



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**PROTOCOLO TÉCNICO PARA EL CONTROL DE
SAO EN LA FUNDACIÓN ORGANIZACIÓN VID**

Autor

Edgar Daniel Erazo Higueta

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería
Química
Medellín, Colombia
2019



Edgar Daniel Erazo Higueta

Informe de práctica
como requisito para optar al título de:
Ingeniero Químico

Asesores.

Douglas Ramón Rodríguez Ordoñez – Ingeniero Químico

Diego Alberto Londoño Galvis – Ingeniero Ambiental

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química
Medellín, Colombia
2019.

Contenido

	pág
Resumen.....	09
Introducción.....	09
Objetivos.....	11
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos.....	11
Marco teórico.....	11
Metodología.....	14
Resultados.....	15
El ozono y su importancia.....	15
El impacto de las SAO.....	16
Comunicación según SGA.....	18
El Protocolo de Montreal.....	19
Marco jurídico nacional.....	19
Calendario de eliminación SAO.....	22
Diagnostico SAO.....	24
Informes de entrevistas.....	40
Inversiones & Protección SAS.....	40
LITO SA.....	41
OK CLIMA LTDA.....	43
Procedimientos para el control de SAO.....	43
Conclusiones.....	53
Referencias bibliográficas.....	55
Anexos.....	57

Lista de Tablas

	pág
Tabla 1. Comunicación de peligro según SGA para las SAO.	18
Tabla 2. Marco jurídico nacional para la gestión de SAO.	20
Tabla 3. Calendario de eliminación SAO para Colombia.	23
Tabla 4. Factores PAO y PCG por unidad másica.	27
Tabla 5. Consolidado por tipo y cantidad de equipos.	31
Tabla 6. Resultados específicos por clase, sustancia, tipo, cantidad, Kg PAO y Ton CO ₂ eq	32
Tabla 7. Tipos de sustancias por cantidad de equipos.	33
Tabla 8. PAO y PCG por tipo de equipo.	35
Tabla 9. Cantidad de SAO, PAO y PCG por obra.	37
Tabla 10. Formato propuesto para test de fugas.	48
Tabla 11. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en el Laboratorio Clínico VID.	57
Tabla 12. Clase de SAO, sustancia, equipo contenedor, cantidad, PAO y ton CO ₂ eq para el Laboratorio Clínico VID.	58
Tabla 13. Tipos de SAO por cantidad de equipos en el Laboratorio Clínico VID.	58
Tabla 14. PAO y PCG por tipo de equipo.	59
Tabla 15. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en la Clínica Diagnostica Especializada VID.	60
Tabla 16. Clase de SAO, sustancia, equipo contenedor, cantidad, PAO y ton CO ₂ eq para la Clínica Diagnostica Especializada VID.	61
Tabla 17. Tipos de SAO por cantidad de equipos en la Clínica Diagnostica Especializada VID.	62
Tabla 18. PAO y PCG por tipo de equipo.	62
Tabla 19. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en Atardeceres VID.	64

Tabla 20. Clase de SAO, sustancia, equipo contenedor, cantidad, PAO y ton CO₂eq para Atardeceres VID. 65

Tabla 21. Tipos de SAO por cantidad de equipos en Atardeceres VID..... 65

Tabla 22. PAO y PCG por tipo de equipo. 66



Lista de Gráficas

	pág
Gráfica 1. Consolidado por tipo y cantidad de equipos.....	31
Gráfica 2. Tipos de sustancias por cantidad total de equipos.	34
Gráfica 4. PAO por tipo de equipo.....	36
Gráfica 3. PCG por tipo de equipo.	36
Gráfica 5. Distribución porcentual de cantidad de SAO por obra encontrada en el diagnóstico.	38
Gráfica 6. PAO en kilogramos por obra visitada.	39
Gráfica 7. PCG en toneladas de CO ₂ equivalentes por obra visitada.....	39
Gráfica 8. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en el Laboratorio Clínico VID.	57
Gráfica 9. Tipos de SAO por cantidad de equipos en el Laboratorio Clínico VID.	59
Gráfica 11. PAO por tipo de equipo en el Laboratorio Clínico VID.	60
Gráfica 10. PCG por tipo de equipo en el Laboratorio Clínico VID.	60
Gráfica 12. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en la Clínica Diagnostica Especializada VID.	61
Gráfica 13. Tipos de SAO por cantidad de equipos en la Clínica Diagnostica Especializada VID.....	62
Gráfica 15. PCG por tipo de equipo en el Laboratorio Clínico VID.....	63
Gráfica 14. PAO por tipo de equipo en el Laboratorio Clínico VID.	63
Gráfica 16. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en Atardeceres VID.	64
Gráfica 17. Tipos de SAO por cantidad de equipos en Atardeceres VID.....	66
Gráfica 18. PCG por tipo de equipo en Atardeceres VID.	67
Gráfica 19. PAO por tipo de equipo en Atardeceres VID.	67

Lista de Ilustraciones

	pág
Ilustración 1. Proceso de formación del ozono natural.....	16
Ilustración 2. Mecanismo de destrucción de ozono de una molécula CFC... 17	
Ilustración 3. Pictograma según SGA para las SAO.	18
Ilustración 4. Etapas para la estructuración del Protocolo Técnico para el Control de SAO.....	24
Ilustración 5. Equipos contenedores de SAO.	25
Ilustración 6. Sistema de información - Segmento diligenciado Herramienta SAO.....	26
Ilustración 7. Placa de marcación en compresor de nevera.	30
Ilustración 8. Placa de marcación en aire acondicionado.	30
Ilustración 9. Gestión de gases refrigerantes por LITO SAS.....	41
Ilustración 10. Identificación del refrigerante.....	42
Ilustración 11. Proceso aplicable a gases regenerables.....	42
Ilustración 12. Proceso aplicables a gases no regenerables.....	43
Ilustración 13. Etapas para la gestión integral de residuos SAO.	46
Ilustración 14. Guía de información en etiqueta para equipo contenedor de SAO.....	48
Ilustración 15. Clasificación de los niveles de potencial de calentamiento global a 100 años.....	49
Ilustración 16. Tipos de agentes extintores, aplicación, PAO y PCG.....	52
Ilustración 17. Daño por fuego.....	53
Ilustración 18. Oxidación excesiva	53

Lista de Anexos

pág

Diagnóstico de cada obra visitada.....	57
Instructivo para realizar la recarga y mantenimiento de extintores con agente limpio Solkaflam – Por Inversiones & Protección SAS.....	68
Certificados de formación del personal de OK CLIMA LTDA.....	71



Protocolo Técnico para el Control de SAO en la Fundación Organización VID

Resumen

El uso superior de sustancias con alto PAO y PCG en comparación al encontrado con agentes naturales y ecológicos, la alta informalidad y baja capacitación del personal en las áreas de recarga y mantenimiento de extintores, la creciente restricción en la comercialización de SAO debido a la normatividad nacional e internacional y la desinformación acerca del impacto que puede causar una emisión de SAO son algunas de las razones por las que el Departamento de Gestión Ambiental de la Organización VID diseñó protocolos técnicos para el control de SAO. Por limitaciones de tiempo no fue posible implementar la totalidad de estos, sin embargo durante el desarrollo de este proyecto fue necesario realizar de manera parcial una de las estrategias de control, la cual fue la realización del inventario de equipos contenedores de SAO en tres de las obras de la Organización, obteniendo así la base para la estructuración de los demás protocolos que permiten un mejor manejo de las sustancias y equipos que las contengan en las diferentes etapas durante el ciclo de vida (fabricación, distribución, uso y disposición final). Al ejecutar los protocolos adecuadamente se evitará la adquisición de equipos que operen con sustancias inviables económica y ambientalmente, se garantizará la idoneidad del personal que realice actividades de instalación, mantenimiento y reparación en procesos donde se involucren SAO, se minimizarán las posibilidades de emisiones fugitivas en los equipos que operan actualmente dentro de la organización y se asegurará la gestión integral de los residuos SAO producidos en los procesos de la Organización VID.

Palabras Clave: Protocolo de Montreal, capa de ozono, sustancias agotadoras de la capa de ozono, potencial de agotamiento de la capa de ozono, potencial de calentamiento global, protocolos técnicos, emisiones fugitivas.

Introducción

A través de la historia ambiental se ha demostrado que no existen actividades ni sustancias inocuas y que toda actividad humana genera residuos e impactos ambientales, uno de los más grandes se dio fruto de la popularización del uso del frío dándose la síntesis de más de un millón de toneladas anuales de clorofluorocarbonados (CFC) hacia los años 70. (Sánchez, 2006)

La emisión de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) corresponde al fenómeno que produce el deterioro de la superficie protectora, esto se debe a que las SAO contienen en su estructura molecular átomos de cloro los cuales son liberados al darse una reacción fotoquímica en cadena con la

radiación ultravioleta emitida por el sol para posteriormente reaccionar con las moléculas de ozono dándose la destrucción de estas, por lo que se produce una significativa disminución en su concentración. (Stavro Tirado, 2007)

Actualmente en Colombia no se ha divulgado ampliamente el riesgo que conlleva el uso de estas sustancias, por lo tanto no se cuenta con un desarrollo significativo a nivel industrial ni domiciliario del uso de tecnologías libres de SAO y de buenas prácticas en el mantenimiento de sistemas de refrigeración, sustitución y/o eliminación de equipos que contengan SAO, debido a lo anterior hoy en día se siguen liberando refrigerantes a la atmósfera provocando un constante y "silencioso" deterioro a la capa de ozono.

En la Organización VID se cuenta con diversos procesos que permiten prestar numerosos servicios en áreas de salud, familia, educación y comunicaciones, como es de esperarse, la prestación de los servicios demanda de equipos que en algunos casos requieren para su adecuado funcionamiento el uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono. Es imprescindible darle un control a estas sustancias en su adquisición, operación, manejo y disposición final para así prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el uso de estas sustancias.

Por lo mencionado anteriormente, el Departamento de Gestión Ambiental se plantea definir directrices que garanticen el buen manejo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono y equipos que las contengan. Para lograr esto se estructuran actividades que permitan desarrollar un protocolo técnico de control, en ese orden de ideas, se inicia con un diagnóstico de las SAO en algunas obras, servicios y procesos de la organización; esto permitirá conocer el estado actual y definir los procedimientos a seguir, tales como: implementación de buenas prácticas de mantenimiento a sistemas y equipos, exigencias a proveedores, criterios para la disposición final de equipos y requisitos para la compra de nueva tecnología, logrando controlar el ingreso de sustancias y equipos libres de SAO.

Las estrategias de control requieren ser evaluadas inicialmente por todo el Departamento de Gestión Ambiental para realizar la selección y presentarlas ante la alta dirección en cada una de las obras diagnosticadas durante el proyecto, esto genera una limitante de tiempo ya que la evaluación de viabilidad por parte de los directivos para su posterior implementación requiere de un plazo no especificado y teniendo en cuenta que se tiene una duración de 6 meses para el desarrollo del protocolo se deja abierta la posibilidad de que la implementación se dé posterior al plazo del proyecto.

Objetivos

Objetivo general

Implementar directrices en el uso de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) en la Fundación Organización VID.

Objetivos específicos

Revisar la información legislativa que regule las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO).

Identificar las SAO presentes en la Organización VID.

Evaluar la aplicación del marco jurídico colombiano referido al control de SAO en la Organización.

Diseñar estrategias de mejoramiento para los procesos de la Organización donde esten involucradas SAO.

Marco Teórico

Ozono: El ozono es un gas incoloro e inestable de tres átomos de oxígeno (su fórmula química es O₃). Es un oxidante fuerte, muy fácil de producir pero, a la vez, muy frágil y fácil de destruir. (Stavro Tirado, 2007)

Ozono Troposférico: Cerca de la superficie de la tierra, el ozono es producido por reacciones químicas entre sustancias, tanto de origen natural como de aquellas que son producto de la actividad humana. El ozono troposférico no es un sustancia directamente emitida a la atmósfera, sino un contaminante secundario y es el compuesto más representativo de los oxidantes fotoquímicos y uno de los principales ingredientes del smog urbano. (Stavro Tirado, 2007)

Ozono Estratosférico – Capa de Ozono: Aproximadamente el 90% de las moléculas de ozono se encuentran en la estratósfera, entre 10 y 50 kilómetros por encima de la superficie terrestre, representando una barrera natural frente a la radiación ultravioleta (UV) emitida por el sol. Esta máxima concentración de ozono se conoce como capa de ozono, concentración que varía según la época y el lugar geográfico. (Stavro Tirado, 2007)

Déficit de Ozono: Fenómeno comparativo entre la destrucción y producción de nuevas moléculas de ozono, siendo esta última más lenta. (PNUMA, 2016)

Unidad Dobson (DU): Se considera una columna de la atmósfera que tiene una sección rectangular de 10°x5°. Si se comprime el ozono contenido en esta columna de aire llevándolo a presión y temperatura estándar (1 atm y 0°C,

respectivamente), y luego se esparce sobre la misma sección de la columna, entonces formaría una capa delgada de algunos milímetros de espesor. Así es que 1 unidad Dobson se define como 0.01 mm de espesor del ozono en condiciones estándar. (atmosfera.cl, 2019)

Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO): Compuestos químicos de origen industrial con un amplio espectro de uso que destruyen la capa de ozono. Su alta estabilidad les permite llegar hasta la estratósfera, donde liberan átomos de cloro que destruyen el ozono.

Potencial de Agotamiento de Ozono (PAO): El PAO es la relación del impacto sobre el ozono que posee una sustancia química comparada con el impacto de una masa igual de CFC-11. Así, el PAO del CFC-11 es definido como 1. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)

Potencial de Calentamiento Global (PCG): El PCG es usado para comparar la capacidad de diferentes gases de efecto invernadero (GEI) para atrapar calor de la atmósfera. Los PCG están basados en la eficiencia radiativa (capacidad de absorber calor) de cada gas, relativa al dióxido de carbono, así como la velocidad de descomposición de cada uno (la cantidad eliminada de la atmósfera en un número dado de años) relativa a la del CO₂. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)

Tiempo de Vida Media: Tiempo necesario para que la concentración original de esa sustancia en la atmósfera disminuya a la mitad por acción de las transformaciones químicas o por remoción. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)

Convenio de Viena: Es un acuerdo internacional creado en 1985 para establecer un marco de acción mundial para proteger la capa de ozono. Este Convenio se aplica a través del Protocolo de Montreal (Unidad Técnica Ozono, 2017). El Convenio de Viena entró en vigor el 22 de setiembre de 1988 y tiene hoy día 190 estados miembros. El principal cometido del Convenio es alentar la investigación, la cooperación entre los países y el intercambio de información. (Stavro Tirado, 2007)

Protocolo de Montreal: En septiembre de 1987 los esfuerzos de negociación para desarrollar obligaciones vinculantes condujeron a la adopción del "Protocolo de Montreal sobre las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono", el que entró en vigor el 1° de Enero de 1989 (Stavro Tirado, 2007). Es un Protocolo firmado el 16 de septiembre de 1987 para proteger la capa de ozono, reduciendo y eliminando la producción y el consumo de los HFC o las sustancias que la agotan. (Unidad Técnica Ozono, 2017)

Línea base: Cantidad de una SAO consumida en un periodo de tiempo determinado. A partir de esta línea base, se calculan las disminuciones graduales de consumo. (SURA, 2019)

Fecha de Congelación: Es la fecha a partir de la cual un país, no debe seguir incrementando el consumo de una SAO con respecto a la línea base. A partir de la fecha de congelación, se inicia la reducción del consumo, conforme a los plazos establecidos en el cronograma, hasta llegar a la eliminación total. (SURA, 2019)

Eliminación total: Fecha en la cual el país no podrá consumir más una SAO. (SURA, 2019)

Consumo: Debido a que difícilmente se podría medir el consumo real de SAO en un país, el Protocolo de Montreal define la fórmula para el cálculo del mismo, así: Consumo = Producción + Importación - Exportación. (SURA, 2019)

Equilibrio dinámico: Unión de los fenómenos de creación y descomposición de moléculas de ozono, este depende de la temperatura, la presión, las condiciones energéticas y la concentración de las moléculas. (SISSAO, 2005)

Unidad Técnica Ozono (UTO): Con el objetivo de facilitar la identificación de proyectos, apoyar al Ministerio de Ambiente en todas sus actividades y promover la implementación del Protocolo de Montreal en Colombia, se creó la Unidad Técnica Ozono -UTO-, oficina dependiente de dicho Ministerio.

Carcinoma: Tumor maligno de la piel, diferente a los melanomas. (AECC, 2019)

Grupo Administrativo de Gestión Ambiental y Sanitaria (GAGAS): Su Función principal es velar por la ejecución del plan de gestión integral de residuos hospitalarios, este comité es el encargado de evaluar, organizar y replantear a todo lo que implique dar cumplimiento del plan de residuos. (España, 2016)

Laboratorio Clínico VID: Obra de la Congregación Mariana de alto nivel de complejidad, que brinda apoyo como laboratorio de referencia a otros. Además tiene convenios con IPS y EPS. (Organización VID, 2019d)

Clínica Diagnóstica Especializada VID: Obra de la Congregación Mariana que presta servicios electivos, programados y ambulatorios, en consulta médica general y especializada, imágenes diagnósticas, video endoscopias, y otros apoyos diagnósticos y terapéuticos. (Organización VID, 2019b)

Atardeceres VID: Conjunto residencial para adultos mayores donde podrán vivir, bajo la modalidad de alquiler, en habitaciones para parejas, independientes y tipo aparta hotel. (Organización VID, 2019a)

Clínica Odontológica VID: Obra de la Congregación Mariana que presta a la comunidad servicios de salud oral, generales y especializados. (Organización VID, 2019c)

Metodología

Inicialmente fue necesario desarrollar una contextualización teórica que soporte la importancia de estructurar controles en los procesos que involucren sustancias agotadoras de la capa de ozono, identificando las características de peligrosidad para la salud humana, los ecosistemas terrestres y acuáticos, los materiales de construcción y el aporte al calentamiento global, posteriormente se realizó una revisión de la normatividad vigente que garantice el control de las sustancias de interés, en esta se identificó el acuerdo ambiental internacional más exitoso del mundo: El Protocolo de Montreal. Luego, en respuesta a este acuerdo internacional Colombia ha estructurado un marco normativo de interés ambiental el cual contiene diferentes instrumentos de control como lo son leyes, decretos, resoluciones y circulares.

Luego, teniendo en cuenta que el principal objetivo de este proyecto es darle un control adecuado a las sustancias que agotan la capa de ozono cubriendo todo su ciclo de vida, la revisión normativa tanto nacional como internacional proporcionó las bases para la identificación de aspectos relevantes en el desarrollo del diagnóstico dentro de la Organización VID.

Una vez identificada la información requerida de los equipos que contienen SAO se procedió a diseñar una herramienta para el almacenamiento y análisis de los datos obtenidos en las visitas realizadas, para esto se utilizó una hoja de cálculo en Google Drive. La primera obra diagnosticada fue en el Laboratorio Clínico VID, cubriendo todas sus sedes (la Playa, la América, Laureles, Belén, Itagüí, Sabaneta, Envigado y Bello), luego la Clínica Diagnostica Especializada VID y por ultimo Atardeceres VID. En el desarrollo de las visitas se identificaron los procesos y equipos en los cuales se utilizan SAO por lo que fue posible obtener la información con el apoyo del personal de mantenimiento, adicionalmente se gestionaron los contactos de los proveedores que en la actualidad prestan los servicios de mantenimiento y reparación a dichos equipos, por ende, se pudieron investigar los procedimientos que implementan cuando realizan actividades dentro de las instalaciones de las diferentes obras.

Posterior al levantamiento de la información se analizaron los datos obtenidos en conjunto con la normatividad que regula las sustancias agotadoras de la capa de ozono, emitiendo así un concepto para cada SAO encontrada en la herramienta diseñada, estos conceptos permitieron determinar la prioridad de control (alta, media o baja) de forma individual según el calendario de eliminación (ver Tabla 3) propuesto por la norma aplicable a Colombia. Adicionalmente, se calcularon los indicadores PAO (potencial de agotamiento del ozono) y PCG (potencial de calentamiento global) de cada sustancia contenida en todos los equipos inventariados dentro de la empresa, esto permitió dimensionar cuantitativamente el posible impacto medio ambiental que se tendría en caso de no garantizar la adecuada manipulación de estas sustancias.

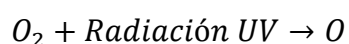
Adelantados los procedimientos base, se procedieron a estructurar estrategias que permitieran la optimización de los procesos en donde se identificaron sustancias agotadoras de la capa de ozono, para esto fue indispensable la investigación de la gestión de las SAO que el Gobierno Colombiano ha adelantado a través de la historia ya que algunas de los procedimientos contenidos en este protocolo exige trabajar en sinergia con contratistas y a la vez estos contratistas debieron ser certificados y regulados por programas ofrecidos por entes públicos tales como el SENA.

Finalmente tuvo lugar la divulgación del proyecto en los comités del Grupo Administrativo de Gestión Ambiental y Sanitaria (GAGAS) del Laboratorio Clínico VID, la Clínica Diagnostica Especializada VID, Atardeceres VID y la Clínica Odontológica VID, esto permitió en primer lugar informar a los directivos acerca del peligro que representa la mala gestión de las SAO y en segundo lugar evaluar la viabilidad de cada una de las estrategias presentadas buscando como decisión final la implementación de este protocolo en todas las Obras de la Organización VID.

Resultados

El ozono y su importancia

La vida en la Tierra depende de la presencia del ozono en la estratósfera, gracias a que absorbe prácticamente toda la radiación ultravioleta perjudicial (Pabon, 2005) , debido a esto es fundamental garantizar la alta concentración de moléculas de este compuesto evitando la perturbación del equilibrio dinámico entre la destrucción y creación de O₃. El proceso de formación del ozono se da de naturalmente partiendo desde el oxígeno diatómico, el cual reacciona con radiación UV produciendo la descomposición de este como se muestra a continuación.



Subsecuentemente, estos átomos de oxígeno reaccionan con moléculas de oxígeno diatómico que no se ha sometido a radiación UV para producir O₃.

La siguiente figura ilustra el proceso anteriormente descrito. (Unidad técnica OZONO UTO, 2018)

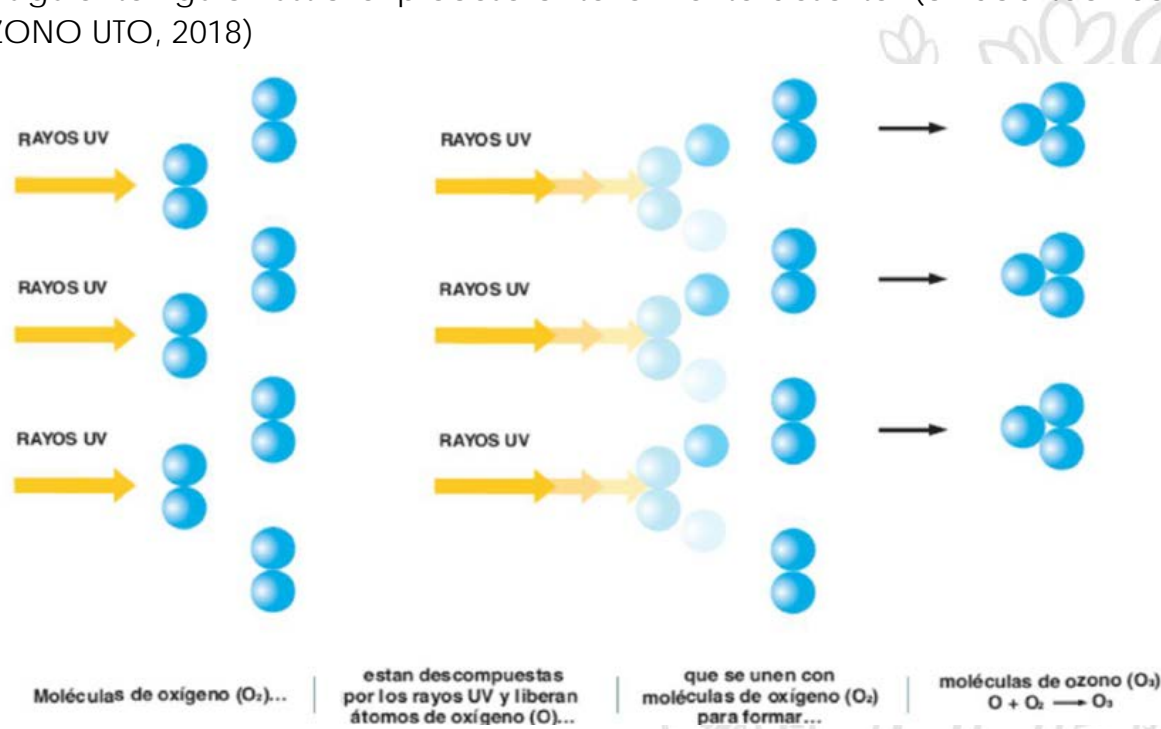


Ilustración 1. Proceso de formación del ozono natural.

El impacto de las SAO

Una vez liberadas a la atmósfera las SAO se diluyen en el aire y alcanzan la estratosfera por medio de corrientes de aire producidas por efectos termodinámicos y de difusión, adicionalmente debido a su larga vida media estas alcanzan la estratosfera en algún momento, por otro lado, el mecanismo de acción con el cual las sustancias agotadoras de la capa de ozono impactan negativamente el medio ambiente consiste en la perturbación del equilibrio dinámico del ozono, por medio de reacciones fotoquímicas en cadena que se dan entre las SAO y O₃, dando como resultado la destrucción rápida y la generación lenta de nuevas moléculas de ozono. (SISSAO, 2005)

La Ilustración 2 muestra el caso en el que una molécula Clorofluorocarbonada (CFC) (una de las clases de SAO controladas por el Protocolo de Montreal) agotan la capa de ozono.

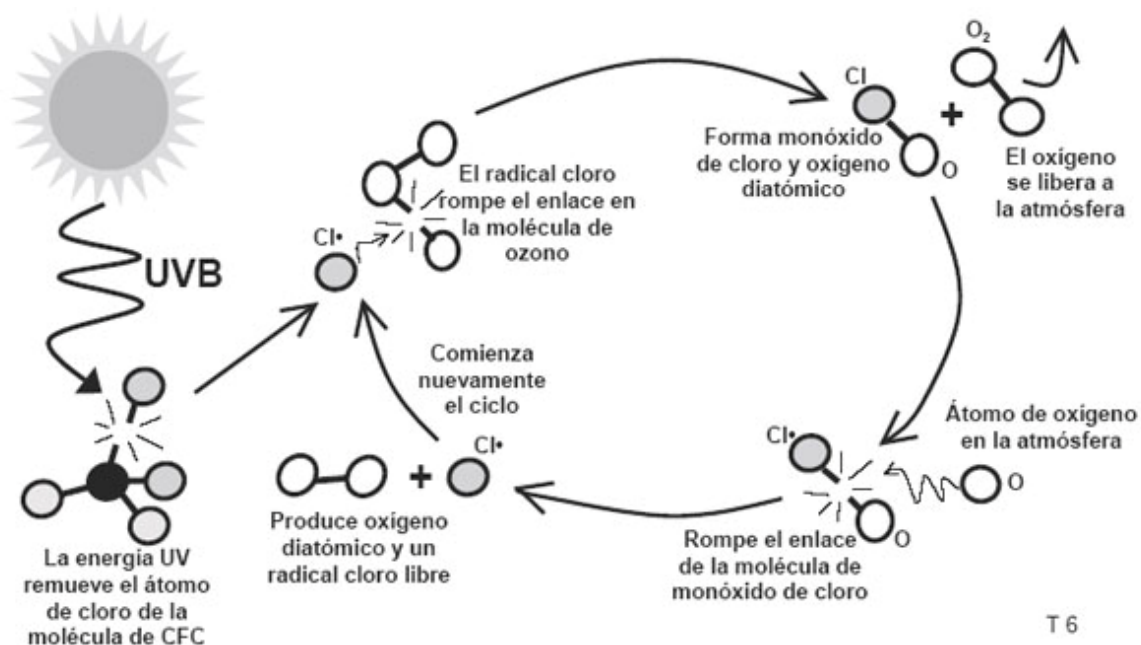


Ilustración 2. Mecanismo de destrucción de ozono de una molécula CFC.

Fuente de la Ilustración 2: (SISSAO, 2005)

La duración de la vida destructiva de una SAO puede extenderse entre los 100 y 400 años, dependiendo del tipo de SAO. Por consiguiente, una molécula de SAO puede destruir cientos de miles de moléculas de ozono. (PNUMA, 2016)

La constante disminución de unidades Dobson en la estratosfera resulta en el aumento de la filtración de la radiación UV-B, esto produce efectos perjudiciales en los humanos disminuyendo la defensa del cuerpo ante la radiación provocando la activación de enfermedades producidas por virus y bacterias, adicionalmente se da el cáncer de piel, provoca la formación de cataratas, deformación del cristalino y presbicia, aumenta el riesgo de dermatitis alérgica y tóxica, complica las quemaduras del sol y produce vejez prematura sobre la piel. (Stavro Tirado, 2007)

En el caso de las plantas, reduce su crecimiento y en el caso de los bosques disminuye su productividad. El aumento de la radiación UV perjudicial afecta a los animales produciéndoles carcinoma de células escamosas. (Stavro Tirado, 2007)

En los materiales de construcción como lo son pinturas, gomos, madera, plásticos y envases son degradados, ocasionando descoloramiento y/o disminución en la calidad de sus propiedades mecánicas, también limita la duración obligando a utilizar procesos de producción más costosos, dándose pérdidas millonarias. (Stavro Tirado, 2007)

Finalmente para el caso de los ecosistemas, de acuerdo con investigaciones la radiación solar excesiva afecta el crecimiento, la fotosíntesis y la reproducción del fitoplancton, dando lugar a una alteración de la cadena alimenticia en los ecosistemas marinos y, por ende, reduciendo la producción pesquera. (Stavro Tirado, 2007)

Comunicación Según SGA

En la Tabla 1 se presenta la comunicación de peligro para las SAO según el sistema globalmente armonizado (SGA). (Naciones Unidas, 2015)

Tabla 1. Comunicación de peligro según SGA para las SAO.

Categoría	1
Palabra de advertencia	Atención
Símbolo	Signo de exclamación
Indicación de peligro	Causa daños a la salud pública y el medio ambiente al destruir el ozono en la atmósfera superior

Adicionalmente, se presenta en Ilustración 3 el pictograma de acuerdo al sistema globalmente armonizado para la rotulación de sustancias agotadoras de la capa de ozono.

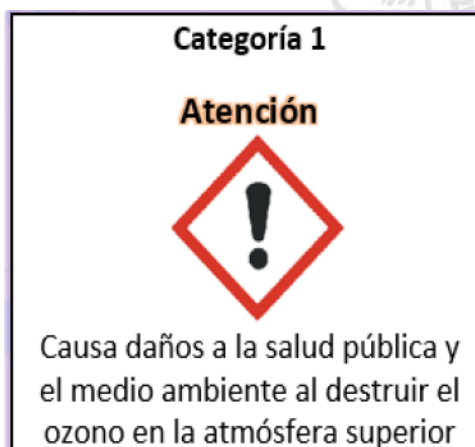


Ilustración 3. Pictograma según SGA para las SAO.

Luego, la clasificación de las SAO según el sistema globalmente armonizado (SGA) es que las sustancias o mezclas se clasificarán en **Categoría 1** si cumplen el siguiente criterio: "Cualquiera de la sustancias que se enumeren en los anexos del Protocolo de Montreal; o cualquier mezcla que contenga por lo menos uno de los componentes enumerados en los anexos del Protocolo de Montreal, en una concentración mayor o igual a 0.1%". (Naciones Unidas, 2015)

El Protocolo de Montreal

Este acuerdo internacional fija plazos máximos para la eliminación de la producción y el consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono que son hidrocarburos clorinados, fluorinados o brominados incluyendo (PNUMA, 2016):

- Clorofluorocarbonos (CFC)
- Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)
- Halones
- Hidrobromofluorocarbonos (HBFC)
- Bromoclorometano
- Metilcloroformo
- Tetracloruro de carbono
- Bromuro de metilo

Además se incluyen restricciones al comercio con estados que no hagan parte del Protocolo, también prohíbe la importación o exportación de sustancias agotadoras de la capa de ozono o productos que las contengan. Por otro lado, se clasifican a los países que son parte ya que los controles para un país desarrollado son diferentes a los que aplican para uno que este en vía de desarrollo, en el caso de Colombia pertenece al grupo de países en vía de desarrollo. Finalmente se crea un fondo para la financiación de proyectos para el control de SAO. Este protocolo ha sido firmado por 196 países actualmente. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)

A través de los años se han ido formulando enmiendas que permitan la mejora continua del tratado internacional, una de las más importantes se basó en el descubrimiento de que los efectos del calentamiento global en la atmósfera retardan la recuperación de la capa de ozono, razón por la cual se incluyeron en la lista de las sustancias controladas los hidrofluorocarbonos (HFC's) que son responsables de emitir gases de efecto invernadero, adicionalmente, según investigaciones, el hielo que se está derritiendo en la Antártida a causa del calentamiento global va a liberar grandes cantidades de SAO y gases de efecto invernadero. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018a)

Marco Jurídico Nacional

A continuación se presenta la normatividad nacional más aplicable de acuerdo a los intereses de este proyecto. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

Tabla 2. Marco jurídico nacional para la gestión de SAO.

INSTRUMENTO NORMATIVO	DESCRIPCIÓN	EXPEDIDO POR
Resolución 131 del 24 de enero de 2014	Por la cual se establecen medidas para controlar las exportaciones de SAO y se adoptan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Resolución 0171 del 22 de febrero de 2013	Por la cual se prohíbe la fabricación e importación de refrigeradores, congeladores y combinaciones de refrigerador - congelador, de uso doméstico, que contengan o requieran para su producción u operación de las sustancias HCFC listadas en el grupo I del Anexo C del Protocolo de Montreal.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Resolución 2329 del 26 de diciembre de 2013	Por la cual se prohíbe la importación de las SAO listadas en los grupos II y III del Anexo C del Protocolo de Montreal, se establecen medidas para controlar las importaciones de las SAO listadas en el grupo I del Anexo C del Protocolo de Montreal.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Circular 050 del 22 de noviembre de 2012	Actualización de la lista de productos que requieren vistos buenos para la presentación de solicitudes de registro y de licencia de importación.	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Ley 1333 del 21 de julio de 2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.	Congreso de la República
Resolución 301 de 2008	Prohíbe el uso de los CFC como propelentes y solventes en los productos farmacéuticos y en los de aseo, higiene y limpieza; también como coadyuvantes en sistemas de esterilización, funcionamiento o mantenimiento de equipos biomédico o de uso industrial y en desarrollo de nuevas tecnologías así como la expedición de nuevos registros o sus renovaciones.	Ministerio de la Protección Social

Circular Externa No. 53 de 2007	Informa acerca de la entrada en vigencia de la Resolución 1652 de 2007 por la cual se prohíbe la fabricación e importación de equipos y productos que contengan o requieran para su producción u operación las SAO.	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Resolución 1652 del 10 de septiembre de 2007	Indica la prohibición para la fabricación e importación de equipos y productos que contengan o requieran para su producción u operación las SAO, estos son listados en los Anexos A y B del Protocolo de Montreal y en los artículos 3 y 4 de esta Resolución.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Resolución 2120 del 31 de octubre de 2006	Indica la prohibición para la importación de las SAO listadas en los grupos II y III del Anexo C del Protocolo de Montreal y se establecen medidas para controlar las importaciones de las SAO listadas en el grupo I del Anexo C del Protocolo. Así mismo se fijan los requisitos necesarios para la importación de sustancias del grupo I, los requisitos de visto bueno, su vigencia y de la licencia ambiental de las sustancias importadas.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Resolución 902 del 23 de mayo de 2006	Se toman medidas para controlar las importaciones de las SAO listadas en los grupos I, II y III del Anexo B del Protocolo de Montreal, así como la prohibición de la importación de sustancias del grupo I, los cupos para los grupos II y III y el procedimiento para la obtención del visto bueno para su importación.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Resolución 901 del 23 de mayo de 2006	Se toman medidas para controlar las importaciones y el uso de las SAO listadas en el grupo II del Anexo A del Protocolo de Montreal; así mismo se fija el cupo para el grupo II y el procedimiento para la obtención del visto bueno para su importación.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Ley 960 del 28 de junio de 2005	Ratifica la Enmienda al Protocolo de Montreal relativo a las SAO, adoptada en Beijing, China.	Congreso de la República
Resolución 734 del 22 de junio de 2004	Modifica la Resolución 304 de 2001, y establece la adopción de medidas para la importación de SAO, importación de CFC, Anexo A, grupo I.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Resolución 528 del 16 de junio de 1997	Prohíbe la producción de refrigeradores, que requieran para su operación o producción CFC y se fijan los requisitos para la importación de los mismos. Fue derogada en el año 2007.	Ministerio del Medio Ambiente y de Comercio Exterior
Ley 29 del 28 de diciembre de 1992	Adopta el Protocolo de Montreal y su Enmienda de Londres.	Congreso de la República
Ley 30 del 5 de marzo de 1990	Adopta el Convenio de Viena.	Congreso de la República

Cada instrumento de control presentado anteriormente brindó criterios básicos para la estructuración de las estrategias de control propuestas en este protocolo, ya que el fundamento de un procedimiento estandarizado dentro de una organización debe desarrollarse a cabalidad con la normatividad vigente.

Calendario de eliminación SAO

Después de analizar tanto el Protocolo de Montreal (Secretaría de Ozono, 2018) como los instrumentos de control nacionales que permiten la gestión de SAO en Colombia, se obtuvo un calendario de eliminación el cual plantea metas de reducción en el consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono partiendo desde una línea base, con un primer control fijado desde una fecha de congelación o una eliminación total dependiendo de la clase de SAO, este calendario busca la eliminación total de las sustancias agotadoras de la capa de ozono y se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Calendario de eliminación SAO para Colombia.

CLASE DE SAO	PERÍODOS DE LA LINEA BASE	PRIMERA MEDIDA DE CONTROL	ELIMINACIÓN DEFINITIVA	PRIORIDAD DE CONTROL
CFC	1995-1997 (1700 ton met A-I-II B-I-II)	1999 Congelación	Reducción del 50% para 2005	ALTA
			Reducción del 85% para 2007	
			2010 Eliminación	
Halones	1995-1997	2002 Congelación	Reducción del 50% para 2005	ALTA
			2010 Eliminación	
otros CFC	1998-2000	2003 Reducción del 20%	Reducción del 85% para 2007	ALTA
			2010 Eliminación	
Tetracloruro de carbono	1998-2000	2005 Reducción del 85%	2010 Eliminación	ALTA
Metilcloroformo	1998-2000	2003 Congelación	Reducción del 30% para 2005	ALTA
			Reducción del 70% para 2010	
			2015 Eliminación	
HCFC	2009-2010 (2791.72 ton met)	2013 Congelación	Reducción del 10% para 2015	MEDIA
			Reducción del 65% para 2022	
			Reducción del 97.5 para 2030	
			2040 Eliminación	
HBFC	-	1996 Eliminación	1996 Eliminación	ALTA
Bromoclorometano	-	2002 Eliminación	2002 Eliminación	ALTA
Bromuro de metilo (metilbromuro)	1995-1998	2002 Congelación	Reducción del 20% para 2005	ALTA

			2015 Eliminación	
HFC	2020-2022 (est. 9.5mill ton CO2-eq)	2024 Congelación	Reducción del 10% para 2029	BAJA
			Reducción del 30% para 2035	
			Reducción del 50% para 2040	
			2045 Eliminación	

Cabe aclarar que la prioridad de control se asignó de acuerdo a las fechas establecidas por las diferentes normas revisadas, esta clasificación era necesaria para identificar después del diagnóstico las sustancias que debían ser intervenidas en primer lugar.

Diagnostico SAO

Los resultados previos son aplicables a todo proyecto que busque generar buenas prácticas en el manejo de las SAO dentro de Colombia, sin embargo, el diagnóstico y posteriores etapas contenidas en este documento son solo de interés para la Fundación Organización VID, en ese orden de ideas se plantean en la Ilustración 4 las etapas para la conformación del Protocolo técnico.

ETAPAS : ESTRUCTURACIÓN DEL PROTOCOLO TÉCNICO PARA EL CONTROL DE SAO



Ilustración 4. Etapas para la estructuración del Protocolo Técnico para el Control de SAO.

Para el reconocimiento del estado actual de las sustancias agotadoras de la capa de ozono dentro de las obras de la Organización se revisaron los procesos que se llevan a cabo en cada una de las obras visitadas (Laboratorio Clínico VID, Clínica Diagnostica Especializada VID y Atardeceres VID) identificando los procesos de refrigeración y extinción de fuego como los que requieren equipos con estas sustancias, específicamente sistemas de aire acondicionado, extintores tipo Solkaflam o HCFC 123, dispensadores de agua y neveras-congeladores tanto industriales como domésticas. Estos equipos se muestran en la Ilustración 5.



Ilustración 5. Equipos contenedores de SAO.

Luego, se seleccionó la información a recolectar en el desarrollo de las visitas, para esto se tuvo en cuenta la ubicación física, la ubicación en bases de datos ya existentes de la empresa, el fabricante, y especificaciones técnicas que permitieran calcular los indicadores de potencial de agotamiento a la capa de ozono (PAO) y potencial de calentamiento global (PCG) de cada unidad.

En la Ilustración 6 se presenta un segmento diligenciado del sistema de información que contiene los resultados consultados en las obras, el cálculo de indicadores de impacto ambiental y la prioridad de control según el calendario de eliminación de la Tabla 3.

FECHA (DDMMAA)	OBRA	SEDE	SERVICIO / ÁREA / SECCIÓN	TIPO EQUIPO / SISTEMA	MARCA / FABRICANTE	IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO / SISTEMA	FUNCIÓN DE EQUIPO / SISTEMA	GRUPO CONTROLADO	TIPO DE SUSTANCIA	CANTIDAD	UNIDAD	APORTE DE PAO (kg CO ₂ e)	Kg CO ₂ e _{eq}	ENCARGADO DE MANTENIMIENTO	PRIORIDAD DE CONTROL
14/3/2019	LC	La Playa	Mantenimiento	Aire acondicionado	LG	19051	Garantizar una temperatura en la oficina	HCFC	R-22	0.5	Kg	0.0275	905	OK CLIMA	ALTA
14/3/2019	LC	La Playa	Cuarto RACK	Aire acondicionado	LG	19011	Garantizar una temperatura en el cuarto	HCFC	R-22	0.6	Kg	0.0276	906	OK CLIMA	MEDIA
14/3/2019	LC	La Playa	Histología	Aire acondicionado	LG	20002	Garantizar una temperatura en el área	HFC	R-410A	0.6	Kg	0	1262.6	OK CLIMA	BAJA
14/3/2019	LC	La Playa	Patología	Aire acondicionado	LG	20361	Garantizar una temperatura en el área	HFC	R-410A	0.6	Kg	0	1262.6	OK CLIMA	BAJA
14/3/2019	LC	La Playa	Cuarto Congelación y Refrigeración	Nevera	INDUFRIAL	10154	Almacenamiento y refrigeración de reactivos	HFC	R-134A	0.625	Kg	0	893.75	OK CLIMA	BAJA
14/3/2019	LC	La Playa	Cuarto Congelación y Refrigeración	Nevera	WESTCOLD	10178	Almacenamiento y refrigeración de reactivos	CFC	R-12	0.6	Kg	0.6	6180	OK CLIMA	ALTA
14/3/2019	LC	La Playa	Cuarto Congelación y Refrigeración	Nevera	WESTCOLD	10179	Almacenamiento y refrigeración de reactivos	HFC	R-134A	0.27	Kg	0	299.1	OK CLIMA	BAJA
14/3/2019	LC	La Playa	Farmacia	Aire acondicionado	LG	18045	Garantizar una temperatura en la oficina	HCFC	R-22	0.6	Kg	0.0276	906	OK CLIMA	MEDIA
14/3/2019	LC	La Playa	Dirección Administrativa	Aire acondicionado	LG	18046	Garantizar una temperatura en la oficina	HCFC	R-22	0.96	Kg	0.0383	1194.6	OK CLIMA	MEDIA
14/3/2019	LC	La Playa	Sala de Juntas	Aire acondicionado	LG	8028	Garantizar una temperatura en la oficina	HCFC	R-22	0.84	Kg	0.0462	1620.4	OK CLIMA	MEDIA
14/3/2019	LC	La Playa	Genética	Aire acondicionado	LG	22023	Garantizar una temperatura en el área	HFC	R-410A	0.95	Kg	0	1774.6	OK CLIMA	BAJA
14/3/2019	LC	La Playa	Control de Calidad	Aire acondicionado	LG	17448	Garantizar una temperatura en el área	HCFC	R-22	1.23	Kg	0.09705	2220.3	OK CLIMA	MEDIA
14/3/2019	LC	La Playa	Control de Calidad	Aire acondicionado	LG	17447	Garantizar una temperatura en el área	HCFC	R-22	1.23	Kg	0.09795	2220.3	OK CLIMA	MEDIA
14/3/2019	LC	La Playa	Control de Calidad	Nevera	INDUFRIAL	20000	Almacenamiento y refrigeración de reactivos	HFC	R-134A	0.27	Kg	0	299.1	OK CLIMA	BAJA
14/3/2019	LC	La Playa	Control de Calidad	Nevera	HACEB	8929	Almacenamiento y refrigeración de reactivos	HFC	R-134A	0.625	Kg	0	893.75	OK CLIMA	BAJA

Ilustración 6. Sistema de información - Segmento diligenciado Herramienta SAO.

Para mayor claridad, los campos de la herramienta ilustrada anteriormente son:

- Fecha
- Obra
- Sede
- Servicio / Área
- Tipo de equipo
- Marca / Fabricante
- Identificación de equipo / sistema
- Función de equipo / sistema
- Grupo Controlado (clase de SAO según calendario de eliminación)
- Tipo de sustancia
- Cantidad de sustancia
- Unidad de la cantidad (Kg)
- Aporte de PAO (Kg)
- Kilogramos de CO₂ equivalentes
- Encargado de mantenimiento
- Prioridad de control

Para el cálculo de los indicadores PAO y PCG se utilizaron los siguientes modelos de cálculo.

$$PAO_X = cantidad_X * PAO_X/cantidad\ unitaria$$

$$PCG_X = cantidad_X * PCG_X/cantidad\ unitaria$$

Donde

X: Sustancia a la cual se le calcula el indicador PCG y PAO.

PAO_X: Potencial de agotamiento a la capa de ozono de la sustancia X.

PCG_X: Potencial de calentamiento global de la sustancia X.

$cantidad_x$: Cantidad de sustancia X contenida en un equipo en Kilogramos.

$PAO_x/cantidad\ unitaria$: Factor PAO por cantidad másica unitaria para una sustancia tomando como referencia el R-11, por lo tanto $PAO_{R-11}/cantidad\ unitaria = 1$.

$PCG_x/cantidad\ unitaria$: Factor PCG por cantidad másica unitaria para una sustancia tomando como referencia el CO₂, por lo tanto $PCG_{CO_2}/cantidad\ unitaria = 1$.

Los factores PAO y PCG por cantidad másica unitaria fueron consultados de la misma fuente, se presentan a continuación.

Fuente de la Tabla 4: (Epa, 2014)

Tabla 4. Factores PAO y PCG por unidad másica.

Sustancia	PAO	PCG
CFC-11	1	4750
CFC-12	1	10300
CFC-113	0,8	6130
CFC-114	1	10000
CFC-115	0,6	7370
CFC-13	1	0
CFC-111	1	0
CFC112	1	0
CFC-211	1	0
CFC-213	1	0
CFC-214	1	0
CFC-215	1	0
CFC-216	1	0
CFC-217	1	0
HCFC-21	0,04	151
HCFC-22	0,055	1810
HCFC-31	0,02	0
HCFC-121	0,04	0
HCFC-122	0,08	0
HCFC-123	0,06	77
HCFC-124	0,022	609
HCFC-131	0,05	0
HCFC-132	0,05	0
HCFC-133	0,06	0
HCFC-141	0,07	0
HCFC-141B	0,11	725
HCFC-142	0,07	0

HCFC-142B	0,065	2310
HCFC-151	0,005	0
HCFC-221	0,07	0
HCFC-222	0,09	0
HCFC-223	0,08	0
HCFC-224	0,09	0
HCFC-225	0,07	0
HCFC-225CA	0,025	122
HCFC-225CB	0,033	595
HCFC-226	0,1	0
HCFC-231	0,09	0
HCFC-232	0,1	0
HCFC-233	0,23	0
HCFC-234	16	0,29
HCFC-235	9	0,52
HCFC-241	12	0,09
HCFC-242	18	0,13
HCFC-243	18	0,12
HCFC-244	12	0,14
HCFC-251	12	0,01
HCFC-252	16	0,04
HCFC-253	12	0,03
HCFC-261	9	0,02
HCFC-262	9	0,02
HCFC-271	5	0,03
HFC-134	0	1100
HFC-134A	0	1430
HFC-143	0	353
HFC-245FA	0	1030
HFC-365MFC	0	794
HFC-227EA	0	3220
HFC-236CB	0	1340
HFC-236EA	0	1370
HFC-236FA	0	9810
HFC-245CA	0	693
HFC-45-10MEE	0	1640
HFC-32	0	675
HFC-125	0	3500

HFC-143A	0	4470
HFC-41	0	92
HFC-152	0	53
HFC-152A	0	124
HFC-23	0	14800
R-410A	0	2088
R-600A	0	3
R-404A	0	3922
R-507	0	3985

Durante el inspeccionamiento de equipos se utilizaron diferentes métodos recomendados por la literatura (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014) para la identificación del tipo y cantidad de SAO, los casos encontrados fueron: Sustancia contenida en un recipiente o al interior de un sistema de refrigeración o aire acondicionado y sustancia contenida en un cilindro. Uno de los métodos utilizados en la identificación fue el reconocimiento del color del recipiente, otra fue la marcación o etiqueta del contenedor.

La única sustancia controlada que fue encontrada al interior de un cilindro fue el Solkaflam o HCFC 123 a la cual le corresponde un cilindro de color blanco según la guía N del Instituto de Refrigeración, Calefacción y Aire Acondicionado – AHRI, este fue encontrado en múltiples ocasiones durante las visitas, por otro lado en el caso de la etiqueta se revisaron los diferentes nombres o designaciones que podría tener una misma sustancia como lo puede ser el nombre comercial, el nombre químico, el número CAS, número UN y número ASHRAE.

En los equipos con sistemas de refrigeración se realizaron inspecciones visuales a los compresores y condensadoras en las neveras-congeladores y aires acondicionados respectivamente, allí se encuentran placas de marcación que contienen información técnica, entre la cual estaba la de interés.

En las neveras-congeladores se encontraron las placas generalmente en los compresores, tal como se muestra en la Ilustración 7 y en la Ilustración 8:



Ilustración 7. Placa de marcación en compresor de nevera.



Ilustración 8. Placa de marcación en aire acondicionado.

Durante las visitas se reconocieron dos equipos contenedores de SAO que no se contemplaron en el análisis de procesos desarrollado previo a la etapa de identificación en sitio, estos fueron una maquina juguera perteneciente a Atardeceres VID y un sistema chiller de aire acondicionado centralizado que funciona en la Clínica Diagnostica Especializada VID.

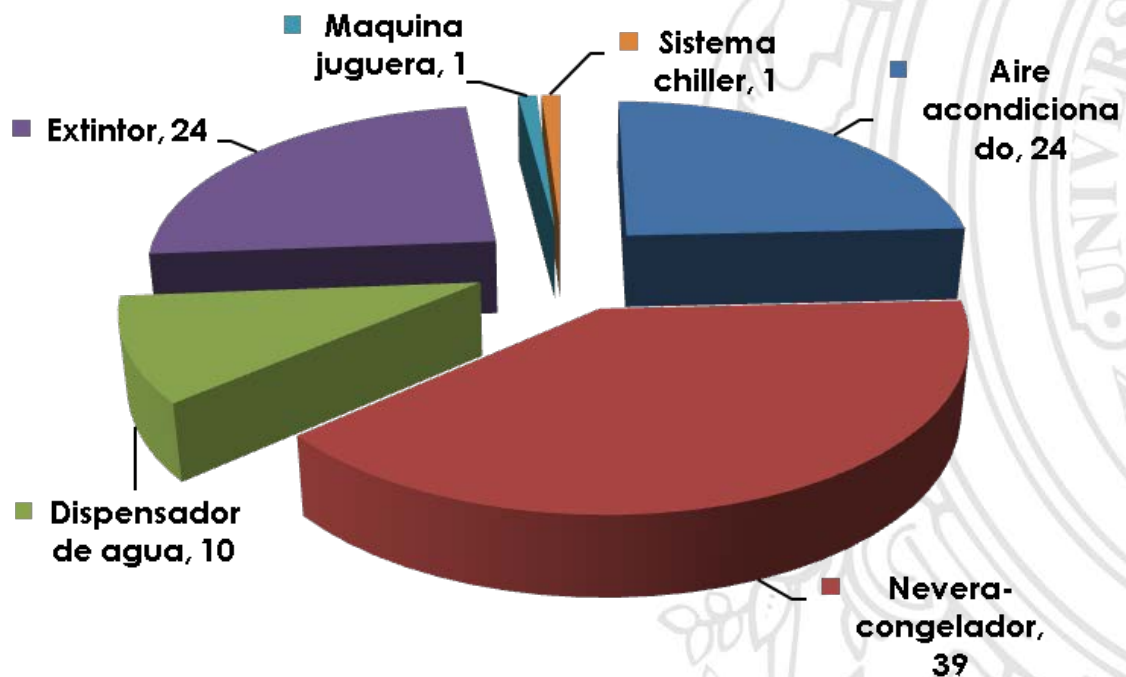
Los siguientes resultados muestran la información obtenida durando el diagnostico.

Inicialmente se presenta el consolidado por tipo y cantidad de equipos que se obtuvo en las 3 obras visitadas. En total se revisaron y analizaron 99 equipos de diferente tipo como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Consolidado por tipo y cantidad de equipos.

Tipo de Equipo	Cantidad
Aire acondicionado	24
Nevera-congelador	39
Dispensador de agua	10
Extintor	24
Maquina juguera	1
Sistema chiller	1
TOTAL	99

La siguiente grafica muestra la información de la tabla anterior.



Gráfica 1. Consolidado por tipo y cantidad de equipos.

De acuerdo a la Gráfica 1 las neveras-congeladores representan el mayor porcentaje de equipos, esto era de esperarse ya que dos de las obras en donde se desarrollo el diagnostico prestan servicios de salud donde se desarrollan numerosos procesos en frio como lo son refrigeración de medicamentos, conservación de muestras de sangre y procesos microbiológicos, adicionalmente en Atardeceres VID se requieren numerosos

congeladores para la conservación de alimentos. Por otro lado, en segundo lugar se encuentran los equipos de aire acondicionado y extintores tipo HCFC-123 con 24 unidades cada uno, en el caso de los aires acondicionados, estos se requieren para adecuar aéreas tanto administrativas como medicas como lo pueden ser salas de juntas y servicios farmacéuticos o consultorios respectivamente, además, los extintores tienen un número considerable debido a la cantidad de empleados con los que cuenta la empresa, estos cilindros están ubicados de acuerdo a los estándares designados por el Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Organización para garantizar las condiciones de seguridad necesarias. Por último, se encuentran los dispensadores de agua ubicadas en salas de esperas para la comodidad de usuarios, un sistema chiller de aire acondicionado centralizado en la clínica Diagnostica y una maquina juguera perteneciente a Atardeceres VID.

Después, por medio de los métodos de identificación de información mencionados anteriormente fue posible el reconocimiento de las sustancias contenidas en los equipos, la cantidad másica (kilogramos) y calcular los indicadores PAO y PCG para cada una de estas, en la Tabla 6 se presentan estos resultados especificando de acuerdo a la sustancia controlada la clase o grupo al cual corresponde (HFC, HCFC, etc).

Tabla 6. Resultados específicos por clase, sustancia, tipo, cantidad, Kg PAO y Ton CO₂eq

Clase de Sustancia	Nombre de Sustancia	Tipo de Equipo que Contiene la Sustancia	Cantidad de Equipos	Cantidad de Sustancia (Kg)	PAO (Kg)	CO ₂ eq (Ton)
HCFC	HCFC-123	Extintor	24	88,80	5,33	6,84
CFC	R-12	Nevera	1	0,60	0,60	6,18
HFC	R-134A	Nevera	31	5,11	0	7,30
HFC	R-134A	Dispensador de agua	9	0,34	0	0,48
HFC	R-134A	Maquina juguera	1	0,03	0	0,04
HCFC	R-22	Aire acondicionado	19	25,18	1,38	45,58
HCFC	R-22	Sistema chiller	1	40,82	2,25	73,88
HFC	R-404A	Neveras	2	0,05	0	0,20
HFC	R-410A	Aire acondicionado	5	3,75	0	7,83

HFC	R-410A	Dispensador de agua	1	0,05	0	0,11
HFC	R-507	Nevera	1	0,03	0	0,13
HC	R-600A	Nevera	4	0,15	0	0,00
TOTAL			99	164,91	9,56	148,57

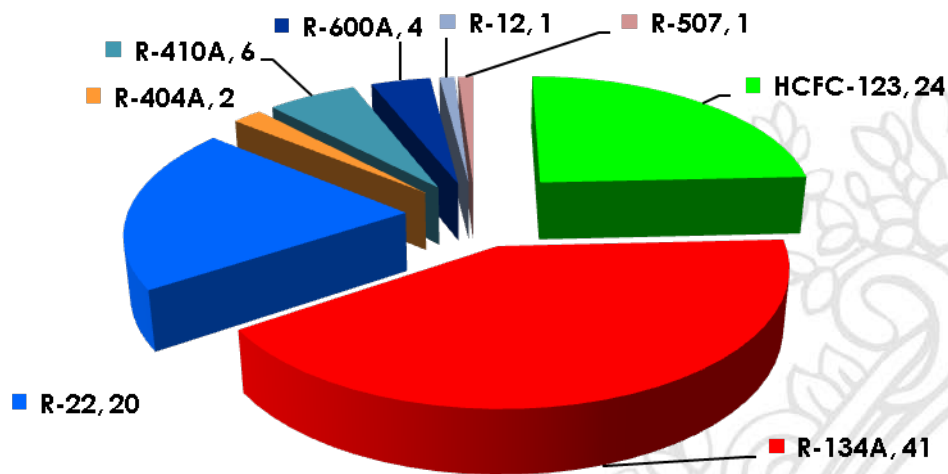
Según la Tabla 6, los 99 equipos representan un total de 164.76 kilogramos de sustancias controladas por el Protocolo de Montreal excluyendo el R-600A ya que es un refrigerante natural de la clase HC no controlado, no aporta al agotamiento de la capa de ozono (PAO=0) y su aporte al calentamiento global es bajo (PCG=3) de acuerdo a los datos presentados en la Tabla 4, adicionalmente en caso de no aplicar estrategias de mejoramiento en todo el ciclo de vida de los equipos contenedores se obtendría un potencial de agotamiento a la capa de ozono de 9.56 kilogramos y la posibilidad de emitir a la atmosfera 148.57 toneladas de dióxido de carbono equivalentes, estas cifras son análogas a los impactos ambientales producidos por aproximadamente 41 vuelos de Colombia a España, de ahí la importancia de estandarizar los procesos donde se vean involucradas SAO.

Luego, buscando la caracterización de las sustancias encontradas se presentan en la Tabla 7 por cantidad de equipo.

Tabla 7. Tipos de sustancias por cantidad de equipos.

Sustancia	Cantidad de Equipos
HCFC-123	24
R-134A	41
R-22	20
R-404A	2
R-410A	6
R-600A	4
R-12	1
R-507	1
TOTAL	99

Para mayor claridad en el análisis se presentan los datos de la tabla anterior en la Gráfica 2.



Gráfica 2. Tipos de sustancias por cantidad total de equipos.

En la Gráfica 2 se puede observar que la sustancia dominante en el diagnóstico desarrollado fue el R-134A, esta se encontró en 41 equipos distribuidos en las 3 obras, es del tipo HFC, al no tener cloro en su composición molecular no agota la capa de ozono pero si aporta al calentamiento global por lo cual se considera una sustancia de transición y de acuerdo a la Tabla 3 su eliminación total en Colombia está proyectada para el 2045, razón por la cual se le asignó una prioridad de control baja. Sin embargo, las sustancias que le siguen en cantidad al R-134A son el Solkaflam con 24 cilindros y el R-22 con 20 equipos contenedores, ambas sustancias son de la clase HCFC la cual cuenta con una prioridad de control media ya que tiene una reducción planificada del 65% sobre su línea base para el 2022 y una eliminación total en el 2040, por lo que teniendo en cuenta que más de la mitad de estas sustancias debe ser eliminadas en los próximos 3 años es indispensable plantear alternativas de sustitución en el caso de los extintores HCFC-123 y estructurar criterios que eviten la futura adquisición de tecnología con R-22, además de incentivar el cambio a refrigerantes ya sea naturales o ecológicos, en ese orden de ideas se pudo encontrar en la Gráfica 2 que una de las sustancias con menos presencia en los equipos testeados fue el R-600A, refrigerante natural tipo HC (Hidrocarburo) que no afecta la capa de ozono (PAO=0) y su aporte al calentamiento global es insignificante (PCG=3), sustancias como estas han sido satanizadas por muchos años por sus características inflamables, pero actualmente debido a los avances tecnológicos se producen equipos que operan con este refrigerante de manera segura, por tal razón se ha convertido en un sustituyente de SAO ideal,

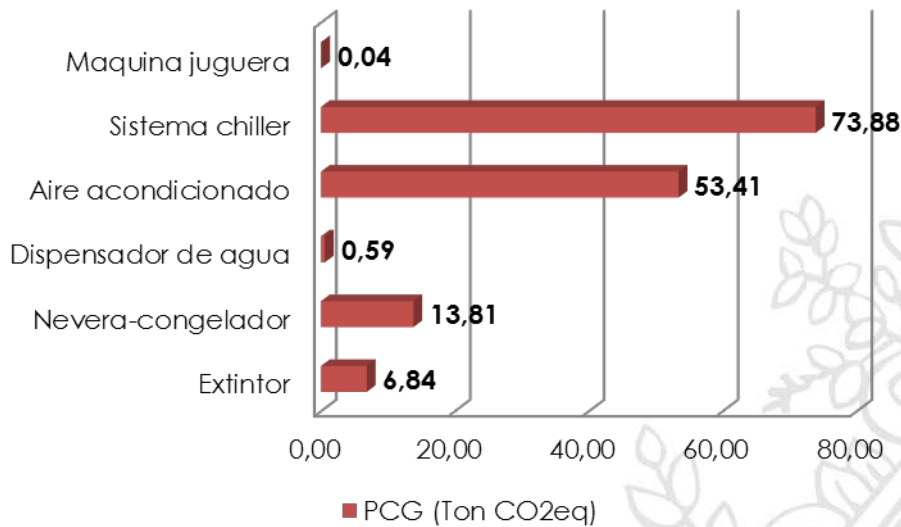
siempre y cuando el fabricante garantice seguridad en la operación del equipo, las demás sustancias como R-507, R-410A y R-404A son mezclas de sustancias clase HFC tratándose del caso análogo que del R-134A, finalmente se identificó en una nevera-congelador del Laboratorio Clínico R-12, sustancia de la clase CFC la cual de acuerdo a la Tabla 3 tuvo una eliminación total en el 2010, esta cuenta con un PAO igual a 1 y un PCG de 10300 según la Tabla 4, estas cifras representan un alto impacto ambiental, razones por las cuales cuenta con una prioridad de control alta, además, en caso de que el equipo se averíe no habrá disponibilidad de esta sustancia para su reemplazo por lo que la empresa se vería obligada a cambiar de tecnología lo que requeriría de un proceso de disposición adecuado para esta sustancia, asegurando la no emisión.

Después, es importante reconocer de forma global cuales de los equipos identificados como contenedores de SAO tienen sustancias con mayor potencial de agotamiento a la capa de ozono (PAO) y de calentamiento global (PCG), esto con el objetivo de orientar de manera acertada el diseño de estrategias de control que aseguren una reducción del riesgo en emisiones fugitivas. La Tabla 8 muestra los resultados de estos indicadores por cada tipo de equipo.

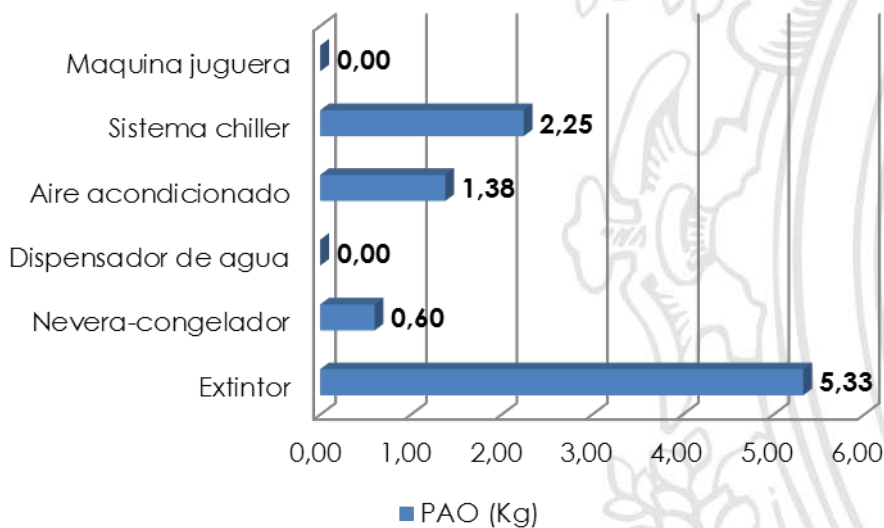
Tabla 8. PAO y PCG por tipo de equipo.

Tipo de Equipo	PAO (Kg)	PCG (Ton CO₂eq)
Extintor	5,33	6,84
Nevera-congelador	0,60	13,81
Dispensador de agua	0,00	0,59
Aire acondicionado	1,38	53,41
Sistema chiller	2,25	73,88
Maquina juguera	0,00	0,04

A continuación se presentan las gráficas correspondientes a la información de la Tabla 8.



Gráfica 4. PCG por tipo de equipo.



Gráfica 3. PAO por tipo de equipo.

De acuerdo a la Gráfica 3, el tipo de equipo que tiene mayor potencial de agotamiento a la capa de ozono es el extintor tipo HCFC-123 con 5.33 kilogramos de PAO que se podrían emitir, esto sigue reafirmando la importancia de contar con extintores de fuego que suplan todas las necesidades que cubren hasta el día de hoy los cilindros con Solkaflam, pero que su utilización no represente un impacto a la capa de ozono, siguiente a los extintores, se encuentra el sistema chiller con 2.25 kilogramos de PAO, tanto los extintores como el sistema chiller operan con sustancias tipo HCFC que son Solkaflam y R-22 respectivamente, estas como se mencionó anteriormente tienen alto impacto a la capa de ozono y alto aporte al calentamiento global, comparando los dos son aproximadamente igual en el caso del PAO pero muy superior en PCG para el R-22 ($PCG_{HCFC-123}=77$ y $PCG_{R-22}=1810$), por lo anterior y

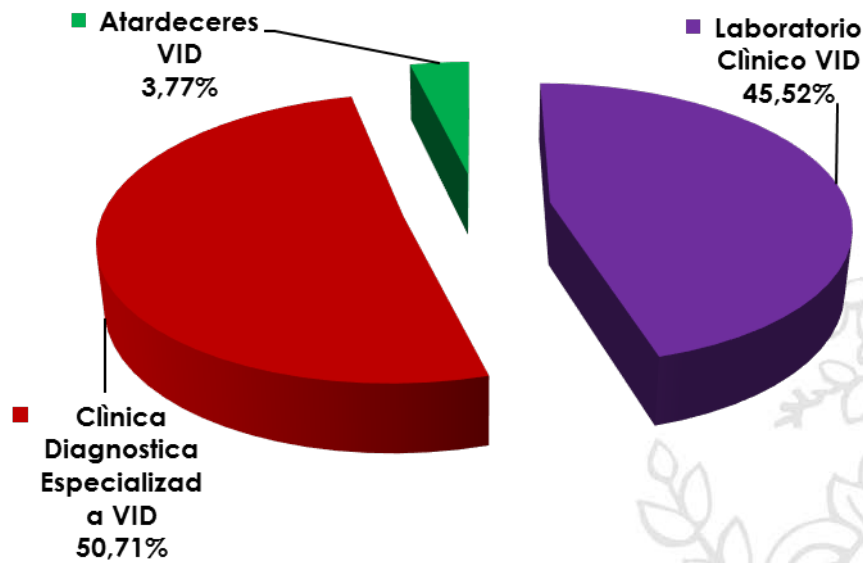
teniendo en cuenta que según la Tabla 6 la cantidad de HCFC-123 supera por más del doble a la de R-22, tiene sentido que el PAO total de extintores sea superior al del sistema chiller pero que esto se invierta en el caso del PCG como se muestra en la Gráfica 4 con 73.88 toneladas de dióxido de carbono equivalentes que podría emitir el sistema chiller contra 6.84 toneladas de dióxido de carbono equivalentes que podrían emitir los extintores. La Gráfica 4 arroja al sistema chiller y a los aires acondicionados como los que contienen sustancias con mayor potencial de calentamiento global, en el caso de los aires acondicionados, estos obtuvieron bajo PAO como se muestra en la Gráfica 3, adicionalmente, aunque las neveras no tienen un PCG tan alto en comparación a los que se encuentran en los dos primeros lugares, las 13.81 toneladas de dióxido de carbono equivalentes que podrían emitir si no se les da un manejo adecuado representan el impacto ambiental causado por dos vuelos de ida y vuelta de Colombia-España, por lo que son equipos que también requieren de procedimientos para la gestión adecuada de las SAO que poseen.

Continuando con los indicadores ambientales obtenidos, en la Tabla 9 se presentan diferenciados para las 3 obras visitadas, además de la cantidad de sustancias agotadoras de la capa de ozono obtenidas en el diagnóstico.

Tabla 9. Cantidad de SAO, PAO y PCG por obra.

OBRA	Cantidad de Sustancia (Kg)	PAO (Kg)	PCG (Ton CO2eq)
Laboratorio Clínico VID	75,07	4,66	37,36
Clínica Diagnostica Especializada VID	83,63	4,62	106,79
Atardeceres VID	6,21	0,28	4,42

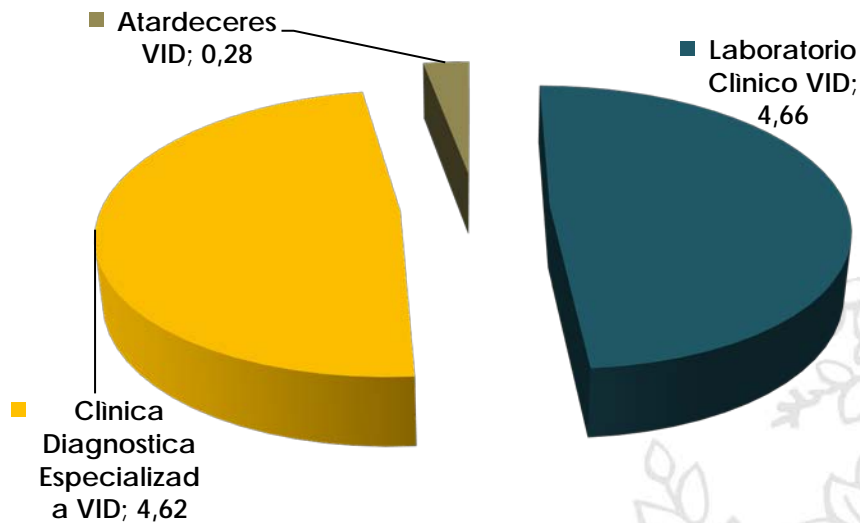
La Gráfica 5 muestra el peso porcentual que tiene cada obra respecto a la cantidad total de SAO encontrada.



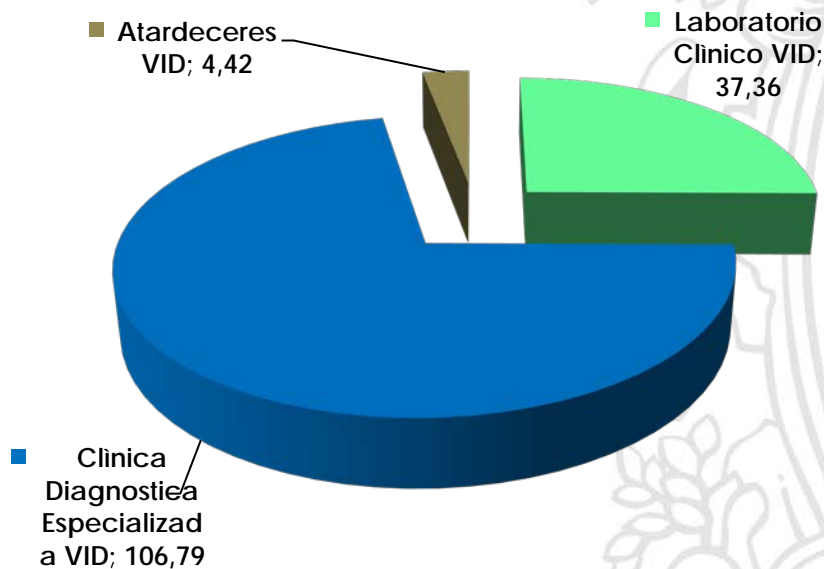
Gráfica 5. Distribución porcentual de cantidad de SAO por obra encontrada en el diagnóstico.

De acuerdo a los resultados mostrados en la Gráfica 5, la obra que cuenta con mayor cantidad de sustancias agotadoras de la capa de ozono es la Clínica Diagnostica Especializada VID, esto se debe a que contiene al equipo con mayor cantidad de SAO encontrado en el diagnóstico, el cual es el sistema chiller de aire acondicionado, este según la Tabla 6 posee 40,82 kilogramos de R-22. Luego, el Laboratorio Clínico VID tiene un 45,52 % del total de las SAO, las cuales se encuentran distribuidas en todas sus sedes y por último la obra Atardeceres VID obtuvo la menor cantidad con un 3,77 % del total, ya que fue donde se reportaron menor cantidad de equipos contenedores de SAO, este resultado concuerda con la operación, debido a que es un lugar donde se prestan servicios a un número de personas ya establecido, y no como la clínica y el laboratorio que están expuestas a un número indeterminado de usuarios, requiriendo mayor cantidad de equipos para prestar una adecuada atención.

Luego, en la Gráfica 6 y en la Gráfica 7 se presentan los indicadores PAO y PCG respectivamente de cada una de las sedes visitadas.



Gráfica 6. PAO en kilogramos por obra visitada.



Gráfica 7. PCG en toneladas de CO₂ equivalentes por obra visitada.

Con base a la Gráfica 6 se puede afirmar que en el Laboratorio Clínico es donde hay mayor potencial de agotamiento a la capa de ozono, sin embargo la Clínica le sigue muy de cerca con solo 0,04 kilogramos de PAO de diferencia, dicha cifra permite establecer a estas obras como prioritarias por encima de Atardeceres VID para la implementación de controles que garanticen la no emisión de los 9.28 kilogramos de PAO que representan estas dos obras, en contraste, la Gráfica 7 corrobora el análisis anterior ya que el indicador de potencial de calentamiento global lo representan en su gran mayoría con 106,79 y 37,36 toneladas de CO₂ equivalentes la clínica y el laboratorio respectivamente, aunque en este caso la diferencia es muy

significativa en comparación a la que se dio en la Gráfica 6, pero esto se justifica por el alto valor por cantidad másica unitaria de PCG para el R-22 que se encuentra dentro del sistema chiller de la clínica (el valor exacto puede ser consultado en la Tabla 4). Es importante tener en cuenta que la asignación del orden de prioridad para la implementación del Protocolo Técnico no es excluyente, es decir, el propósito de este trabajo es diseñar y aplicar los procedimientos aquí consignados en todas las obras de la Organización VID, incluso a las que no se les ha realizado aún el diagnóstico.

Luego, debido a que el diseño de los procedimientos de control se basará en el consolidado de los resultados obtenidos de las 3 obras, en esta parte no se presentan los datos de cada una de estas por separado, sin embargo, para apoyo al personal de la organización se puede consultar la información en el anexo 1.

Informes de Entrevistas

Paralelo al desarrollo del diagnóstico se citaron representantes de tres de los proveedores de la Organización, esto con el objetivo de identificar las prácticas actuales con las que ejecutan los procesos y servicios que prestan a la empresa.

- **Inversiones & Protección SAS**

El primer acercamiento se dio con la empresa Inversiones & Protección SAS, la cual se dedica a la comercialización al por menor, mantenimiento y recarga de extintores para establecimientos especializados. El encuentro fue con el señor Marcelo el cual lleva a cabo actividades de representante y técnico desde la recepción hasta el mantenimiento, recarga y entrega del cilindro.

El señor Marcelo es pensionado como capitán de bomberos y trabajó por quince años en Ergas LTDA, en estos lugares adquirió toda su experiencia referente a los extintores de fuego, actualmente la empresa opera con 3 empleados, su esposa, un aprendiz y él. Al momento de ser consultado por la estandarización del proceso referente a la manipulación de extintores tipo Solkaflam o HCFC-123 manifestó la existencia de un instructivo donde tiene consignados los procedimientos empleados en la recarga y/o mantenimiento de los equipos, al recibir el documento se identifica que realizan la disposición final del Solkaflam por medio de la empresa de aseo municipal, la cual no está en la capacidad de tratar un desecho peligroso como lo es el HCFC-123 según el sistema globalmente armonizado, adicionalmente, en cuanto a la capacitación del personal que manipula los cilindros esta es

basada en su totalidad por la experiencia para el caso del señor Marcelo, pero al aprendiz no cuenta con experiencia ni formación para desempeñar actividades que impliquen la manipulación de los extintores, razón por la cual se desempeña como asistente del técnico buscando adquirir las habilidades necesarias por medio de orientación.

Finalmente la entrevista concluye preguntando si se ha adelantado alguna investigación que defina alternativas a futuro para el reemplazo del agente HCFC-123, obteniendo frente a esto una respuesta negativa.

Con base a la información manifestada se identificó áreas a mejorar por parte del contratista, estas son la disposición final del producto extintor de fuego, la capacitación del personal e investigación que permita reconversión a productos con menos o nulo PAO y PCG.

El instructivo anteriormente mencionado se puede consultar en el anexo 2.

- **LITO S.A.**

Lito S.A. es una empresa que garantiza la adecuada disposición final de residuos generados dentro de la Organización. El encuentro personal no fue posible realizarlo, sin embargo se hizo contacto por correo electrónico en donde se preguntó específicamente por como manipulan detalladamente los refrigerantes clasificados como residuos, el resultado fue la descripción del proceso de gestión de gases refrigerantes el cual se presenta en la Ilustración 9.

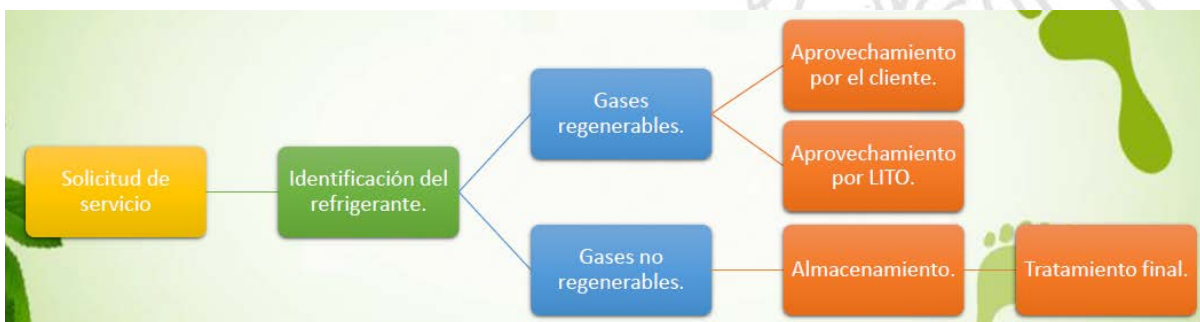


Ilustración 9. Gestión de gases refrigerantes por LITO SAS.

Inicialmente identifican el tipo de refrigerante a tratar realizando un análisis mediante un "THE INSPECTOR ID", posteriormente se hace el

pesado del cilindro y luego se rotula como se muestra en la Ilustración 10.

Luego, deciden si regenerar o no el gas tomando como primer criterio de selección que la sustancia no sea mezcla de varios refrigerantes y en segundo lugar que su concentración sea mayor o igual al 98%.



Ilustración 10. Identificación del refrigerante.

Dependiendo de la decisión tomada en la etapa anterior se define el paso a seguir, para el caso de los gases aptos para regeneración Lito S.A. cuenta con un parque automotor propio que permite transportar oportunamente los cilindros a los centros de regeneración y finalmente hacer la entrega a un cliente para el aprovechamiento de la sustancia como se muestra en la Ilustración 11, por el contrario, si no es posible tratarla Lito S.A. emite un certificado temporal de almacenamiento para posteriormente enviarlo al exterior ya que Colombia actualmente no cuenta con instalaciones licenciadas para realizar la destrucción de refrigerantes mediante tratamiento térmico, este proceso se muestra en la Ilustración 12.



Ilustración 11. Proceso aplicable a gases regenerables.



Ilustración 12. Proceso aplicables a gases no regenerables.

En consecuencia a la información compartida por Lito S.A., se puede asegurar que actualmente poseen un proceso de gestión d residuos SAO estandarizado y coherente con las exigencias ambientales que actualmente están demandando acuerdos internacionales como el Protocolo de Montreal o las mismas leyes locales que se acogen a estos acuerdos, en ese orden de ideas es fundamental recalcarle a la empresa contratista que siga estandarizando y optimizando sus procesos cada día, además de actualizarse constantemente de acuerdo a las situaciones ambientales que se deban enfrentar.

- **OK CLIMA LTDA**

Empresa dedicada al mantenimiento y reparación de sistemas de aire acondicionado que presta sus servicios al Laboratorio Clínico VID, el contacto fue por correo electrónico y en este caso se consulta el estado de capacitación de la persona que desempeña actividades dentro de las instalaciones del laboratorio en representación de OK CLIMA LTDA, obteniendo como respuesta las certificaciones del técnico soportando así la idoneidad del empleado para manipular los equipos de aire acondicionado.

Las certificaciones se pueden consultar en el anexo 3.

Procedimientos para el control de SAO

Con base en los resultados y análisis obtenidos del diagnóstico y las entrevistas aplicadas a los proveedores se diseñaron estrategias que permiten el control de los procesos que involucran sustancias agotadoras de la capa de ozono.

1. **Exigencias para la contratación de personal para la manipulación de equipos de refrigeración y climatización.**

Los siguientes criterios garantizarán que el personal contratado por la Fundación Organización VID para realizar labores que manipulen equipos de refrigeración y climatización aplique las mejores prácticas, dándose la disminución del impacto negativo de esta actividad en el ambiente.

- El personal técnico designado por el contratista para realizar las labores de montaje, reparación y mantenimiento de los equipos de refrigeración y climatización dentro de la Organización, deberá presentar certificado **vigente** en la Norma de Competencia Laboral 280501022 "Aplicar buenas prácticas en el uso de refrigerantes y lubricantes en instalaciones de refrigeración y climatización (RC), según normatividad ambiental" (anteriormente, Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en sistemas de refrigeración y aire acondicionado según normatividad nacional o internacional), o aquella que la reemplace o modifique, y que esté relacionada con el manejo ambiental de sustancias refrigerantes de los sistemas anteriormente mencionados.
- El proveedor debe contar con un archivo historial de los equipos de la Organización que manipule, este debe estar disponible para consulta por parte del personal de Gestión Ambiental y debe contener la siguiente información por equipo.
 - ✓ Identificación del equipo, esta debe especificar la marca, modelo, tipo de refrigerante y cantidad.
 - ✓ Tipo de servicio realizado (correctivo o preventivo).
 - ✓ En los casos en que se realice una adición de refrigerante se debe especificar la fecha en la cual fue realizada, datos del técnico que realiza el mantenimiento (nombre y teléfono), cantidad y tipo de refrigerante adicionado y motivo.
 - ✓ Especificar la cantidad de refrigerante recuperada cuando se realice el mantenimiento, reparación o disposición final del equipo, cuando esta cantidad sea menor al 90% de la cantidad que contenía el equipo de fábrica se informará al proveedor que los equipos de recuperación deben ser controlados, reparados o renovados, además se debe especificar la fecha en la cual se dio la recuperación, datos del técnico (nombre y teléfono), fin del refrigerante (reciclaje, reúso, envío a centro de regeneración, envío para destrucción).
 - ✓ Firma de conformidad de quien recibe.
 - ✓ Firma del técnico que realizó el servicio.
- Es obligación del proveedor contar con recuperadora de refrigerantes y cilindros adecuados para recuperación.

- Garantizar la gestión ambientalmente adecuada de las sustancias refrigerantes, sus envases y residuos teniendo en cuenta la normatividad nacional vigente atendiendo lo establecido sobre la gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), Ley 1672 de 2013.
- Certificado donde se especifique tipo y cantidad de refrigerante en procesos de adición o reemplazo, para el caso de reemplazo el proveedor suministrará la hoja de datos de seguridad de la sustancia.
- El contratista y su personal deberán implementar la señalización de las zonas de trabajo en prevención de accidentes del personal de la Organización y propio.

2. Gestión integral de residuos SAO: Lineamientos técnicos para la gestión de equipos de refrigeración y aire acondicionado al final de su vida útil.

Este protocolo es aplicable únicamente a los procedimientos que requieren sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, en ese orden de ideas esta guía busca contribuir al mejoramiento de la gestión adecuada de los residuos para un grupo de RAEE particularmente importante: refrigeradores-congeladores domésticos e industriales y aparatos de aire acondicionado, estos aparatos a menudo contienen refrigerantes y agentes espumantes (estos últimos solo en refrigeradores) con alto potencial de calentamiento global (PCG) y potencial de agotamiento de la capa ozono (PAO), destruyendo moléculas de ozono y contribuyendo al calentamiento global en caso de liberarse al medio ambiente.

Las sustancias agotadoras de la capa de ozono son consideradas como sustancias peligrosas por la Organización de las Naciones Unidas y por lo tanto, les aplica toda la normativa nacional e internacional vigente sobre almacenamiento, transporte y manejo de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. En tal sentido, se deben tener en cuenta los lineamientos que orientan la Política Nacional para la gestión integral de residuos peligrosos, en especial, lo referente al aprovechamiento y valorización, orientado a la recuperación, reciclaje y reutilización.

El manejo ambiental racional y seguro de estos equipos deben ser adelantados exclusivamente por gestores autorizados por los entes ambientales para adelantar los manejos más adecuadas en el marco de la normativa ambiental vigente.

Cuando los equipos de refrigeración o climatización llegan al final de su vida útil es indispensable darle una disposición ambientalmente responsable, para

esto se propone trabajar en sinergia con un canal que garantiza el correcto reciclaje, tratamiento y disposición final de los mismos.

Lito S.A., es una organización dedicada a la gestión integral de excedentes industriales y residuos peligrosos que cuenta con los permisos ambientales para realizar el manejo adecuado de cada uno de los componentes que integran los equipos, en el caso de sustancias peligrosas como refrigerantes, aceites y espumas de poliuretano son gestionados a través de procesos que garantizan su adecuado tratamiento y disposición final. La Ilustración 13 contiene las etapas por las que un equipo de refrigeración o climatización en desuso debe pasar, estas involucran a la Fundación Organización VID como propietario del equipo y Lito S.A. como el canal seleccionado para realizar la gestión. A continuación se describe cada etapa.



Ilustración 13. Etapas para la gestión integral de residuos SAO.

I. Generación

El proceso se activa cuando se produce la generación de un equipo en desuso dentro de las instalaciones de la Organización VID.

II. Recolección

Solicitar la recolección del equipo a Lito S.A. por correo electrónico y vía telefónica.

III. Entrega a un gestor autorizado

Lito S.A. cuenta con parque automotor propio y es un gestor ambiental autorizado con la licencia ambiental para el manejo de RAEE, por lo tanto se desplaza a la organización y recoge el equipo.

IV. Desensamble

Este proceso es llevado a cabo por personal especializado el cual se encarga de separar las corrientes aprovechables y peligrosas.

V. Separación y clasificación

En esta etapa se da la separación de materiales plásticos, metálicos, aluminios, componentes eléctricos en el caso de materiales aprovechables, los residuos peligrosos son sometidos a una clasificación para posteriormente ser enviados a diferentes procesos que garanticen su adecuado tratamiento, en el caso de los refrigerantes el proceso es el descrito en la sesión de *Informes de Entrevistas* para el caso de Lito S.A.

3. Inventario de equipos de refrigeración climatización y extinción de fuego que contengan sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Para hacer efectiva la prevención y control de las SAO es indispensable tener conocimiento de sus cantidades además de los indicadores ambientales (PAO y PCG) que estas representan, por esta razón se desarrolla en Drive la "Herramienta SAO" la cual contiene los equipos de refrigeración, climatización y extinción de fuego que almacenan sustancias agotadoras de ozono (SAO), este debe ser constantemente actualizado y se recomienda anexar el registro de intervenciones de cada uno de estos equipos.

4. Prevención y control de fugas de refrigerantes.

La instalación y el mantenimiento cumplen un papel fundamental para garantizar el funcionamiento eficiente de los equipos durante toda su vida útil y dar lugar a una reducción directa e indirecta de las emisiones de sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Los equipos de refrigeración y climatización de la Fundación Organización VID deben ser objeto de monitoreo para el control de fugas de refrigerantes regulares por parte de personal certificado. Con esto se disminuye el riesgo de impacto ambiental de los refrigeradores-congeladores y aires acondicionados, se evitan altos costos de funcionamiento generados por la disminución en la eficiencia de los equipos generado por la falta de refrigerante, se evita el aumento de los costos de mantenimiento generado por búsqueda y reparación de fugas y compra de refrigerante para completar carga y se evitan las afectaciones a la salud y seguridad.

Se recomienda realizar el test de fugas cada 6 meses y el contratista debe proporcionar un reporte en el formato de mantenimiento preventivo, en el cual deberá consignar fecha del procedimiento, datos del técnico (nombre y teléfono), método utilizado, resultados, acciones correctivas requeridas y seguimiento.

Otra alternativa para el desarrollo de esta actividad es que sea delegada a personal interno de la Organización, esto reduciría costos, sin embargo se debe asegurar la idoneidad del recurso humano que lleve a cabo los chequeos de fugas.

Las fugas encontradas se deben reparar a la mayor brevedad posible y una vez reparado el equipo, se actualizarán los datos en un nuevo reporte. Determinar la causa de la fuga es crucial para evitar que se repita.

Llevar un control y seguimiento de los mantenimientos preventivos a los equipos de refrigeración y aire acondicionado ya que el comportamiento del refrigerante al interior de las instalaciones de refrigeración y climatización, depende principalmente de sus características termodinámicas acompañadas de la aplicación y del sistema constructivo de los equipos. Un buen rendimiento del refrigerante representará no solamente un sistema

termodinámico más eficiente sino más amigable con el ambiente al estar directamente relacionado con el consumo energético del sistema.

Dentro del inspeccionamiento físico de los equipos se verifica que la etiqueta del equipo se encuentre en buenas condiciones y que contenga la información legible.

La Ilustración 14 muestra un ejemplo de cómo se encuentra la información básica en un equipo de refrigeración o climatización, se debe tener en cuenta que el diseño puede cambiar de acuerdo al fabricante del equipo.

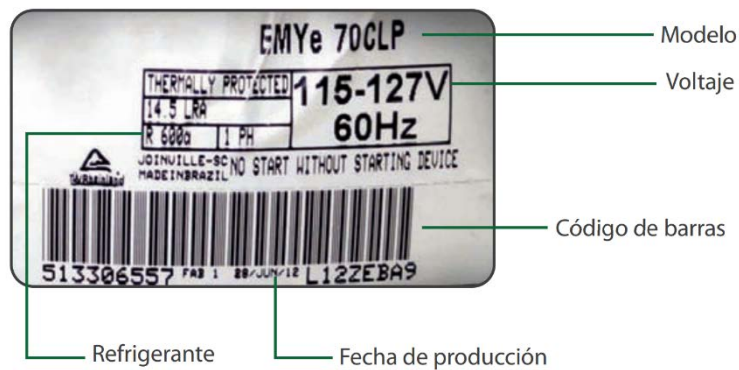


Ilustración 14. Guía de información en etiqueta para equipo contenedor de SAO.

Formato para monitoreo y control de fugas

A continuación se proponen los campos que debe contener el formato para llevar registro del test de fugas, el personal del Departamento de Gestión Ambiental estará encargado del control de dicho formato en las diferentes obras de la Organización VID.

Tabla 10. Formato propuesto para test de fugas.

Fecha	Responsable del monitoreo	Identificación del equipo	Tipo de refrigerante	Mecanismo de verificación		¿Se evidencia alguna fuga?		Acción tomada en caso de evidenciar fugas	Observaciones
				Detector de fugas	Manual con solución jabonosa	Si	No		

5. Aspectos a tener en cuenta en caso de reconversión o sustitución de equipos que contienen refrigerantes CFC, HFC y HCFC.

Cuando un equipo contenedor de SAO se encuentre en proceso de desecho, es necesario un cambio de tecnología aplicando así la gestión del riesgo, esto con el fin de evitar potenciales impactos, por lo que lo ideal es eliminar el peligro y esto se puede hacer realizando una adecuada reconversión de tecnología que elimine las sustancias peligrosas, en ese orden de ideas se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos.

- Seleccionar un equipo que contenga un refrigerante con potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO) nulo o con el valor más bajo posible.
- Seleccionar un equipo que contenga un refrigerante con potencial de calentamiento global (PCG) entre despreciable o bajo de acuerdo a la Ilustración 15.

Fuente: Comité de operaciones técnicas en refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor del Protocolo de Montreal

Clasificación	PCG a 100 años
<30	Ultra bajo o despreciable
<100	Muy bajo
<300	Bajo
300 - 1000	Medio
>1000	Alto
>3000	Muy alto
>10000	Ultra alto

Ilustración 15. Clasificación de los niveles de potencial de calentamiento global a 100 años.

- El equipo debe tener una alta eficiencia energética, la cual deberá garantizar el proveedor.
- Disponibilidad en el mercado viable.
- Se debe considerar especialmente un equipo que opere con un refrigerante natural (dióxido de carbono (CO₂), amoníaco (NH₃), refrigerantes tipo HC (R-600A, R-290, R-1270).
- Elegir tecnología que trabaje con refrigerantes de vida media corta, que aseguren un menor impacto ambiental. Por ejemplo, si un CFC en particular tiene una vida media de 100 años significa que la emisión de una pequeña cantidad de ese refrigerante tomará cerca de 700 años hasta que sus efectos ambientales seas despreciables. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

A continuación se presentan alternativas para el reemplazo de refrigerantes controlados por el Protocolo de Montreal.

- En aire acondicionado el R-407 C y el R-422D son cambios directos del refrigerante R-22 en los equipos. (Puerto, 2011)
- Para sistemas de refrigeración de media presión existen refrigerantes como el R-422A, el cual es un cambio directo tanto del R-22 como del R-404A, ya que su daño al ambiente es menor. (Puerto, 2011)
- Existen unos nuevos tipos de refrigerantes menos perjudiciales clasificados como hidro-olefinas (HFO). El refrigerante R513-A reemplaza los equipos con R-134a en un retrofit directo en que no hay necesidad de cambiar elementos ni lubricante en los equipos, adicionalmente el R-449A es un reemplazo para equipos con R404-A y R-22. (Puerto, 2011)
- El R1234YF es un reemplazo del refrigerante R-12 y R134a, no daña la capa de ozono y su daño al ambiente es mínimo (PCG=4). (Puerto, 2011)
- Aunque los HC son inflamables, el propano (R290) se usa en general para cocinar y calentar, por lo que todos los usuarios reconocen y aceptan la necesidad de la aplicación de prácticas estándar para el manejo y despliegue seguro de dichos materiales. Los costos entre R-290 y HFC son iguales.

Ventajas de darles preferencia a equipos con refrigerantes de tipo HC (R-600A y R290)

- No afectación a la capa de ozono.
- Reducción significativa del aporte al calentamiento global.
- Mayor eficiencia energética en los equipos lo que se traduce en un menor costo de operación.
- Los costos de adquisición no se suben considerablemente.

Las características inflamables de los refrigerantes no deben ser una barrera de adquisición siempre y cuando el equipo que los contenga cuente con todas las garantías por parte del fabricante o proveedor.

6. Mantenimiento y recarga de extintores portátiles con HCFC-123

De acuerdo a resultados y análisis desarrollados se pudo identificar el alto índice de informalidad que actualmente presenta el sector de venta, instalación y mantenimiento de extintores portátiles tipo HCFC-123, esto debido a que las empresas prestadoras de estos servicios no cuentan con personal capacitado, consecuentemente es indispensable incentivar la formalización y regulación del sector, con el fin de controlar el uso y emisión de sustancias que pueden afectar la salud y el ambiente.

La baja complejidad del proceso de carga y recarga de extintores permiten la informalidad del sector. La informalidad en el sector hace que se presenten ineficiencias, falta de calidad en el servicio, falta de registro en los inventarios

y pocas o nulas medidas de seguridad para los operarios encargados del proceso.

El HCFC-123 es una sustancia agotadora de la capa de ozono y puede llegar a ser un residuo peligroso. Debe evitarse su liberación al ambiente y gestionarse adecuadamente, de acuerdo a la legislación nacional para residuos peligrosos (artículo 2.2.6.1.3.1 del Decreto 1076 de 2015). (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018b)

Para el proceso de carga, recarga y mantenimiento de extintores portátiles, el mayor impacto ambiental está relacionado con la generación de residuos de HCFC-123, el cual es emitido a la atmósfera, sin ningún tipo de tratamiento.

Si se adquiere o envía a recarga un extintor de HCFC-123, solicitar al taller de recarga y mantenimiento el certificado de análisis que certifique que el contenido de agente extintor corresponde exclusivamente a HCFC-123. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018b)

La calidad del HCFC-123 utilizado como agente extintor, se verifica a través de la ficha de datos de seguridad y el certificado de análisis del producto. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018b)

En Colombia, actualmente no están disponibles de manera comercial equipos o ensayos de laboratorio que permitan verificar la pureza del HCFC-123. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018b)

Solicitar los siguientes certificados según el caso.

- En un servicio de recarga se exige un certificado donde se especifique la sustancia que se le suministro al cilindro, adicionando la hoja de datos de seguridad más actualizada.
- En un mantenimiento se solicita un certificado que contenga el tipo de mantenimiento realizado (correctivo o preventivo) y en caso de adicionar agente limpio especificar cantidad.
- En caso de que el proveedor descarte cualquier cantidad de HCFC-123 se deberá especificar mediante un certificado como se realizó esta disposición final.

Una vez vencido o usado el Solkaflam, evaluar la posibilidad de reemplazo por otro agente extintor con las mismas funciones y capacidades pero con menor impacto a la capa de ozono y menor aporte al calentamiento global, las posibilidades se presentan en la Ilustración 16 de donde se recomienda priorizar la selección de tecnologías alternativas.

Grupo	Agente	Aplicación		PAO ²	PCG (100 años)
		Extintores portátiles	Sistemas fijos		
Agentes halogenados	HCFC-123 (FE 232)			0,02	77
	HCFC Mezcla A (S-III) ³			HCFC-123: 0,02 HCFC-22: 0,055 HCFC-124: 0,022	HCFC-123: 77 HCFC-22: 1.810 HCFC124: 609
	HCFC Mezcla B (Halotron I)			HCFC-123: 0,02	HCFC-123: 77
	HCFC Mezcla C (NAF P-III)			HCFC-123: 0,02 HFC-124: 0 HCFC-134a: 0	HCFC-123: 77 HFC-124: No encontrado HCFC-134a: 1.430
	HCFC Mezcla D (Blitz-III)			HCFC-123: 0,02	HCFC-123: 77
	HCFC Mezcla E (NAF P-IV)			0,02	N/A
	HFC-227ea (FM-200)			0	3.220
	HFC-236fa (FE-36)			0	9.810
	HFC-125 (FE-25)			0	3.500
	HFC-23 (FE-13)			0	14.800
	FC-5-1-12 (Novec 1230)			0	1
	FC-5-1-14 (CEA-614)			0	9.300
	FIC-1311 (CF3I)			0,008	0,4
Gases inertes	IG-541 (Inergen)			0	0
	IG-55 (Argonita)			0	0
	IG-01 (Argon)			0	0
	IG-100 (NN100)			0	0
Tecnologías alternativas	Agua nebulizada			0	0
	Dióxido de carbono			0	1
	Espumas formadoras de película acuosa (AFFF)			0	0
	Polvo Químico Seco (No es un agente limpio)			0	0

Ilustración 16. Tipos de agentes extintores, aplicación, PAO y PCG.

Inspección visual

Revisión periódica del estado de los cilindros, en caso de que tenga alguna de las siguientes anomalías reportarlo inmediatamente al Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- Grietas o fugas.
- Protuberancias, abolladuras graves o cortes.
- Válvulas defectuosas.
- Dispositivo de seguridad defectuoso (seguro).
- Evidencia de abuso físico, daño por fuego o calor u oxidación excesivos (Ilustración 17 e Ilustración 18).
- Marcaciones ilegibles, incorrectas o sin autorización.



Ilustración 18. Oxidación excesiva



Ilustración 17. Daño por fuego.

Conclusiones

Después de revisada la normatividad internacional (Protocolo de Montreal) y nacional (leyes, resoluciones y circulares) se pudo obtener el calendario de eliminación SAO presentado en la Tabla 3, este instrumento es la base para la remoción definitiva de las sustancias que agotan la capa de ozono, además de esto se asignó una prioridad de control a cada clase de SAO (alta, media y baja) según las fechas designadas por los entes reguladores, permitiendo así priorizar la aplicación de los protocolos de control de acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico.

Debido a limitaciones de tiempo no fue posible aplicar el diagnóstico en todas las obras de la Organización VID, sin embargo se desarrolló la identificación de las SAO en tres de las obras, revisando 99 equipos que contienen un total de 164,91 kilogramos de sustancias controladas. Se recomienda al Departamento de Gestión Ambiental darle continuidad al inventario de equipos contenedores de sustancias agotadoras de la capa de ozono, con el objetivo de abarcar todas las sedes faltantes ya que esto facilitará la aplicación de procedimientos que minimicen el riesgo de emisiones fugitivas, evitará la compra de sustancias controladas y permitirá una adecuada gestión de residuos SAO.

De acuerdo a la revisión hecha al marco jurídico colombiano referido al control de SAO, se puede concluir que los instrumentos de control se basan en restringir las exportaciones e importaciones de sustancias contenidas en los anexos del Protocolo de Montreal y prohibir la fabricación de equipos que contengan o requieran para su producción u operación estas mismas, en consecuencia se prevé una disminución exponencial de la oferta de SAO controladas para los próximos años en Colombia. Dando respuesta a la escases, el Departamento de Gestión Ambiental de la Organización VID diseñó las estrategias contenidas en "*Procedimientos para el control de SAO*".

Finalmente, con base en los resultados obtenidos del diagnóstico se puede asegurar que las tres obras visitadas operan con equipos contenedores de sustancias que de no ser manipuladas adecuadamente a través de todo su ciclo de vida representarían un alto impacto a la capa de ozono y aportarían al calentamiento global, estas son el R-22 y el HCFC-123 y representan más del sesenta por ciento del inventario realizado según la Gráfica 2, en ese orden de ideas, el menor porcentaje es ocupado por el refrigerante natural R-600A que se encontró en solo cuatro neveras, adicionalmente se debe tener en cuenta que un cambio tecnológico representa un gasto inviable por el alto porcentaje de equipos que se tendrían que cambiar, por lo cual se recomienda implementar las directrices consignadas en este proyecto, estas mejorarán los procesos de la organización volviéndolos más amigables con la naturaleza.

Referencias Bibliográficas

- AECC. (2019). ¿Qué es un Carcinoma de Piel? Retrieved July 2, 2019, from <https://www.aecc.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-piel/carcinoma-cutaneo>
- atmosfera.cl. (2019). unidad dobson. Retrieved July 2, 2019, from <http://www.atmosfera.cl/HTML/temas/estructura/dobson.htm>
- Epa, C. C. L. (2014). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. Retrieved from <http://www.epa.gov/ghgreporting/reporters/subpart/c.html>
- España, fredy. (2016). GAGAS(Grupo Administrativo de Gestión Ambiental y Sanitaria). Retrieved July 2, 2019, from <https://hospitalituango.gov.co/notas/gagas-grupo-administrativo-de-gestion-ambiental-y-sanitaria/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). LINEAMIENTOS TÉCNICOS AMBIENTALES PARA EL MANEJO INTEGRAL DE GASES REFRIGERANTES EN LAS OPERACIONES DE RECUPERACIÓN, RECICLAJE, ACOPIO Y REGENERACIÓN.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018a). Aprobada la Enmienda de Kigali en Comisión Segunda del Senado. Retrieved July 2, 2019, from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3847-aprobada-la-enmienda-de-kigali-en-comision-segunda-del-senado>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018b). Boletín Ozono No. 45. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Boletines_de_Ozono/V5_BOLETIN_45.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). El Protocolo de Montreal. Retrieved July 2, 2019, from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=192:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-8#enlaces>
- Naciones Unidas, O. (2015). *SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS (SGA) Sexta edición revisada*. Retrieved from <http://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59676/SGA+Rev6sp.pdf>
- Organización VID. (2019a). Atardeceres VID. Retrieved July 2, 2019, from http://www.vid.org.co/index.php?option=com_content&view=article&id=719&Itemid=61
- Organización VID. (2019b). Clínica Diagnóstica Especializada VID. Retrieved July 2, 2019, from http://www.vid.org.co/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=22
- Organización VID. (2019c). Clínica Odontológica VID. Retrieved July 2, 2019, from http://www.vid.org.co/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=32
- Organización VID. (2019d). Laboratorio Clínico VID. Retrieved July 2, 2019, from http://www.vid.org.co/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=23
- Pabon, J. et al. (2005). Protocolo de Montreal en Colombia. En: P&S – Protección y Seguridad. *Revista Del Consejo Colombiano de Seguridad*, 51, 56–61.
- PNUMA. (2016). *Control aduanero de sustancias que agotan la capa de ozono*. Retrieved from <http://www.pnuma.org/ozono/curso/pdf/m1.pdf>

- Puerto, E. A. (2011). Refrigerantes y ecología. Retrieved July 2, 2019, from <https://efrainpuerto.wordpress.com/2011/02/26/refrigerante-y-ecologia/>
- Sánchez, J. (2006). Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. Bogota.
- Secretaría de Ozono. (2018). Protocolo de Montreal. Retrieved July 2, 2019, from <https://ozone.unep.org/es/manual-del-protocolo-de-montreal-relativo-las-sustancias-que-agotan-la-cap-de-ozono/84046/5>
- SISSAO. (2005). ¿Cómo se destruye el ozono? Retrieved July 2, 2019, from <http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/p8.htm>
- Stavro Tirado, X. I. (2007). Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. *Producción + Limpia*, 2.
- SURA. (2019). Manejo legal para la sustitución de SAO en empresas.
- Unidad Técnica Ozono. (2017). *Boletín Ozono No. 44*. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Boletines_de_Ozono/BOLETIN_OZONO_N44.pdf
- Unidad técnica OZONO UTO. (2018). PROTOCOLO DE MONTREAL Y SU IMPLEMENTACIÓN EN COLOMBIA.



Anexos

1) Diagnóstico de cada obra visitada

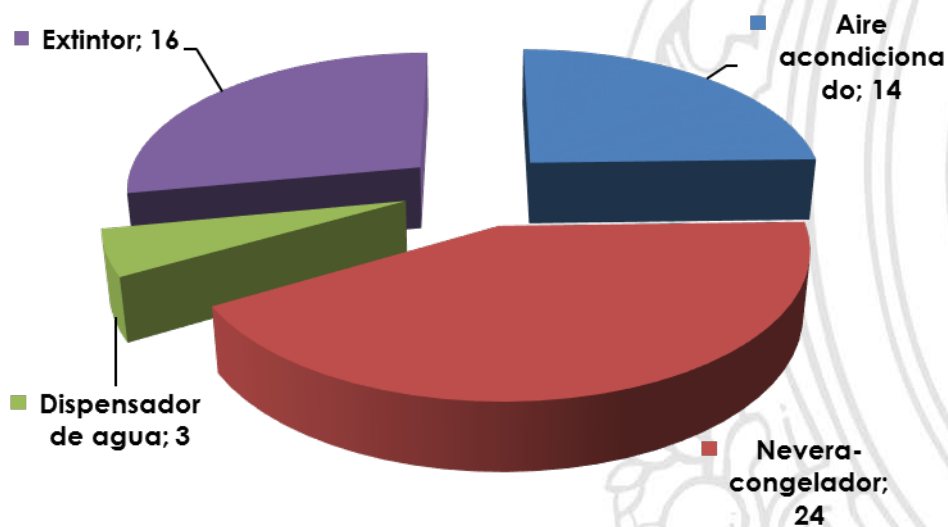
1.1 Laboratorio Clínico VID

Inicialmente se presenta en la Tabla 11 el consolidado por tipo y cantidad de equipos que se obtuvo en el Laboratorio Clínico VID.

Tabla 11. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en el Laboratorio Clínico VID.

Tipo de Equipo	Cantidad
Aire acondicionado	14
Nevera-congelador	24
Dispensador de agua	3
Extintor	16
TOTAL	57

La Gráfica 8 muestra la información de la tabla anterior.



Gráfica 8. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en el Laboratorio Clínico VID.

En la Tabla 12 se presentan las sustancias contenidas en los equipos de todas las sedes del Laboratorio Clínico VID, la cantidad másica (kilogramos) y calcular los indicadores PAO y PCG para cada una de estas.

Tabla 12. Clase de SAO, sustancia, equipo contenedor, cantidad, PAO y ton CO2eq para el Laboratorio Clínico VID.

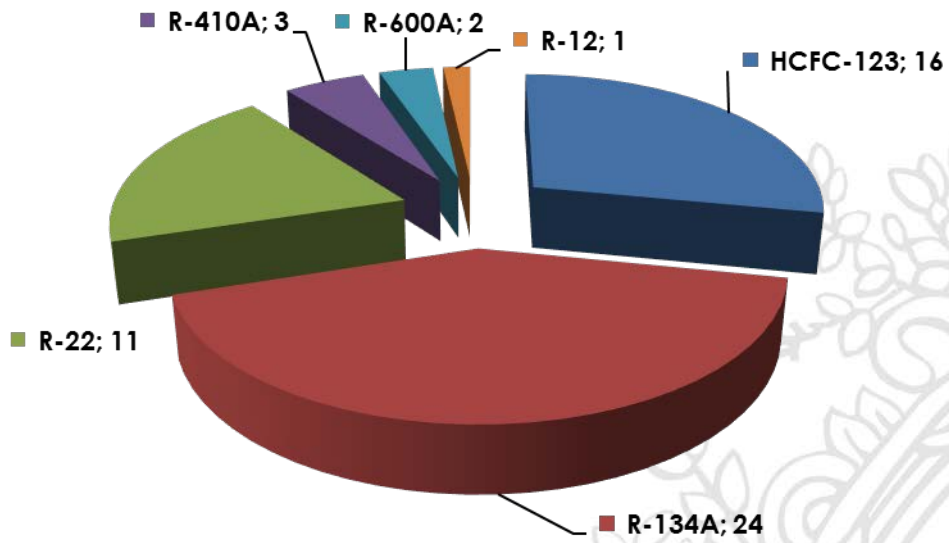
Clase de Sustancia	Nombre de Sustancia	Tipo de Equipo que Contiene la Sustancia	Cantidad de Equipos	Cantidad de Sustancia (Kg)	Aporte de PAO (Kg)	CO2 eq (Ton)
HCFC	HCFC-123	Extintor	16	59,2	3,55	4,56
CFC	R-12	Nevera	1	0,6	0,6	6,18
HFC	R-134A	Nevera	21	3,78	0	5,41
HFC	R-134A	Dispensador de agua	3	0,11	0	0,15
HCFC	R-22	Aire acondicionado	11	9,27	0,51	16,78
HFC	R-410A	Aire acondicionado	3	2,05	0	4,28
HC	R-600A	Nevera	2	0,06	0	0,00018
TOTAL			57	75,07	4,66	37,36018

Se presenta en la Tabla 13 el tipo de SAO por cantidad de equipo.

Tabla 13. Tipos de SAO por cantidad de equipos en el Laboratorio Clínico VID.

Sustancia	Cantidad de Equipos
HCFC-123	16
R-134A	24
R-22	11
R-410A	3
R-600A	2
R-12	1

Además, se presentan los datos de la tabla anterior en la Gráfica 9.



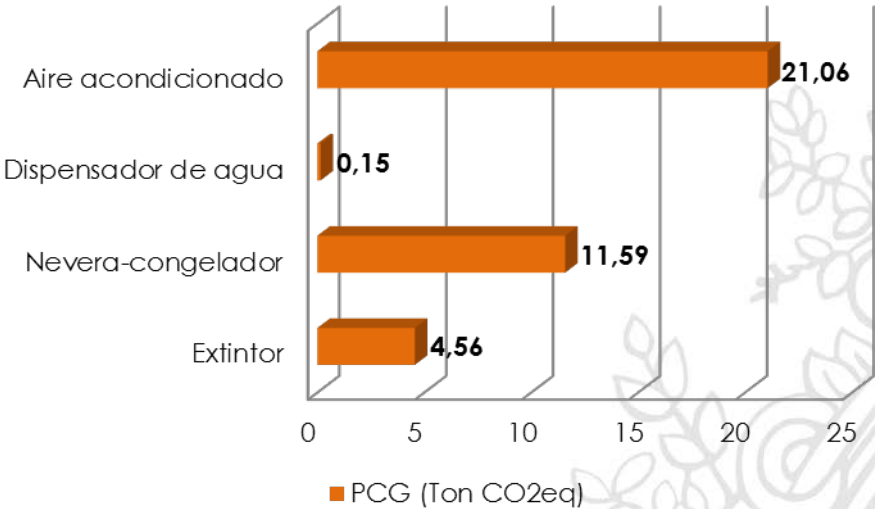
Gráfica 9. Tipos de SAO por cantidad de equipos en el Laboratorio Clínico VID.

La Tabla 14 muestra los resultados de los indicadores PAO y PCG por cada tipo de equipo dentro del Laboratorio Clínico VID.

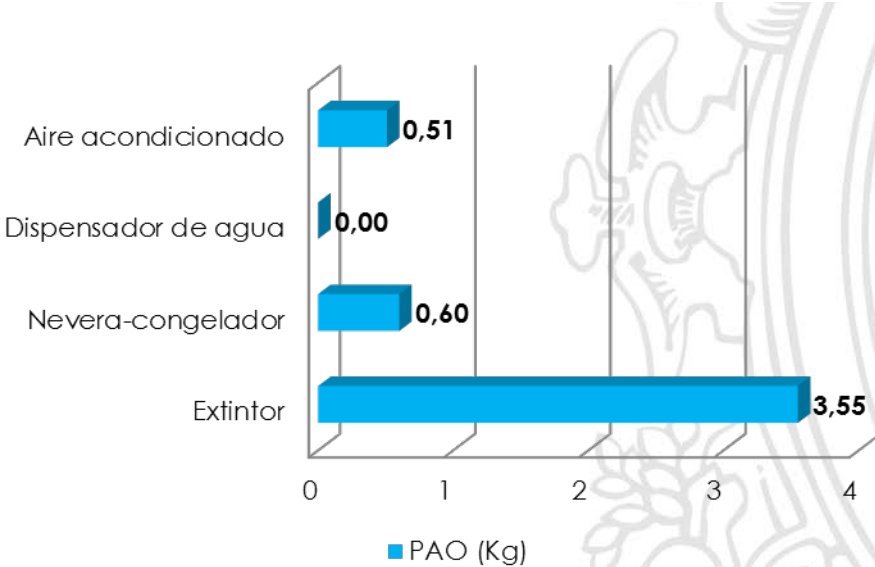
Tabla 14. PAO y PCG por tipo de equipo.

Tipo de Equipo	PAO (Kg)	PCG (Ton CO ₂ eq)
Extintor	3,55	4,56
Nevera-congelador	0,60	11,59
Dispensador de agua	0,00	0,15
Aire acondicionado	0,51	21,06

Luego, se presentan las gráficas correspondientes a la información de la tabla anterior.



Gráfica 11. PCG por tipo de equipo en el Laboratorio Clínico VID.



Gráfica 10. PAO por tipo de equipo en el Laboratorio Clínico VID.

1.2 Clínica Diagnostica Especializada VID

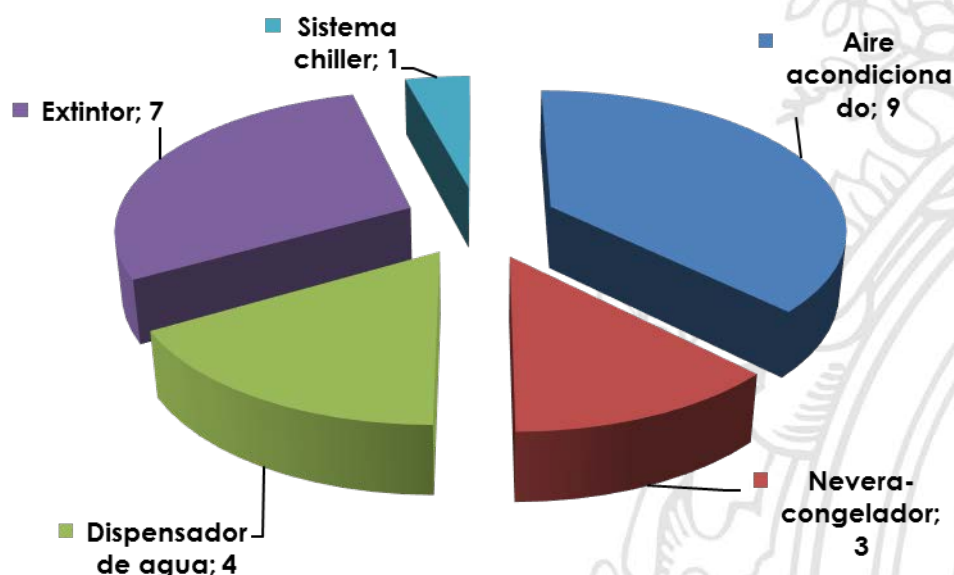
Inicialmente se presenta en la Tabla 15 el consolidado por tipo y cantidad de equipos que se obtuvo en la Clínica Diagnostica Especializada VID.

Tabla 15. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en la Clínica Diagnostica Especializada VID.

Tipo de Equipo	Cantidad
Aire acondicionado	9
Nevera-congelador	3

Dispensador de agua	4
Extintor	7
Sistema chiller	1
TOTAL	24

La Gráfica 12 muestra la información de la tabla anterior.



Gráfica 12. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en la Clínica Diagnóstica Especializada VID.

En la Tabla 16 se presentan las sustancias contenidas en los equipos, la cantidad másica (kilogramos) y calcular los indicadores PAO y PCG para cada una de estas.

Tabla 16. Clase de SAO, sustancia, equipo contenedor, cantidad, PAO y ton CO₂eq para la Clínica Diagnóstica Especializada VID.

Clase de Sustancia	Nombre de Sustancia	Tipo de Equipo que Contiene la Sustancia	Cantidad de Equipos	Cantidad de Sustancia (Kg)	Aporte de PAO (Kg)	CO ₂ eq (Ton)
HCFC	HCFC-123	Extintor	7	25,9	1,55	1,99
HFC	R-134A	Nevera	2	0,12	0	0,17
HFC	R-134A	Dispensador de agua	3	0,13	0	0,19
HFC	R-410A	Dispensador de agua	1	0,052	0	0,108576
HCFC	R-22	Aire acondicionado	7	14,86	0,82	26,9

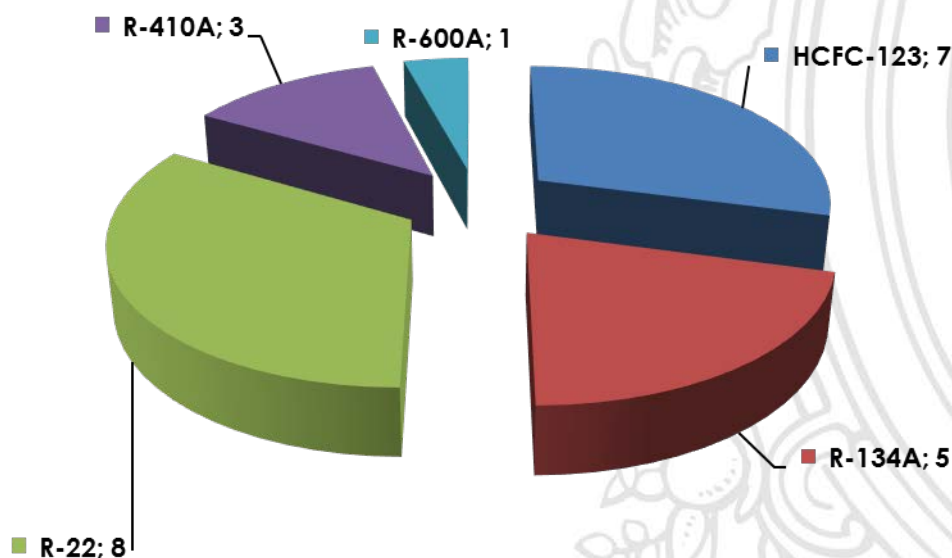
HFC	R-410A	Aire acondicionado	2	1,7	0	3,55
HC	R-600A	Nevera	1	0,045	0	0,000135
HCFC	R-22	Sistema chiller	1	40,82	2,2451	73,8842
TOTAL			24	83,627	4,6151	106,792911

Se presenta en la Tabla 17 el tipo de SAO por cantidad de equipo.

Tabla 17. Tipos de SAO por cantidad de equipos en la Clínica Diagnostica Especializada VID.

Sustancia	Cantidad de Equipos
HCFC-123	7
R-134A	5
R-22	8
R-410A	3
R-600A	1

Además, se presentan los datos de la tabla anterior en la Gráfica 13.



Gráfica 13. Tipos de SAO por cantidad de equipos en la Clínica Diagnostica Especializada VID.

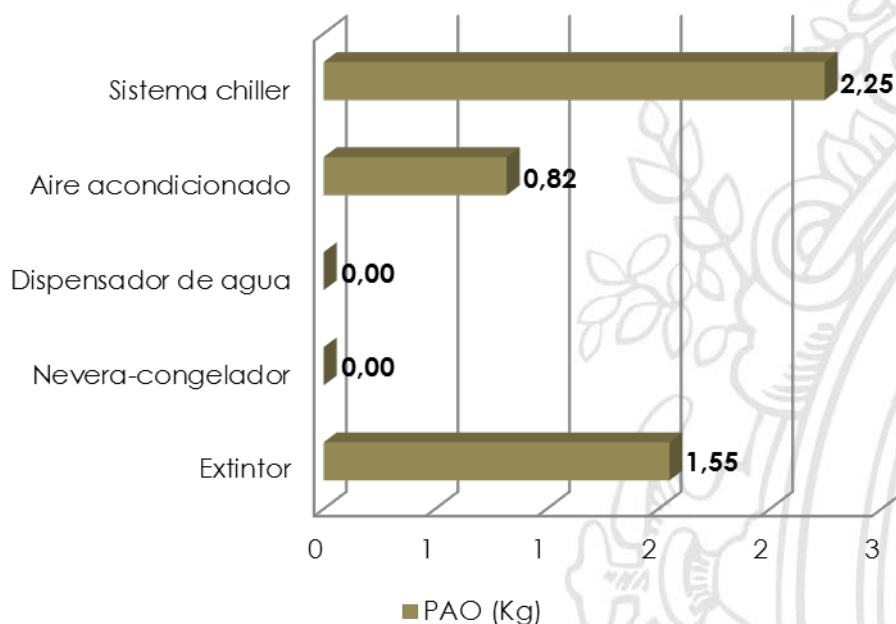
La Tabla 18 muestra los resultados de los indicadores PAO y PCG por cada tipo de equipo dentro de la Clínica Especializada VID.

Tabla 18. PAO y PCG por tipo de equipo.

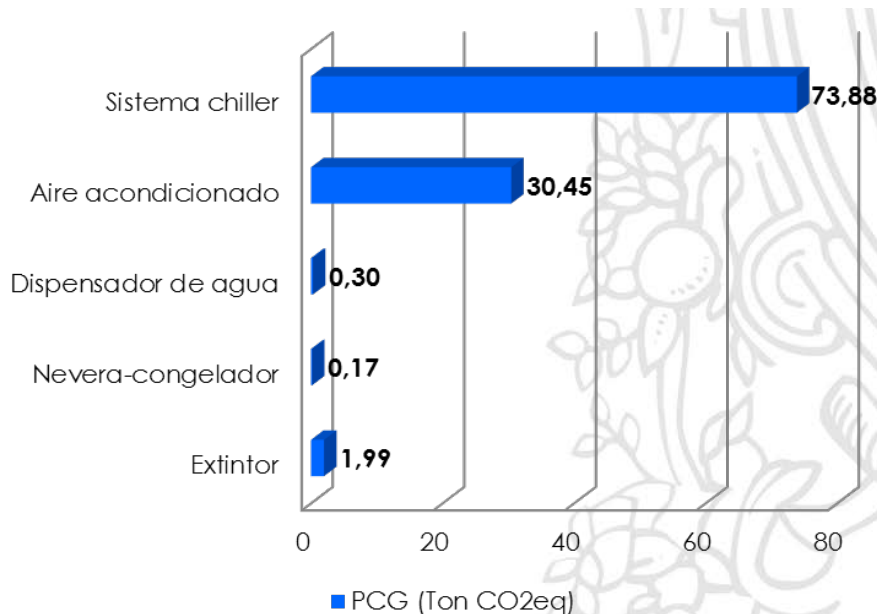
Tipo de Equipo	PAO (Kg)	PCG (Ton CO2eq)
Extintor	1,55	1,99

Nevera-congelador	0,00	0,17
Dispensador de agua	0,00	0,30
Aire acondicionado	0,82	30,45
Sistema chiller	2,25	73,88

Luego, se presentan las gráficas correspondientes a la información de la tabla anterior.



Gráfica 15. PAO por tipo de equipo en el Laboratorio Clínico VID.



Gráfica 14. PCG por tipo de equipo en el Laboratorio Clínico VID.

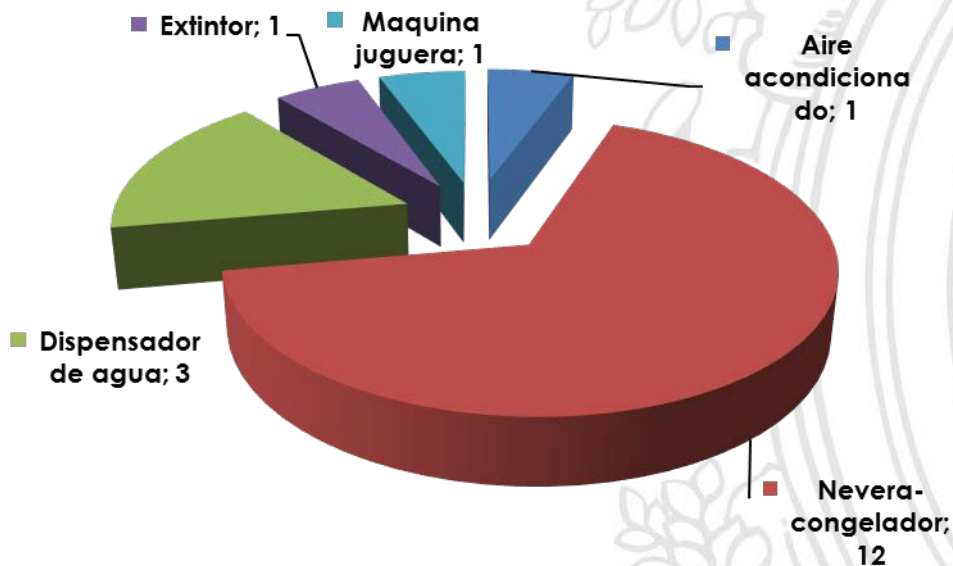
1.3 Atardeceres VID

Inicialmente se presenta en la Tabla 19 el consolidado por tipo y cantidad de equipos que se obtuvo en Atardeceres VID.

Tabla 19. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en Atardeceres VID.

Tipo de Equipo	Cantidad
Aire acondicionado	1
Nevera-congelador	12
Dispensador de agua	3
Extintor	1
Maquina juguera	1
TOTAL	18

La Gráfica 16 muestra la información de la tabla anterior.



Gráfica 16. Tipo y cantidad de equipos contenedores de SAO en Atardeceres VID.

En la Tabla 20 se presentan las sustancias contenidas en los equipos, la cantidad másica (kilogramos) y calcular los indicadores PAO y PCG para cada una de estas.

Tabla 20. Clase de SAO, sustancia, equipo contenedor, cantidad, PAO y ton CO₂eq para Atardeceres VID.

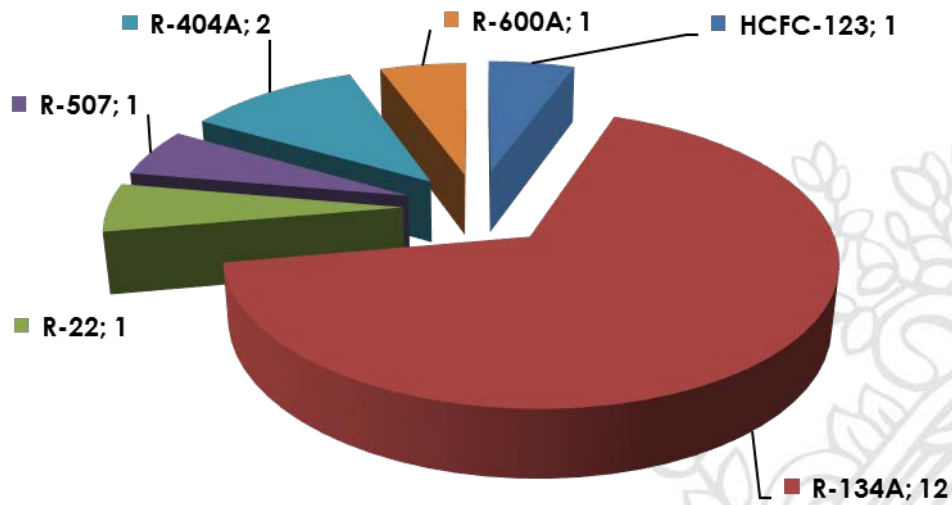
Clase de Sustancia	Nombre de Sustancia	Tipo de Equipo que Contiene la Sustancia	Cantidad de Equipos	Cantidad de Sustancia (Kg)	Aporte de PAO (Kg)	CO ₂ eq (Ton)
HCFC	HCFC-123	Extintor	1	3,7	0,222	0,2849
HFC	R-134A	Nevera	8	1,21	0	1,73
HFC	R-134A	Dispensador de agua	3	0,096	0	0,14
HFC	R-134A	Maquina juguera	1	0,03	0	0,0429
HCFC	R-22	Aire acondicionado	1	1,05	0,05775	1,9005
HFC	R-507	Nevera	1	0,03182	0	0,126803
HC	R-600A	Nevera	1	0,045	0	0,000135
HFC	R-404A	Nevera	2	0,051	0	0,2
TOTAL			18	6,21382	0,27975	4,425238

Se presenta en la Tabla 21 el tipo de SAO por cantidad de equipo.

Tabla 21. Tipos de SAO por cantidad de equipos en Atardeceres VID.

Sustancia	Cantidad de Equipos
HCFC-123	1
R-134A	12
R-22	1
R-507	1
R-404A	2
R-600A	1

Además, se presentan los datos de la tabla anterior en la Gráfica 17.



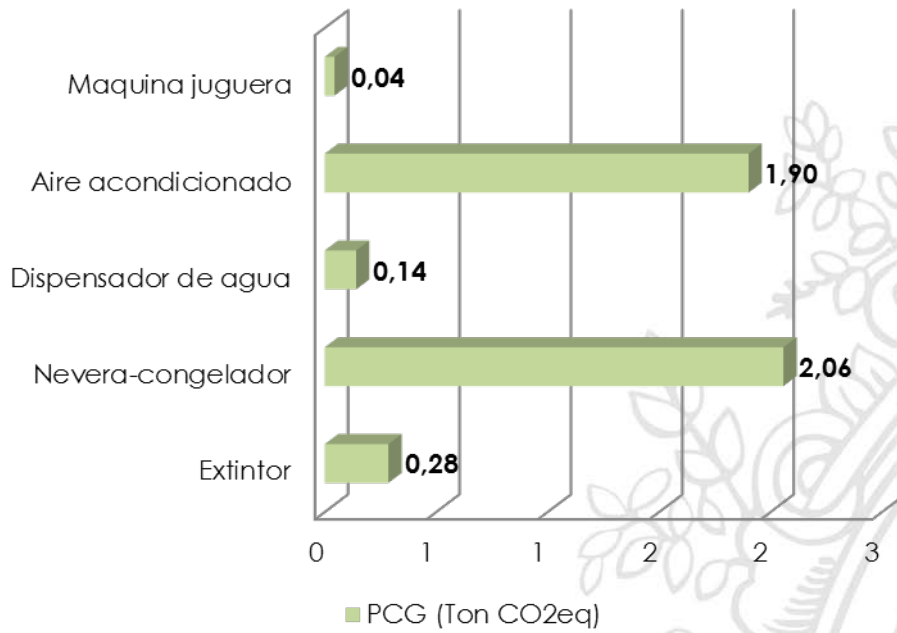
Gráfica 17. Tipos de SAO por cantidad de equipos en Atardeceres VID.

La Tabla 22 muestra los resultados de los indicadores PAO y PCG por cada tipo de equipo dentro de Atardeceres VID.

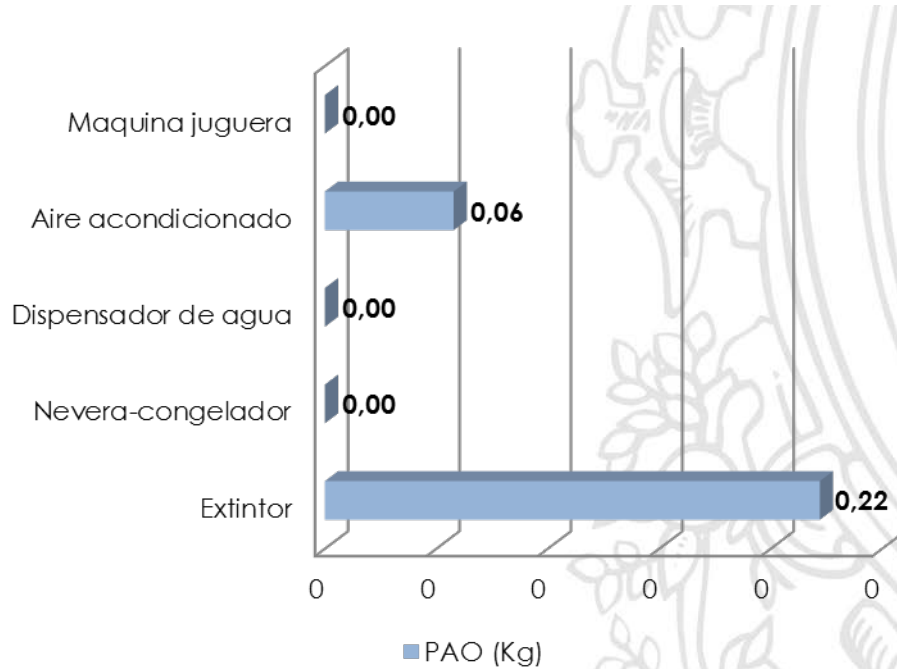
Tabla 22. PAO y PCG por tipo de equipo.

Tipo de Equipo	PAO (Kg)	PCG (Ton CO ₂ eq)
Extintor	0,22	0,28
Nevera-congelador	0,00	2,06
Dispensador de agua	0,00	0,14
Aire acondicionado	0,06	1,90
Maquina juguera	0,00	0,04

Luego, se presentan las gráficas correspondientes a la información de la tabla anterior.



Gráfica 18. PCG por tipo de equipo en Atardeceres VID.



Gráfica 19. PAO por tipo de equipo en Atardeceres VID.

2) Instructivo para realizar la recarga y mantenimiento de extintores con agente limpio Solkaflam 123 – Por Inversiones y Protección SAS.

INVERSIONES Y PROTECCION SAS NIT. 900556399-4

INSTRUCTIVOS PARA RECARGAR Y REALIZAR MANTENIMIENTOS DE EXTINTORES CON AGENTE LIMPIO SOLKAFLAM **PAGINA 2 DE 4**

- 1) **OBJETIVO:** Ofrecer una información amplia y concreta acerca del procedimiento de recargas y mantenimiento de extintores. Las funciones políticas y pasos a seguir buscando a si el menor margen de error en el adecuado cumplimiento de procesos y procedimientos
- 2) **ALCANCE:** Desde que se recibe la solicitud del servicio hasta que se entrega el extintor recargado al cliente.
- 3) **RESPONSABLE DE LA EJECUCION:** Técnico de mantenimiento
- 4) **RESPONSABLE SUPERVISION:** Gerente
- 5) **DESCRIPCION:** El instructivo de recarga se desarrolla de la siguiente manera:

Cuando los extintores lleguen a INVERSIONES Y PROTECCION SAS ya sea que el cliente lo traiga o la empresa lo recoja, se constata y se confirma alguna clase de numeración, si no la tiene se marca con un marcador de tinta indeleble de la siguiente manera: XXXX-YY, donde X es el número de la remisión e inspección técnica (inverprotec-f-02) y Y es el consecutivo de los extintores.

PARA RECARGAR EXTINTORES CON AGENTE LIMPIO SOLKAFLAM 1,2,3

Se diligencia el formato inverprotec -F-02-(INSPECCION Y RECEPCION DE EXTINTORES), y se le entrega la origina al cliente y la copia al técnico de mantenimiento.

El técnico de mantenimiento al recibir los extintores con sus respectivos recibos firma el libro de entradas y salida de taller de mantenimiento

EL TECNICO DE MANTENIMIENTO TIENE AUTORIDAD DE NO RECIBIR EL EXTINTOR PARA REALIZARLE MANTENIMIENTO SI ESTE NO VIENE CON EL FORMATO DE INVERPROTEC-F-02 ADJUNTO Y DILIGENCIADO Y FIRMADO POR EL CLIENTE.

Luego de esto el técnico de mantenimiento comienza a realizar el proceso de recarga y mantenimiento de extintores de la siguiente manera.

PARA EXTINTORES DE AGENTE LIMPIO SOLKAFLAM 1,2,3

- ❖ Se quitan las mangueras, boquillas y se separan por el cliente, cuando se está realizando el procedimiento de recarga con extintores de diferentes cliente.
- ❖ Se aflojan las válvulas para dejar escapar la presión del extintor lentamente se debe esperar alrededor de 5 a 10 minutos(no despresurizar súbitamente)
- ❖ Se debe verificar que cuando el manómetro indique cero, se debe apretar la manija superior para verificar que no haya presión.
- ❖ Se quitan adhesivo viejo para continuar con el mantenimiento del extintor.
- ❖ Se afloja totalmente la válvula y se extrae el conjunto (válvula, tubo, sifón y manómetro)

CRA 24B # 53-51 TEL:2695129 CEL: 3104268987



INSTRUCTIVOS PARA RECARGAR Y REALIZAR MANTENIMIENTOS DE EXTINTORES CON AGENTE LIMPIO SOLKAFLAM **PAGINA 3 DE 4**

- ❖ Se bota el anillo de verificación del extintor (con el que viene el extintor).
- ❖ Se desarma el conjunto(válvula, tubo, sifón y manómetro) y se realiza el mantenimiento
- ❖ Se limpia la válvula con gasolina o thinner si esta tiene pintura y luego con agua
- ❖ Se verifica el estado de operación del manómetro, **SI EL MANOMETRO NO ES DEL RANGO ADECUADO SE INFORMA LA CLIENTE, QUE DEBE REALIZAR CAMBIO DE MANOMETRO, SI EL CLIENTE NO AUTORIZA EL CAMBIO SE LE ACLARA QUE LA SEÑAL DE RECARGA QUEDA DESFASADA.**
- ❖ Se verifica que los empaques no estén fisurados, cristalizados o rotos, de lo contrario se ponen empaques nuevos.
- ❖ Se lubrica y limpia el vástago y se le agrega vaselina o grasa para armarlo; se ajusta el tubo sifón a la válvula y el manómetro(es posible que el manómetro requiera teflón para asegurar un mejor acople entre este y la válvula.
- ❖ Se opera la válvula para verificar su accionamiento y se lubrica la rosca de la válvula (acople con cilindro)
- ❖ Se ubica la válvula con su respectivo cilindro, **ESTAR ATENTO A NO MEZCLAR LAS VALVULAS DE LOS CILINDROS ENTRE SI.**
- ❖ Para comenzar a realizar la recarga el técnico de mantenimiento debe colocarse los siguiente elemento de seguridad industrial:
 - Tapa bocas: En el momento de tener contacto con el agente extintor
 - Gafas de Seguridad: En el momento de presurizar el extintor.
- ❖ El solkaflam se deposita en un recipiente especial para entregárselo a la empresa de aseo municipal para su disposición final.
- ❖ Antes de comenzar el nuevo llenado con agente extintor, se realiza una inspección ocular
 - ➡ Al exterior: Se revisa estado de pintura, fisuras, deformaciones, soldadura, rosca
 - ➡ Al interior: con sistema de iluminación inferior de cilindros, se verifica el estado de corrosión para determinar la factibilidad de la recarga.
- ❖ Pesar el cilindro vacío y se anota ese dato
- ❖ Verifica en la tabla de conversiones y equivalencias la cantidad de agente extintor a depositar según capacidad del extintor.
- ❖ Si el extintor posee un poco de solkaflam de la carga anterior se retira rápidamente en un recipiente, mientras se pesa el cilindro vacío y nueva mente se ingresa la carga completa y correspondiente según capacidad de extintor
- ❖ Se limpia la rosca con un cepillo seco
- ❖ Luego de lleno el extintor se rotula el anillo de verificación de servicio y se pone en el cuello del extintor, antes de introducir el conjunto válvula, tubo sifón .
- ❖ Se cierra manualmente o si requiere se utiliza la prensa para cerrarlo

CRA 24B # 53-51 TEL:2695129 CEL: 3104268987



- ❖ **INSTRUCTIVOS PARA RECARGAR Y REALIZAR MANTENIMIENTOS DE EXTINTORES CON SOLKAFLAM** **PAGINA 4 DE 4**
- ❖ Se coloca el acople según la rosca para la presurización.
 - ❖ Se presuriza de acuerdo con la capacidad del cilindro (NO IMPORTA EL RANGO DEL MANOMETRO, NO SE PUEDE CARGAR A UNA PRESION MAYOR, A LA DEL TRABAJO DEL CILINDRO, LA CUAL VIENE NORMALMENTE IMPRESA EN BAJO RELIEVE)
 - ❖ La presurización se debe hacer en la camisa de seguridad, teniendo la precaución de observar siempre, el manómetro del cilindro de nitrógeno, ya que este es el que muestra la carga real con la cual se presuriza el extintor(NO MIRAR EL MANOMETRO DEL EXTINTOR DURANTE la recarga)
 - ❖ Para iniciar la presurización se debe accionar primero la válvula del extintor(ABRIRLA PARA ASEGURAR la entrada del nitrógeno)(ABRIRLA VALVULA HASTA EL MANOMETRO INDIQUE APROXIMADAMENTE 5 LBS)
 - ❖ Se desacopla el sistema dentro de la camisa de seguridad
 - ❖ Luego se introduce el cilindro en una caneca de prueba con agua, para así verificar su hermeticidad; durante 5 o 10 minutos
 - ❖ Se coloca pin de seguridad con su respectivo sello.
 - ❖ Se seca el extintor y se verifica que este quede bien presentado.
 - ❖ Se coloca manguera o boquilla si el extintor la trae
 - ❖ Se coloca la nueva etiqueta donde se especifica la fecha de recarga
 - ❖ Se diligencia la trazabilidad para cada uno de los extintores en el formato (inverprotec -F-03) y se almacena en el sito de producto terminado y conforme.
 - ❖ Los repuestos que se cambiaron se pegan al extintor, para comprobarle al cliente que fueron cambiados.
 - ❖ El técnico de mantenimiento ubica los extintores en el área designa para los extintores que se les ha realizado el mantenimiento y están listos para entregárselos al cliente.
 - ❖ El ayudante del transportador recibe los extintores y firma el libro de entradas y salidas de taller de mantenimiento.
 - ❖ El técnico de mantenimiento entrega la información de trazabilidad a la auxiliar de ventas y facturación para que esta realiza la facturación y a su vez entregue el formato inverprotec-F-03 a la vendedora interna para ingresar esta información al computador en la base de datos de trazabilidad.
1. REGISTROS:
- ✓ Remisión de recargas y reparación
 - ✓ Trazabilidad (inverprotec-F-03)
 - ✓ Base de datos trazabilidad
 - ✓ Factura
 - ✓ Libro de entradas y salidas de almacén

3) Certificados de formación del personal OK CLIMA LTDA



El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

En cumplimiento de la Ley 119 de 1994

Hace constar que

ROBERTO CARLOS VITOLA SANCHEZ

Con Cédula de Ciudadanía No. 92.525.166

Cursó y aprobó la acción de Formación

FUNDAMENTOS DE REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO

con una duración de 60 horas

En testimonio de lo anterior, se firma el presente en Medellín, a los veinticinco (25) días del mes de junio de dos mil catorce (2014)

Firmado Digitalmente por
GUSTAVO ADOLFO LOPEZ DE MESA GUTIERREZ
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA
Autenticidad del Documento
Bogotá - Colombia

GUSTAVO LOPEZ DE MESA GUTIERREZ
SUBDIRECTOR
CENTRO DE TECNOLOGÍA DE LA MANUFACTURA AVANZADA.
REGIONAL ANTIOQUIA

21241380 - 25/06/2014
FECHA REGISTRO

La autenticidad de este documento puede ser verificada en el registro electrónico que se encuentra en la página web <http://certificados.sena.edu.co>, bajo el número 920400758215CC92525166C.



El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

*En Cumplimiento del Decreto 933 de 2003
otorga*

Certificado de Competencia Laboral a

ROBERTO CARLOS VITOLA SANCHEZ

Con Cédula de Ciudadanía No. 92.525.166

*Quien demostró su Competencia Laboral en la
Norma*

NIVEL AVANZADO - ALISTAR RECURSOS PARA EL MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE REFRIGERACION, VENTILACION Y CLIMATIZACION DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.

Código: 280501020

En testimonio de lo anterior, se firma el presente en MEDELLIN, A los Veintitres (23) días del mes de Junio de Dos Mil Dieciseis (2016)

Firmado Digitalmente por
GUSTAVO ADOLFO LOPEZ DE MESA GUTIERREZ
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA
Autenticidad del Documento
Bogotá - Colombia

3519271 - 23/06/2016
No Y FECHA REGISTRO

GUSTAVO LOPEZ DE MESA GUTIERREZ
SUBDIRECTOR CENTRO DE TECNOLOGÍA DE LA MANUFACTURA AVANZADA
REGIONAL ANTIOQUIA

VIGENCIA
23 DE Junio DE 2019

La autenticidad de este documento puede ser verificada en el registro electrónico que se encuentra en la página web <http://certificados.sena.edu.co>, bajo el número 920400280501020CC92525166C.



Libertad y orden
RÉPUBICA DE COLOMBIA

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

En Cumplimiento del Decreto 933 de 2003
otorga

Certificado de Competencia Laboral a

ROBERTO CARLOS VITOLA SANCHEZ

Con Cédula de Ciudadanía No. 92.525.166

Quien demostró su Competencia Laboral en la
Norma

**NIVEL AVANZADO - EJECUTAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN INSTALACIONES
RVC, SEGÚN LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN.**

Código: 280501021

En testimonio de lo anterior, se firma el presente en MEDELLIN, A los Veintitres (23) días del mes de Junio de Dos Mil Dieciseis (2016)

Firmado Digitalmente por
GUSTAVO ADOLFO LOPEZ DE MESA GUTIERREZ
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA
Autenticidad del Documento
Bogotá - Colombia

3519357 - 23/06/2016
No Y FECHA REGISTRO

VIGENCIA
23 DE Junio DE 2019

GUSTAVO LOPEZ DE MESA GUTIERREZ
SUBDIRECTOR CENTRO DE TECNOLOGÍA DE LA MANUFACTURA AVANZADA
REGIONAL ANTIOQUIA

La autenticidad de este documento puede ser verificada en el registro electrónico que se encuentra en la página web <http://certificados.sena.edu.co>, bajo el número 920400280501021CC92525166C.



Libertad y orden
RÉPUBICA DE COLOMBIA

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

En Cumplimiento del Decreto 933 de 2003
otorga

Certificado de Competencia Laboral a

ROBERTO CARLOS VITOLA SANCHEZ

Con Cédula de Ciudadanía No. 92.525.166

Quien demostró su Competencia Laboral en la
Norma

**NIVEL BASICO - APLICAR BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE REFRIGERANTES Y
LUBRICANTES EN INSTALACIONES RC, SEGÚN NORMATIVIDAD AMBIENTAL.**

Código: 280501022

En testimonio de lo anterior, se firma el presente en MEDELLIN, A los Veintitres (23) días del mes de Junio de Dos Mil Dieciseis (2016)

Firmado Digitalmente por
GUSTAVO ADOLFO LOPEZ DE MESA GUTIERREZ
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA
Autenticidad del Documento
Bogotá - Colombia

3519415 - 23/06/2016
No Y FECHA REGISTRO

VIGENCIA
23 DE Junio DE 2019

GUSTAVO LOPEZ DE MESA GUTIERREZ
SUBDIRECTOR CENTRO DE TECNOLOGÍA DE LA MANUFACTURA AVANZADA
REGIONAL ANTIOQUIA

La autenticidad de este documento puede ser verificada en el registro electrónico que se encuentra en la página web <http://certificados.sena.edu.co>, bajo el número 920400280501022CC92525166C.