



**REEMPLAZO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN COLOMBIA: UN
COMPROMISO DE NUESTRO PAÍS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO.
CUMBRE MUNDIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO, PARIS, 2015**

AUTORES

MARÍA PAULA OCAMPO ARANGO

ANGIE SOFFIA RIOS MONTENEGRO

DIRECTORA DEL PROYECTO

MARIA CRISTINA AMEZQUITA, PhD CIENCIAS AMBIENTALES

UNIVERSIDAD ICESI

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS

ECONOMÍA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES

SANTIAGO DE CALI

2020

Agradecimientos

El agradecimiento de este proyecto está dedicado primeramente a Dios y a nuestras familias, quienes fueron los pilares y el apoyo fundamental en toda nuestra carrera. Agradecemos a nuestros compañeros de estudios, por su tiempo, experiencias, y conocimientos compartidos. También a todas aquellas personas que estuvieron presentes en nuestra formación profesional haciendo ameno éste proceso y con quienes consolidamos buenas relaciones de amistad.

Agradecemos a todos los profesores de la Universidad ICESI, y especialmente a nuestra tutora Maria Cristina Amézquita, pues su gran conocimiento, compromiso y actitud al trabajar permitieron que lográramos terminar la presente tesis con éxito. Al señor Orlando Mosquera Caicedo, técnico del ingeniero Raúl Andrés Solarte Zambrano y encargado del sistema de refrigeración del plantel, quien amablemente aclaró nuestras inquietudes sobre el tema.

Finalmente, agradecemos a la institución en la que nos educamos por brindarnos una formación integral y facilitarnos todas las herramientas importantes para consolidar la experiencia académica necesaria para adelantar este proyecto.

Contenido

Capítulo 1 Introducción: Cambio Climático Global y Gases de efecto invernadero	8
Capítulo 2 Los Hidrofluorocarbonados (HFC)	11
2.1 La industria de refrigeración a nivel mundial.	11
Capítulo 3 Compromisos De Colombia Ante La Cumbre Mundial De Cambio Climático, Paris 2015.	21
3.1 Compromisos Generales.	21
3.2 Reemplazo De Equipos De Refrigeración En Colombia.....	25
Capítulo 4 Trabajo de Campo.....	26
4.1. Exploratorio.....	26
4.2 Descriptivo.....	32
Bibliografía.....	37

Lista de tablas y gráficos:

Ilustración 1: Países exportadores de refrigeradores.....	12
Ilustración 2: Países exportadores de Aires Acondicionados.	12
Ilustración 3: Países importadores de refrigeradores.	13
Ilustración 4: Países importadores de aires acondicionados.....	14
Ilustración 5: Tamaño de mercado de equipos de refrigeración, Colombia, 2019.....	15
Ilustración 6: Marcas líderes en equipos de refrigeración en Colombia, 2019.....	15
Ilustración 7: Composición del sector por grupo de sustancia. Año 2015.	16
Ilustración 8: Inventario nacional de equipos de refrigeración y aires acondicionados, 2017.	17
Ilustración 9: Distribución de gases fluorados presentes en la industria del país en los diferentes sectores.....	17
Ilustración 10: Equipos de refrigeración y aires acondicionados.	18
Ilustración 11: Marcas líderes de equipos de refrigeración.	19
Ilustración 12: Canales de distribución de equipos de refrigeración.....	20
Ilustración 13: Evolución de los gases refrigerantes.	27

Resumen

El siguiente documento tiene como objetivo exponer una investigación sobre la emisión de gases efecto invernadero, específicamente los gases industriales hidrofluorocarbonados presentes en los sistemas de refrigeración y de los aires acondicionados. Lo anterior, bajo el contexto del compromiso realizado por Colombia ante la Cumbre mundial del cambio climático, que se pactó en París en el año 2015. Este compromiso establece una agenda sustancial para que el país reemplace estos equipos que dañan la capa de ozono y que tienen un efecto invernadero.

Vale la pena mencionar que existe un crecimiento en el consumo de estos sistemas, y por tanto, también de la emisión de HFC's. Por esto, el país apuesta a un mercado de refrigerantes amigables o responsables ambientalmente, los cuales potencialmente pueden traer tanto desarrollo como avances en materia de sostenibilidad.

Se busca entonces, en primer lugar, entender esta industria y cuáles son los sectores y agentes importantes que tienen influencia en la emisión de los HFC. En segundo lugar, analizar la contribución de la universidad ICESI a este compromiso, entendiendo el funcionamiento y características del sistema de refrigeración y de aires acondicionados de esta institución académica. En tercer lugar, se busca establecer propuestas de contenido informativo sobre estas temáticas para generar un impacto en la comunidad universitaria. Es fundamental contribuir con información descriptiva que la universidad pueda usar para tener un mayor entendimiento sobre estos gases en particular, las normativas y planes que el país está llevando a cabo y el panorama de este tema actualizado. Esperamos aportar un análisis desde la comprensión de la industria hasta el estudio de la contaminación como una externalidad en el campo económico y el efecto de esta en el bienestar social.

Abstract

The following study aims to present an investigation about one specific type of greenhouse effect gas called the hydrofluorocarbon, which is produced by the refrigeration systems industry. The context of our project involves the commitment made by Colombia in the United Nations Panel on Climate Change, which was agreed in Paris in 2015. The commitment establishes a plan on our countries agenda to replace the refrigeration equipment that damages the ozone layer and that has a negative impact in the greenhouse effect.

It is important to understand that there is an increasing demand of refrigerating technologies, which means an increase of HFC emissions too. For this reason, countries all around the world are betting on an environmentally friendly market that uses responsible refrigerants, which can bring both development and progress in terms of sustainability.

In the first place, we needed to understand the refrigeration industry worldwide and in Colombia as well as the protocols that are relevant for it. Secondly, to analyze the contribution of the ICESI university in this commitment, understanding the operation and characteristics of the refrigeration system and air conditioners of this academic institution. Third, to seek for informative proposals and content on these topics to generate an impact on the university community as we consider it is essential to contribute with descriptive information that the university can use to have a better understanding of these gases in particular, the regulations and plans that the country is committed to with the outlook for this updated topic. Finally, we hope to provide an understanding of the industry in terms of pollution as an externality in the economic field and its effect on social welfare.

Palabras clave

Cambio climático. Efecto invernadero. HFC (Hidrofluorocarbonados). Refrigeración.
Mitigación.

Wey words

Climate change. Greenhouse effect. Hydrofluorocarbons. Refrigeration. Mitigation.

Capítulo 1

Introducción: Cambio Climático Global y Gases de efecto invernadero

El fenómeno ambiental mundial denominado Cambio Climático es definido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”(Unidas, 1992). Además, es producto de la industrialización que comenzó en Inglaterra con la Revolución Industrial en el año 1750. Este proceso histórico trajo grandes beneficios a la humanidad ya que promovió el crecimiento económico, mejoró las condiciones de salud y de calidad de vida, permitió, acumular riqueza al pasar de una economía de subsistencia a una que generó excedentes de capital y logró modernizar los medios de transporte y la infraestructura.

Sin embargo, la industrialización también trajo dos aspectos negativos. En primer lugar, la inequidad en el desarrollo económico de los países lo cual generó pobreza y grandes conflictos sociales, y en segundo lugar, solo pudo darse con la explotación de 3 fuentes de energía; carbón, petróleo y gas natural. Lo anterior, trajo como consecuencia la intensificación de las emisiones de gases efecto invernadero, las cuales en concentraciones normales regulan la temperatura del planeta y sostienen la vida tal cual la conocemos.

La primera evidencia del aumento de las concentraciones de gases efecto invernadero se dio por medio de una investigación llamada “los 4 ciclos del cambio climático” realizada en el lago Vostok. Esta investigación consistió en la datación de la concentración de metano y dióxido de carbono en un bloque de hielo que se encontraba superior a los 3000 metros de profundidad y que

estuvo inactivo por aproximadamente un millón de años. Se demostró que, aunque siempre han existido ciclos naturales en la emisión de estos dos gases a la atmósfera, al final de la revolución industrial se evidenció un incremento exponencial de las emisiones de los mismos, lo cual produjo una alerta mundial.

Las Naciones Unidas tomaron medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y se reunieron en la ciudad de Kioto, Japón en el año 1997. En esta reunión participaron los países responsables de alrededor del 55% de las emisiones. Los países se dividieron en dos grupos; los países emisores (Anexo 1) y los no emisores (Anexo 2). Se llegó a un compromiso de mitigación por parte de los países del anexo 1 en donde establecieron que, con base en el año 1990, se reducirían las emisiones en un 5%, entre 2008 y 2012. Los países europeos, como un regalo a la humanidad, decidieron reducirlas en un 8%. Anualmente se siguen organizando reuniones llamadas las conferencias de las partes, para revisar la reducción de las emisiones y crear políticas y programas que faciliten combatir los efectos del cambio climático (Chrysanthis, Raghuram, & Ramamritham, 1991).

Existen 6 gases de efecto invernadero, 3 de ellos son naturales y son responsables del calentamiento paulatino de la tierra. Estos son el dióxido de carbono (CO_2), derivado en un 75% del uso de combustibles fósiles que se usan en todo tipo de actividad humana y en un 25% restante a la deforestación (especialmente de la Amazonía), pues los árboles cuando son talados devuelven el CO_2 que capturaron durante toda su vida. Ahora bien, el metano (CH_4), emitido por la descomposición de la materia orgánica, se emite en los arrozales, los pantanos y lugares de agua estancada. Luego, el óxido nítrico (NO_2), proveniente principalmente de la industria de fertilizantes químicos. Por otra parte, los otros 3 gases son de carácter industrial y son creados por el hombre, conocidos como gases fluorados. Estos son los hidrofluorocarbonados, los

perfluorocarbonados, el hexafluoruro de azufre, y los aerosoles precursores provenientes de partículas volátiles que al reaccionar con otros gases crean el llamado “ozono malo”.

El presente proyecto está basado en la investigación exploratoria y descriptiva sobre los hidrofluorocarbonados (que tienen un potencial de calentamiento global que oscila desde 140 hasta 11700) generados por los aires acondicionados y neveras industriales y domésticas de la Universidad ICESI.

Capítulo 2

Los Hidrofluorocarbonados (HFC)

2.1 La industria de refrigeración a nivel mundial.

Por una parte, al aumento de la población y la elevada importancia de la tecnología y el confort en la vida de las personas, genera que la demanda mundial de equipos de refrigeración sea bastante significativa. De hecho, se pronostica crecimiento en esta industria en los próximos años, sin embargo, el marcado interés de las personas, gobiernos y organizaciones por reducir nuestros impactos negativos en la capa de ozono y el efecto invernadero ha llevado a someter esta industria a un mayor control respecto al tipo de refrigerantes que se usan. Así, se espera el crecimiento del mercado de refrigerantes amigables o responsables ambientalmente los cuales potencialmente pueden traer tanto desarrollo para los mercados de estas industrias refrigerantes, como avances en materia de sostenibilidad del mismo.

Los países líderes en la producción de refrigerantes son principalmente asiáticos, como China, Corea del Sur, Turquía, entre otros, donde se encuentran marcas como Haier, LG Electronics, Samsung, etc. También hay líderes importantes en países europeos como Italia, Alemania y Francia, donde nacieron marcas como Bosh, Tauros y Miele. En cuanto a los países norteamericanos como Estados Unidos y México se encuentran marcas como Whirlpool, General Electric, Mabe y Black & Decker. Las siguientes gráficas evidencian de manera detallada lo mencionado anteriormente, referente a los países exportadores tanto de refrigeradores como de aires acondicionados. Los datos que se presentaran fueron tomados de la fuente OEC (Observatorio de la Complejidad Económica) para el año 2017

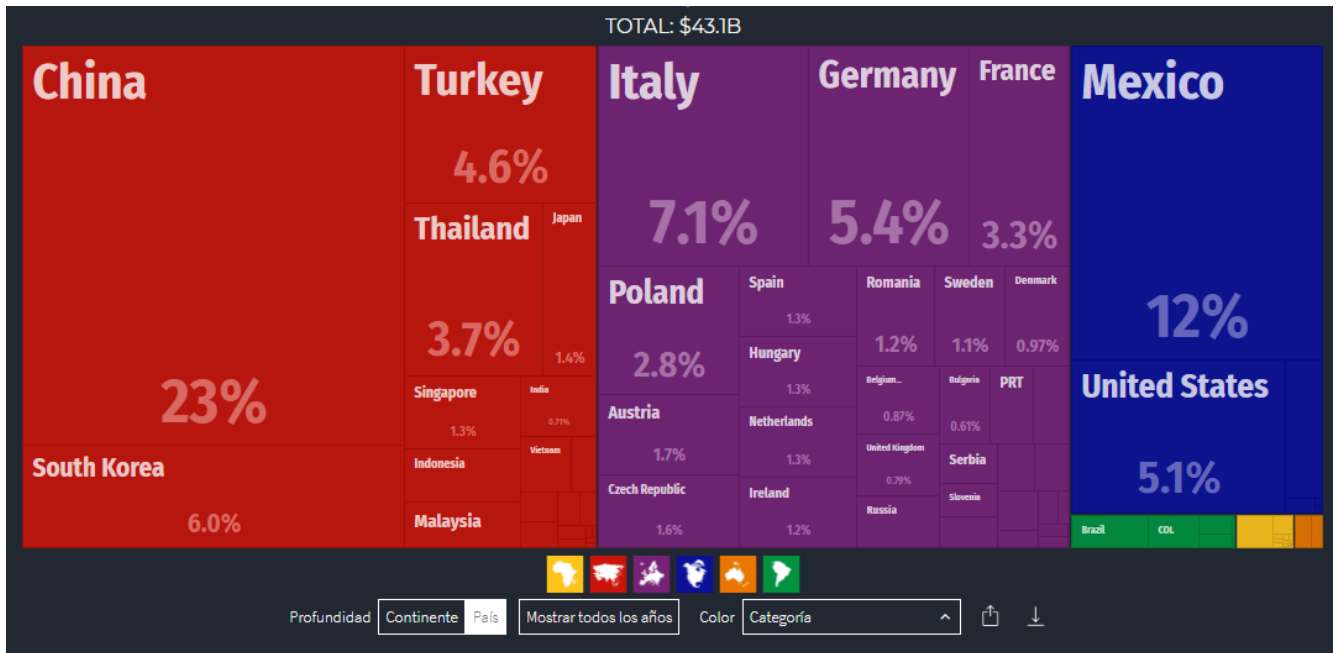


Ilustración 1: Países exportadores de refrigeradores.

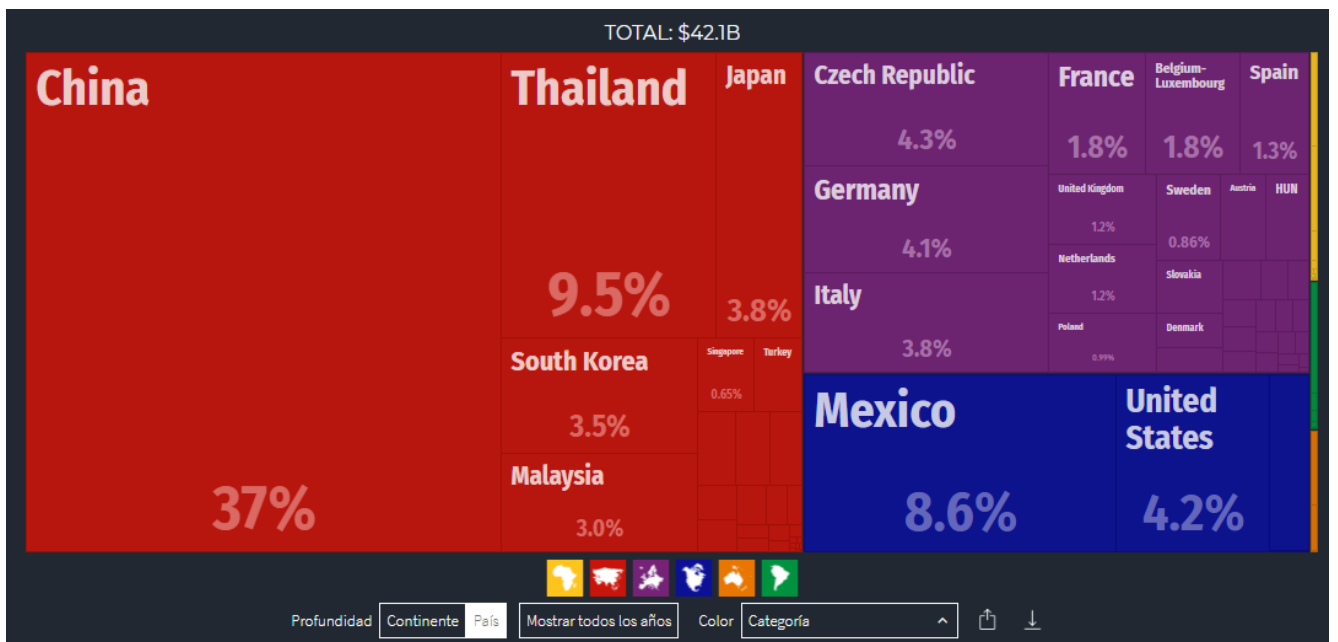


Ilustración 2: Países exportadores de Aires Acondicionados.

Ahora bien, en cuanto a los países que importan estas tecnologías también son en su mayoría europeos como Alemania, Francia e Inglaterra. En Norteamérica, Estados Unidos, Canadá y México. En Asia se encuentra Japón, China e India, entre otros. En menor proporción también se importan desde África, específicamente en Argelia y en Sudamérica importa Chile, Brasil, Perú y Argentina. De lo anterior, podemos establecer que existe un tipo de comercio intraindustrial, es decir, la exportación e importación del mismo tipo de bienes entre países con similares dotaciones de factores y tecnologías.

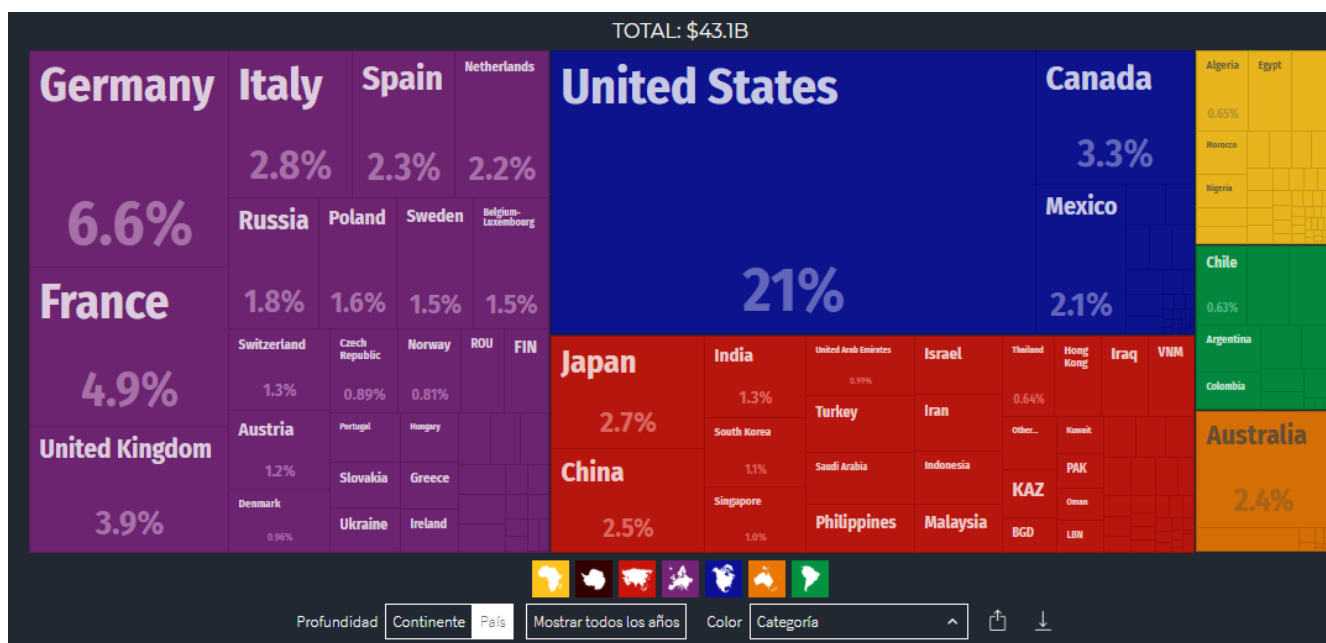


Ilustración 3: Países importadores de refrigeradores.

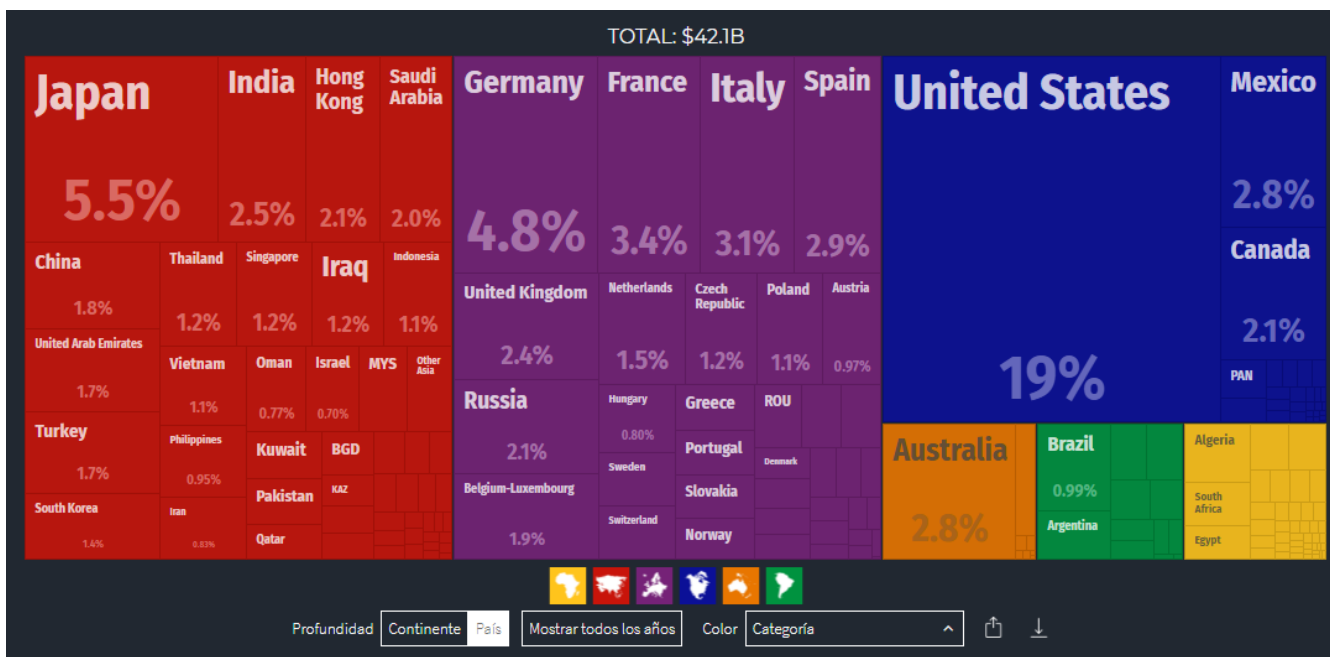


Ilustración 4: Países importadores de aires acondicionados.

2.2 Industria de refrigerantes en Colombia.

Según, Euromonitor, compañía dedicada al estudio de mercados a nivel mundial. Para el 2019, los equipos de refrigeración registran 807,300 unidades, lo que equivalente a un crecimiento de del 3%. De acuerdo a ciertos pronósticos, esta cifra aumentará de manera que se van a alcanzar ventas de alrededor de 825,200 unidades en 2024. En cuanto a las marcas líderes en el mercado de equipos de refrigeración, Mabe e Industrias HACEB son muy importantes, pues se centran en la innovación a través de nuevas tecnologías. A pesar de que los minoristas y los hipermercados lanzan productos de etiqueta privada de menor precio con solo las funciones esenciales., según pronósticos, no se espera que esta tendencia que las preferencias de los consumidores cambie.

Sales of Refrigeration Appliances in Colombia

Volumen Minorista - '000 unidades - 2005-2024

807

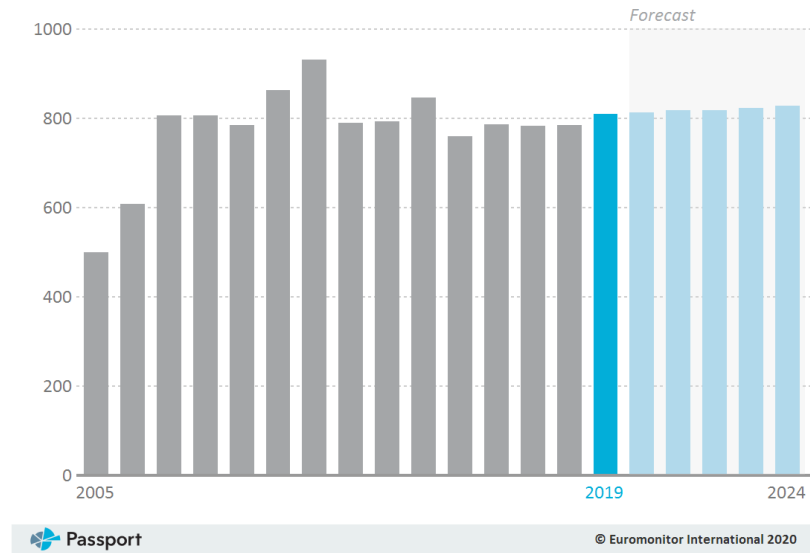


Ilustración 5: Tamaño de mercado de equipos de refrigeración, Colombia, 2019.

Brand Shares of Refrigeration Appliances in Colombia

% De participación (LBN) - Volumen minorista - 2019

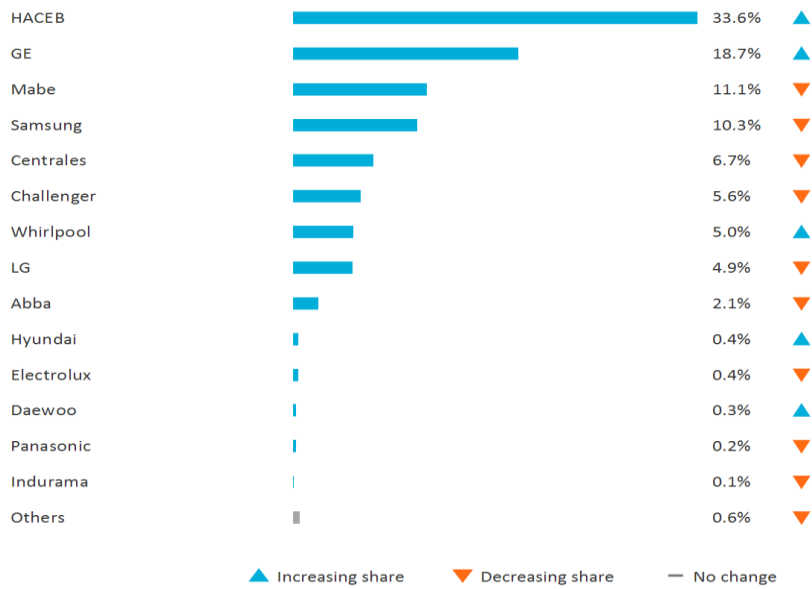


Ilustración 6: Marcas líderes en equipos de refrigeración en Colombia, 2019.

Por otra parte, según datos que aporta el Ministerio de Ambiente de la República de Colombia en su informe sobre los BANCOS DE SAO Y HFC, en el país el impacto climático por hidrofluorcarbonados se concentra en equipos de refrigeración y aires acondicionados tanto de carácter doméstico como industrial.(Aire, n.d.).

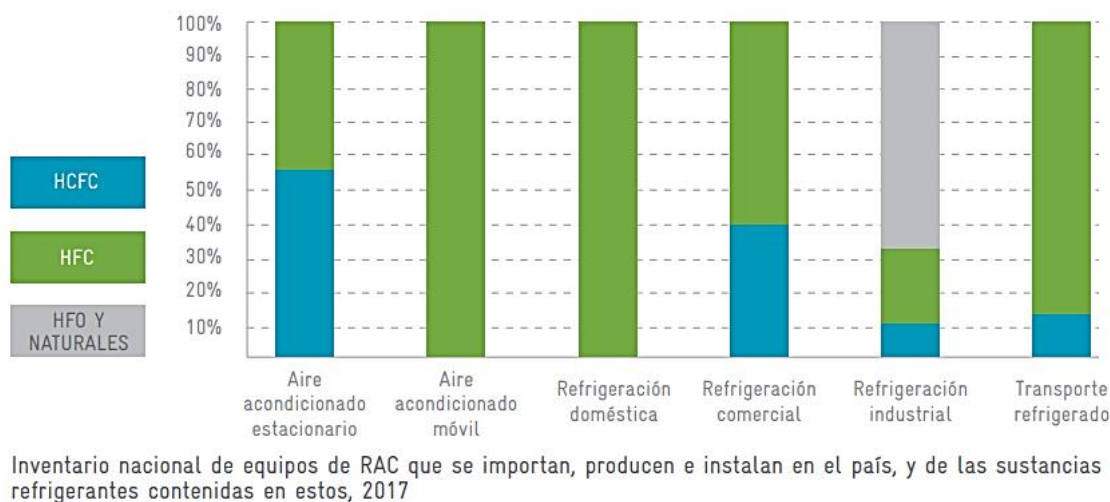
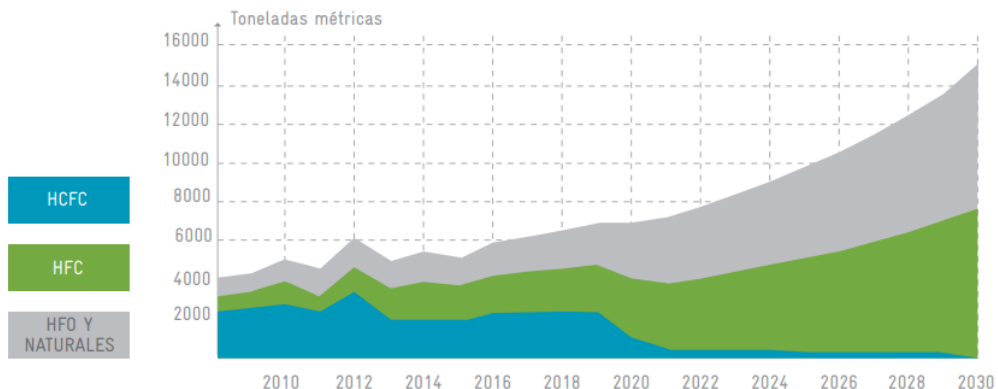


Ilustración 7: Composición del sector por grupo de sustancia. Año 2015.

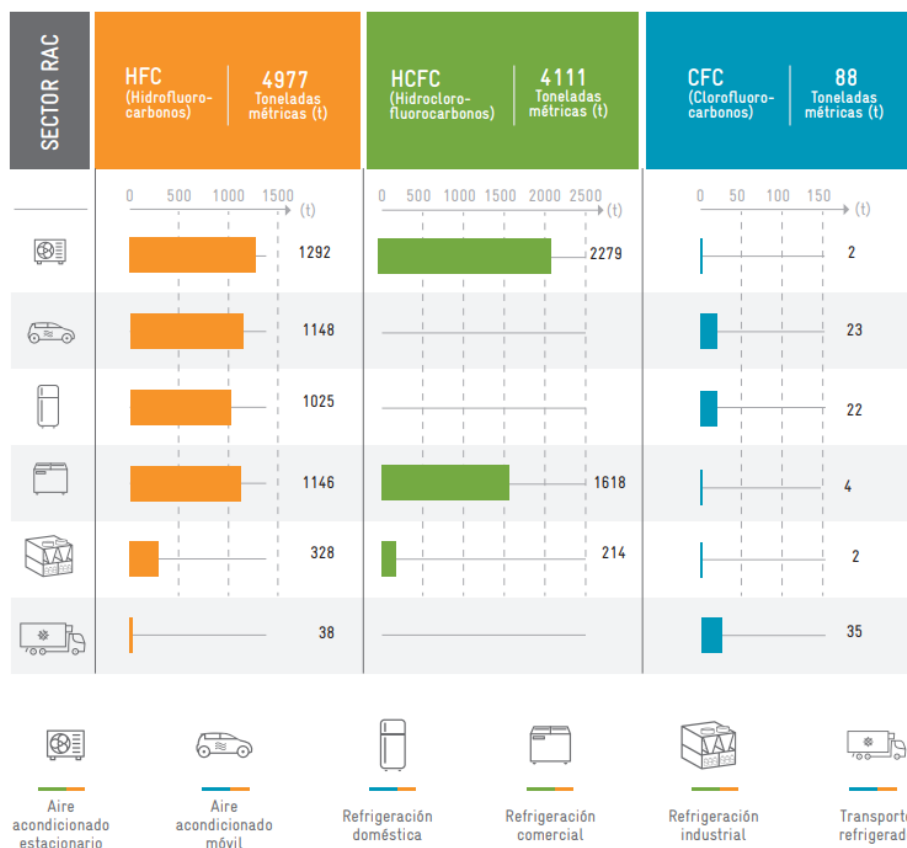
En Colombia la mayor cantidad de SAO (Sustancias que agotan la capa de Ozono) se encuentra en el sector de aires acondicionados estacionarios, seguido de refrigeración comercial e industrial. Respecto a los HFC, la mayor emisión es producida por sector de aire acondicionado estacionario y móvil, seguido por el sector de refrigeración comercial.(Aire, n.d.) Además, existen alrededor de 4111 toneladas de HCFC las cuales deterioran la capa de ozono y causan un efecto invernadero. Estas están concentradas en la refrigeración comercial y los aires acondicionados estacionarios. Con respecto a los HFC, aproximadamente 4977 toneladas, distribuidas específicamente en la refrigeración comercial, doméstica y móvil y los aires acondicionados estacionarios.(Aire, n.d.)

Consumo de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal y de las sustancias alternativas (HFO y refrigerantes naturales) en Colombia



Inventario nacional de equipos de RAC que se importan, producen e instalan en el país, y de las sustancias refrigerantes contenidas en estos, 2017

Ilustración 8: Inventario nacional de equipos de refrigeración y aires acondicionados, 2017.



GIZ-UTO, Inventario Nacional de Bancos de SAO, 2018

Ilustración 9: Distribución de gases fluorados presentes en la industria del país en los diferentes sectores.

La tendencia en quipos de refrigeración se mantiene con muy poca variación, según datos actualizados de GFK, compañía de investigación de mercados. En 2019, las neveras representan la mayor participación en las ventas de electrodomésticos de la línea blanca del país, con un 39% de las mismas y un crecimiento en ventas de 20,1%. En contraste, los aires acondicionados a pesar de que efectivamente tienen menor porcentaje de participación, 9%, su incremento respecto al año anterior fue de 50,9%, superior que el de las neveras.

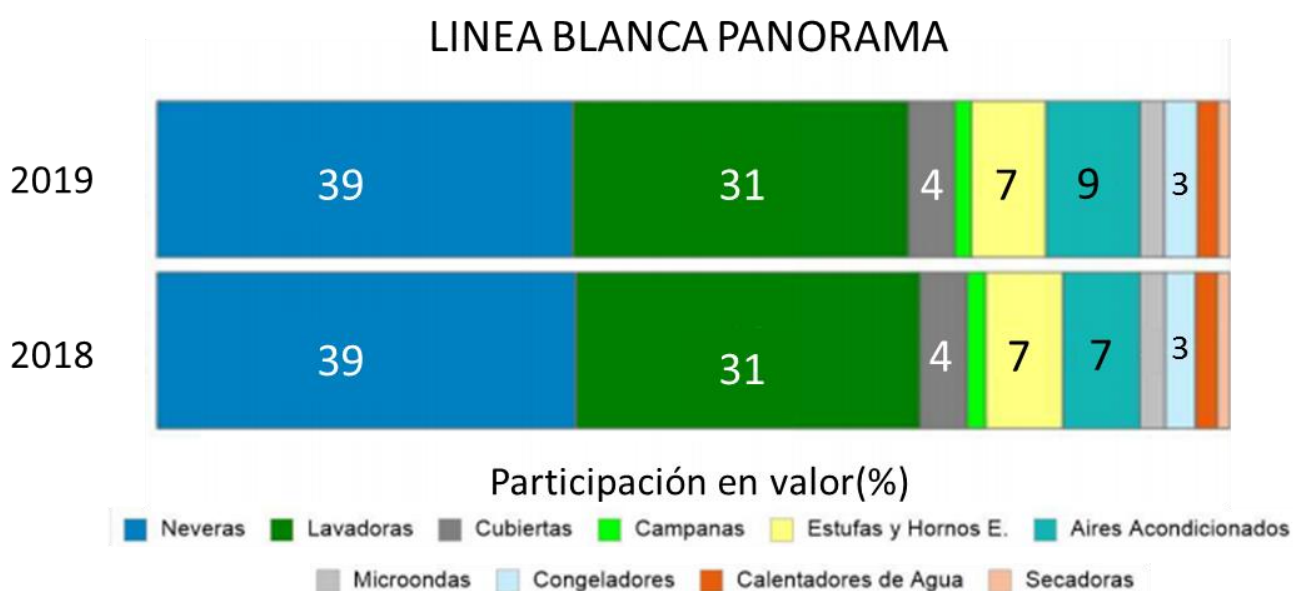


Ilustración 10: Equipos de refrigeración y aires acondicionados.

En cuanto a las neveras, HCEB sigue siendo la marca líder en el mercado, con un 39% de las ventas seguida por MABE, CHALLENGER, SAMSUNG, LG, ABBA en menor proporción y otras marcas. Para este año a comparación del 2018, General Electric ya no se encuentra liderando. Lo anterior se puede evidenciar de manera detallada en la siguiente grafica tomada de la fuente GFK

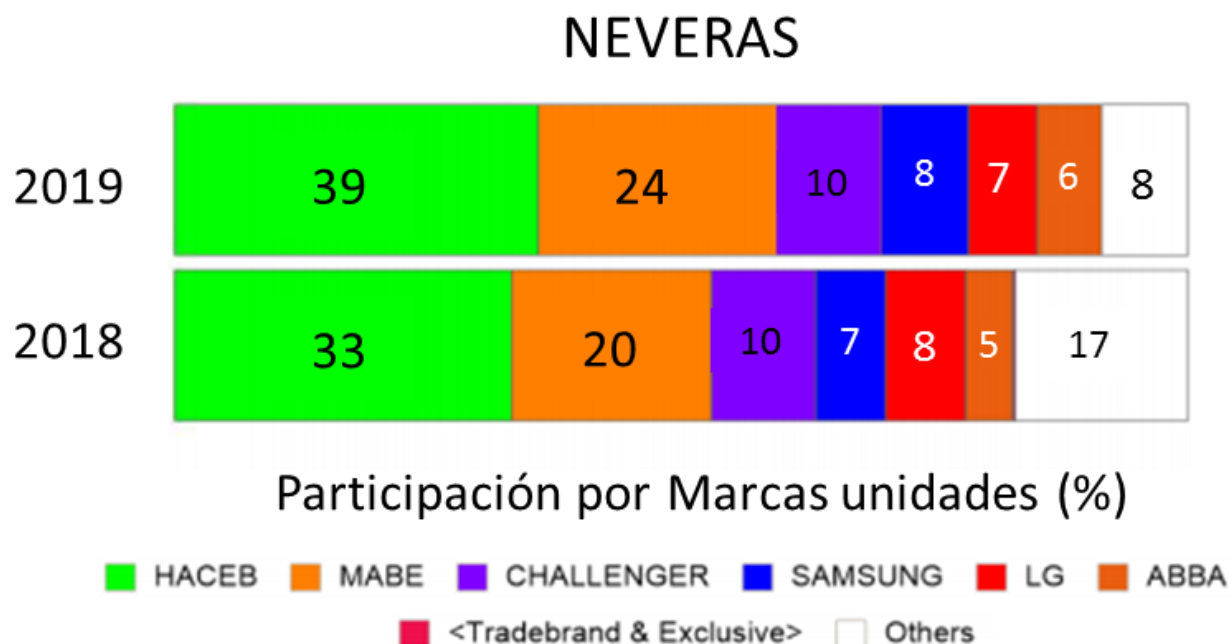


Ilustración 11: Marcas líderes de equipos de refrigeración.

Aunque Colombia no es un país líder en la producción de equipos de refrigeración, cuenta con 3 empresas relevantes dedicadas a ello. Entre las cuales está en primer lugar GrivanIngeniería S.A dedicada al diseño, fabricación, montaje y mantenimiento de cuartos fríos, sistemas de refrigeración industrial y comercial, tiene sedes en Bogotá, Cali y Barranquilla. En segundo lugar, Industrias Refridcol S.A. con sede principal en Yumbo, Valle del Cauca, donde diseña y fabrica cuartos fríos para la conservación de alimentos. En tercer lugar, Thermotar quien elabora equipos centrales de aire acondicionado para el sector industrial, comercial y residencial con calidad de exportación, cuenta con puntos de venta en Bogotá, Cali, Medellín, Cartagena, Barranquilla y Santa Marta.

Las empresas encargadas de la distribución de los equipos de refrigeración en el país según datos nuevamente de GFK, son principalmente grandes superficies como Éxito, Jumbo, la 14 y

ALKOSTO. El canal especializado y el online. Lo anterior se puede evidenciar de manera detallada en la siguiente gráfica.

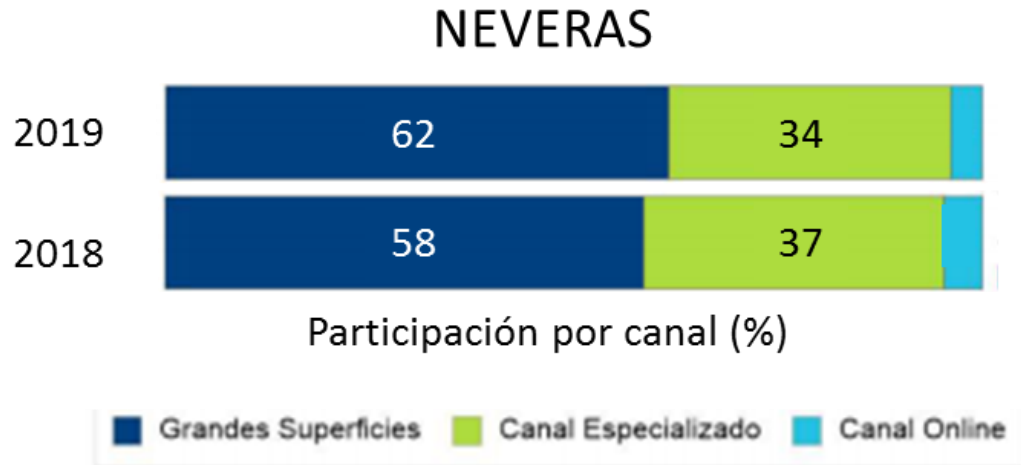


Ilustración 12: Canales de distribución de equipos de refrigeración.

Finalmente, los principales consumidores de equipos de refrigeración son los hogares, con fin de uso doméstico y las superficies que los requieran para su funcionamiento, ya sean las industriales, comerciales, o simplemente por comodidad para sus empleados. La universidad ICESI por ejemplo, los usa en sus zonas de restaurantes y cafetería y en todas las aulas de la misma

Capítulo 3

Compromisos De Colombia Ante La Cumbre Mundial De Cambio Climático, Paris 2015.

3.1 Compromisos Generales.

Colombia es el responsable del 0,46% de las emisiones mundiales de GEI según datos del 2010. A pesar de que el porcentaje es poco, si no se toman medidas, las emisiones de GEI podrían aumentar cerca de 50% en 2030 (Mata & Cordero, 2009). También es un país vulnerable al cambio climático, es decir que este tiene efectos negativos en todas las regiones del país. Esta condición de vulnerabilidad del país lleva a pensar que la adaptación es una prioridad para el mismo pues es la única forma de disminuirla.

Por ello, Colombia ratificó el acuerdo de París del 2015 que se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el cual establece medidas para la reducción de las emisiones de GEI a través de la mitigación y adaptación. El país se comprometió a tomar 10 medidas concretas de adaptación, que van desde la delimitación y protección de los 36 complejos de páramos, hasta lograr que el 100 % del territorio nacional cuente con planes de adaptación al cambio climático, es decir, el proceso de ajustarse, tanto a los efectos ya observados de un clima cambiante, como a los efectos esperados derivados de futuras trayectorias del cambio climático. Lo anterior va de la mano del Plan Nacional de Adaptación y la Política Nacional de Cambio Climático. Por otra parte, como medida de mitigación, es decir, de actividades que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero, Colombia se comprometió a reducir 20 % de sus emisiones con base en un escenario proyectado a 2030 e inclusive, a disminuir el 30 % si cuenta con cooperación internacional.(Mata & Cordero, 2009)

Los compromisos adquiridos por el país son una oportunidad para que se modernice y transforme su economía, proteja sus bosques, reduzca la deforestación y cuente con una industria eficiente, baja en carbono y resiliente al clima. Además, para que desarrolle fuentes alternativas de energía limpia que aseguren la confiabilidad del sistema. Aunque todo esto suene muy utópico o incluso imposible de lograr, el informe de la Nueva Economía del Clima del IPCC del 5 de septiembre de 2019 Nueva York, EE.UU., (Growth, 2014) asegura que es posible crecer económicamente y aumentar la competitividad al tiempo que el país reduce las emisiones y fortalece su capacidad adaptativa.

Los compromisos de Colombia ante la cumbre se pueden resumir en los aceptados con fondos internacionales, los compromisos de adaptación y el de mitigación. Dentro de los primeros se encuentran cuatro proyectos, dentro de los cuales está el fondo para la paz y el desarrollo sostenible para el cual el Gobierno lanzó la iniciativa Colombia Sostenible cuyo Fondo contará con 600 millones de dólares para financiar acciones encaminadas a lograr proteger los bosques y biodiversidad del país, como promover un desarrollo sostenible rural y luchar frente al cambio climático. Teniendo en cuenta que Colombia es un país forestal ya que más del 51 % de su territorio está cubierto de bosques y que la deforestación está asociada a muchas presiones y sectores productivos, pero también a la guerra pues el 58 % de la deforestación tuvo lugar en los municipios con mayores niveles de conflicto (Mata & Cordero, 2009)

Otro compromiso del país aceptado con fondos internacionales son las alianzas para frenar la deforestación en Colombia para lo cual, de los cinco mil millones de dólares que Noruega, el Reino Unido y Alemania se comprometieron a aportar entre 2015 y 2020 para financiar proyectos que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la deforestación y la degradación de los bosques, 300 millones de dólares serán destinados a Colombia. Para apoyar la

implementación de la Visión Amazonía que busca, entre otras, alcanzar la meta de cero deforestaciones netas en esta región en 2020 y para reducir la deforestación en todo el país. (Mata & Cordero, 2009)

El tercer acuerdo con fondos internacionales aceptados, es tener áreas protegidas sostenibles financieramente en el cual el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN), la Fundación Gordon y Betty Moore, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), el Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas – Patrimonio Natural, Wildlife Conservation Society (WCS) y Conservación Internacional (CI), con apoyo del Banco Interamericano para el Desarrollo (BID), firmaron un Memorando de Entendimiento en el que se comprometen a trabajar en equipo para financiar y mejorar la gestión del Sistema de Parques Nacionales del país y se proponen hacer esfuerzos para declarar 3,5 millones de hectáreas de áreas protegidas nuevas. (Mata & Cordero, 2009)

En cuanto a las 10 medidas concretas de mitigación, estas son: 100% del territorio nacional con planes de cambio climático, un sistema nacional de indicadores de adaptación, las cuencas prioritarias contarán con instrumentos de manejo con consideraciones de variabilidad y cambio climático, seis (6) sectores prioritarios de la economía estarán implementando acciones de adaptación innovadoras, el fortalecimiento de la estrategia de educación a públicos sobre cambio climático, la delimitación y protección de los 36 complejos de páramos, aumentar en más de 2,5 millones de hectáreas la cobertura de áreas protegidas, la inclusión de consideraciones de cambio climático en proyectos de interés nacional y estratégicos (pines), 10 gremios del sector agrícola con capacidad de adaptarse y 15 departamentos del país participando en las mesas técnicas agroclimáticas y un millón de productores recibiendo información agroclimática.

Y el tercero del grupo de compromisos del país ante la cumbre es el de mitigación que como ya lo mencionamos anteriormente que busca reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero del país en un 20 % con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030. Por una parte, esto incluye los seis gases reconocidos por el Protocolo de Kyoto, CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆. Por otra parte, las medidas de reducción están encaminadas a una modernización y transformación de la economía sin que ninguna cueste más de 20 dólares por tonelada de CO₂ reducida. (Mata & Cordero, 2009)

Además, hay más de 100 opciones de mitigación que pueden ser implementadas en los sectores más importantes de la economía nacional y a nivel regional como la reducción de la deforestación, la restauración ecológica, las plantaciones forestales comerciales, sistemas agroforestales con alto potencial de captura de carbono, mejores prácticas de fertilización, ganadería sostenible y ordenamiento territorial en el sector de la agricultura, silvicultura y otros usos de suelo.

La sustitución de carbón por biomasa, introducción de combustibles de menos intensidad de carbono, desarrollos tecnológicos en los procesos productivos que mejoran la eficiencia y calderas, hornos, motores en la industria. El compostaje de residuos sólido y la captura y quema de metano en rellenos sanitarios en el sector residuos. La eficiencia energética en los sectores de demanda, medidas de mitigación en procesos de transformación y producción, un portafolio de energías renovables (eólica, solar), sistemas de redes inteligentes, esquemas de generación con fuentes no convencionales, reducción de pérdidas de transporte de energía, participación de la demanda mediante esquemas de precios y de incentivos, gestión de metano en yacimientos y minas de carbón (cbm y cmm) y captura y almacenamiento de carbono en el sector de la energía.

En el sector transporte teniendo estándares de rendimiento y conducción verde, renovación de la flota de vehículos de carga, introducción de vehículos con nuevas tecnologías, uso de combustibles de menor intensidad de carbono, promoción del transporte público, sistemas públicos de bicicletas, desincentivos al uso del transporte privado cobros por congestión transporte multimodal (fluvial y férreo) promoción del transporte público transporte optimización del transporte de carga. La renovación de vivienda con criterios de carbono-eficiencia, nuevos materiales y mejores técnicas de diseño y construcción vivienda ciudades sostenibles, sustitución de bombillos incandescentes, mejora en eficiencia de aires acondicionados y estufas a gas natural, reemplazo y chatarrización de neveras, uso de energía solar en el sector de vivienda.

3.2 Reemplazo De Equipos De Refrigeración En Colombia.

El cuarto, ultimo y el compromiso de mayor interés para nuestro trabajo que es aprobado con fondos internacionales son las neveras que no calienten el planeta ni dañen la capa de ozono para lo cual e Alemania, el Reino Unido, Dinamarca y la Unión Europea, le dará nueve millones de euros a Colombia para un proyecto de sustitución de refrigeradores por unos que no calienten el planeta. El proyecto que Colombia presentó el cual, según Rodrigo Suárez, director de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, tiene el potencial de reducir 16 millones de toneladas de gases de efecto invernadero. Incluye una política para la transformación de la refrigeración doméstica, el reemplazo de refrigeradores y el manejo de la disposición final (Mata & Cordero, 2009).

Capítulo 4

Trabajo de Campo

4.1. Exploratorio

Para empezar este capítulo, es útil mencionar la transición que han tenido los gases refrigerantes ya que existen cuatro generaciones de ellos. Las primeras generaciones son conocidos como los refrigerantes naturales o clorofluorocarbonos (CHFC), estos gases tienen un potencial inflamable y pueden ser tóxicos y explosivos, además no son aptos para aplicaciones domésticas y tienen un impacto negativo tanto en la capa de ozono como en el efecto invernadero. La segunda generación son los HCFC, que son gases más seguros y aptos para aplicaciones domésticas pero que siguen siendo agresivos con la capa de ozono y por esto se establece una reducción paulatina de estos gases y reemplazarlos por la tercera generación que son los gases hidrofurocarbonados de uso más actual y el centro de investigación de nuestro proyecto.

La tercera generación son los HFC, refrigerantes más seguros y amigables con la capa de ozono, pero su acumulación en la atmósfera contribuye al efecto invernadero y el calentamiento global, pues estos gases tienen un potencial de calentamiento entre 140 y 12000 veces más potente que el dióxido de carbono. Son seguros para el uso doméstico, respetan la capa de ozono, tienen un bajo potencial de calentamiento global, son de alta eficiencia y son reciclables y económicos. Las primeras dos generaciones están reguladas bajo el protocolo de Montreal y las expectativas de pasar a los gases de cuarta generación están manifestadas en el protocolo de Kioto.

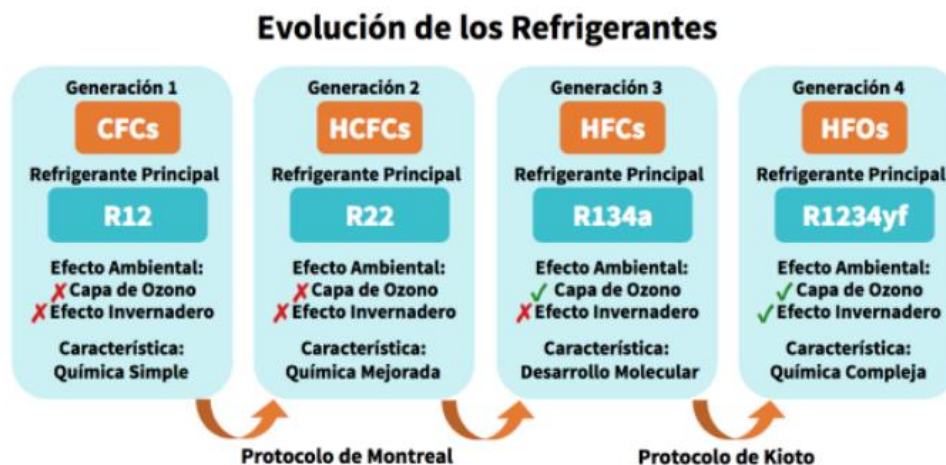


Ilustración 13: Evolución de los gases refrigerantes.

El 15 de octubre de 2016, en su 28ª reunión celebrada en Kigali, las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (Protocolo de Montreal) llegaron a un acuerdo para reducir el consumo y la producción de hidrofluorocarbonos (HFC).

El Protocolo de Montreal ha sido objeto de varias enmiendas, la última de ellas es la Enmienda de Kigali que es la quinta de una serie de enmiendas del Protocolo, y fue aprobada para eliminar los HFC, que con frecuencia se utilizan como sustitutos de las sustancias que agotan el ozono (SAO). Si bien los HFC no son sustancias que agotan el ozono, sí son poderosos gases de efecto invernadero que tienen un potencial de calentamiento atmosférico (PCA) importante.

Se modifica el Protocolo de Montreal para incluir un nuevo anexo F en el que se enumeran los HFC, divididos en dos grupos, los equivalentes de CO₂ se utilizan para medir la producción, el consumo, las importaciones y las exportaciones del HFC-23, encuadrado en el grupo 2 del anexo F, así como sus bases de referencia y las emisiones resultantes de su consumo y producción. Se exige la destrucción de emisiones de HFC-23 en la medida de lo posible, mediante el uso de

tecnologías aprobadas por las Partes El comercio con Estados que no han ratificado la Enmienda debe quedar prohibido a partir del 1 de enero de 2033.

En el artículo 5 de este protocolo de Montreal (ONU, 2006), se estipula que los países que tendrán que reducir y modificar los usos de estas sustancias son aquellos que sean un país en desarrollo y cuyo nivel calculado de consumo anual de las sustancias controladas que figuran en el anexo A sea inferior a 0,3 kg per cápita en la fecha en que el Protocolo entre en vigor para dicha Parte, o en cualquier otra fecha a partir de entonces hasta el 1° de enero de 1999, tendrá derecho, para satisfacer sus necesidades básicas internas, a aplazar por diez años el cumplimiento de las medidas de control.

Finalmente, para mencionar, existe una normativa de la unión europea sobre los gases fluorados que rige a partir de 2015, esta busca el cese progresivo de las emisiones de estos gases por medio del establecimiento de cuotas que dependen del potencial de calentamiento global (PCG). A mayor PCG, mayor será la cuota, de esta manera, se reduce el consumo de HFC mediante la asignación de cuotas a mayor PCG mayor será la cuota.

En cuanto a los refrigeradores o neveras utilizadas en la universidad, las cafeterías las cafeterías son los lugares donde estos equipos son demandados. En la cafetería central hay dos neveras de compartimiento triple¹. Para el enfriamiento de gaseosas, jugos y conservación de preparados tales como avena, yogurt, arroz con leche y otros postres, estas neveras son de marca Fogel, modelo x-13, las cuales utilizan un refrigerante de tercera generación, el R134a. También

¹ Ver Anexo 1

hay una nevera industrial marca Pallomarco y otras 3 neveras industriales de las cuales no obtuvimos información de su referencia².

En Samán, hay dos cafeterías. Una de ellas es Café donde se encuentran tres neveras³, dos para bebidas y productos, una más para los ingredientes para la preparación de alimentos. La otra es Bristo, esta tiene cuatro neveras⁴, dos para bebidas, una para la exhibición de alimentos tales como frutas, yogurt, sándwich y una más para mantener ingredientes. En la cafetería de Bienestar hay 3 neveras para guarda bebidas y helados⁵. La nevera en la que se guardan los helados es marca Coldline, según su ficha técnica usa refrigerantes de tercera generación, R-134a.

En la cafetería The Snack, hay dos neveras⁶ utilizadas para usar gaseosas, en una de ellas, específicamente la de Coca-Cola, llamo la atención el hecho de que un letrero anunciaba que la nevera usaba gas ecológico y que no daña la capa de ozono. En la cafetería que queda en el edificio G, hay 3 neveras⁷, una de ellas es de la marca Inducol, investigando, la ficha técnica de este tipo de neveras sugiere que trabajan con un gas refrigerante ecológico.

En la cafetería Wonka, hay tres neveras⁸ para guardar bebidas. Una de ella es de uso doméstico que utiliza el gas refrigerante de tercera generación, R-134a. Las otras dos son comerciales de las cuales una es para guardar helados, esta es marca Coldline y según la ficha técnica de este tipo de neveras, usa un gas refrigerante de tercera generación, R134a. Finalmente,

² Ver Anexo 2.

³ Ver Anexo 3.

⁴ Ver Anexo 4.

⁵ Ver Anexo 5.

⁶ Ver Anexo 6.

⁷ Ver Anexo 7.

⁸ Ver Anexo 8.

en la cafetería de Plazolleta hay dos neveras⁹ de marca Frigidaire comercial, según su ficha técnica también usan un gas refrigerante de tercera generación, R-134a. En este lugar no se nos permitió tomar fotos, pero si nos suministraron la marca de las neveras.

Por otra parte, respecto a los aires acondicionados en la Universidad Icesi, estos son utilizados en todos los edificios de la misma, se encuentran en salones, oficinas, la biblioteca y salas de estudio. Según un proyecto de grado para obtener el título de Magister en Administración de un estudiante de ICESI en 2013 (Hechavarría, Rodney; López, 2013). El sistema de aire acondicionado del plantel para ese tiempo era una planta de enfriamiento con condensación por agua. Constaba de dos enfriadores de agua marca TRANE de 200 Toneladas de Refrigeración (TR, Irlandés), trabajaban de manera continua desde las 7:00 am hasta las 9:30 pm, sin unidad de respaldo y con variadores de velocidad. Dos Torres de enfriamiento de 250 GPM (galones por minuto) que funcionaban desde las 7:00 am hasta las 9:30 pm, sin alguna unidad de respaldo y con motores de velocidad variable. Un sistema de bombeo de recirculación con motores de velocidad variable y tuberías con aislamiento.

El edificio D tenía 53 unidades clasificadas “manejadoras” y fancoils, haciendo referencia a un ventilador convector, que intercambia frío o calor y es parte integral del sistema de aire acondicionado. Estas unidades eran en su totalidad del tipo hidrónicas (manejo de agua fría a través de tuberías para generar bajas temperaturas), es decir que trabajan con el agua fría enviada desde las unidades de enfriamiento. Las mismas eran prendidas o apagadas manualmente por el personal encargado de acuerdo a la ocupación.

⁹ Ver Anexo 9.

El refrigerante que utilizaba el sistema era R134A. Compuesto inocuo para la capa de ozono, fue desarrollado para ser una alternativa a largo plazo para refrigerantes CFC y HCFC. Utilizado para la climatización de automóviles, refrigeración doméstica y comercial, aire acondicionado comercial e industrial y transporte refrigerado. La pérdida energética del sistema se encuentra en la diferencia de temperatura entre el agua de salida del enfriador de agua y el aire de retorno. El punto de ajuste de la temperatura de enfriamiento era 23°C medido con termostatos en los retornos de aire. El sistema estaba programado para que la temperatura a la salida de agua era 5°C.

Pero gracias a una entrevista concebida por el señor Orlando Mosquera Caicedo, técnico del ingeniero Raúl Andrés Solarte Zambrano y encargado del sistema de refrigeración. Nos dimos cuenta que actualmente el sistema de refrigeración de ICESI es llamado chiller el cuál hace su enfriamiento por medio de agua helada. Tiene una planta central para toda la universidad la cual funciona de 6:45 AM a 10:00 pm de lunes a viernes y sábado de 7:30 am a 6:00 pm. El aire se distribuye por medio de bombas de suministro de agua para cada edificio.

El señor Orlando controla desde su área de trabajo tanto el mecanismo de encendido del aire de cada salón dependiendo el horario de clase pues cada uno tiene una máquina de aire acondicionado y la carga de gas refrigerante la cual tiene en el equipo central. El sistema utiliza 3 tipos de refrigerantes entre ellos están el R22, 134A y R410A. De ellos, el menos ecológico es el R22 seguido del 134A, actualmente el más ecológico y que menos afecta en capa de ozono es el R410A.

El entrevistado manifiesta que los criterios que se tuvieron en cuenta para determinar la estructura de aires acondicionado en la universidad fueron el costo, impacto ambiental, rendimiento y calidad. Dada la importancia de generar un ámbito sostenible, la universidad

trabaja para cambiar todos los equipos que utilizan el refrigerante más contaminante para la capa de ozono, los cuales podrían representar un 10% del total de los aires, por el R410A. El señor Orlando es consciente de que los HFC (Hidrofluorocarbonos) son gases más ecológicos, menos dañinos para la capa de ozono y hacia donde apuntan las empresas del futuro pues no contienen cloro. Tomamos algunas fotos a equipos de refrigeración de la universidad donde se evidencia la marca y detalles de los mismo como el refrigerante que usa¹⁰.

Otro aspecto importante en este trabajo exploratorio es el acercamiento que tuvimos con el área de sostenibilidad de la universidad. Tanto desde la página web de la misma como gracias a una visita que realizamos al espacio físico donde se encuentran las personas que hacen parte del comité ambiental. Ahí dialogamos con dos personas sobre el tema y pudimos notar que, aunque efectivamente aseguran saber algo sobre los HFC's y el daño ambiental de los aires acondicionados, no están muy al corriente del tema. La página web de la universidad cuenta con un espacio llamado ICESI Sostenible, pero este espacio está aún en construcción. Aquí se encuentran temas de sostenibilidad ambiental relacionados con el agua, residuos, energía, movilidad, biodiversidad, cambio climático, educación, e investigación. También habla sobre la huella ecológica de la universidad, pero no menciona el manejo del sistema de refrigeración.

4.2 Descriptivo.

Es importante mencionar que como estudiantes de economía y negocios internacionales esta problemática de contaminación ambiental producida por los hidrofluorocarbonados puede ser

¹⁰ Ver anexo 10.

abordada desde el punto de vista económico bajo el concepto de Externalidad. Una externalidad es un impacto, ya sea positivo o negativo, sobre otra parte involucrada en el ejercicio de alguna actividad que no se evidencia en una transacción económica, en otras palabras, podemos referirnos a externalidad como un beneficio o un costo adicional. La teoría de la economía del bienestar demuestra que la existencia de externalidades termina generando resultados que no son óptimos o deseables desde un punto de vista social. Ahora, para referirnos a beneficios o costos sociales utilizamos también la teoría económica estándar, la cual establece que los intercambios voluntarios son beneficioso para las partes involucradas en el comercio, ya que, si los compradores o vendedores no se estuviesen beneficiando del comercio, no realizarían dichos intercambios.

Siguiendo esta línea argumentativa, las externalidades no son intercambios a voluntad por las partes, pues cuando existen estos costos externos, los que los sufren lo hacen en forma involuntaria y los que pueden beneficiarse lo hacen de manera gratuita. La contaminación ambiental que trae los efectos del calentamiento global a causa de las diferentes industrias del mundo no se encuentra registrada dentro de las transacciones del mercado e implica un gran costo que afecta a toda la sociedad. La teoría económica también establece que, en un mercado competitivo, cuando existe una externalidad negativa la producción del bien que se produce terminará siendo producido más de la cuenta, esto porque el productor no toma en cuenta dichos costos. Las personas que se vean afectadas por externalidades negativas bajo contaminación sufren un descenso en el nivel de su satisfacción ya sea por el disgusto o los costos potenciales a los que se tienen que someterse, por ejemplo, el tener a mayores gastos médicos por enfermedades pulmonares a causa de la contaminación del aire. Otra conversación importante

sobre este concepto es que estos costos externos pueden plantear problemas en el marco de la ética y la política.

Para resolver estas externalidades la economía propone modelos que buscan internalizar estos costos o beneficios externos. Por ejemplo, se pueden establecer cuotas o poner impuestos pigouvianos sobre la contaminación, sin embargo, esto puede seguir implicando un reto pues como ya se explicó anteriormente, los valores reales monetarios de estas externalidades no son fáciles de determinar. También existe la asignación de los derechos de propiedad propuestos en el Teorema de Coase (1960), que implica manifestar estos efectos adversos y poder tener una negociación, pues “si la información es perfecta y no existen costos de transacción asociados a la negociación, la asignación de los derechos de propiedad permite internalizar el efecto externo y alcanzar la solución eficiente en el sentido de Pareto.” K. Arrow (1970).

De nuevo, la existencia de externalidades genera en la economía un defecto en los mecanismos de mercado, pues se envían señales incorrectas a los consumidores y empresarios y el resultado son precios y productos ineficientes que afectan el bienestar de los consumidores. Para esto, los economistas han enfatizado en poner incentivos a dichas externalidades de manera que la señal de precio reflejaría el costo o beneficio social total que se produciría en un mercado no regulado con externalidades. También se puede aplicar la responsabilidad legal se refiere a que el estado puede obligar a que se compensen los daños a las partes que se afectaron. Las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente HFC, ha sido ubicado como la externalidad más importante en todas las actividades económicas por la magnitud del daño potencial. Aunque existen políticas de mitigación como las que ya se han mencionado y como la del compromiso de nuestro país para reemplazar estas tecnologías que usan refrigerantes no amigables con el medio ambiente.

Conclusiones y recomendaciones.

Como bien lo dice el acuerdo, construir un país mejor no solo es una labor del mismo, es algo que todos los colombianos juntos, de forma articulada e inclusiva. Todos podemos contribuir desde las oficinas usando las escaleras apagando los bombillos y aparatos eléctricos cuando no se estén usando, reciclando no imprimiendo sin necesidad, no usando desechables para lo cual se debe portar sus propios termos y pocillos. Instalando energía solar, incentivando el uso de transportes alternativos como bicicletas o carros eléctricos, cuidando los arboles del alrededor, entre otras cosas. Desde el campo se puede contribuir usando luz natural o solar, cuidando los árboles y bosques, teniendo estufas de leña, usando eficientemente el agua o los fertilizantes. En la manera como nos transportamos contribuimos compartiendo el vehículo, usando los paraderos, bicicletas, transporte público, carros eléctricos o caminando. Y en el hogar se puede usar bolsas de tela o papel no de plástico, instalando ahorradores de agua y energía solar, aprovechando el agua lluvia, reciclando, usando racionalmente el agua, cuidando las plantas que estén en la casa o alrededor y por supuesto teniendo una nevera eficiente y reduciendo el consumo del aire acondicionado.

En la universidad en específico se podría mejorar la eficiencia en el uso de los aires manteniéndolos apagados cuando los salones no están siendo ocupados, evitando programar temperaturas tan bajas, especialmente en los salones del edificio E, ya que lo como estudiantes de la universidad sabemos que es el edificio en el que siente más el efecto del aire y comentándolo con nuestros compañeros lo pudimos afirmar. Y no usando el sistema de aire acondicionado en temporada de invierno (lluvias) por ejemplo.

En cuanto a las neveras que están la universidad, aunque cafeterías como “Plazoletta” tiene un horario más corto que otras como “Central”, en todas las cafeterías el sistema de refrigeración

está en uso las 24 horas del día, todos los días de la semana ya que en ellas generalmente se guardan alimentos que necesitan refrigeración para su debida conservación. En la mayoría de sus equipos de refrigeración, el gas refrigerante de los mismos es R-134a que tiene un potencial de calentamiento global de 1430 y hace parte de la tercera generación de refrigerantes. Por lo que se sugiere mejorar la eficiencia en el uso de la refrigeración haciendo mantenimiento continuo a las neveras de las cafeterías y promoviendo que las cafeterías de la universidad reemplacen las neveras para que no usen HFC, que en su reemplazo usen refrigerantes de cuarta generación dentro de los cuales están R-1234yf y R-152a.

A modo de sugerencia, la universidad podría trabajar en un artículo sobre HFC en la página en el área de sostenibilidad que de seguro generaría un mayor impacto positivo ante la sociedad actual preocupada por el medio ambiente.

Bibliografía

Aire, Y. A. D. E. L. (n.d.). *Bancos de saoy hfc*.

Arrow, Kenneth J. (1969), 'The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Nonmarket Allocation', in X (ed.), Joint Economic Committee, 91st Congress of the United States, 1st Session.

Chrysanthis, P. K., Raghuram, S., & Ramamritham, K. (1991). Extracting concurrency from objects: A methodology. Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 61702, 108–117. <https://doi.org/10.1145/115790.115803>

Coase, Ronald H. (1960), 'The Problem of Social Cost', 3 Journal of Law and Economics, 1-44.

Growth, B. (2014). *Crecimiento , Mejor Better*. (September).

Hechavarría, Rodney; López, G. (2013). 濟無No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Mata, H., & Cordero, M. (2009). *El Acuerdo de Asociación*. Retrieved from <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2009/04316.pdf>

ONU. (2006). Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono. In *Medidas de control*.

Unidas, N. (1992). *Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. 62301.

Anexos.

Anexo 1. Neveras de compartimiento triple en la cafetería centra



Anexo 2. Neveras en la cafetería central.



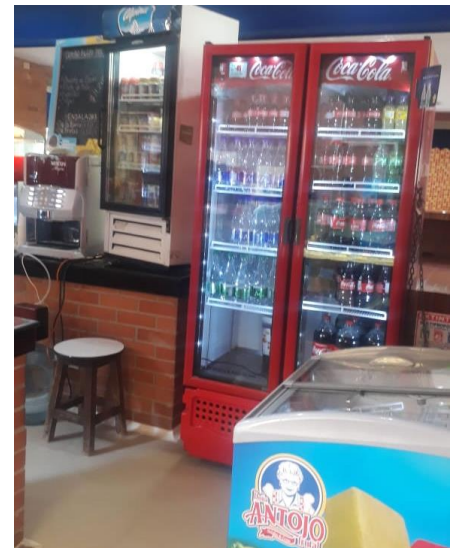
Anexo 3. Neveras en la cafetería Café.



Anexo 4. Neveras en la cafetería Bristo.



Anexo 5. Neveras en la cafetería Bienestar.



Anexo 6. Neveras en la cafetería The Snack.

Anexo 7. Neveras en la cafetería Edificio G



Anexo 8. Neveras en la cafetería Wonka.



Anexo 9. Neveras en la cafetería Plazolleta



General Specifications

- Product Weight (lbs): 311
- Condenser Type: Dynamic
- Frost-Free Performance: Yes
- Refrigerant (Frig): R134a
- Interior Light: Full-Width Fluorescent with Manual Switch
- Interior Finish: Galvanized
- Temp Range: 1-9
- Power Type: Electric
- Size: 18 Cu. Ft.
- Installation Type: Free-Standing
- Collection:

Anexo 10. Sistema de Aire Acondicionado de la Universidad Icesi.



R. Salento

YORK® CE
OUTDOOR UNIT

MODEL YJ0A24FS ADA
 PRODUCT ID
 POWER SUPPLY 220-230 V~c 60Hz 1Ph
 COOLING CAPACITY 6048kcal/h
 7.03kW
 24000Btu/h
 POWER INPUT 2.80kW
 CURRENT 12.5Amps
 HEATING CAPACITY
 HEATING POWER INPUT 45Amps
 STARTING CURRENT 1.75kg
 REFRIGERANT CHARGE 3.98kg
R-22
 SERIAL NO.
 CONTAINS CHEMICAL HARMFUL
 TO STRATOSPHERIC OZONE
 REPAIR NECESSARY
 IP24

UNIDAD CONDENSADORA TIPO INVERTER **LG**

MODELO AUUQ54GH1 CLASIFICACION T1
 SUMINISTRO ELÉCTRICO 220 V~ 50/60 Hz PROTECCIÓN CONTRA GOTEO IPX4
 MAX. CORRIENTE REFRIGERACION MAX. H.E. PRESION 5.2 MPa
 29.0 A PESO NETO 96.0 kg
R410A 3.3 kg (7.5 ml)
 Agregar 40 g/m a más de 7.5 m
 (Capacidad basada en 5 m)
 Importado por LG Electronics Mexico S.A de C.V.
 HECHO EN COREA ME265033407

NOM ANCO
 SERIAL NO 501KCPY03V40
 SERVICIO AL CLIENTE 1 800 700 0000
 SERVICIO TÉCNICO 1 800 700 0000
 SERVICIO 201833V40 - C4EA2V 1 M04 1
 UNIVERESIDAD **ICESI** ACTIVO FIJO
 30623

UNIVERESIDAD **ICESI** ACTIVO FIJO
 50452

TRANE®

Modelo Número: 4TYK4512A1000
 Voltaje Nominal 208/230V
 Frecuencia Nominal 60 Hz
 Potencia Consum. (Enfr.) 1300(550-1350)W
 Potencia Consumida (Calefacción) 7.5kW
 Amperaje Nominal Compr.(RLA) 7.5A
 Amp. a Rotor Bloq. Compr.(LRA) 15A
 Presión Máxima Descarga 550 PSI
 Presión Máxima Succión 240 PSI
 Amp. Motor Ventil. Ext. 0.30A
 Amp. Motor Ventil. Int. 0.25A
 Tamaño Máximo Fusible 15A
 Tam. Max. Interr. Termomag. 15A
 Amp. Min. Circuito 15A
 Refrigerante **R410A**
 Carga Refrig. de Fabrica 3.3kg

WARNING: RISK OF ELECTRIC SHOCK
 MAY CAUSE INJURY OR DEATH.