOS DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RIO FRIO EN LA
ZONA DE LA PERA Y MEDITERRANÉ UN EJERCICIO EXPLORATORIO**

**ANGÉLICA MARÍA DÍAZ NAVARRO
DEICY LILIANA PABÓN BERMÚDEZ**

**Trabajo De Grado para optar al título de
ECONOMISTA**

Director

RAFAEL ALCIDES TÉLLEZ SÁNCHEZ

Magister En Planificación Y Administración Del Desarrollo Regional

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA**

2013

*“A Dios por darme siempre su protección y bendición
A mis padres, a mi hermana y a mi familia
por ser mi más grande motivación y fortaleza”*

Deicy Lúliana Pabón Bermúdez

*“A Dios por permitirme alcanzar este logro en mi vida
A mis padres y mi hermano por ser un apoyo y por su colaboración
a lo largo de mi carrera
A Miguel Ibañez por estar a mi lado y brindarme su apoyo y su
compañía en los momentos de adversidades”*

Angélica María Díaz Navarro

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Rafael Téllez Sánchez por demostrar su confianza y apoyo y por haber compartido su experiencia y conocimiento para la creación y culminación de este proyecto.

A la universidad Industrial de Santander, específicamente a la Escuela de Economía y su grupo de profesores quienes aportaron todo su conocimiento para la formación de las futuras Economistas.

A nuestros compañeros que a lo largo de nuestra carrera estuvieron dándonos su apoyo y colaboración para culminar con éxito este objetivo propuesto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	18
CONTEXTO.....	20
PROBLEMA.....	23
JUSTIFICACIÓN.....	24
ANTECEDENTES.....	25
OBJETIVOS	29
1. MARCO TEÓRICO	30
1.1 DESARROLLO SOSTENIBLE	30
1.2 MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL)	31
1.3 ECONOMÍA AMBIENTAL	33
1.4 ECONOMÍA DE LA SALUD	34
1.5 EXTERNALIDADES.....	35
1.6 MARCO CONCEPTUAL DE VALORACIÓN ECONÓMICA APLICADA A LA CALIDAD DEL AIRE Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	36
1.6.1 El enfoque capital humano.....	38
1.6.2 El método de la función de daño.....	39
1.6.3 Métodos Indirectos.....	41
1.6.4 Métodos Directos.....	42
1.7 MÉTODO DE COSTOS DE MITIGACIÓN	43
2. MARCO LEGAL	45
2.1 ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE	51
2.1.1 Niveles De Contaminación.....	52

2.1.2 Concentración Y Tiempo De Exposición De Los Contaminantes Para Los Niveles De Prevención, Alerta Y Emergencia	53
2.1.3 Niveles Máximos Permisibles Para Contaminantes	54
3. MODELO EXPERIMENTAL.....	55
3.1 METODOLOGÍA.....	55
3.1.1 Delimitación del área y población bajo estudio.....	55
3.1.2 Condiciones biofísicas.	56
3.1.3 Revisión De Fuentes Secundarias.	57
3.1.4 Diseño Muestral.....	57
3.1.4.1 Diseño Muestral Aplicable A La Pera	58
3.1.4.2 Diseño Muestral Aplicable A Mediterrané	59
3.1.5 Diseño Del Cuestionario.	59
4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	61
4.1 EFECTOS/IMPACTOS EN LA CALIDAD DE VIDA.....	61
4.2 PERFIL EPIDEMIOLÓGICO	65
4.3 COSTO DEL TRATAMIENTO.....	69
4.4 GRAVEDAD DE LA PATOLOGÍA.....	70
4.5 ACTIVIDAD DEL JEFE DE HOGAR	71
4.6 CONTRIBUCIÓN	72
5. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE COSTOS DE MITIGACIÓN (MCM)	74
CONCLUSIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS	82

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Normatividad sobre el recurso atmosférico	48
Tabla 2. Concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia.	53
Tabla 3. Niveles máximos permisibles para contaminantes	54
Tabla 4. Percepción del impacto de la contaminación atmosférica de la PTAR a la calidad de vida de la población.	61
Tabla 5. Horario del día en el que se presenta mayor incomodidad por los malos olores ocasionados por la PTAR.	63
Tabla 6. Patologías presentadas en la población encuestada	66
Tabla 7. Clasificación de la población que ha sufrido la patología	67
Tabla 8. Escenario donde es tratada la patología	68
Tabla 9. Costo del tratamiento de las patologías.	69
Tabla 10. Promedio de veces de carácter grave de la patología	71
Tabla 11. Actividad económica del jefe de hogar	72
Tabla 12. Percepción de la contribución la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frío a la disminución de los efectos o incomodidades y mejora de la calidad de vida de la población.....	73

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Grafico 1. Percepción del impacto de la contaminación atmosférica de la PTAR a la calidad de vida de los habitantes del condominio Mediterrané.	62
Grafico 2. Percepción del impacto de la contaminación atmosférica de la PTAR a la calidad de vida de los habitantes del barrio la Pera.	62
Grafico 3. Percepción del impacto de la contaminación atmosférica de la PTAR a la calidad de vida de la población.	63
Grafico 4. Horario del día en el que los habitantes del barrio Mediterrané y La Pera presentan mayor incomodidad por los malos olores ocasionados por la PTAR.	64
Grafico 5. Horario del día en el que se presenta mayor incomodidad por los malos olores ocasionados por la PTAR.	65
Grafico 6. Patologías presentadas en la población encuestada	67
Grafico 7. Clasificación de la población que ha sufrido la patología	68
Grafico 8. Escenario donde es tratada la patología	69
Grafico 9. Costo del tratamiento de las patologías.	70
Grafico 10. Promedio de veces de carácter grave de la patología	71
Grafico 11. Actividad económica del jefe de hogar	72
Grafico 12. Precepción de la contribución la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frío a la disminución de los efectos o incomodidades y mejora de la calidad de vida de la población.	73

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Rio Frio	21
Figura 2. Zona de afectación por emisión de olores en la PTAR Rio Frio	22
Figura 3. Localización de la población objeto de estudio	56

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Distancia entre la ubicación de la PTAR Rio Frio y el barrio La Pera.....	82
Anexo B. Distancia entre la ubicación de la PTAR Rio Frio y el barrio Mediterrané	83
Anexo C. Formato de la encuesta.....	84
Anexo D. Ingreso medio por persona y estrato socioeconómico en 2012 por área metropolitana.....	86
Anexo E. Distribución de registros según el régimen de afiliación y la edad y el sexo.....	87

RESUMEN

Título: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS ATMOSFÉRICOS GENERADOS POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR DE RIO FRIO EN LA ZONA LA PERA Y MEDITERRANÉ*

Autores: PABON, Bermúdez Deicy Liliana
DIAZ, Navarro Angélica María**

PALABRAS CLAVES: Morbilidad, Aire, Contaminación Atmosférica, Mitigación De Olores, Salud, Costo Social, Calidad De Vida.

DESCRIPCIÓN

Debido al creciente desarrollo industrial y al aumento de la población el medio ambiente se ha visto significativamente afectado ya que estos eventos han aumentado la emisión de gases que contaminan la atmosfera y también la producción de aguas residuales y domésticas, motivo por el cual, las plantas de tratamiento, cumplen una función importante en el desarrollo económico y social de una región.

La PTAR de Rio Frio surge como una herramienta de desarrollo local, la cual está diseñada específicamente para purificar las aguas residuales de cerca del 11% del área de Bucaramanga y el 100% de Floridablanca, ayudando así mismo a la rehabilitación del líquido. Con el fin de aumentar la capacidad de la planta, pasando de 0,7 m³/s a 2 m³/s, de reducir los gases efecto invernadero, y en general de mejorar su eficiencia y calidad se inició el proyecto de la modernización y la ampliación de esta planta de tratamiento. A pesar de esta inversión zonas de influencia de la planta presenta grandes externalidades negativas derivadas de los gases que generan los vertimientos de la PTAR y con ella el correspondiente deterioro de la Salud de la población, así mismo con su proceso de modernización y ampliación de intenta reducir el área de afectación de 100 Mts a 500 Mts, pero resulta paradójico que sitios como Mediterrane y La Pera con áreas distante de la PTAR de 2.1 Kms y 2.4 Kms respectivamente aun se vean afectadas.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración. Director: Magíster Rafael Alcides Téllez Sánchez

ABSTRACT

TITLE: ECONOMIC EVALUATION OF ATMOSPHERIC IMPACTS FROM PLANT WASTEWATER TREATMENT OF RIO FRIO WWTP IN THE AREA LA PERA Y MEDITERRANÉ*

AUTHORS: PABON, Bermúdez Deicy Liliana
DIAZ, Navarro Angélica María**

KEY WORDS: Morbidity, Air, Air Pollution, Odor Mitigation, Health, Social Price, Quality of life.

DESCRIPTION

Due to the increasing industrial development and population growth environment has been significantly affected as these events have increased the emission of gases that pollute the atmosphere and also the production and domestic wastewater, which is why plants treatment, play an important role in the economic and social development of a region.

The Rio Frio WWTP emerges as a local development tool, which is designed specifically to purify wastewater for nearly 11% of the area of Bucaramanga and 100% of Floridablanca, helping himself to the rehabilitation of the liquid. In order to increase the capacity of the plant, from 0.7 m³/sec 2 m³ / s, to reduce greenhouse gases, and in general to improve their efficiency and quality began the project of modernization and expansion this treatment plant. Despite this investment zones of influence of the plant has large negative externalities arising from the gases produced by the discharges from the WWTP and with it the corresponding deterioration of health of the population, also with its modernization and expansion of tries reduce the area of impact of 100 to 500 Mts Mts but paradoxically sites like Mediterranean and Pear with distant areas of the WWTP of 2.1 Kms and 2.4 Kms respectively even be affected.

* Draft Grade

** Faculty of Human Sciences.School of Economics and Administration. Director, Master Rafael Alcides Tellez Sánchez

INTRODUCCIÓN

En respuesta a la problemática que se presenta en el área metropolitana por el impacto generado con el desarrollo industrial y el crecimiento de la población, aumentando esto la producción de aguas residuales y domésticas por lo cual, las plantas de tratamiento cumplen una función importante en el desarrollo económico y social de una región.

Actualmente las plantas de tratamiento se han convertido en una fuente de transformación importante de los efluentes industriales y domésticos las cuales pueden ser vistas desde dos ámbitos: el ámbito local quienes solamente cumplen la función dado que existen autoridades ambientales que generan presión sobre esto o con el compromiso de preservar algún cauce de un río por obligación legal, por otro lado, visto del ámbito global se miran prospectivamente como el sistema digestivo del mundo dado que representa una unidad fundamental en cada uno de los municipios donde la planta se encuentre ubicada puesto que ella permite verificar el consumo de agua, la concepción y el estado del sistema de alcantarillado, las infiltraciones, las conexiones ilícitas y la validez de la política tarifaria.

En cuanto al impacto que la PTAR de río frío pueda tener en asuntos económicos pueden caracterizarse:

- El impacto del costo de inversión y de operación para el tratamiento de las aguas lo cual puede verse implicado en la tarifa del usuario final.
- Aportes que pueda realizar la PTAR a la economía productiva de los municipios de Girón y Floridablanca.

Sin embargo con los tratamientos que se le dan a las aguas residuales solo se busca por un lado cumplir con las obligación que la ley y los organismos gubernamentales exigen y por otro lado para la satisfacción de la población quienes sin los directamente afectados por el mal tratamiento que se le dan a las aguas residuales, por el cual, se debe velar para que también se vean beneficiados en cuanto al tema tarifario pues los costos de inversión que necesita la planta para el tratamiento de las aguas deben ser aceptables para la población.

Por otra parte hay que tener en cuenta los agentes indirectos como lo es la atmosfera que también se ve afectada por los vertimientos que se generan en las plantas de tratamiento pues sus emisiones de gases afectan su composición y hacen que se genere la aparición de enfermedades en la población de acuerdo al cambio climático que esto pueda ocasionar. Estos impactos se verían convertidos en el incremento de la vulnerabilidad tanto de la población como del sistema productivo especialmente en los países en vía de desarrollo.

Los impactos a los que se manifiestan en el presente trabajo de investigación serán los de categoría indirecta, es decir, a aquellos que se encuentran relacionado con la contaminación atmosférica ocasionado por la acción de los vertimientos puntuales de la planta de tratamiento de agua residuales (PTAR) de Rio Frio.

La motivación de este trabajo se focaliza, principalmente en la necesidad de cuantificar de una manera social y económica los impactos atmosféricos que se generan en razón de la eficiencia que se tiene en la PTAR de Rio Frio. Se tendrán en cuenta a todos los actores de la sociedad especialmente la zona de la pera y Mediterrané y las pérdidas económicas que causa los impactos generados por la PTAR.

CONTEXTO

Desde 1991 la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR Rio Frio se encarga de tratar mediante procesos biotecnológicos los residuos generados por las viviendas y empresas de los municipios de Floridablanca y la zona sur de Bucaramanga.

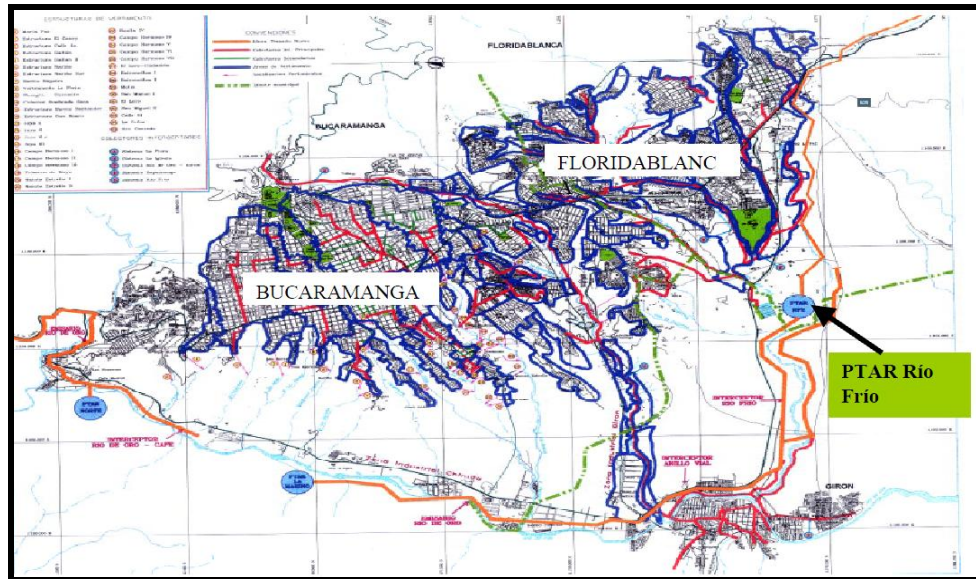
La corporación ecoeficiencia y la CDBM realizaron un análisis sobre la contaminación atmosférica que afecta a los habitantes vecinos a la PTAR, con base en un monitoreo de las concentraciones de los gases emitidos por la PTAR, llegándose a la identificación de los gases causantes de afectaciones en la salud como ácido sulfúrico (H_2S)¹.

Desde principios del 2006 se inició la ampliación y modernización de la PTAR de Rio Frio dentro del marco del mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). El proyecto de modernización se lleva a cabo por etapas de acuerdo al caudal sanitario que se necesite tratar. Al ser finalizada esta ampliación y modernización de la PTAR se proyecta un aumento en la capacidad del proceso de $0.72 \text{ m}^3/\text{s}$ a un máximo de $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$ atendiendo los requerimientos de crecimiento poblacional aproximadamente abasteciendo a cerca de 320.000 habitantes.²

¹ECOEFICIENCIA "corporación para el fomento de la producción más limpia y el desarrollo sostenible, cdmB". monitoreo de olores molestos (ácido sulfhídrico - h_2s) en los alrededores de la planta de tratamiento de aguas residuales ptar río frío, para evaluar el impacto ambiental sobre la comunidad de la vereda rio frio, floridablanca, santander, colombia

² CORTES ESPARZA, Juan Carlos.2011. Pre diseño Conceptual, Técnico, Instrumental, metodológico y económico para la Reestructuración del Laboratorio de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales –PTAR-Rio Frio. Tesis de Grado. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química. 81p

Figura 1. Localización Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Rio Frio



Fuente: EMPAS

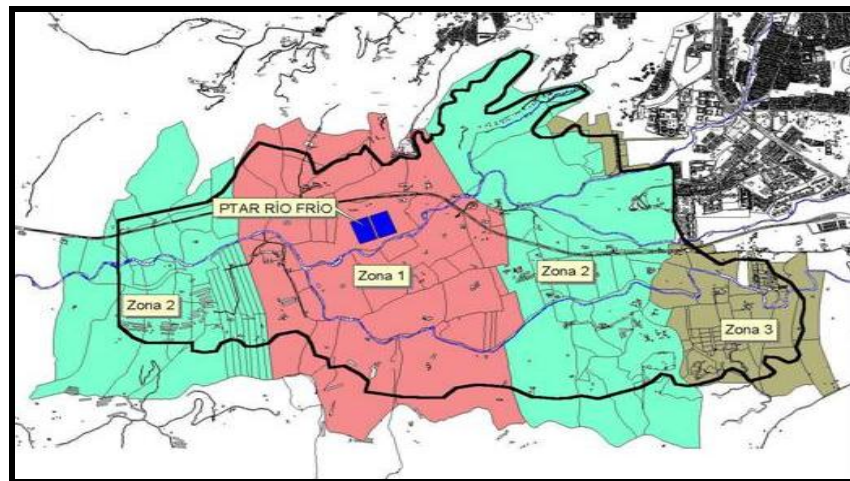
Sin embargo, a pesar de los aspectos favorables del proyecto, estudios realizados por la CDMB, sobre el impacto que genera la planta de tratamiento de aguas residuales de Rio Frio, han demostrado que los olores provenientes de la PTAR influyen sobre el normal desarrollo de la vida humana y en condiciones extremas, los olores desagradables pueden conducir al deterioro de la dignidad personal y comunitaria, interferir en las relaciones humanas y desanimar las inversiones de capital.

A pesar que a la PTAR de Rio Frio se le hace una ampliación y modernización no solo para cumplir con los requerimientos de crecimiento poblacional, sino para ampliar la calidad de los procesos especialmente a la población, se ha encontrado que la planta en el mecanismo de elaboración de los procesos, especialmente en los vertimientos de los aguas residuales, está efectuando una fuerte contaminación atmosférica especialmente en los barrios La Pera y Mediterrané, el cual hace que la calidad de vida de la población disminuya y los costos incurridos tanto por la población como el estado terminen siendo altos.

En este caso se presentaría una paradoja en tanto que, se estaría cuestionando la función de la planta de tratamiento de aguas residuales dado que aparte de suministrar los bienes y servicios necesarios para el bienestar social, genera contaminantes o perjuicios colaterales que reducen la calidad de vida generando así impactos de categoría directa.³

Según los monitoreos que ha realizado la CDMB sobre la calidad del agua se afirma que solo el 38,7% del afluente se encuentran en calidad buena, y que los afluentes con mayor cantidad de contaminantes tanto atmosféricos como hídricos son el Río de Oro y Río Frio de los cuales son responsabilidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Río Frío.

Figura 2. Zona de afectación por emisión de olores en la PTAR Río Frio



Fuente: CDMB

No obstante, el sistema de alcantarillado tanto de Bucaramanga como de su área metropolitana cuenta con 750 kilómetros de redes, 18 estructuras de vertimientos, 13 controles de cauces de los drenajes de la escarpa de Bucaramanga y la planta

³GELVES MEDINA, Deicy Alexandra.2011.Evaluación Económica y Ambiental de los Impactos Generados por los Vertimientos Puntuales De La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Río Frio Sobre la Población Aledaña al Cauce en la Zona 3 del Municipio de Girón. Tesis de Grado. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Economía y Administración. 141 p

de tratamiento de aguas residuales –PTAR- de Rio Frio, infraestructura que necesita y requiere actividades de mantenimiento y atención permanente para garantizar la óptima prestación del servicio.⁴ Puesto que los vertimientos de aguas residuales sin previo tratamiento constituyen uno de los mayores problemas que amenazan no solo los ecosistemas acuáticos sino también la salud pública de la región.

PROBLEMA

La atmosfera conocida como la parte gaseosa de la tierra se considera la parte más externa y menos densa del planeta está constituida por gases como el Nitrógeno(N₂), Oxígeno (O₂), argón (Ar), dióxido de carbono (CO₂),neón (Ne), helio (He), metano (CH₄) kriptón (Kr), hidrogeno (H₂), oxido nitroso (N₂O), xenón (Xe), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂),yodo (I), monóxido de carbono (CO), amoniaco (NH₃), los cuales varían su presión al mismo tiempo que varia la altura. En la actualidad el impacto del cambio climático y el mal manejo de los recursos ha provocado crisis en la atmosfera que han desencadenado en la perdida de la capa de ozono por lo cual los rayos ultravioletas han ocasionado enfermedades en los seres humanos llegando a afectar así mismo las plantas y los cultivos a lo que se conoce como el efecto invernadero.

Por otro lado ubicada en el kilómetro 5 del anillo vial que comunica principalmente los municipios de Floridablanca y Girón del departamento de Santander se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales Rio Frio constituida como una herramienta de desarrollo local con el fin de purificar las aguas residuales, alrededor del 30% de lo que constituye el área metropolitana de Bucaramanga. La inversión que se realiza en la PTAR se vería traducida en una mejora de la calidad de vida, la antítesis de lo que realmente se está viendo puesto que se ve que

⁴ EMPAS. Plan Estratégico de Gestión de EMPAS S.A 2011-2015. P. 29.

provoca una externalidad negativa al mirar la calidad hídrica y la calidad atmosférica. No obstante, la PTAR Rio Frio está generando altos índices de gases como lo es el ácido Sulfhídrico o Gas de Alcantarilla que generan un impacto negativo con la atmosfera lo cual hace que cambien sus componentes y se vea afectada la población puesto que a causa de esto se desarrollarían enfermedades y tensiones psicológicas que se podrían ver traducidas en una mala calidad de vida de la población y que a su vez los impactos irían directamente relacionados con el sistema productivo, puesto que si la población no tiene la calidad de vida que se necesita no rendiría en sus actividades económicas por lo cual el sistema productivo tendría una baja y todo esto tendría un alto costo no solo ambiental sino económico, es así, como en la zona Mediterrané y la Pera la población tiene una percepción de los olores alta y desagradable y que este tipo de impactos generado por la PTAR está afectando aproximadamente el entorno urbano cerca a los 1000 Mts.

Enfocándonos principalmente en las zonas La Pera y Mediterrané, las cuales son zonas aledañas a la planta, se analizara Cuál es el costo que está generando el impacto atmosférico de la planta de tratamiento de aguas residuales de Rio Frio.

JUSTIFICACIÓN

No se conocen mediciones acerca de los beneficios y/o impactos socio ambientales y económicos insitu de la operación de la PTAR de Frío desde 1978, lo que impide evaluaciones sobre la relación costo beneficio. En la mayoría de casos, es a partir de denuncias de prensa⁵ que se conocen problemas asociados a la PTAR.

⁵VANGUARDIA LIBERAL (25 de Junio de 2011). «Así funciona la única planta de tratamiento de aguas residuales, Ptar Río Frío, de Bucaramanga y el área metropolitana». Nota de prensa. Consultado el 27 de noviembre de 2012.

Los problemas asociados a la contaminación ambiental impactan, en general, la calidad de vida con afectaciones del confort ambiental y/o problemas en la salud de los habitantes de barrios y asentamientos aledaños que reciben los gases u olores de la planta. Considerando los servicios ecosistémicos que la subcuenca del río Frío deja de prestar por la contaminación por vertimientos y su efecto en la emisión de gases sulfurados, es necesario adelantar estudios que contribuyan a la formulación de políticas públicas de re-direccionamiento o mejoramiento.

Los indicadores sanitarios, así como los bio-indicadores urbanos constituyen parte fundamental del conjunto de factores de sostenibilidad del desarrollo metropolitano y, particularmente, de esta zona.

En vista de lo anterior, el presente trabajo busca cuantificar social y económicamente los impactos de la contaminación atmosférica generada por la planta de tratamiento de aguas residuales de Rio Frio, tomando como referencia para este análisis las zonas aledañas a la planta La Pera y Mediterrané.

ANTECEDENTES

Las investigaciones y estudios realizados en América latina y Colombia se caracterizan por el empleo de los métodos de precios hedónicos y Disposición a Pagar (DAP) referidos a las medidas o políticas para recuperación de la calidad del aire perdida por la emisiones de fuentes móviles (como autos) o fuentes fijas como fábricas. Para el caso del Área Metropolitana de Bucaramanga no se encontraron estudios disponibles, por lo que se tienen en cuenta los siguientes estudios nacionales:

- Referidos a la medición económica de los efectos sobre la salud, se encuentra el realizado por Libardo Montealegre M. en 1993 en Bogotá referido la

establecer la relación entre la contaminación del aire y las morbilidades por enfermedades del sistema respiratorio⁶. En este trabajo el investigador estudió y construyó series estadísticas resultantes del monitoreo de la contaminación del aire en la ciudad durante el período 1987-1991, buscando establecer de acuerdo con estos registros, la presencia de los contaminantes del aire identificados como peligrosos para la salud humana como componentes sulfurosos, nitrogenados, partículas en suspensión, ozono y residuos de hidrocarburos.

Igualmente, para el estudio de las morbilidades por afecciones respiratorias, construyó series estadísticas a partir de la información de la totalidad de ingresos hospitalarios en la ciudad, vinculadas a este tipo de afecciones durante el mismo periodo, recuperando al mismo tiempo la información sobre el estrato social de cada paciente. Para estimar los efectos sobre la salud de los bogotanos resultantes por su exposición a distintos niveles de contaminación del aire, se construyó un modelo que plantea que las afecciones respiratorias en la ciudad dependen de factores como niveles de contaminación de un material en particular, sexo del paciente, edad, si tiene o no seguridad médica y en algunos casos días de permanencias en la clínica u hospital. Este trabajo se caracteriza por la gran cantidad de bases de datos de accesibilidad relativamente fácil y en un tiempo adecuado al volumen y complejidad de la información, condiciones con la que este trabajo no cuenta

- El estudio sobre valoración económica del impacto ambiental del aire sobre la salud de habitantes menores de 5 años en Bogotá, realizado por Diana Calixto

⁶MONTEALEGRE Murcia Libardo (1993), "Afecciones respiratorias y contaminación del aire en Santafé de Bogotá, una aplicación de la regresión Lave-Seskin". programa de economía para graduados, facultad de economía, universidad de los Andes. Esta regresión se aplica con la utilización de un software especial disponible on line <http://www.minitab.com> software para mejora de la calidad.

y Alexandra Díaz de la Universidad Javeriana⁷. Las investigadoras utilizan el concepto de función dosis respuesta, definidas por Azqueta (1997) como aquellas que informan sobre la incidencia que un cambio en la variable objeto de estudio tiene sobre un receptor determinado. Utiliza una función doblemente logarítmica lo que significa que trabaja con los logaritmos de las variables dependientes e independientes de la función, obteniendo directamente las elasticidades de la variable independiente respecto de cada uno de las variables independientes.

El índice se construyó con base en un promedio ponderado de los contaminantes (variables) estandarizadas, se debe construir así para homogeneizar sus unidades en razón a las diferentes unidades en que se presentan lo que haría imposible realizar operaciones matemáticas entre ellas.

La estandarización es un procedimiento matemático por el cual se logran homologar varias variables en distintas formas. Su procedimiento corresponde a la desviación estándar de la variable en cuestión respecto de la media, la media corresponde a la media de la muestra. Se ponderaron dándole mayor peso al contaminante más significativo según las estimaciones realizado obteniendo como resultado: 40% para NO₂ y 20% para cada uno de los contaminantes restantes (NO₂, NO_x, y SPM). El resultado de la regresión, permite concluir que un aumento de 1% en el nivel de los contaminantes, la tasa de morbilidad de niños menores de un año se eleva en aproximadamente 3.3%.

Esta experiencia, al igual que la primera tiene una alta disponibilidad de información facilitando el modelamiento matemático para la estimación de la afectación a través de una tasa variable en función del número de contaminantes, caso en el que por estimación de costos, el costo de enfermedad de vías

⁷CALIXTO, Diana Constanza y DÍAZ Alexandra Victoria (1995), "valoración económica del impacto ambiental del aire sobre la salud de habitantes menores de 5 años en Bogotá". facultad de ciencias económicas, universidad javeriana, Bogotá.

respiratorias como IRA (enfermedad respiratoria aguda), Neumonía, Influenza y Bronquitis en niños menores de 5 años arrojó un valor de \$109.870 de 1995.⁸

Finalmente se considera relevante el estudio de la universidad del Valle realizado por Carlos Humberto Ortiz Quevedo, Jaime Escobar Martínez y Diego García Muñoz con un nivel de detalle y especificidad sobre el contaminante de fuentes móviles. El objetivo general de estimar una función dosis – respuesta plantea una metodología bastante exigente en bases de datos y monitoreo en un lapso de tiempo para mejorar el bienestar social de los caleños⁹

El estudio considera para la función Dosis –Respuesta¹⁰ tres restricciones de la población seleccionada para el análisis econométrico: primera, solo considera la enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica (IRA, bronquitis, enfisema y asma); la segunda, se toma como población de referencia solo los menores de 15 años, reportados enfermos durante el periodo del estudio y, la tercera, solo se toma la zona industrial de Cali, como jurisdicción del sistema local de salud.

La conclusión general de los ejercicios econométricos realizados es que la relación entre contaminación por material particulado y morbilidad respiratoria en la ciudad de Cali parece ser positiva y robusta incluso cuando se controla el efecto de la contaminación automotor. Esta robustez implica que la relación se mantiene ya sea que la morbilidad se mida en tasas o en niveles.

⁸Op. Cit. Pp 65

⁹ORTIZ QUEVEDO Carlos H., Escobar Martínez Jaime, García Muñoz Diego(1996), "Contaminación atmosférica y salud: estimación de una función dosis-respuesta para Cali", departamento administrativo de gestión del medio ambiente (DAGMA) y CIDSE Universidad del Valle, Cali.

¹⁰ La curva dosis-respeustase construye graficando en las ordenadas los Efectos (E)causados en el organismo expuesto a una sustancia química y en las absisas las Dosis(D) a las que fue expuesto.

Dados los recursos abundantes, la disponibilidad y acceso a información este trabajo informa que se requerirá un mayor esfuerzo para continuar con esta línea de investigación en la UIS.

OBJETIVOS

GENERAL

Estimar económicamente los impactos atmosféricos que genera la planta de tratamiento de aguas residuales Rio Frio en la población de los barrios la Pera y Mediterrané.

ESPECÍFICOS

- Identificar los indicadores estándar de composición química de la atmosfera a través de las bases de datos y documentos de monitoreo de la CDMB.
- Identificar las características socio demográficas de la población en los asentamientos la pera y Mediterrané, mediante encuesta estructurada.
- Realizar el análisis económico del proyecto PTAR de río Frio en función de los beneficios ambientales propuestos.
- Realizar un estudio de las afectaciones en la salud de los habitantes a través de una encuesta.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 DESARROLLO SOSTENIBLE

Los impactos ambientales que son el resultado de la actividad industrial, la explotación ilimitada de los recursos y el beneficio como único criterio de la buena marcha es relativamente insostenible, por lo cual llevo a crear el conceptode Desarrollo Sostenible que dio sus orígenes en la denominada cumbre de Brundlandt¹¹ de 1987 al ser capaz de reconocerlo como un modelo económico necesario de incorporar a los planes de desarrollo contemporáneos, mostrando que el termino sostenibilidad indica “administración eficiente y racional de los bienes y servicios ambientales, de manera que sea posible el bienestar de la población actual, garantizando el acceso a éstos por los sectores más vulnerables, y evitando comprometer la satisfacción de las necesidades básicas y la calidad de vida de las generaciones futuras.”¹² .

A grandes rasgos, es viable observar que la sostenibilidad es y seguirá siendo por mucho tiempo un perpetuo proceso de construcción de una alternativa de desarrollo económico que está limitado en función del tiempo y del espacio.

Lo anterior nos conduce a la sostenibilidad en términos de eficiencia ecológica como “la reducción del impacto de la actividad productiva sobre el ambiente sin

¹¹RIECHMANN, Jorge. Biomimesis : Ensayos Sobre Imitación De La Naturaleza, Ecosocialismo Y Autocontencion, 2006

¹²SAUVÉ, Lucie (1999), La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco de referencia educativo integrado, En Revista: Tópicos en Educación Ambiental, Vol. 1, N° 2, SEMARNAT, México.

disminuir la capacidad de carga y sin olvidar que los seres humanos tienen derecho a una vida sana y en armonía con la naturaleza”¹³

Sin embargo en Colombia la concepción de desarrollo sostenible se instauró en última instancia bajo los principios fundamentales contenidos en la declaración de Rio de Janeiro en 1992, dirigiendo el país hacia nuevos lineamientos de política ambiental; a causa de estos nuevos paradigmas se hizo la creación de la ley 99 de 1993 que promovió “la reorganización del sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos renovables, através del establecimiento del Ministerio del Medio Ambiente y la estructuración del Sistema Nacional Ambiental, SINA”¹⁴

1.2 MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL)

A pesar de que los países en desarrollo no contribuyen en gran medida al aumento de los gases efecto invernadero (GEI), estos países si han entrado a jugar un papel importante en la reducción de los mismos.

Mediante el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kyoto establecido en su artículo 12, que permite a los gobiernos de los países industrializados (también llamados países desarrollados o países del Anexo1 del Protocolo de Kyoto) y a las empresas (personas naturales o jurídicas, entidades públicas o privadas) suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en el primer periodo de

¹³MARTINEZ, Alier; ROCA, Jusmet. Economía Ecológica y Política Ambiental: 1 ed. México, México. Ed. Fondo de Cultura Económica. 1998. P 338.

¹⁴ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 99 (22, Diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los recursos naturales renovable, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1993. N° 41146.

compromiso comprendido entre los años 2008 - 2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (también denominados países no incluidos en el Anexo 1 del Protocolo de Kyoto) como una alternativa para adquirir reducciones certificadas de emisiones (RCE) a menores costos que en sus mercados.¹⁵

Este mecanismo se ha implementado con el objetivo de que los países en desarrollo logren alcanzar un desarrollo sostenible y que a su vez los países industrializados cumplan las metas de reducción de emisiones de GEI.

Para un proyecto ser catalogado como MDL debe cumplir el requisito de adicionalidad que básicamente consiste en¹⁶:

- (a.) Que las emisiones de GEI en el proyecto sean inferiores a las emisiones que habría en ausencia del proyecto.
- (b.) Que el proyecto no resulte costo-efectivo (viable económicamente) en ausencia de los certificados de reducción de emisiones, ni se deba hacer por cumplir con requisitos de legislación.

Colombia es el cuarto país de Latinoamérica en número de proyectos MDL registrados ante la ONU, y el número 11 del mundo¹⁷.

¹⁵Véase <http://www.ipse.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=122%3Amdl&catid=227%3Amecanismos-de-desarrollo-limpio&Itemid=597&lang=es>

¹⁶ Tomado de EL PROTOCOLO DE KYOTO: LUNA OPORTUNIDAD PARA LA INDUSTRIA COLOMBIANA? Néstor Monroy* Alejandro Aguirre

¹⁷Ministerio del Medio Ambiente, Generalidades. <<http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?catID=829&conID=3046>>

1.3 ECONOMÍA AMBIENTAL

La economía ambiental trata el estudio de los problemas ambientales con la perspectiva e ideas analíticas de la economía. Se pudo haber pensado que la economía se ocupa en su mayor parte de decisiones de negocios y de cómo obtener rendimientos en un sistema capitalista. Este no es el caso. La economía es, más bien, el estudio de cómo y por qué “las personas”, bien sean consumidores, firmas, organizaciones sin ánimo de lucro o agencias gubernamentales, toman decisiones sobre el uso de recursos valiosos. La economía se divide en microeconomía, la cual estudia el comportamiento de los individuos o pequeños grupos, y en macroeconomía, que se concentra en el análisis del desempeño económico de las economías como un todo. La economía ambiental se sitúa en los dos campos, pero sobre todo en el de la microeconomía.¹⁸

De esta forma la economía ambiental se incluye como una herramienta importante en la ciencia económica para poder lograr el objetivo de dar solución a los problemas económicos sin afectar el funcionamiento del ecosistema.

La economía ambiental pretende ofrecer una información relevante en tres campos estrechamente relacionados¹⁹:

- En primer lugar, con respecto a las causas de la degradación del medio natural que tienen su origen en la esfera de la economía, y que son la mayoría. Comprender e identificar estas variables es algo fundamental a la hora de resolver los problemas ambientales.

¹⁸Esta lectura está tomada de: Field, Barry, Economía Ambiental: Una introducción, Colombia, McGraw Hill, 1995, pp: 3-23.

¹⁹AZQUETA OYARZUN, Diego. Introducción a la Economía Ambiental, 2a edc. L, McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

- En segundo lugar, con respecto a los costes, también económicos, que para la sociedad supone esta pérdida de recursos naturales y ambientales. Una buena gestión de los recursos de la biosfera se facilita notablemente si se cuenta con una valoración económica de los mismos, aun cuando se sea consciente de que el valor económico es, por definición, únicamente una parte de su valor total.
- En tercer lugar, la Economía Ambiental ofrece un análisis riguroso de las distintas medidas que podrían adoptarse para tratar de revertir el proceso de degradación ambiental: de su eficacia, de su eficiencia, y de sus implicaciones sobre el resto de variables económicas (empleo, competitividad, equidad, etc.).

1.4 ECONOMÍA DE LA SALUD

Las herramientas que proporciona la economía permiten obtener información que explica el funcionamiento de los sistemas y servicios de salud, ayudando de esta forma a la toma de decisiones y al desarrollo de políticas de salud, para que con los recursos disponibles se logre el mejor nivel de salud.

La economía de la salud es la aplicación de la teoría económica a los fenómenos y problemas asociados con la salud. Entre otros asuntos incluye el significado y medida de los estados de salud; la producción de los servicios sanitarios; la demanda por salud y por servicios de salud; análisis de costo efectividad y de costo beneficio; salud territorial; seguros de salud; mercados de servicios de salud; financiamiento; costeo de enfermedades; evaluación de opciones en los servicios de salud; planeamiento de recursos humanos; la oferta de las industrias conexas; equidad y determinantes de inequidad en el uso de servicios de salud; gestión

económica de hospitales; presupuestos; asignación territorial de recursos; métodos de remuneración al personal y análisis comparativo de sistemas.²⁰

1.5 EXTERNALIDADES

La economía ha reconocido los impactos ambientales así como el problema de los impactos sociales originados por las decisiones económicas a nivel particular. En términos económicos, los costos y beneficios privados tienden a coincidir con los costos y beneficios sociales, pero cuando estos no coinciden, como suceden en la mayoría de los casos se inspeccionan la existencia de efectos externos (o externalidades). una externalidad puede ser delimitada como “cualquier acción ejecutada por un individuo consumidor o por un individuo productor que afecte o influya en la función de utilidad de otro consumidor o la función de ganancias de otro productor”²¹

El punto clave radica en que siempre que exista una situación de por medio que tenga que ver con las decisiones de los individuos, involucrará implícitamente de efectos externos sobre alguna de las dos partes involucradas. Sin embargo el término de externalidad fue introducido por Alfred Marshall en el siglo XIX. No obstante, economistas como Kapp²² sustentan que las externalidades no son fallos de mercado todo lo contrario son lamentables triunfos de transferir costos a otros. De igual modo, el concepto de externalidad se produce no cuando concurre un impacto ambiental, sino por el contrario, cuando este afecta a los beneficios de las empresas o se es percibido por las personas involucradas.

Por otro lado, La erosión del suelo además de generar costos en el predio donde esta se presenta (en sitio), produce un impacto económico negativo en áreas

²⁰ Anthony Culyer. *Dictionary of health economics*.2005.

²¹ MARTINEZ Y ROCCA, Op. Cit., p. 295.

²²Ibid., p. 17

externas vecinas o no (fuera de sitio), que no es considerado en la evaluación económica del productor ni influye en sus decisiones de conservación.²³

1.6 MARCO CONCEPTUAL DE VALORACIÓN ECONÓMICA APLICADA A LA CALIDAD DEL AIRE Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Las actividades económicas y sociales relacionadas con la producción, distribución y descarte son las responsables de emisiones a una tasa mayor de la capacidad de la atmosfera para removerlos. A este proceso la teoría denomina contaminación atmosférica. Debido a que la emisión de estos contaminantes tiene un costo nulo para quienes los emiten (o incluso puede significar un ahorro), los agentes económicos no disponen de incentivos para su reducción.

En este sentido, surge la pregunta de si una política de control de la contaminación atmosférica puede generar beneficios sociales netos o si los beneficios por reducción de la contaminación son mayores que los costos, y por tanto, de a quién interesan los beneficios y los costos. En este caso, la gestión del control de la contaminación está en función de las cantidades de reducción de la concentración de contaminantes necesarias para promover el bienestar social.

Es a estas cuestiones que los métodos de valoración económica aplican para calcular los beneficios marginales asociados a una mejor calidad del aire, como una función de bienestar. De manera que estos métodos apuntan a estimar los costos incrementales de mejorar la calidad del aire en función del bienestar de la sociedad. Teóricamente la solución está planteada, pero en la práctica se tropieza con el hecho de que una gran parte de los beneficios se generan fuera del

²³AZQUETA OYARZUN,Diego.Valoración económica de la calidad ambiental.L, McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

mercado y por eso, se necesita usar información muchas veces indirecta para evaluarlos.

La literatura existente respecto a experiencias de investigación en América latina destaca la sensibilidad social y de las instituciones a la disminución en la calidad del aire resultado de las actividades económicas de grandes y medianas ciudades como México, San Pablo (Brasil), Santiago, etc., y sus impactos, principalmente, sobre la salud de la población, la cual solo tiende percibirlos como incomodidad asociada a irritación nasal, irritación ocular, etc.

Generalmente, las poblaciones directamente afectadas no perciben la pérdida de calidad del aire como un factor que incide en la disminución en la expectativa de vida o la productividad del trabajo, al tiempo que la mala calidad del aire hace parte (muy sensible) de la calidad de vida urbana en cuanto, adicionalmente, afecta la estética visual urbana, ya sea por menor visibilidad y/o por suciedad acumulada sobre las fachadas de los edificios y la consiguiente sensación de un ambiente degradado²⁴.

Los métodos directos e indirectos de valoración ponen evidencia externalidades que en contextos urbanos no se tienen en cuenta en los procesos de producción o en la calidad de vida de la sociedad en el corto plazo. Las investigaciones conocidas refieren a métodos directos que toman en cuenta eventos sobre la salud como bronquitis crónica, neumonías, u otras enfermedades no solo cuyo tratamiento tiene un costo a precios de mercado, sino que también tienen un valor económico en términos de pérdidas de capacidad laboral, cesación de labores, etc., y, por último, un incremento en el riesgo de muerte prematura.

²⁴CIFUENTES Luis A., Rizzi Luis y Horquera H (2004): Valoración económica y ambiental aplicada a casos de manejo de la calidad del Aire y control de la contaminación. PP. 2-4

De otra parte, desde el punto de vista económico, la pérdida de calidad del aire afecta el rendimiento agrícola, los costos de limpieza y mantenimiento de edificaciones, equipos y degradación de calidad de los servicios y bienes turísticos. Todos estos efectos implican importantes pérdidas económicas que suelen ser ignoradas en las transacciones de mercado y en los sistemas de cuentas nacionales.

La teoría económica y los métodos de valoración no solo se han ocupado de los efectos sobre las personas, sino también de estimar los beneficios de la calidad del aire. Para algunos impactos es relativamente sencillo calcular los daños marginales, por ejemplo, en el caso de determinación del valor de un cambio de la cantidad de contaminación que afecta el rendimiento de las cosechas. En este caso el impacto físico estaría dado por la cantidad de producto que se deja de obtener. La literatura en este caso, muestra que la monetización de estos impactos es inmediata usando los precios de mercado para calcular la pérdida económica. En otros casos, sin embargo, es complicado calcular los daños marginales – específicamente los daños de salud²⁵.

1.6.1 El enfoque capital humano. Este enfoque se basa en la contribución a la actividad económica de un individuo a la sociedad sobre el tiempo de vida del individuo. La muerte involucra una pérdida económica que es aproximada a la pérdida de todos los ingresos futuros del individuo. El ingreso futuro se descuenta para reflejar este valor en el tiempo de la muerte. La tasa de descuento que se aplica es la tasa de preferencia en el tiempo. Así el costo social de la mortalidad de acuerdo al HCA, es el ingreso futuro descontado de un individuo al momento de su muerte. Si el riesgo de muerte o el riesgo de mortalidad se distribuye a través de los grupos de ingreso, el ingreso futuro promedio esperado se aplica para calcular el costo social de la mortalidad

²⁵Ibid . PP. 6

1.6.2 El método de la función de daño. Consiste en el uso de secuencias de modelos para determinar los impactos físicos de la contaminación, y en modelos económicos para valorar estos impactos. Por un lado, se recurre a modelos epidemiológicos o físicos para determinar el efecto que un cambio en la concentración de contaminantes tiene sobre la salud de las personas, la visibilidad, el daño a materiales y la vegetación.

Una vez cuantificados algunos de estos impactos, se procede a monetizarlos utilizando técnicas varias de valoración monetaria. Estos métodos pueden incluir medidas de costos (como costos de atención médica o pérdida de ingresos por incapacidad de trabajar causado por enfermedad relacionada con la contaminación); indicadores indirectos como variaciones en precios inmobiliarios atribuibles a la calidad ambiental; o métodos, de encuestas que buscan obtener directamente información sobre la disponibilidad de la población a pagar por un mejoramiento en la calidad del medio ambiente²⁶. Este método es el más usado actualmente en las investigaciones de estimación de los beneficios de reducción de contaminación atmosférica, tomando en cuenta datos de emisiones y meteorológicas en periodos de tiempo determinados, así como el tipo de fuente de los principales contaminantes primarios. La literatura sobre el tema plantea que idealmente estos factores de emisión se debieran determinar localmente, pero frente a la complejidad y costo de realizarlo, muchas veces se usan factores de emisión derivados en otros países²⁷.

La valoración económica implica contar con los costos monetarios de cada uno de los efectos valorados, los cuales pueden ser obtenidos, según Cifuentes²⁸, a través del método del capital humano o del método de la disposición al pago. Conocer la magnitud de la calidad del aire puede contribuir, en estudios posteriores a revelar de manera más adecuada la valoración de los efectos de la

²⁶ Ibid. PP 10

²⁷ Ibid 19

²⁸ Ibid. Pp 16

contaminación (o afectación de dicha calidad), sobre la salud de las personas y otros efectos conexos en marco de los enfoques del bienestar.

Valorar económicamente el ambiente supone el intento de establecer valores cuantitativos a los bienes y servicios proveídos por los recursos ambientales, independientemente de la existencia de precios de mercado para los mismos. Esto quiere decir que la necesidad de la valoración excede largamente al trabajo que hace el mercado concediendo precios y estableciendo recursos dentro de la economía. Hay una enorme cantidad de bienes y servicios ambientales para los cuales es imposible encontrar un mercado donde se forjen los “precios” que proporcionen su uso dentro del sistema. La valoración nos indica que el ambiente no es gratis, el desafío es expresar en términos de qué.

El objetivo de la valoración como medio de facilitar la toma de decisiones en materia de manejo, radica en colocar de manifiesto la eficiencia económica global de los diferentes usos excluyentes (o no) de los recursos. En otras palabras: los recursos deben establecerse a los usos que obtengan ganancias netas a la sociedad, lo que se evalúa contrastando los beneficios económicos de cada uso menos sus costos.

Los aspectos económicos de la relación entre la sociedad y la naturaleza se enuncian en la valoración económica que los actores sociales realizan de sus recursos ambientales. Desde el punto de vista económico, la valoración de los bienes ambientales y los efectos de su uso, es clave en el proceso hacia el manejo sostenible de los recursos naturales.²⁹

Esta valoración germina del nivel de apreciación por parte de la sociedad de los costos y beneficios que la utilización de un recurso le representa. Una apreciación

²⁹TOMASINI, Daniel. VALORACION ECONOMICA DEL AMBIENTE, Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, 2011.

económica completa necesita un nivel suficiente de investigación sobre los costos y beneficios, un discernimiento de las relaciones causa efecto del uso del ambiente, y la admisión de enunciarla en términos monetarios.

La valoración económica del bien ambiental debe contener, aparte de los valores expresados por los propietarios o usuarios del recurso, todas las oportunidades de utilización alternativa, actual o futura, y el coste de los impactos que su uso genera en otros actores y/o sectores de la economía. Esta valoración sólo se expresa parcialmente en el mecanismo de intercambio de bienes y servicios ambientales, el cual distribuye beneficios privados y sociales.

1.6.3 Métodos Indirectos. La valoración de bienes y servicios ambientales a diferencia de aquellos de tipos mercadeables cuya valoración se realiza mediante los procedimientos convencionales (estimación de las curvas de oferta y demanda manejando información de mercado), se ejecuta a partir de dos perspectivas:

- El primero es catalogado como el método de costos indirectos, el principal atractivo de los costos indirectos como el del coste de viaje radica en ser una técnica basada en actuaciones reales de los individuos, que originan otras técnicas empíricas que son usadas para valorar los bienes de mercados. Los estudios que se realizan mediante este tipo de método son ejecutados a través de encuestas in-situ que hacen posible conseguir extensos tamaños de muestra con relativa facilidad. sin embargo, los métodos indirectos del coste de viaje y de los precios hedónicos muestran importantes limitaciones, como es, entre otras, su imposibilidad para medir los valores de no uso de los bienes ambientales. No obstante, establecen una útil herramienta para obtener una apropiada gestión de los espacios naturales que, además de aportar a la conservación de la naturaleza, acceda a alcanzar otros objetivos más extensos como son el sostenimiento y mejora del beneficiode sus habitantes a través del desarrollo de actividades terciarias vinculadas al ocio.

- El método de costo de viaje se fundamenta en el cálculo de los costos en que incurre un individuo al recrearse de los servicios de un lugar definido. en función del costo de oportunidad del tiempo en que incurren los individuos para acceder al sitio de recreación.
- El método de precios hedónicos que permite hacer la valoración del bien que va en función del conjunto de propiedades o características inherentes al bien.
- El método de costos evitados, que observa los cambios que se originan en la función de producción de utilidad de las personas ante una modificación en los niveles de calidad ambiental.

1.6.4 Métodos Directos. Entre los anteriores métodos de valoración económica se encuentran limitaciones dentro de las cuales está la premisa de que los recursos naturales solo son monetarizables cuando son útiles para el ser humano.

El segundo enfoque de valoración de los bienes no mercadeables es el que está involucrado con los métodos directos también denominados como el método hipotético, puesto que al no disponer de ningún tipo de información sobre las cantidades intercambiadas del bien o servicio en el mercado, se debe recolectar a partir de encuestas que nos irán permitiendo vislumbrar las preferencias que tendrán los individuos sobre dichos bienes o servicios. Este método permite estimar valores de opción y valores de existencia, sin embargo su significativa dificultad es la dependencia de los resultados obtenidos del comportamiento estratégico de la población entrevistada y no de su comportamiento real.

- La valoración contingente es un método directo que consiste en estimar la valoración que otorgan las personas a los cambios en el bienestar que les produce la modificación en la oferta de un bien o servicio ambiental haciendo el uso de mercados hipotéticos. posee mucha flexibilidad por lo cual se puede aplicar a múltiples situaciones, al mismo tiempo que sus resultados son fáciles de interpretar.

1.7 MÉTODO DE COSTOS DE MITIGACIÓN

Se distingue entre los métodos de valoración económica que tiene en cuenta el valor de uso indirecto de un activo ambiental. El método de costos de mitigación (MCM) también denominado gasto en prevención y mitigación, se basa en el comportamiento que desarrollan las personas para evitar y/o contrarrestar los impactos ambientales negativos a que son expuestas. El supuesto básico de este método consiste en que los insumos utilizados en la mitigación (por ejemplo, botas pantaneras para atravesar el río, tapabocas, medicamentos) no proporcionan satisfacción por sí mismos, sino a través de los cambios en los atributos ambientales (grado de morbilidad).

Sin embargo este método presenta una serie de limitaciones o debilidades que deben ser tenidas en cuenta para saber con mayor seguridad que se está valorando. Las siguientes son algunas limitaciones del MCM:

- Dado que generalmente las personas consideran poco probable el agravamiento de los impactos generados por algún evento, no es posible obtener la máxima disposición a pagar por mitigar o aliviar la molestia asociada a ese evento, por el cual el MCM entregara siempre una subestimación del valor del impacto ambiental sobre la salud.
- La estimación del valor está restringida por la capacidad de pago de la población en riesgo. Este problema se ve aún más claro en los países en desarrollo, donde puede existir la disposición a gastar en protección pero son gastos no realizables por la restricción presupuestaria.
- El supuesto de que no hay beneficiarios secundarios asociados MCM, puede producir subestimaciones. Por ejemplo, el uso de medicamentos no solo

reduce el grado de morbilidad del paciente, sino que también permite reducir el riesgo de propagación y afectación a otro miembro de la familia.

- Cuando los cambios ambientales son recientes o han ocurrido en forma muy rápida, las consecuencias totales de los cambios o daños ambientales pueden ser solo percibidos por las personas afectadas directamente en el corto plazo. En esos casos un nivel observado de costos de mitigación puede ser una mínima estimación del valor del daño, ya que el universo de personas afectadas en el largo plazo puede ser mayor, y ese valor no se estaría percibiendo.

2. MARCO LEGAL

Según el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, en Colombia existen reglas jurídicas que buscan la protección y preservación del medio ambiente. Dentro de esta normatividad se encuentran: la Ley 23 de 1973, el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, las reformas establecidas en la Constitución Política de 1991 y la Ley 99 de 1993³⁰; así como la Ley 388 de 1997 conocida como la ley del Ordenamiento Territorial. Estas Leyes se esbozarán a continuación.

Luego de la Cumbre Mundial sobre medio ambiente humano de 1972, se genera en consecuencia, las primeras normas ambientales renovables en Colombia, como por ejemplo la Ley 23 de 1973, en la cual, según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)³¹, se crean ciertos principios esenciales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo, y además se otorgan algunas facultades al Presidente de la República para expedir el código de los Recursos Naturales Renovables (RNR). Consecuentemente, se estipula el Decreto Ley 2811 de 1974, en donde se establece que el ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, y establece la obligatoriedad de tramitar el respectivo permiso de explotación de los RNR.

³⁰MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, p. 16

³¹ UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. *Normatividad ambiental y sanitaria*. Colombia. [En línea]. [Consultado en 4 Enero.2011]. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm>

Luego, en la década de los noventa se crea la Constitución de 1991, en donde se otorga prioridad al desarrollo de forma sostenible, dictándose en consecuencia la Sentencia C-328 de julio 27 de 1995. Esta sentencia estipula lo siguiente³²:

- Garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar el ambiente
- Proteger su diversidad e integridad
- Conservar las áreas de especial importancia ecológica
- Fomentar la educación ambiental
- Planificar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible
- Prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental
- Imponer las sanciones legales y exigir la reparación del daño
- Cooperar con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas.

De acuerdo a lo anterior, los particulares tienen el deber de participar conjuntamente con el estado en las decisiones referentes a la preservación y restauración del medio ambiente. Dicha intervención requiere que la población posea de forma previa la información necesaria que permita la cooperación ideal entre distintos actores; el estado debe avalar, por medio de distintos instrumentos, que la información sea de carácter general. De esta forma la población se convertirá en una comunidad que aporta ideas en las disposiciones estatales.

Ahora bien, según el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, mediante el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, en donde se crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reforma el sector Público encargado de la gestión ambiental y exige la Planificación de la

³² Ibíd. Pág. 15.

gestión ambiental de proyectos estipulando que los departamentos y municipios deben construir sinergias para la conservación y preservación del medio ambiente, dedicando el 1% de sus ingresos corrientes a la financiación de actividades relacionadas con el desarrollo sostenible, entre las que se encuentra los esquemas de PSA³³.

Si bien, el porcentaje de ingresos departamentales y municipales propuestos al tema ambiental es muy poco en paralelo con los grandiosos beneficios que trae la valoración ambiental, compone un avance para la intervención conjunta tanto de las de las entes territoriales como de las autoridades ambientales y urbanas en la ejecución de PSA.

Por otra parte en 1997 se crea la Ley 388³⁴, en la cual se acogen nuevas formas de planeación para las ciudades a través del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) que debe ser armónico con el Plan de Desarrollo gestionado por medio de programas y proyectos bajo la responsabilidad de alcaldes y gobernadores. Dentro del POT se incorpora el marco normativo de las ciudades, en este caso, las herramientas de planeación, gestión y financiación del desarrollo urbano, y el régimen de suelo que suministra derechos y deberes a los propietarios de los terrenos.

Así mismo, se presenta la legislación ambiental vigente en el sistema colombiano en cuanto a calidad atmosférica se refiere:

³³MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, cit, p. 16

³⁴Ley 388 de 1997. Congreso de Colombia. En: CDMB [En línea] [Consultado en 9.Nov.2010] Disponible en: < http://www.cdmb.gov.co/web/index.php/descargas/doc_download/279-ley-388-de-1997.html>

Tabla 1. Normatividad sobre el recurso atmosférico

LEGISLACIÓN	DESCRIPCIÓN
Decreto 2811 de 1974	Código de recursos naturales y del medio ambiente Art. 33, 192, 193 Control de ruido en obras de infraestructura
Ley 09 de 1979	Código sanitario nacional
Decreto 02 de 1982	Reglamenta título I de la Ley 09-79 y el decreto 2811-74 Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas
	Art. 7 a 9 Definiciones y normas generales
	Art.73 Obligación del Estado de mantener la calidad atmosférica para no causar molestias o daños que interfieran el desarrollo normal de especies y afecten los recursos naturales
	Art. 74 Prohibiciones y restricciones a la descarga de material particulado, gases y vapores a la atmósfera
	Art. 75 Prevención de la contaminación atmosférica
Decreto 948 de 1995	Normas para la protección y control de la calidad del aire
Resolución 1351 de 1995	Se adopta la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones-IE1
Decreto 979 de 2006	Por el cual se modifican los artículos 7°, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.
Decreto 1552 de 2000	Por el cual se modifica el artículo 38 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 3o del Decreto 2107 de 1995.
Decreto 2622 de 2000	Por medio del cual se modifica el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 2o. del Decreto 1697 de 1997.

LEGISLACIÓN	DESCRIPCIÓN
Decreto 1697 de 1997	Por medio del cual se modifica parcialmente el decreto 948 de 1995 que contiene el reglamento de protección y control de la calidad del aire.
Decreto 2107 de 1995	Por medio del cual se modifica parcialmente el decreto 948 de 1995 que contiene el reglamento de protección y control de la calidad del aire.
Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamentan; parcialmente, la Ley 23 de 1973; los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire
Resolución 1447 de 2009	Por la cual se reglamenta la prestación de los servicios de cementerios, inhumación, exhumación y cremación de cadáveres
Resolución 909 de 2008	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
Resolución 910 de 2008	Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 0601 de 2006	por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia

LEGISLACIÓN	DESCRIPCIÓN
Resolución 0653 de 2006	Por la cual se adopta el procedimiento para la expedición de la certificación en materia de revisión de gases, a que hace referencia el literal e) del artículo 6° de la Resolución 3500 de 2005.
Resolución 003500 de 2005	Por la cual se establecen las condiciones mínimas que deben cumplir los Centros de Diagnóstico Automotor para realizar las revisiones técnico-mecánico y de gases de los vehículos automotores que transiten por el territorio nacional.
Resolución 886 de 2004	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 0058 del 21 de enero de 2002 y se dictan otras disposiciones.
Resolución 058 de 2002	Por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos.
Resolución 619 de 1997	Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas.
Resolución 005 de 1996	Por la cual se reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones

Fuente: IDEAM

2.1 ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE

Los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del país están regidos por legislaciones o resoluciones emitidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resolución 610-2010

El 24 de marzo de 2010 se publica la resolución 610, con la cual se modifica la resolución 601 del 4 de abril de 2006 emitida por el ministro de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, estableciendo la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

Algunos términos importantes en el Estudio de la Calidad del Aire son definidos por la Resolución 610-2010

- **Emisión:** Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.
- **Fuente de Emisión:** Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.
- **Inmisión:** Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un "receptor". Se entiende por inmisión a la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la troposfera.
- **Contaminación:** Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

2.1.1 Niveles De Contaminación

- **Nivel Normal (Nivel I):** Es aquel en que la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración son tales, que no producen efectos nocivos, directos ni indirectos, en el medio ambiente o la salud humana.
- **Nivel de Prevención (Nivel II):** Es aquel que se presenta cuando las concentraciones de los contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, causan efectos adversos y manifiestos, aunque leves, en la salud humana o en el medio ambiente tales como irritación de las mucosas, alergias, enfermedades leves de las vías respiratorias o efectos dañinos en las plantas, disminución de la visibilidad u otros efectos nocivos evidentes.
- **Nivel de Alerta (III):** Es aquel que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su duración o tiempo de exposición, puede causar alteraciones manifiestas en el medio ambiente o la salud humana y en especial alteraciones de algunas funciones fisiológicas vitales, enfermedades crónicas en organismos vivos y reducción de la expectativa de vida en la población expuesta.
- **Nivel de Emergencia (IV):** Es aquel que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, puede causar enfermedades agudas o graves u ocasionar la muerte de organismos vivos, y en especial de los seres humanos.

2.1.2 Concentración Y Tiempo De Exposición De Los Contaminantes Para Los Niveles De Prevención, Alerta Y Emergencia

Tabla 2. Concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia.

Contaminante	Tiempo de Exposición	Unidades	Prevención	Alerta	Emergencia
PST	24 horas	µg/m ³	375 µg/m ³	625 µg/m ³	875 µg/m ³
PM10	24 horas	µg/m ³	300 µg/m ³	400 µg/m ³	500 µg/m ³
SO₂	24 horas	ppm (µg/m ³)	0.191 (500)	0.382 (1000)	0.612 (1600)
NO₂	1 hora	ppm (µg/m ³)	0.212 (400)	0.425 (800)	1.064 (2000)
O₃	1 hora	ppm (µg/m ³)	0.178 (350)	0.356 (700)	0.509 (1000)
CO	8 horas	ppm (µg/m ³)	14.9 (17)	29.7 (34)	40,2 (46)

Fuente: revista salud ambiental articulo tecnología

Nota: µg/m³a las condiciones de referencia: 298,15°K y 101,325 K Pa, ó (25°C y 760 mmHg).

2.1.3 Niveles Máximos Permisibles Para Contaminantes

Tabla 3. Niveles máximos permisibles para contaminantes

Contaminante	Nivel Máximo Permitido	Tiempo de Exposición
PST	100 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anual
Partículas suspendidas totales	300 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 horas
PM10	50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anual
Partículas torácicas	100 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 horas
PM2.5	25 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anual
Partículas respirables	50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 horas
SO ₂	31 (ppb)	Anual
Dióxido de azufre	96 (ppb)	24 horas
	287 (ppb)	3 horas
NO ₂	53 (ppb)	Anual
Dióxido de nitrógeno	80 (ppb)	24 horas
	106 (ppb)	1 hora
O ₃	41 (ppb)	8 horas
ozono	61 (ppb)	1 hora
CO	8.8 (ppm)	8 horas
Monóxido de carbono	35 (ppm)	1 hora

Fuente: revista salud ambiental articulo tecnología

3. MODELO EXPERIMENTAL

3.1 METODOLOGÍA

Con el objetivo de conocer el impacto ambiental sobre la comunidad que habita en las cercanías a la "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Río Frío", se llevo a cabo la realización de la recolección de fuentes primarias que consistió en la aplicación de una encuesta a la población objeto de estudio.

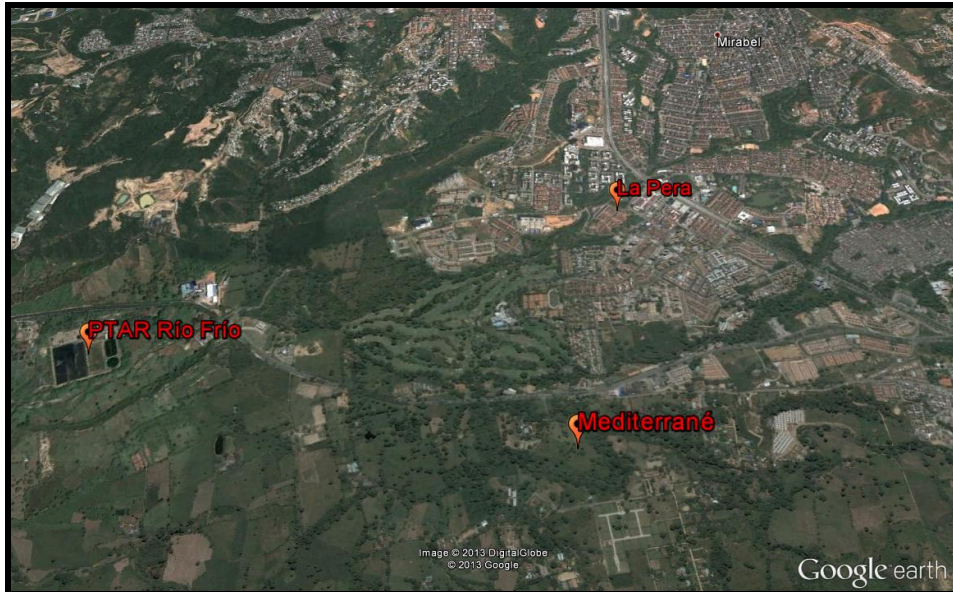
3.1.1 Delimitación del área y población bajo estudio. Se seleccionaron los barrios Mediterrané y La Pera, dada la alta sensibilidad por cercanía y dirección de los vientos que dispersan los gases emitidos por la PTAR, especialmente el ácido sulfhídrico (H₂S), el cual es el causante de los olores molestos.

El ácido sulfhídrico (H₂S) es un gas inflamable, incoloro, con un olor característico a huevos podridos. Se le conoce comúnmente como ácido hidrosulfúrico o gas de alcantarilla y la gente puede detectar su olor a niveles muy bajos.³⁵

La población de estos barrios es de 200 habitantes para el barrio La Pera y 1770 habitantes para el barrio Mediterrané.

³⁵ ECOEFICIENCIA "Corporación para el Fomento de la Producción más Limpia y el Desarrollo Sostenible, CDMB".

Figura 3. Localización de la población objeto de estudio



Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Condiciones biofísicas. En el valle de Río Frío la terraza ha desaparecido casi totalmente y el río y sus afluentes han depositado materiales consistentes en arenas, grandes cantos y turbas arenosas³⁶. Las condiciones físico-mecánicas regulares de la zona la convierten en un área de baja fertilidad, con excepción de las planicies de inundación que son fértiles por las periódicas crecidas de los ríos y quebradas. Lo anterior permite que dichas planicies constituidas por arenas y gravas, sean un terreno fértil para las actividades agrícolas y pecuarias, lo que las constituye un medio de sustento para parte de los habitantes de la zona.

De acuerdo a los usos del suelo contemplados el POT del municipio pueden identificarse los siguientes usos del suelo:

- Franjas urbanas constituidas por el área residencial de servicios y la zona industrial.

³⁶Ibíd. p. 33.

- Zonas agropecuarias dedicadas principalmente a la actividad porcina, avícola y ganadera. Sin embargo en los últimos años se ha visto un cambio en el uso del suelo a tipo condominio y casas campestres.
- Franjas eriales o de escasa vegetación hasta llegar a suelos desérticos, con procesos erosivos severos tales como cárcavas profundas.
- Zona de rastrojos caracterizadas principalmente por estar aledañas al casco urbano y constituyen los llamados *lotes de engorde*.
- Franjas de vegetación de protección se encuentran ubicadas como corredores a lo largo de las márgenes de quebradas y zanjones, estas zonas dentro del perímetro urbano se han catalogado como de alto riesgo ya que se convirtieron en asentamientos humanos. Estos corredores por Ley son áreas forestales protectoras y deben ser paralelos a los lados de los cauces de quebradas y ríos, con una cobertura mínima de 30 m de ancho.

3.1.3 Revisión De Fuentes Secundarias. Para conseguir establecer la línea de base en cuanto a estado de la salud de la población se recurrió a fuentes documentales, bases de datos y bibliográficas, así como trabajo de campo para establecer un perfil epidemiológico que pueda ser contrastado con los estándares de morbilidad asociados a la concentración de gases, como enfermedades agudas del aparato respiratorio, enfermedades del sistema digestivo, enfermedades cardiovasculares y otras.

Las fuentes que se consultarán se encuentran bases de datos del Hospital, Centros de Atención Médica Integral (CAMI), clínica Ardila Lulle, reportes de ARL, ARS, EPS. Así, como los documentos del proyecto PTAR existentes en la CDMB y la EMPAS administradora de la planta.

3.1.4 Diseño Muestral. Teniendo en cuenta los rasgos socioeconómicos homogéneos de la población bajo estudio se empleó muestreo aleatorio simple por cada uno de los barrios para aplicación de un cuestionario mediante el cual se

partió para realizar el análisis de la problemática que presentan estas áreas debido a la contaminación atmosférica generada por la PTAR de Río Frio. En el cuestionario se plantearon preguntas cerradas o dicotómicas, dado que son las que permiten disminuir el tiempo de recolección de datos y su proceso de tabulación es más fácil aparte que nos permitió tener el mínimo de errores a la hora de hacer la recolección de la información como también nos permitió información más clara para el análisis de los cuestionarios.

Para el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 s^2 N}{NE^2 + z^2 s^2}$$

Donde:

Z: nivel de confianza

S: desviación típica

E: error

n: tamaño de la muestra

N: tamaño total de la población

3.1.4.1 Diseño Muestral Aplicable A La Pera

$$n = \frac{z^2 s^2 N}{NE^2 + z^2 s^2} = \frac{1.96^2 \cdot 0.25^2 \cdot 200}{(200 \cdot 0.05^2) + 1.96^2 \cdot 0.25^2} = 64.88$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

Z: nivel de confianza

S: desviación típica

E: error

N: tamaño total de la población

Z: 1.96 para un nivel de significación del 95%

S:0.25

E: 0.05 ò 5%

N: 200 personas

3.1.4.2 Diseño Muestral Aplicable A Mediterrané

$$n = \frac{z^2 s^2 N}{NE^2 + z^2 s^2} = \frac{1.96^2 \cdot 0.25^2 \cdot 1770}{(1770 * 0.05^2) + 1.96^2 \cdot 0.25^2} = 91.57$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

Z: nivel de confianza

S: desviación típica

E: error

N: tamaño total de la población

Z: 1.96 para un nivel de significación del 95%

S:0.25

E: 0.05 ò 5%

N: 1770 personas

3.1.5 Diseño Del Cuestionario. Luego de establecer las áreas afectadas y de seleccionar el tamaño de la muestra, se llevó a cabo el diseño de las preguntas que permitieron ser un punto de partida para el estudio y análisis significativo de la problemática que presentan estas áreas debido a la contaminación atmosférica generada por la PTAR de Rio Frio.

La encuesta se estructuró básicamente en dos partes:

- Información general del encuestado
- La influencia del tratamiento de aguas residual en las condiciones de salud y la calidad de vida de la población vecina a la PTAR.

La primera parte sirvió para recoger información sobre las características socio demográficas del encuestado, que nos permitió conocer información sobre el lugar de residencia, relación con el jefe de hogar, ocupación del jefe de hogar y personas que conforman el núcleo familiar.

La otra parte buscó conocer los efectos negativos de la contaminación atmosférica sobre la calidad de vida de la población, además, las patologías que frecuentemente se presentan en la población, los costos que estas arraigan y los lugares en donde son tratadas.

4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Tomando como punto de partida las encuestas que se realizaron al tamaño de la muestra que correspondieron a un total de 157 encuestas de las cuales 92 se realizaron en la zona de Mediterrané y 65 se realizaron en la Pera, se partirá a realizar la evaluación económica de la calidad de vida de los habitantes de estas zonas.

4.1 EFECTOS/IMPACTOS EN LA CALIDAD DE VIDA

Según la información obtenida, el 77,7% del total de los encuestados considera que su calidad de vida se ve afectada por la contaminación atmosférica producida por la PTAR. (Ver tabla 4)

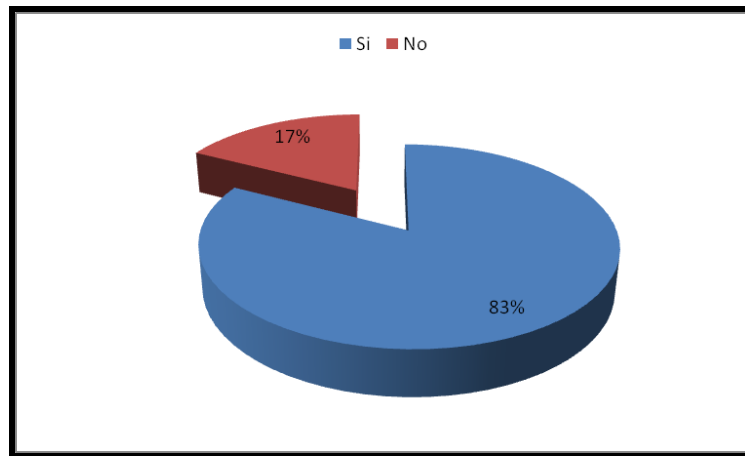
Tabla 4. Percepción del impacto de la contaminación atmosférica de la PTAR a la calidad de vida de la población.

Respuesta	Mediterrané		La Pera		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Si	76	82,6	46	70,8	122	77,7
No	16	17,4	19	29,2	35	22,3

Fuente: Cálculos del autor

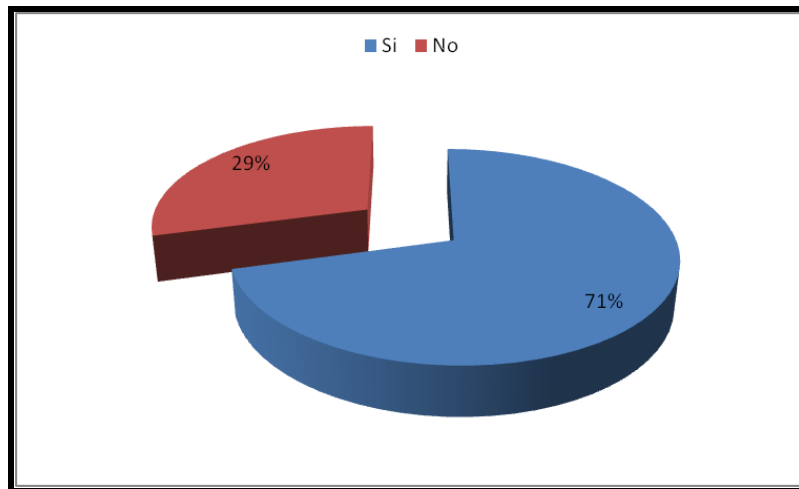
De acuerdo a la ubicación del asentamiento o barrio, se encontró que el 82,6% de los encuestados del condominio Mediterrané considera que su calidad de vida se ve afectada, de igual manera que el 70,8% de los encuestados en el barrio La Pera aseguraron que su calidad de vida se ve afectada. (Ver gráfico 1, 2, 3)

Grafico 1. Percepción del impacto de la contaminación atmosférica de la PTAR a la calidad de vida de los habitantes del condominio Mediterrané.



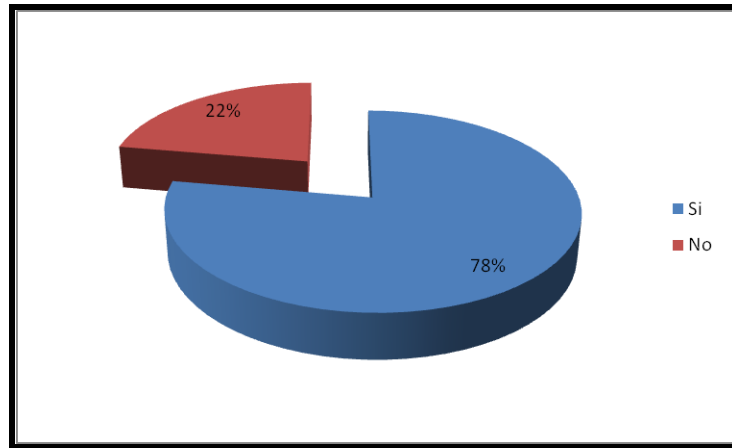
Fuente: Cálculos del autor

Grafico 2. Percepción del impacto de la contaminación atmosférica de la PTAR a la calidad de vida de los habitantes del barrio la Pera.



Fuente: Cálculos del autor

Grafico 3. Percepción del impacto de la contaminación atmosférica de la PTAR a la calidad de vida de la población.



Fuente: Cálculos del autor

En cuanto al tiempo y ocasión, los encuestados manifestaron que las afectaciones que reciben son diferentes si se trata del día o de la noche. En este sentido se observó que en el 55,7% del total de los encuestados presenta mayores molestias en la noche correspondiente al horario de 6pm-12am sin descartar horas de la mañana y tarde en donde también se presentan los malos olores pero los cuales son más fuertes en el horario anteriormente mencionado. (Ver tabla 5, grafico 4 y 5).

Tabla 5. Horario del día en el que se presenta mayor incomodidad por los malos olores ocasionados por la PTAR.

Respuesta	Mediterrané		La Pera		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Mañana	18	23,7	5	10,9	23	18,9
Tarde	22	28,9	9	19,6	31	25,4
Noche	36	47,4	32	69,6	68	55,7

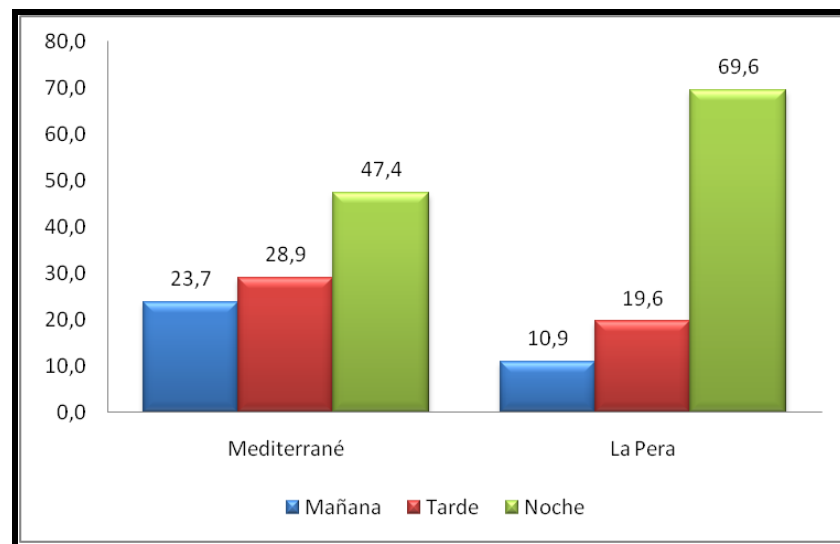
Fuente: Cálculos del autor

En el condominio Mediterrané del total de los encuestados el 47,4% percibe mayor molestia por los malos olores en las horas de la noche, el 28,9 % percibe más

molestia en las horas de la tarde y el 23,7% se ve más afectado en las horas de la mañana.

En el barrio La Pera del total de los encuestados el 69,6% percibe mayor molestia por los malos olores en las horas de la noche, el 19,6 % percibe más molestia en las horas de la tarde y el 10,9% se ve más afectado en las horas de la mañana.

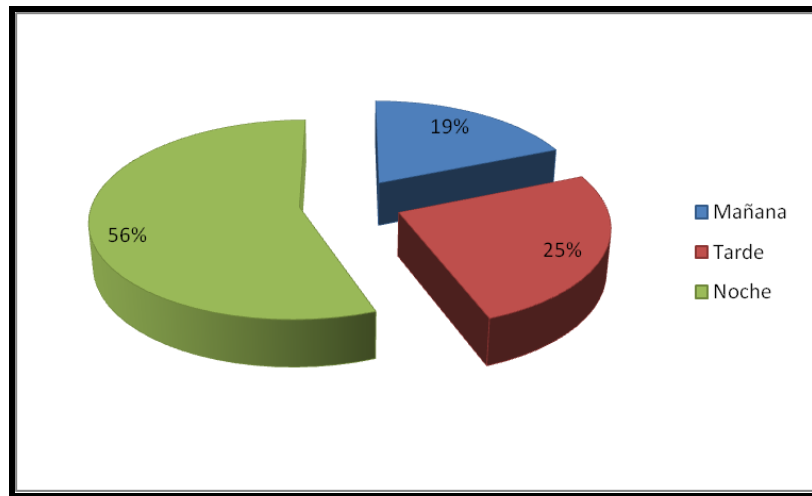
Grafico 4. Horario del día en el que los habitantes del barrio Mediterrané y La Pera presentan mayor incomodidad por los malos olores ocasionados por la PTAR.



Fuente: Cálculos del autor

Dado las percepciones de la población encuestada la noche es el horario en el que los olores son más molestos afectando su horario de descanso, lo cual repercute en su salud y en su jornada productiva, debido a que solo hasta pasada la media noche es donde ellos pueden conciliar su sueño.

Grafico 5. Horario del día en el que se presenta mayor incomodidad por los malos olores ocasionados por la PTAR.



Fuente: Cálculos del autor

4.2 PERFIL EPIDEMIOLÓGICO

El perfil epidemiológico permite expresar el estado de la salud que sufre la población, su definición y descripción se permite por medio de la identificación de las características de la mortalidad, la morbilidad y la calidad de vida.

De acuerdo al ácido sulfhídrico que se genera en la PTAR de Rio Frio debido a los vertimientos que se generan allí y en vista que este ácido puede ser nocivo para la salud puesto que puede provocar problemas respiratorios y gastrointestinales graves así como úlceras estomacales procedemos a hacer el análisis de las enfermedades comunes que se presentan en las zonas estudiadas.

El asma tuvo una gran incidencia en ambas zonas con un total del 37.7% de la población que aseguro sufrir de esta enfermedad. Por un lado, el asma en la Pera tuvo una tasa de 50% y para la zona de Mediterrané tuvo una tasa de 30.3 % enfermedad que como decíamos anteriormente posee la tasa más alta seguida

por la Neumonía y la Bronquitis que poseen una tasa del 15,6% la segunda con mayor participación. (Ver tabla 6).

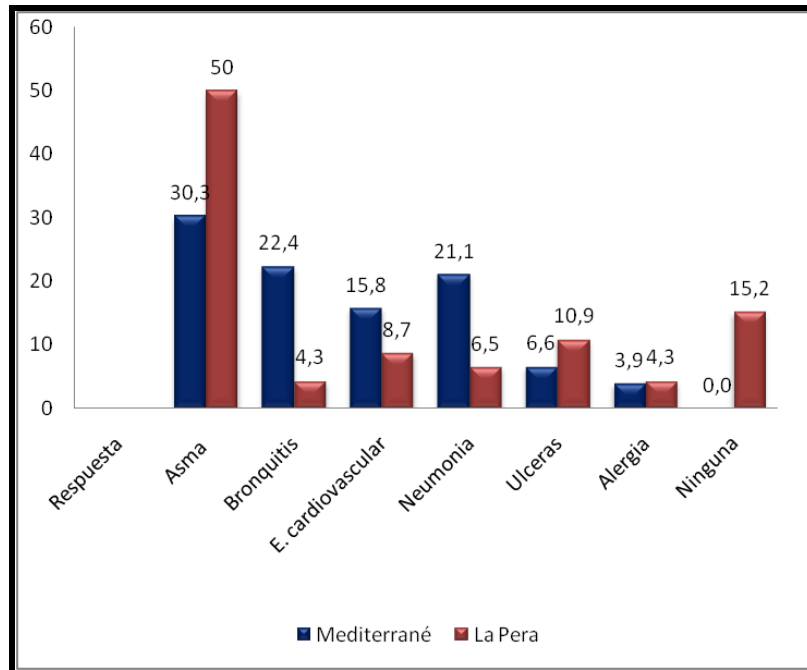
Tabla 6. Patologías presentadas en la población encuestada

Respuesta	Mediterrané		La Pera		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Asma	23	30,3	23	50	46	37,7
Bronquitis	17	22,4	2	4,3	19	15,6
E. cardiovascular	12	15,8	4	8,7	16	13,1
Neumonía	16	21,1	3	6,5	19	15,6
Úlceras	5	6,6	5	10,9	10	8,2
Alergia	3	3,9	2	4,3	5	4,1
Ninguna	0	0,0	7	15,2	7	5,7

Fuente: Cálculos del autor

De la misma manera las personas que afirman verse afectada por algún grado de morbilidad respiratoria o de otro tipo a causa de la contaminación atmosférica de la PTAR constituyen un total de 94,3% mientras que los restantes un 5,7%, perciben una disminución de su bienestar por los impactos indirectos ocasionados por los olores ofensivos provenientes de la PTAR.

Grafico 6. Patologías presentadas en la población encuestada



Fuente: Cálculos del autor

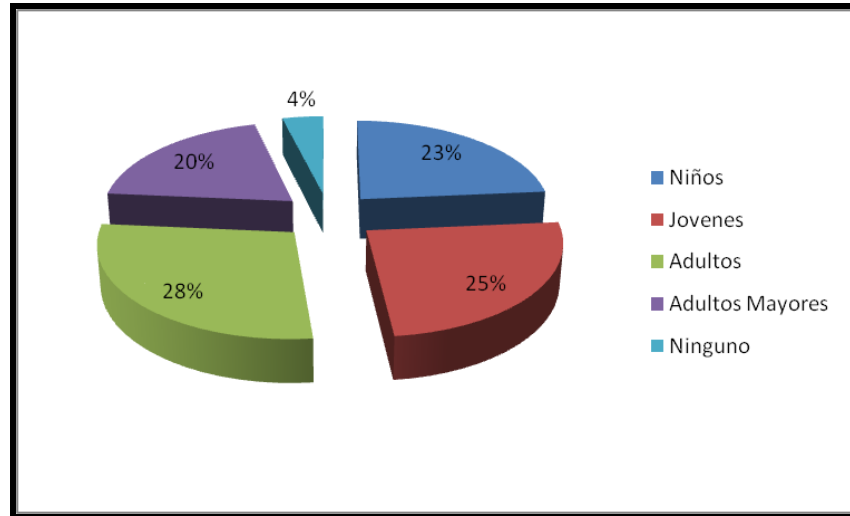
En cuanto a la población que presentaba alguna patología, las enfermedades tuvieron un impacto mayor en la población Adulta con una tasa del 28,1% seguida por la población juvenil con una tasa 23,6%, la población infantil por su parte, también presenta enfermedades pero se ha visto afectada con un impacto más leve. (Ver tabla 7).

Tabla 7. Clasificación de la población que ha sufrido la patología

Respuesta	Mediterrané		La Pera		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Niños	22	20,4	20	28,6	42	23,6
Jovenes	30	27,8	14	20,0	44	24,7
Adultos	28	25,9	22	31,4	50	28,1
Adultos Mayores	28	25,9	7	10,0	35	19,7
Ninguno	0	0,0	7	10,0	7	3,9

Fuente: cálculos del autor

Grafico 7. Clasificación de la población que ha sufrido la patología



Fuente: Cálculos del autor

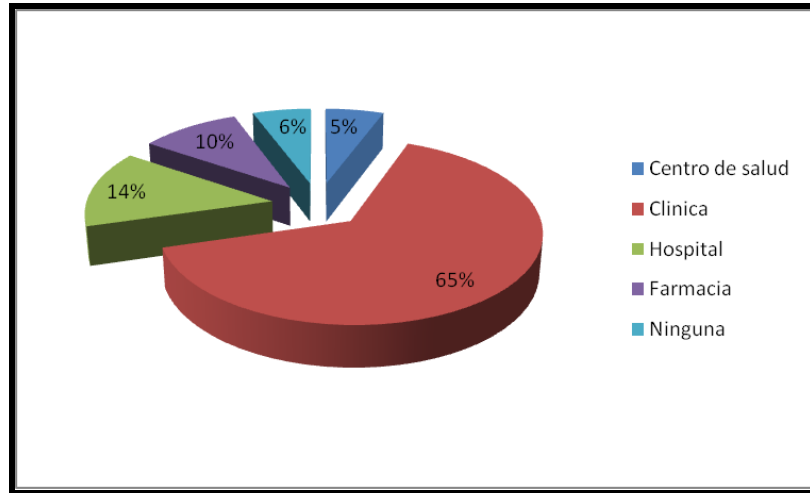
Del total de la población encuestada aproximadamente el 64,8% afirma que al momento de presentar las patologías anteriormente mencionadas recurren a clínica donde 48,4% de ellos deben cancelar más de 70.000 pesos en mcte para el tratamiento de las patologías y que su salud presenta mejoría como se presentan en las siguientes estadísticas:

Tabla 8. Escenario donde es tratada la patología

Respuesta	Mediterrané		La Pera		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Centro de salud	4	5,3	3	6,5	7	5,7
Clinica	54	71,1	25	54,3	79	64,8
Hospital	12	15,8	5	10,9	17	13,9
Farmacia	6	7,9	6	13,0	12	9,8
Ninguna	0	0,0	7	15,2	7	5,7

Fuente: Cálculos del autor

Grafico 8. Escenario donde es tratada la patología



Fuente: Cálculos del autor

4.3 COSTO DEL TRATAMIENTO

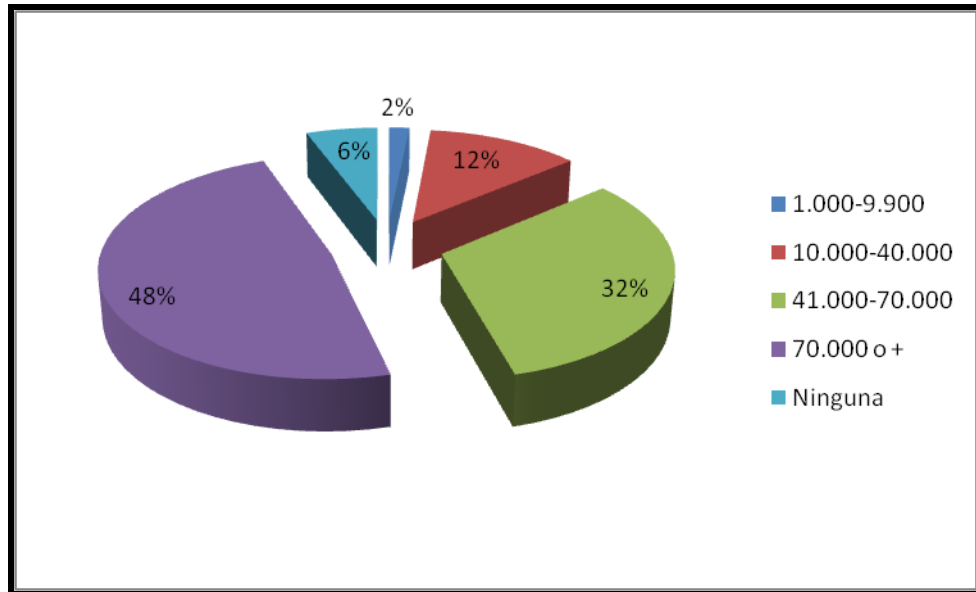
Los habitantes de los barrios encuestados deben incurrir en gastos para tratar las patologías que presentan y así mejorar su nivel de salud.

Tabla 9. Costo del tratamiento de las patologías.

Respuesta	Mediterrané		La Pera		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
1.000-9.900	1	1,3	1	2,2	2	1,6
10.000-40.000	6	7,9	9	19,6	15	12,3
41.000-70.000	28	36,8	11	23,9	39	32,0
70.000 o +	41	53,9	18	39,1	59	48,4
Ninguna	0	0,0	7	15,2	7	5,7

Fuente: cálculos del autor

Grafico 9. Costo del tratamiento de las patologías.



Fuente: Cálculos del autor

Se puede observar que del total de la población que se ve afectada por alguna de las patologías el 48% incurrió en un costo de más de 70.000 por asunto de su tratamiento y mejorar su nivel de salud, el 32% debió asumir un costo entre 41.000 y 70.000 pesos, el 12% un costo entre 10.000 y 40.000 y el 2% un costo entre 1.000 y 9.900.

4.4 GRAVEDAD DE LA PATOLOGÍA

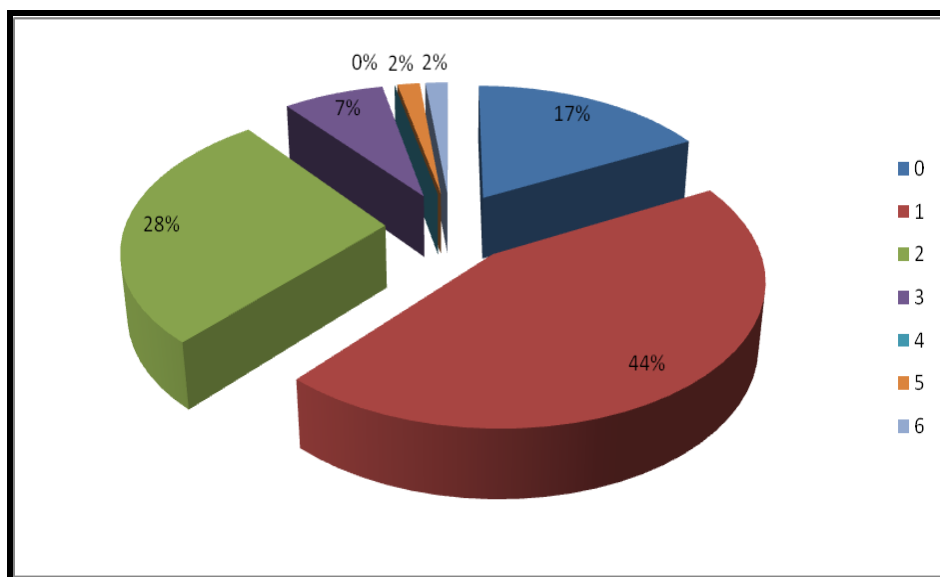
La tabla 10 expresa el número de veces en que la presencia de la patología ha sido de carácter grave.

Tabla 10. Promedio de veces de carácter grave de la patología

Respuesta	Mediterrané		La Pera		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
0	9	11,8	12	26,1	21	17,2
1	43	56,6	11	23,9	54	44,3
2	20	26,3	14	30,4	34	27,9
3	4	5,3	5	10,9	9	7,4
4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
5	0	0,0	2	4,3	2	1,6
6	0	0,0	2	4,3	2	1,6

Fuente: Cálculos del autor

Grafico 10. Promedio de veces de carácter grave de la patología



Fuente: Cálculos del autor

4.5 ACTIVIDAD DEL JEFE DE HOGAR

El jefe de hogar corresponde a aquella persona que los demás miembros del hogar reconocen como tal. En el total de la muestra un 52,2% de los jefes de

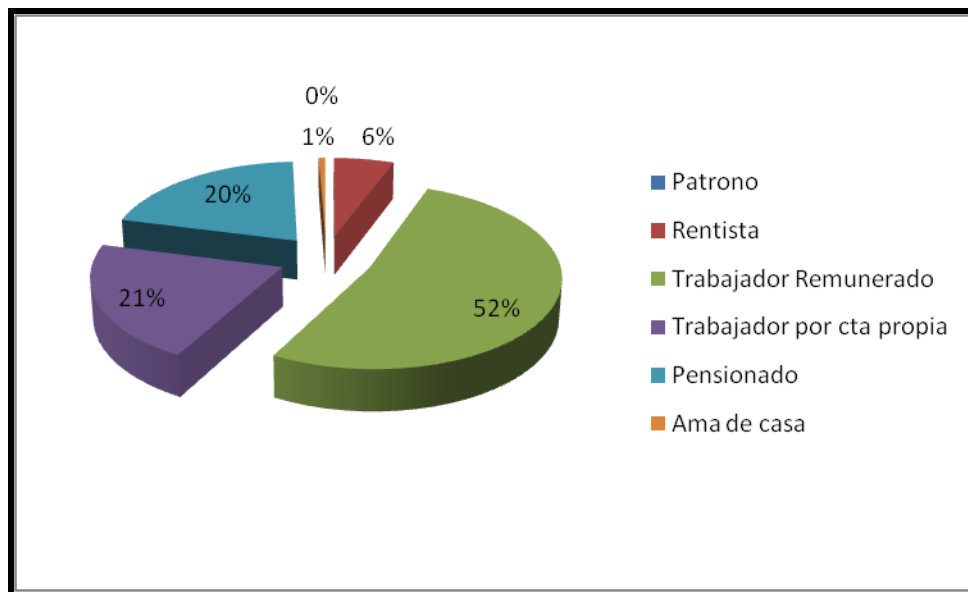
hogares se caracterizan por ser trabajadores remunerados, seguido por trabajador por cuenta propia que representan un 21% (ver tabla 11)

Tabla 11. Actividad económica del jefe de hogar

Respuesta	Mediterrané		La Pera		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Patrono	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Rentista	8	8,7	1	1,5	9	5,7
Trabajador Remunerado	41	44,6	41	63,1	82	52,2
Trabajador por cta propia	18	19,6	15	23,1	33	21,0
Pensionado	25	27,2	7	10,8	32	20,4
Ama de casa	0	0,0	1	1,5	1	0,6

Fuente: Cálculos del autor

Grafico 11. Actividad económica del jefe de hogar



Fuente: Cálculos del autor

4.6 CONTRIBUCIÓN

Según la percepción de la población encuestada la PTAR no contribuye a la disminución de las molestias causadas por los gases generados por los

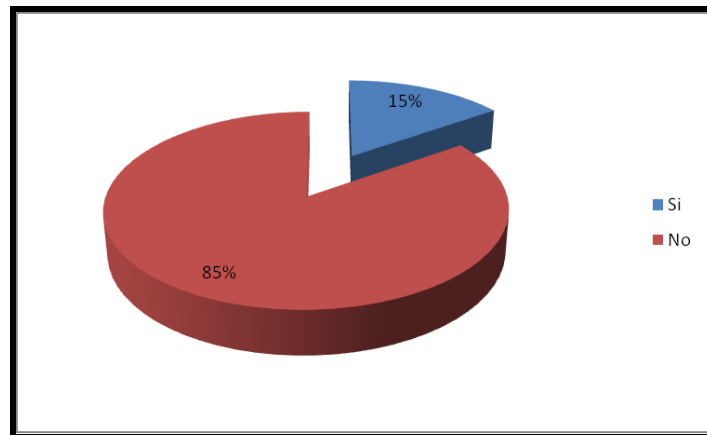
vertimientos al momento de hacer el tratamiento de las aguas residuales. También consideran que no aporta al mejoramiento de su calidad de vida como se puede ver en la tabla 12 y grafico 12.

Tabla 12. Precepción de la contribución la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frío a la disminución de los efectos o incomodidades y mejora de la calidad de vida de la población.

Respuesta	Mediterrané		La Pera		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
Si	13	14,1	11	16,9	24	15,3
No	79	85,9	54	83,1	133	84,7

Fuente: Cálculos del autor

Grafico 12. Precepción de la contribución la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frío a la disminución de los efectos o incomodidades y mejora de la calidad de vida de la población.



Fuente: Cálculos del autor

5. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE COSTOS DE MITIGACIÓN (MCM)

Con base en los resultados obtenidos previamente es posible aplicar el MCM. Para ello, debe identificarse claramente, en primer lugar, la característica ambiental a valorar y posteriormente se requiere de observaciones directas de las medidas de mitigación reales que enfrentan las personas, empresas o instituciones para protegerse de los efectos ambientales negativos o riesgos asociados a éstos.

Para este caso, la característica ambiental a valorar es la contaminación atmosférica basado en observación directa y por medio de una encuesta de auto percepción de las personas de cada hogar de los barrios mencionados, teniendo en cuenta los costos asumidos por entidades como el Hospital de Floridablanca y la clínica Ardila Lulle en consulta y medicamentos producto de la atención de personas del área de estudio, afectadas por alguna morbilidad asociada con el aire, utilizando para ello archivos de consulta y medicamentos del Clínica Ardila Lulle.

Luego de determinar los atributos y requisitos elementales para el método, se consideran los costos de efectuar dichas medidas para estimar el Costo en Mitigación Total, así:

$$CMT = f(CS) \quad (1)$$

$$CS = C Pr + CPu \quad (2)$$

Donde:

Costo social (CS): Refleja una medida aproximada del costo, para la sociedad, por daños a la salud de los individuos debido a la influencia directa de la externalidad.

Costo privado (CPr): Resultante de la suma de las erogaciones particulares efectuadas para tratar la enfermedad producida por la contaminación

Costo público (CPu): Indica los desembolsos efectuados por el sector público para la atención y cuidado del paciente. Específicamente lo que respecta a consultas médicas y medicamentos.

$$CPr = \sum_{i=1}^{n_e} \left[X_i * C_i \right] \left(\frac{\bar{I}_{n_e}}{30} * \bar{d}_{n_e} \right) \quad (3)$$

Donde:

X_i : Individuo i-ésimo que, que según la encuesta se vio afectado por enfermedades gastrointestinales, respiratorias, cardiovasculares y de la piel.

C_i : Costo individual por tratamiento de enfermedades gastrointestinales y de la piel reportado por el encuestado i.

n_e : Total de personas que, en la encuesta, respondieron afirmativamente a la pregunta de afectación por enfermedades gastrointestinales respiratorias, cardiovasculares y de la piel.

\bar{I}_{n_e} : Ingreso mensual promedio de las personas que, en la encuesta, respondieron afirmativamente a la pregunta de afectación por enfermedades gastrointestinales respiratorias, cardiovasculares y de la piel,

Debido a la falta de información y a la difícil colaboración de la población objeto de estudio a la hora de realizar el trabajo de campo, este dato del ingreso de las personas de los barrios La Pera y Mediterrane se tomo basado en el ingreso promedio de las personas de estrato 5 y 6 de la encuesta integrada de hogares de 2012.

\bar{d}_{n_e} : Promedio de días de incapacidad por la morbilidad gastrointestinales respiratorias, cardiovasculares y de la piel padecida. El promedio de los días de incapacidad se tomó como promedio los días de incapacidad ordenados por el ministerio de Salud. No se diferenciaron por enfermedades. Correspondiente a 3.

$$CPU = \sum_{j=1}^{n_h} [X_j * CC_j) + (X_j * CM_j)] \quad (4)$$

Donde:

X_j : Individuo j-ésimo atendido en el Hospitales durante el 2013.

CC_j : Costo de la consulta médica del paciente j.

CM_j : Costo del medicamento genérico suministrado al paciente j.

n_h : Total de personas que asistieron al hospital o centros de salud por enfermedades gastrointestinales respiratorias, cardiovasculares y de la piel.

Reemplazando (3) y (4) en (2) tenemos:

$$CS = \sum_{i=1}^{n_e} (X_i * C_i) + \sum_{j=1}^{n_h} [(X_j * CC_j) + (X_j * CM_j)] \quad (5)$$

Con los datos recopilados y las formulas se llega al siguiente resultado en el costo de mitigación por persona:

$$C_s = N:178 \left[114873 + \frac{2.756.812}{30} * 3 \right] + 110.056 = 500.610 \text{ Pesos}$$

CMT ≈ CS= \$500.610

Ya que en la zona fueron afectadas 178 personas, el coste de mitigación total para la comunidad seria: 89.108.615

Los datos sobre el tratamiento en la consulta de enfermedades se tomaron del ministerio de salud.³⁷ Tales costos de tratamiento se sumaron a la capacidad privada que invirtieron los agentes privados en su tratamiento.

El costo privado por persona, los días afectados por las enfermedades y el total de personas que fueron afectadas en la zona de PTAR de Floridablanca se aproximó con el costo declarado por los encuestados sobre cada uno de sus males.

³⁷ Ministerio de Salud, Costo de los tratamientos. En línea <http://www.fosyga.gov.co/Consultas/Informaci%C3%B3ndeGiros/tabid/357/Default.aspx> Fecha de consulta 19 de julio de 2013

CONCLUSIONES

A pesar del proyecto de ampliación y modernización de la PTAR de Rio Frio la contaminación atmosférica proveniente del proceso de descomposición de la materia orgánica afecta negativamente la calidad de vida poblacional. Aun cuando este proyecto tiene como uno de sus objetivos la disminución de la zona de afectación de los malos olores de 1.000 Mts a 300 Mts, resulta paradójico encontrar que áreas como La Pera y Mediterrané ubicadas a 2.5 y 2.1 kms respectivamente de la planta de tratamiento son zonas de gran afectación por los gases generados.

Se demuestra que a pesar de haberse dado dicha remodelación de la planta se ven grandes falencias que siguen ocasionando perjuicios a la población, para lo cual es necesario la adopción de medidas por parte de la Empas y por parte del gobierno para crear una serie de políticas que permitan dar solución a esta problemática, ya sea por medio de una posible reubicación de la planta o con una eficiente disminución de los gases y/o la zona de afectación y adicionalmente hacer monitoreos sobre la calidad del aire pues es una zona donde actualmente no se están realizando estos monitoreos.

Aunque los gases generados por los tratamientos de las aguas pueden producir daños a la salud de la población, no es posible asegurar que la contaminación atmosférica que genera la PTAR sea la causante de las patologías presentadas en la población objeto de estudio, dado que las enfermedades pueden haber sido presentadas anteriormente a la exposición a esta contaminación, y también teniendo en cuenta que estas enfermedades pueden poseer un componente hereditario.

A través de la implementación de la metodología de Costos de Mitigación fue posible encontrar que los costos anuales a los que se incurrieron por causa de la externalidad negativa fueron de **498.402** por persona en el último año, teniendo en cuenta que el total de afectados dado las externalidades presentadas fue de 178 personas, el coste de mitigación total para la comunidad sería de 89.108.615 anualmente.

BIBLIOGRAFÍA

AZQUETA Oyarzun, Diego. Introducción a la Economía Ambiental, 2a edc. L,McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

AZQUETA Oyarzun, Diego. Valoración económica de la calidad ambiental.L, McGraw-Hill Interamericana de España S.L.1994.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 99 (22, Diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los recursos naturales renovable, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.Diario Oficial. Bogota, D.C., 1993. N° 41146.

CORTES ESPARZA, Juan Carlos.2011. Pre diseño Conceptual, Técnico, Instrumental, metodológico y económico para la Reestructuración del Laboratorio de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales –PTAR-Rio Frio. Tesis de Grado. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química. 81p

EMPAS. Ampliación y modernización planta de tratamiento de aguas residuales rio frio girón – Santander. Medellín, 2009

EMPAS. Plan Estratégico de Gestión de EMPAS S.A 2011-2015. P. 29.

GELVES MEDINA, Deicy Alexandra.2011.Evaluacion Económica y Ambiental de los Impactos Generados por los Vertimientos Puntuales De La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Rio Frio Sobre la Población Aledaña al Cauce

en la Zona 3 del Municipio de Girón. Tesis de Grado. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Economía y Administración. 141 p

GUJARATI, Damodar N."Econometria".McGrawHill.4Edición, 2007.

MARTINEZ, Alier; ROCA, Jusmet.EconomiaEcologica y Politica Ambiental: 1 ed. Ciudad de Mexico, Mexico. Ed. Fondo de Cultura Economica. 1998. P 338.

MONTEALGRE Murcia Libardo (1993), "Afecciones respiratorias y contaminación del aire en Santafé de Bogotá, una aplicación de la regresión Lave-Seskin". Programa de economía para graduados, facultad de economía, universidad de los Andes. Esta regresión se aplica con la utilización de un software especial disponible on line <http://www.minitab.com> software para mejora de la calidad

RIECHMANN, Jorge. Biomimesis: Ensayos Sobre Imitacion De La Naturaleza,Ecosocialismo Y Autocontencion, 2006

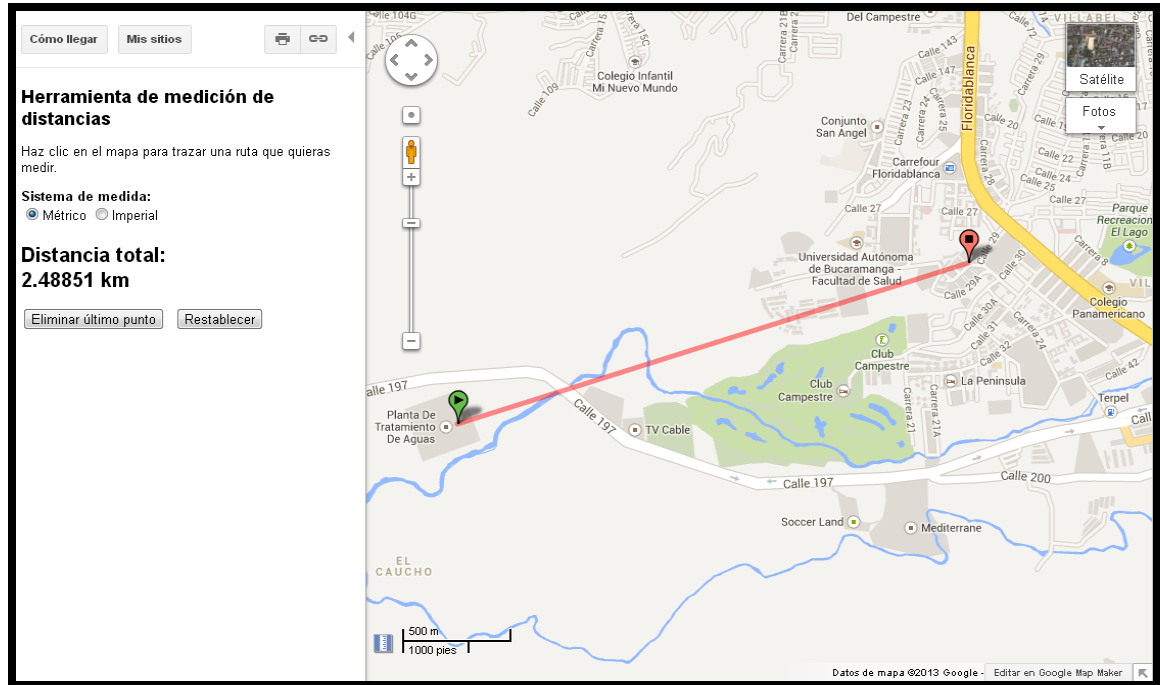
TOMASINI, Daniel. Valoración Económica Del Ambiente, Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, 2011.

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. *Normatividad ambiental y sanitaria*. Colombia. [En línea]. [Consultado en 4 Enero.2011]. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm>

VANGUARDIA LIBERAL (25 de Junio de 2011). «Así funciona la única planta de tratamiento de aguas residuales, Ptar Río Frío, de Bucaramanga y el área metropolitana». Nota de prensa. Consultado el 27 de noviembre de 2012.

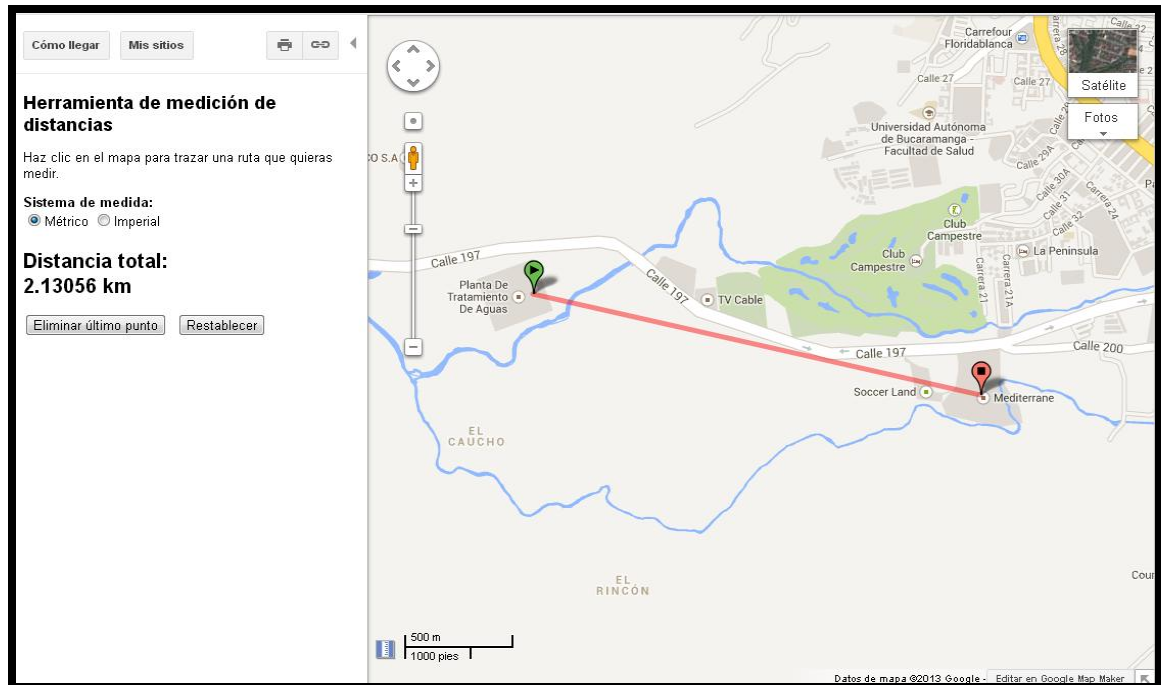
ANEXOS

Anexo A. Distancia entre la ubicación de la PTAR Rio Frio y el barrio La Pera



Fuente: Elaboración propia

Anexo B. Distancia entre la ubicación de la PTAR Rio Frio y el barrio Mediterrané



Fuente: Elaboración propia

Anexo C. Formato de la encuesta

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 EVALUACION ECONOMICA DE LOS IMPACTOS ATMOSFERICOS DE LA PLANTA
 DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RIO FRIO EN LA ZONA DE LA PERA Y
 MEDITERRANE
 ESCUELA DE ECONOMIA Y ADMINISTRACION

Parte A. Datos del Encuestado

Relación con el jefe de hogar: _____
 Personas que conforman el núcleo familiar: _____
 Dirección: _____
 Teléfono: _____

Parte B. La influencia del vertimiento de agua residual sobre las condiciones de salud de la población

1. Siente que su calidad de vida o la de su familia se ha visto afectada por los olores de la PTAR de Rio Frio
 A) SI _____
 B) NO _____ (Termina la encuesta)

2. La incomodidad que experimenta por los malos olores de la PTAR es
 A) En La Mañana (6am-12m) _____
 B) En La Noche (6 Pm-12am) _____
 C) En La Tarde (1 Pm-6pm) _____

3. De las siguientes patologías cuales o cuales ha sufrido usted o algún miembro de su familia
 Asma _____ Neumonía _____
 Bronquitis _____ Ulceras Estomacales _____
 Enfermedad Cardiovascular _____

4. En los últimos años, ¿cuántos miembros de la familia se han visto afectados por los factores mencionados?

	FRECUENCIA DE LA EMFERMEDADES (N°/MES O N° /AÑO)
NIÑO	
JOVEN	
ADULTO	
ADULTO MAYOR	

5. Si ha sufrido de alguna de las anteriores patologías (Úlceras, asma, brotes en la piel, etc) .
son tratadas en:
- A) Centros De Salud _____
 - B) Clínica _____
 - C) Hospital _____
 - D) Farmacias _____
 - E) Casa _____
 - F) Ninguna De Las Anteriores _____
6. Cuando se automedica ¿qué medicamentos compra normalmente?
-
7. Cuanto en promedio paga por los medicamentos automedicados?
- A) de 1.000-9.900 _____
 - B) de 10.000-40.000 _____
 - C) de 41.000-70.000 _____
 - D) más de 70.000 _____
8. En promedio, ¿cuantas veces la enfermedad o el evento, relacionado con la calidad del aire, ha sido de carácter "grave" en lo corrido del año? _____
9. ¿A qué actividad (es) se dedica el jefe de hogar?
- A) Patrono _____
 - B) Rentista _____
 - C) Trabajador remunerado _____
 - D) Trabajador por cuenta propia _____
 - E) Pensionado _____
 - F) Ama de casa _____
 - G) Estudiante _____
10. De acuerdo a su calidad de vida y la de su entorno, ¿considera que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frio contribuye a la disminución de los efectos o incomodidades mencionadas relacionadas con el río?
- A) SI _____
 - B) NO _____
11. ¿Usted considera que la PTAR contribuye y mejora la calidad de vida de la población del barrio?
- A) SI _____
 - B) NO _____

**Anexo D. Ingreso medio por persona y estrato socioeconómico en 2012 por
área metropolitana.**

Area Metropolitana	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
Armenia	143.888	205.408	284.734	461.765	534.189	1.152.046
Barranquilla	266.198	412.057	596.386	1.134.978	1.996.430	2.255.927
Bogota	403.477	556.393	855.034	2.684.913	3.177.395	4.984.892
Bucaramanga	394.981	491.070	722.187	1.358.466	2.237.817	2.976.287
Cali	286.700	409.892	613.039	1.430.745	2.176.504	3.443.279
Cartagena	253.795	423.726	672.846	1.249.696	2.090.205	2.880.218
Cucuta	258.053	379.965	660.416	1.332.245	2.210.112	2.195.802
Florencia	167.335	252.984	320.843	483.189	587.157	1.232.254
Ibague	298.323	475.237	809.328	1.638.747	3.194.569	3.258.284
Manizales	281.432	400.600	637.257	1.096.142	1.662.801	2.383.404
Medellin	296.810	434.817	681.884	1.618.614	2.043.941	3.661.987
Monteria	270.618	554.574	994.008	1.737.362	2.287.072	2.476.682
Neiva	194.884	291.094	389.509	589.582	673.556	1.387.405
Pasto	225.601	373.010	719.031	1.376.231	2.214.788	
Pereira	289.832	434.608	563.447	901.671	1.574.131	2.505.068
Popayan	136.880	190.216	291.109	396.929	489.692	896.720
Quibdo	173.741	276.232	453.913	729.650	1.198.782	1.675.753
Resto Urbano	116.000	291.070	344.720	622.611	387.748	5.781.964
Riohacha	154.470	249.713	321.686	473.851	587.017	1.204.777
Rural	94.646	132.874	159.143	202.248	237.728	429.284
Santa Marta	174.231	237.772	328.185	474.368	596.249	1.070.566
Sincelejo	187.290	255.205	315.416	450.888	559.642	1.112.671
Tunja	185.362	259.726	375.064	572.593	631.741	1.166.062
Valledupar	202.488	274.333	351.415	515.359	594.293	1.157.652
Villavicencio	340.399	446.894	735.397	1.471.517	2.482.611	1.884.072

Anexo E. Distribución de registros según el régimen de afiliación y la edad y el sexo.

SERVICIO	EDAD	RÉGIMEN CONTRIBUTIVO				RÉGIMEN SUBSIDIADO			
		SEXO				SEXO			
		FEMENINO	%	MASCULINO	%	FEMENINO	%	MASCULINO	%
Consulta Externa	Pediátrica	112,557	48.9	117,668	51.1	115,988	49.3	119,402	50.9
	Adulto	879,299	67.8	417,850	32.2	460,806	73.6	165,158	27.5
	TOTAL	991,856	64.9	535,518	35.1	576,794	67.0	284,560	34.6
Consulta de Urgencias	Pediátrica	25,545	45.9	30,079	54.1	16,302	45.7	19,349	55.2
	Adulto	121,301	59.9	81,219	40.1	47,836	65.0	25,745	40.9
	TOTAL	146,846	56.9	111,298	43.1	64,138	58.7	45,094	45.7
Urgencias con Observación	Pediátrica	12,211	50.6	11,940	49.4	1,267	45.2	1,537	55.6
	Adulto	44,725	57.7	32,828	42.3	4,410	64.5	2,425	43.0
	TOTAL	56,936	56.0	44,768	44.0	5,677	58.9	3,962	46.9
Hospitalización	Pediátrica	3,258	46.7	3,721	53.3	1,543	46.7	1,764	52.4
	Adulto	28,106	64.5	15,479	35.5	10,968	76.1	3,454	42.2
	TOTAL	31,364	62.0	19,200	38.0	12,511	70.6	5,218	44.1

RÉGIMEN SUBSIDIADO				POBLACIÓN SIN ASEGURAMIENTO EN SALUD				
SEXO				SEXO				
%	FEMENINO	%	MASCULINO	%	FEMENINO	%	MASCULINO	%
51.1	115,988	49.3	119,402	50.7	26,301	49.1	27,227	50.9
32.2	460,806	73.6	165,158	26.4	88,067	72.5	33,387	27.5
35.1	576,794	67.0	284,560	33.0	114,368	65.4	60,614	34.6
54.1	16,302	45.7	19,349	54.3	4,951	44.8	6,105	55.2
40.1	47,836	65.0	25,745	35.0	12,833	59.1	8,877	40.9
43.1	64,138	58.7	45,094	41.3	17,784	54.3	14,982	45.7
49.4	1,267	45.2	1,537	54.8	876	44.4	1,099	55.6
42.3	4,410	64.5	2,425	35.5	2,544	57.0	1,920	43.0
44.0	5,677	58.9	3,962	41.1	3,420	53.1	3,019	46.9
53.3	1,543	46.7	1,764	53.3	1,473	47.6	1,619	52.4
35.5	10,968	76.1	3,454	23.9	8,043	57.8	5,875	42.2
38.0	12,511	70.6	5,218	29.4	9,516	55.9	7,494	44.1