



# Análisis cuantitativo de emisiones de gases refrigerantes en el sector Los Ángeles de la ciudad de Montería (Colombia)

## Quantitative analysis of refrigerant gas emissions in Los Angeles sector of the city of Monteria

Pedro ARRIETA Torres [1](#); Jesús TRUJILLO Padilla [2](#); Alvaro ARRIETA Almario [3](#)

Recibido: 31/05/2018 • Aprobado: 15/07/2018 • Publicado: 11/11/2018

### Contenido

- [1. Introducción](#)
  - [2. Materiales y métodos](#)
  - [3. Resultados](#)
  - [4. Discusión](#)
  - [5. Conclusiones](#)
- [Referencias Bibliográficas](#)

#### RESUMEN:

El presente estudio se enfocó en el análisis de las emisiones de gases refrigerantes generadas por el uso y mantenimiento de aires acondicionados, en el sector Los Ángeles - Montería (Colombia). Analizando la información recolectada sobre la cantidad de emisiones correspondiente a un periodo de 5 años, examinando variables de interés como: tipo, marca, antigüedad, frecuencia de mantenimiento de aires acondicionados, entre otras. Se logró identificar la cantidad de emisiones y aporte de CO<sub>2</sub>eq de gases refrigerantes en este sector.

**Palabras clave:** Calidad de aire, Gases refrigerantes, Potencial de calentamiento global, Aires acondicionados.

#### ABSTRACT:

The present study focused on the analysis of the emissions of refrigerant gases generated by use and maintenance of air conditioners in the Los Angeles - Monteria sector (Colombia), analyzing the information collected on the quantity of emissions corresponding to a period of 5 years, examining variables of interest such as: type, brand, age, frequency of maintenance of air conditioners, among others; it was possible to identify the amount of emissions and CO<sub>2</sub>eq contribution of refrigerant gases in this sector.

**Keywords:** Air quality, Refrigerant gases, Global warming potential, Air conditioners.



# 1. Introducción

El uso de gases refrigerantes se ha popularizado en las labores humanas, entre sus muchos usos están la conservación de productos perecederos, la regulación de los procesos sensibles a la temperatura en las industrias y la provisión de un ambiente confortable entre otras, en resumen para la satisfacción de necesidades del ser humano (Koronaki, y otros, 2012). Aparte de otorgarle un beneficio, también es cierto que causa daño en la atmosfera, siendo la reducción de la capa de ozono uno de los aspectos más perjudiciales, seguido del efecto invernadero que contribuye al calentamiento global (Minambiente, 2010).

El debilitamiento de la capa de ozono que normalmente filtra la radiación ultravioleta del sol, representa una amenaza latente para los seres vivos (plantas, animales y ser humano). Los gases refrigerantes contribuyen al cambio climático pues son gases que exhiben el efecto invernadero cuando están en la atmósfera (Sarbu, 2014). Estas sustancias, han causado una gran variedad de impactos ambientales, ya que al ser derivados de hidrocarburos y por poseer moléculas de difícil degradación, permanecen por mucho tiempo en la atmósfera generando grandes daños a la capa de ozono y ayudando al descontrol del efecto invernadero, dando paso al calentamiento global (García, 2015). Esta problemática surge hace muchos años y dan origen a distintos tratados internacionales para la protección de la capa de ozono, en primer lugar el comité del plan de acción mundial sobre la capa de ozono adoptado por la ONU en 1977, en una conferencia convocada por sí mismos, con el fin de elaborar guías internacionales para futuras acciones sobre esta problemática. Así, en 1981 se creó el convenio mundial de Viena cuyo fin consistía en la formulación o adopción de medidas propicias para la protección del ambiente y la salud humana contra aquellos efectos nocivos resultado de las actividades antropogénicas que generen un cambio en la dinámica composicional de la capa de ozono. Así mismo, en 1987 se desarrolló el protocolo de Montreal, uno de los más importantes para esta finalidad a nivel mundial, dicho protocolo tuvo por objeto el establecimiento de mecanismos que se deberían implementar para la limitación en las acciones de producción y consumo de las sustancias potencialmente agotadoras de la capa de ozono que sean de gran importancia desde el foco ambiental y comercial (Plazas Monrroy, 2012).

Considerando el estudio de estos gases refrigerantes es de suma importancia establecer acciones de prevención, control y minimización de los impactos ambientales y socioeconómicos que pueden ser generador por las emisiones de estos gases, ya sea de forma directa o indirecta.

Colombia en el marco de la implementación del Protocolo de Montreal, en el año 1989 prohibió el uso de aerosoles comerciales compuestos por clorofluorocarbonados (CFC) y en 1997 prohibió la fabricación e importación de refrigerantes domésticos que emplearan este refrigerante; logrando en el año 2002, reportar una reducción de más del 50% de la línea base correspondiente al grupo de gases clorofluorocarbonados (Stavro, 2007). Entre los compromisos adquiridos por el país en la implementación Protocolo, se creó la Unidad Técnica de Ozono (UTO), encargada del diseño e implementación de estrategias para regular el consumo y eliminación de sustancias agotadoras de la capa de ozono. Dicha organización, trabaja bajo la supervisión del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), con el apoyo de distintas agencias (Unidad Tecnica de Ozono, 2006).

Los gases refrigerantes más comúnmente comercializados en el país son el R22; R134A; R404A; R407C; R410A; R413A; R422D; R507A; R141B; R125; R409A. Algunas de estas sustancias presentan bajo impacto a la capa de ozono, sin embargo, generan una influencia en el calentamiento global, entre ellas se destacan los HCFC como es el claro ejemplo del R22. Otra familia de gases refrigerantes que no poseen cloro dentro de sus componentes y no deterioran la capa de ozono, pero siguen siendo una fuerte amenaza para el equilibrio de la temperatura en la tierra, son los HFC, donde se destacan el R134A que son usados comúnmente en los aires acondicionados de uso doméstico y automotriz. A su vez, se encuentran las mezclas zeotropicas y azeotropicas destacando los gases refrigerantes R404A, R407C, R410A, R413A, R422D, R507A, considerados en el mercado como refrigerantes ecológicos y usados ampliamente en los sectores residenciales y automotriz,

desconociendo de forma significativa el impacto que generan en el efecto invernadero (Consuegra, 2017). Los gases HCFC-22 (R22) y el HFC-410A (R410A) son actualmente los gases refrigerantes más utilizados. El R410A es un sustituto común del R22 para la protección de la capa de ozono y se ha convertido en el gas refrigerante estándar en muchos países, pero el R22 todavía se usa en su mayoría por países en desarrollo, según el Protocolo de Montreal. Tanto R22 como R410A tienen un alto potencial de calentamiento global, lo que significa que su emisión puede contribuir en gran medida al calentamiento global (Zhao, Zeng, & Yuan, 2015).

Los controles establecidos en Colombia para liberación de gases refrigerantes a la atmósfera está ligada a los mantenimientos de los equipos que usen dichos gases y los escapes por fugas del equipo de enfriamiento durante el funcionamiento normal y los escapes por fugas cuando se presentan daños, se acumulan en cantidades significativas en la atmósfera (estratosfera) (Minambiente; UTO, 2015).

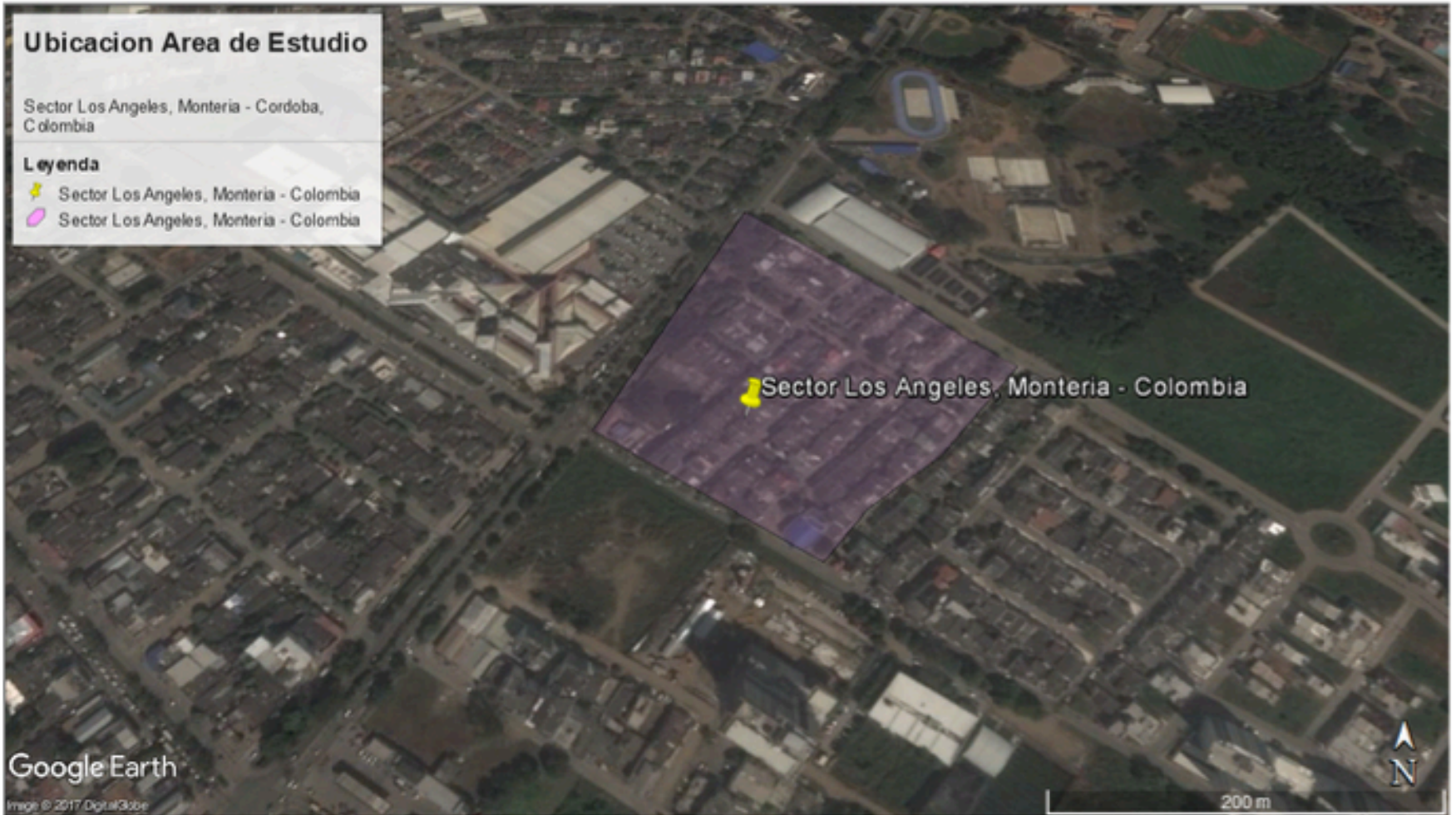
Montería capital del departamento de Córdoba, al estar ubicada en la Costa Caribe Colombiana presenta un clima tropical con temperaturas que oscilan entre los 32°C y 36°C (Alcaldía de Montería, 2009). Estas condiciones climáticas inciden en los hábitos de consumo de sus habitantes y por ende en los requerimientos para garantizar el confort y calidad vida incentivando el uso de equipos de refrigeración y aires acondicionados se hacen esenciales para la comodidad de los habitantes. No obstante, el consumo en el sector comercial es más amplio que en el sector residencial, puesto que el sector residencial muchas veces limita el consumo de aires acondicionados al gasto energético que se asocia a estos equipos. Teniendo en cuenta la problemática general que presentan los gases refrigerantes para la capa de ozono y no se relacionan dinámicas de consumo en relación, se hizo necesario establecer información. Para lo cual se seleccionó como objeto de estudio un barrio de nivel socioeconómico cuatro (4) de la ciudad de Montería, con presencia de equipos de refrigeración en sus viviendas, para establecer y estudiar esta problemática a nivel local, con el fin de conocer qué tan significativo es el aporte de CO<sub>2</sub>eq de los gases refrigerantes emitidos por el uso y mantenimiento de aires acondicionados en el sector Los Ángeles en la ciudad de Montería, Colombia. La comparación de la tasa de consumo por habitante determinada en el estudio con respecto a la de otros países se hace indispensable para el análisis de la situación actual en el entorno. La importancia de evaluar la incidencia de los gases refrigerantes (HCFC) en la atmósfera se da por la importancia de la acción de evitar en lo posible las emisiones de dichos gases a ésta, generadas de manera intencional, por fugas o malas prácticas en el mantenimiento de los equipos de aires acondicionados que son el objeto de este estudio.

---

## 2. Materiales y métodos

Con el objetivo de estimar la cantidad de gases refrigerantes emitidos por el uso y mantenimiento de aires acondicionados en el sector Los Ángeles ubicado en la zona norte de la ciudad de Montería del departamento de Córdoba (Colombia), el cual está constituido por 79 viviendas aproximadamente (ver figura 1), se utilizó una metodología de tipo cuantitativa. La distribución espacial del área de estudio o sector, se consideró teniendo en cuenta el nivel socioeconómico y capacidad de adquisición de los equipos de aire acondicionado por parte de los habitantes.

**Figura 1**  
Ubicación del sector estudiado



Para la captura de información fue necesario el diseño de un formulario tipo cuestionario cerrado, donde se consultó aspectos como cantidad de equipos por vivienda, marca, tipología, antigüedad, frecuencia de mantenimiento, responsable del mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, cantidad de veces de recarga de gas refrigerante, tipo de gas refrigerante, carga de gas de los aires acondicionados, uso y destino de los aires acondicionados que son reemplazados.

La aplicación del cuestionario se proyectó aplicar en el total de la población, sin embargo, se realizó de forma aleatoria y se aplicó en las viviendas que mostraron disponibilidad de suministrar la información. Cabe resaltar, que la información relacionada con los manteamientos se solicitó a los sujetos considerar una ventana para un periodo de 5 años. Posteriormente, la información se compiló para la construcción de una base de datos empleando el software de Microsoft Excel.

## 2.1. Estimación de emisiones de gases refrigerantes.

La estimación de la cantidad de emisiones de los gases refrigerantes se realizó a través de la aplicación de la fórmula adaptada a partir de la Guía Metodológica para el Cálculo de la Huella de Carbono Corporativa a Nivel Sectorial de la Corporación Ambiental Empresarial y Filial con la Cámara de Comercio de Bogotá, para estimar la cantidad de gases emitidos por el uso y mantenimiento de aires acondicionados en el sector Los Ángeles. A continuación, se presenta la fórmula:

$$Emision\ de\ gases\ refrigerantes = \Sigma\ cantidad\ gases\ refrigerantes\ por\ tipo\ de\ gas\ por\ vivienda\ (Kg) \quad (1)$$

Cabe resaltar que el estimado de las emisiones corresponde a cada tipo de gas refrigerante empleado por los aires acondicionados de las viviendas del sector Los Ángeles, para efectos de la investigación se realizó una revisión literaria y en la elaboración del cuestionario se relacionaron los gases refrigerantes más comunes a nivel residencial que son R410a, R134a, R22, siendo estos los más empleados en los equipos de aire acondicionado.

## 2.2. Estimación de potencial de calentamiento global.

Para estimar el potencial de calentamiento global generado por el uso y mantenimiento de los aires acondicionados, se usó la información recolectada de los kilogramos de gas

refrigerante o carga ambiental y tipo de gas refrigerante de estos equipos en cada uno de los hogares visitados y se usó la fórmula propuesta por la Corporación Ambiental Empresarial y Filial con la Cámara de Comercio de Bogotá en la Guía Metodológica para el Cálculo de la Huella de Carbono Corporativa a Nivel Sectorial. (Caem, 2013)

Propone la siguiente fórmula para la estimación de gases efecto invernadero en cantidades de CO2 equivalente:

$$\text{Aporte de CO}_2\text{eq} = \text{Carga Ambiental} \times \text{Factor de emisión} \quad (2)$$

Donde la carga ambiental se refiere al consumo de refrigerantes, para el caso de esta investigación se tomó el consumo total de cada gas refrigerante; el factor de emisión para el caso de los gases refrigerantes corresponde al valor de potencial de calentamiento global (PCG), de acuerdo a los gases refrigerantes relacionados teniendo en cuenta lo común de su uso, se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1**  
Factor de emisión por tipo de gas refrigerante

Tipo de gas refrigerante	Factor de emisión
R-22	1,810
R-410a	2,088
R-134a	1,430

**Fuente:** Corporación Ambiental Empresarial y Filial – Cámara de Comercio de Bogotá.

Finalmente, se analizó la cantidad de emisiones por tipo de gas refrigerante generados por el uso y mantenimiento de aires acondicionados en el área de estudio, además del aporte de CO2eq calculado para dichos gases. Posteriormente, se analizó comparando estos datos con la tasa media de consumo de gases refrigerantes de otros países como España y estados unidos, con el fin de establecer relaciones y notar la variabilidad de los datos.

### 3. Resultados

Los resultados del análisis de emisiones y aporte de CO2eq fueron de 84% para R410a, 9% para R134a y 7% para R22, el análisis tuvo en cuenta lo referente a cantidad de aires acondicionados por vivienda, frecuencia de mantenimiento, personal encargado del mantenimiento, tipo y cantidad del gas refrigerante recargado.

De los datos obtenidos en las encuestas aplicadas, se destaca el gas refrigerante R410a como el más común, asociado a la marca del electrodoméstico (LG), seguido de R134a, asociado a la marca Olimpo, por ultimo R22 como el menos común, asociado a la marca Samsung, correspondiente al sector que fue objeto de estudio.

Como se ha mencionado antes, los resultados del presente estudio, se obtuvieron a partir de la realización de encuestas en cuarenta (40) viviendas del sector Los Ángeles de la ciudad de Montería. Luego, se tabuló y graficó la información utilizando el software Microsoft Excel, con el fin de sintetizar dicha información y analizarla de manera apropiada (ver tabla 2).

**Tabla 2**  
Especificaciones de las encuestas aplicadas en el sector los Ángeles de la ciudad de Montería

Frecuencia recarga de gas (veces)	Gas refrigerante / Cant. A.C.			Carga
	R410a	R134a	R22	
	23	4	2	1000

<b>0</b>	3	2	0	550
	14	1	0	1000
<b>1</b>	3	0	1	550
	13	0	0	1000
<b>2</b>	0	0	1	550
	24	3	0	1000
<b>4</b>	4	1	5	550

La información recolectada del uso y mantenimiento de los aires acondicionados corresponde a un periodo de 5 años. Se calculó la emisión de cada gas refrigerante considerado para cada frecuencia de recarga del mismo (ver tabla 3), para el posterior cálculo del total de emisión de cada tipo de gas refrigerante (ver tabla 4).

**Tabla 3**  
Emisión de los gases refrigerantes por la frecuencia de recarga

<b>Emisión gas refrigerante</b>		
<b>R410a</b>	<b>R134a</b>	<b>R22</b>
0	0	0
0	0	0
14000	1000	0
1650	0	550
26000	0	0
0	0	1100
96000	12000	0
8800	2200	11000

-----

**Tabla 4**  
Total de emisión para cada gas refrigerante

<b>Total</b>	<b>Gas Refrigerante</b>		
	<b>R410a</b>	<b>R134a</b>	<b>R22</b>
<b>Total emisión (g)</b>	146450	15200	12650

<b>Total emisión (Kg)</b>	146,45	15,2	12,65
---------------------------	--------	------	-------

Con la información estimada de las emisiones de cada gas refrigerante, se calculó el aporte total de CO<sub>2</sub>eq (ver tabla 5).

-----

**Tabla 5**  
Aporte de CO<sub>2</sub>eq total de gases refrigerantes en Kg

<b>Aporte CO<sub>2</sub>eq (Kg CO<sub>2</sub>)</b>		
<b>R410a</b>	<b>R134a</b>	<b>R22</b>
305,7876	21,736	22,8965

Posteriormente, fue necesario conocer el promedio en porcentaje de las emisiones generadas por el uso y mantenimiento de aires acondicionados (ver tabla 6).

**Tabla 6**  
Porcentaje de aporte de CO<sub>2</sub>eq por cada tipo de gas refrigerante

<b>Aporte CO<sub>2</sub>eq (%)</b>		
<b>R410a</b>	<b>R134a</b>	<b>R22</b>
87,26	6,20	6,53

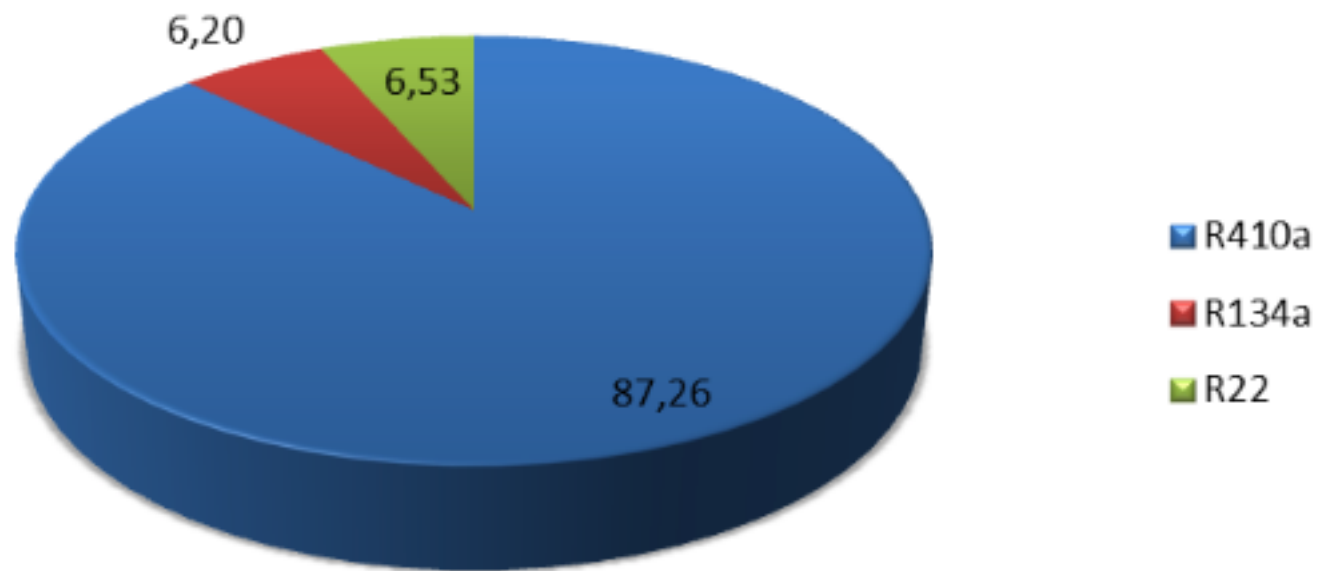
## 4. Discusión

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, es claro que las emisiones de gas refrigerante R410a presentan el valor más alto, siendo 146,45 kg, esto se debe a que es el gas más usado en los últimos años y también el más empleado en los aires acondicionados de este sector de la ciudad de Montería, por sus condiciones ecológicas según se afirma teóricamente. No obstante, no se debe olvidar los otros dos gases empleados en ciertos aires acondicionados del área de estudio, el gas R134a con una emisión de 15,2 Kg y el gas R22 con una emisión de 12,65 kg.

Una vez calculado la cantidad de emisiones, se estimó el aporte de CO<sub>2</sub>eq y el respectivo porcentaje para cada uno de los gases. Se representó de manera gráfica para mejor interpretación de los resultados obtenidos en el estudio (ver figura 2).

**Figura 2**  
Promedio en porcentaje de emisión de gases refrigerantes

# Aporte CO<sub>2</sub>eq gases refrigerantes(Ton CO<sub>2</sub>)



Con el cálculo realizado para la estimación del aporte de CO<sub>2</sub>eq de los gases refrigerantes considerados por uso y mantenimiento de aires acondicionados, el mayor de los resultados fue 305,7876 Kg CO<sub>2</sub> con un 87,26% correspondiente al gas refrigerante del tipo R410a (ver tabla 5, figura 2). Esto a razón de que es el tipo de gas refrigerante más empleado en los aires acondicionados en el sector Los ángeles de la ciudad de Montería, los habitantes indicaron haber realizados cambios recientes en los equipos para adquirir unos con características que comercialmente son llamadas "ecológicas".

Por otra parte, a pesar de que el gas refrigerante R410a presenta un bajo potencial de agotamiento de la capa de ozono, es el que mayor potencial de calentamiento global (PCG) tiene entre los gases empleados en los aires acondicionados del sector. Por tales razones, puede que el gas refrigerante no sea totalmente ecológico, ya que genera un impacto significativo en la dinámica natural del efecto invernadero, influenciando parcialmente en el cambio climático.

Con la información de la tasa de consumo por habitantes correspondiente al sector Los Ángeles y a los países de referencia como España (MAPAMA, 2017), Estados Unidos (AT&T, 2016) (ver tabla 7). Al realizar la comparación entre la tasa de consumo por habitante para el sector de estudio con la de otros países, las emisiones y aporte de CO<sub>2</sub>eq son mucho menores en el sector considerado (ver figura 3).

**Tabla 7**

Tasa de consumo por habitantes para cada país de referencia y área de estudio

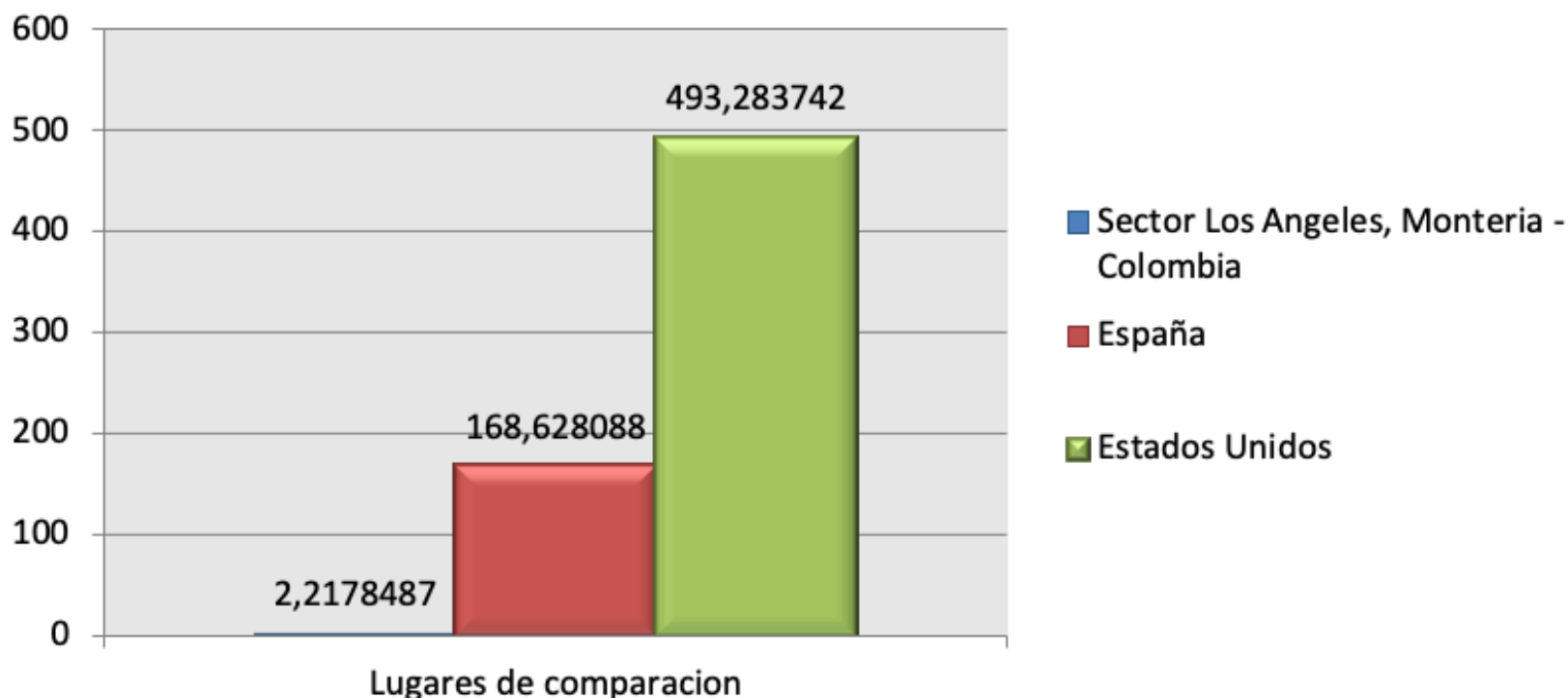
<b>Tasa consumo anual gases refrigerantes (Kg/hab/año)</b>		
<b>Sector Los Ángeles Montería - Colombia</b>	<b>España</b>	<b>Estados Unidos</b>
2,2178487	168,628088	493,283742

**Figura 3**

Comparación de tasas de consumo por países



# Comparacion tasas de consumo gases refrigerantes (Kg/hab/año)



Estos resultados no son alarmantes comparado con la tasa media de consumo de otros países, resaltando los desarrollados, esto se puede presentar gracias a las diferentes exigencias que representa para cada país de acuerdo a sus actividades en el sector residencial y administrativo donde se haga uso de los equipos de aire acondicionado, así como el clima en cada una de la zonas o necesidades de confort según el caso de los habitantes de cada uno de los lugares seleccionados para la comparación de estos datos (tasa de consumo de gases refrigerantes). Así mismo, cabe resaltar la importancia realizar este tipo de estudios para saber la situación actual que se presenta a nivel local.

## 5. Conclusiones

Las emisiones y aporte de CO<sub>2</sub>eq de gases refrigerantes para este sector de la ciudad, fue mayor para el refrigerante de tipo R410a, siendo el más común en los aires acondicionados asociadas a una misma marca.

Al comparar la cantidad de emisiones y el aporte de CO<sub>2</sub>eq en el área de estudio, fueron menores con respecto a la tasa media de consumo de otros países como España y Estados Unidos, resaltando la importancia de realizar mantenimiento a los equipos por parte de empresas calificadas, con el fin de minimizar fugas de los gases refrigerantes.

A pesar de que los habitantes realizan constantes mantenimientos a los aires acondicionados, se identificó, que el 89% de las viviendas realizan mantenimientos con personal técnico y no con una empresa calificada que garantice un mantenimiento de calidad, razón que tiene una influencia significativa en el aporte de CO<sub>2</sub>eq, aumentando la posibilidad de presencia de fugas del gas refrigerante y mal funcionamiento de equipo.

Este estudio puede servir como base para investigaciones en sectores con diferente nivel socioeconómico, actualizaciones de datos y base para tomar medidas encaminadas a la reducción de estas emisiones que representan una problemática global.

Los resultados de las emisiones de gases refrigerantes empleados en los aires acondicionados del sector los Ángeles de la ciudad de Montería, son relativamente bajos, esto se ve reflejado por el mantenimiento en los tiempos necesarios.

## Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Montería. (2009). Alcaldía de Montería. Recuperado el 12 de Agosto de 2017, de <http://www.monteria.gov.co/monteria/>

AT&T. (2016). International Greenhouse Gas Emissions Inventory Methodology and Process

Detail Document. United States of America.

Consuegra, M. (2017). Regulación del uso de plantas y aires acondicionados en estaciones base de telefonía móvil, en el marco de la gestión ambiental de Colombia (tesis de maestría). Universidad Santo Tomas, Bogotá, Colombia.

Corporación ambiental empresarial (CAEM), cámara de comercio de Bogotá, (2013). Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbón corporativa a nivel sectorial. Bogotá, D.C.

García Noriega, L. J. (2015). Incidencia de los Gases Refrigerantes Clorofluorocarburos R12 y R22 en la Degradación de la Capa de Ozono Generado por Equipos de Aire Acondicionado (tesis de pregrado). Universidad Alas Peruanas, Lima, Perú.

Koronaki, I., Cowan, D., Maidment, G., Beerman, K., Schreurs, M., Kaar, K., Cazauran, X. (2012). Refrigerant emissions and leakage prevention across Europe – Results from the RealSkillsEurope project. *International Journal of Energy*, 71-80.

MAPAMA. (Marzo de 2017). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente de España. Recuperado el 14 de Agosto de 2017, de <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/>

Minambiente. (2010). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Republica de Colombia. Recuperado el 10 de Agosto de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=364:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-35>

Minambiente; UTO. (2015). Programa Nacional para el manejo ambiental de residuos SAO del Protocolo de Montreal. Bogota, D.C.

Plazas Monrroy, J. P. (2012). Los Refrigerantes y el Medio Ambiente. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.

Sarbu, I. (2014). A review on substitution strategy of non-ecological refrigerants from vapour compression-based refrigeration, air-conditioning and heat pump systems. *International Journal of Refrigeration*, 123-141.

Stavro, X. I. (2007). Implementacion del Protocolo de Montreal en Colombia. *Revista Produccion + Limpia*, 91-105.

Unidad Técnica de Ozono. (2006). Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. Bogota, D.C.

Zhao, L., Zeng, W., & Yuan, Z. (2015). Reduction of potential greenhouse gas emissions of room air-conditioner refrigerants: a life cycle carbon footprint analysis. *International Journal of Cleaner Production*, 262-268.

---

1. Estudiante del programa de Ingeniería Ambiental. Universidad de Córdoba, Colombia. Correo: [pedroluisarrietatorres@gmail.com](mailto:pedroluisarrietatorres@gmail.com)

2. Estudiante del programa de Ingeniería Ambiental. Universidad de Córdoba, Colombia. Correo: [jesustrujillopadilla@gmail.com](mailto:jesustrujillopadilla@gmail.com)

3. Departamento de Biología y Química. Universidad de Sucre. Correo: [alvaro.arrieta@unisucre.edu.co](mailto:alvaro.arrieta@unisucre.edu.co)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 39 (Número 53) Año 2018

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2018. [revistaESPACIOS.com](http://revistaESPACIOS.com) • Derechos Reservados