

Ejercicio de Muestreo Aleatorio Estratificado



Estrategia Conjunta para la Gestión de Equipos Herméticos Posiblemente Contaminados con PCB



Coordinación técnica:

María Fernanda González Martínez

Gerente Ambiental y de Sostenibilidad

Margarita González Guerrero

Profesional Ambiental y de
Sostenibilidad

Andrés Felipe Mesa Dávila

Contratista Gerencia Ambiental y de
Sostenibilidad

Diseño y Diagramación:

Gerencia de comunicaciones Andesco

Bogotá D.C., septiembre de 2024

Contenido

Contexto	4
Metodología	6
1. Consolidación de información de empresas reportantes para definir el universo de equipos eléctricos herméticos	6
2. Ajustes tipográficos para facilitar el manejo de la información	8
3. Identificación de equipos que entran al Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE)	12
3.1. Revisión de Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos	13
3.2. Revisión de Equipos Eléctricos Herméticos Recientes Libres de PCB que cuentan con Certificado del Fabricante, Placa de Identificación y/o Análisis Cromatográfico	14
3.3. Revisión de Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos y Recientes, Estratificables y No Estratificables	15
4. Conformación de estratos para el Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE)	16
4.1 Estratificación Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos	17
4.2 Estratificación de Equipos Eléctricos Herméticos Recientes	18
5. Reducción y/o Cierre de estratos para el Muestreo Aleatorio Estratificado	18
5.1 Reducción y/o Cierre de Estratos de Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos	18
5.2 Cierre de Estratos por Certificado del Fabricante, Placa de Identificación y/o Análisis Cromatográficos de Equipos Eléctricos Herméticos Recientes	20
5.3 Cierre de Estratos de Equipos Eléctricos Herméticos Recientes a partir de Certificados, Placa de identificación y Análisis Cromatográficos de los Equipos Eléctricos Herméticos de Propiedad de EPM.	22
6. Resultado Final y Recomendaciones	25
Anexos	27

Contexto

Dentro del marco del Convenio de Estocolmo como tratado mundial del que Colombia es país miembro desde el año 2010 y que tiene el objetivo fundamental de proteger la salud humana y el medio ambiente del impacto generado por los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), dentro de los cuales se encuentran los Bifenilos Policlorados (PCB), el presente documento consolida el ejercicio estadístico realizado por la Cámara de Asuntos Ambientales y de Sostenibilidad de la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones (ANDESCO) en conjunto con diez empresas afiliadas distribuidoras y/o transmisoras del sector eléctrico, a partir del procesamiento y análisis de la información de los equipos eléctricos herméticos de su propiedad a través de la implementación de rutinas de código creadas en la interfaz gráfica del software R, RStudio. Todo, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en los siguientes documentos:

- **La Resolución 222 de 2011** - *Requisitos para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que consisten, contienen o están contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB).*
- **La Resolución 1741 de 2016** - *Modificación Resolución 222 de 2011.*
- **El Tomo No. 3. Muestreo, Toma de muestras, Análisis e identificación de equipos y desechos contemplados en la normativa Ambiental de PCB del Manual para la Gestión Integral de Bifenilos Policlorados – PCB.**
- **El Anexo 1. Procedimiento para muestreo estadístico de equipos del Manual para la Gestión Integral de Bifenilos Policlorados – PCB.**

En estos se definen las obligaciones asociadas al Convenio de Estocolmo y se da la línea de acciones en el país frente a la prohibición de la producción de PCB, restricción de la importación y definición de fechas límite para su eliminación en los países adheridos.

De esta manera, desde la Asociación se planteó la **Estrategia Conjunta para la Gestión de Equipos Herméticos Posiblemente Contaminados con PCB** desde el 2020, que incluyó un plan de acción estructurado por medio de los siguientes cuatro frentes de trabajo (véase **Figura 1**), la cual se socializó con el MADS quien, a su vez, realizó retroalimentaciones continuas durante el desarrollo de toda la estrategia y gestión realizada con las empresas del sector de energía y la Asociación.



Figura 1. Estrategia propuesta para el manejo de Equipos Eléctricos Herméticos.

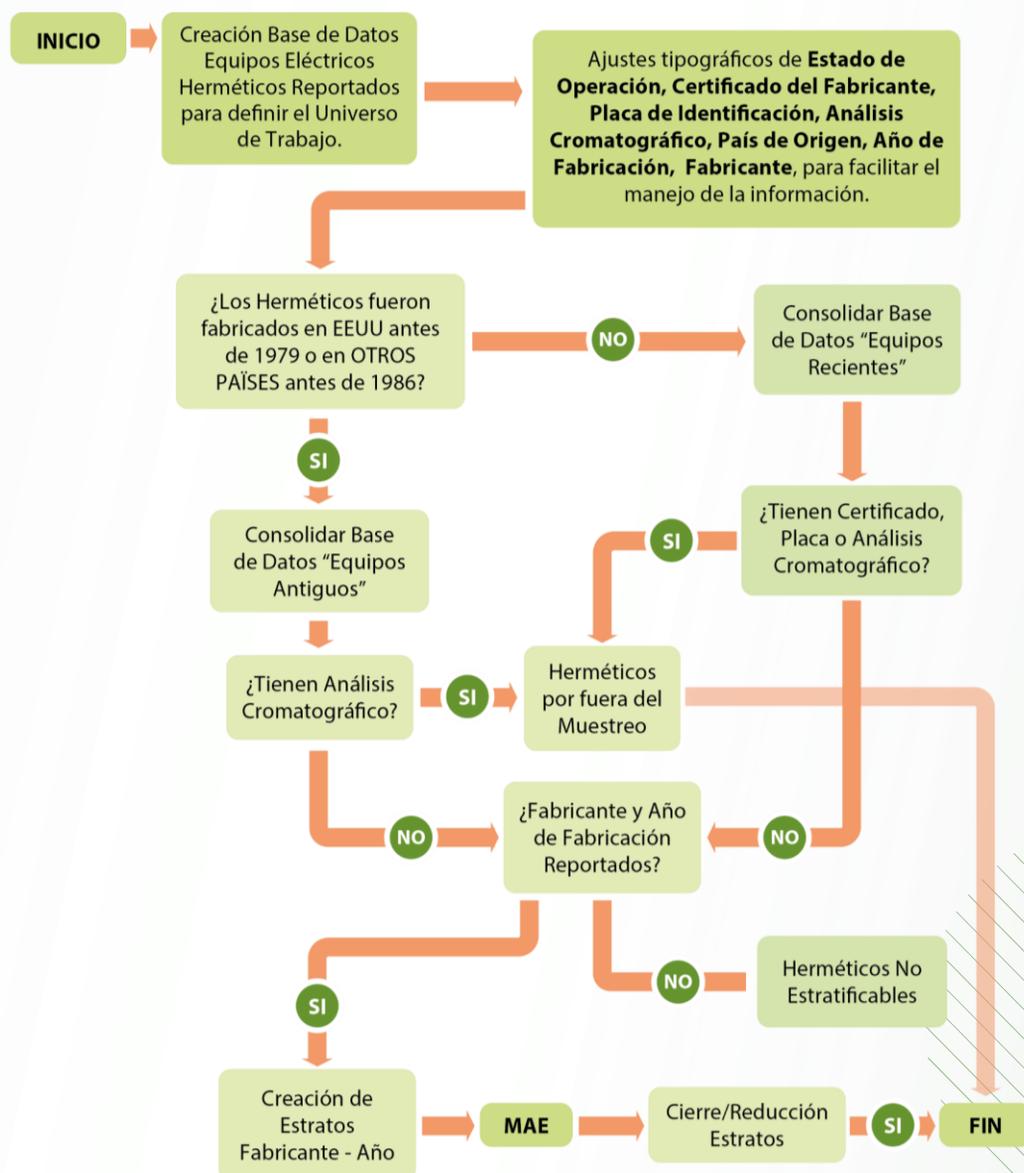
Así, la realización del Muestreo Aleatorio Estratificado como último paso de la **Estrategia Conjunta para la Gestión de Equipos Herméticos Posiblemente Contaminados con PCB**, no solo responde al requerimiento normativo para el 31 de diciembre de 2024 que tienen las empresas del sector eléctrico de marcar el 100% del total de su inventario de equipos eléctricos herméticos y no herméticos, sino que también surge de la dificultad práctica que tienen las mismas a la hora de determinar la presencia de PCB en el aceite dieléctrico de sus equipos herméticos. Esto, debido a que han sido diseñados para operar sin mantenimiento durante su vida útil, razón por la cual, cualquier intervención sobre los mismos implica la pérdida de hermeticidad y que deban ser dados de baja y llevados a desecho, lo cual además de tener repercusiones económicas para las empresas, requiere un plan de acción muy estricto para no comprometer la adecuada prestación del servicio eléctrico a la población nacional.

En ese orden de ideas, la selección aleatoria de una muestra estadísticamente significativa de equipos eléctricos herméticos es la mejor opción que tienen las empresas para no tener que revisar y dar de baja cada uno de sus equipos, así como también, para hacer frente a los equipos que no cuentan con un certificado del fabricante, una placa de identificación y/o un análisis cromatográfico con una concentración de PCB menor a 50 ppm que certifique que están libres de PCB.

Este ejercicio se realizó con la información reportada por las empresas a la fecha de corte. Dado que este trabajo implica una gestión continua por parte de las empresas en la consecución de certificados, placas de identificación y realización de análisis cromatográficos, los resultados presentados están sujetos a posibles actualizaciones por parte de las empresas, en la medida que cuenten con mejor información disponible sobre los equipos herméticos.

Metodología

En el siguiente diagrama de flujo se resume el procedimiento implementado para la realización del ejercicio estadístico presentado



1. Consolidación de información de empresas reportantes para definir el universo de equipos eléctricos herméticos

El universo de trabajo estuvo conformado por un total de 13077 equipos eléctricos herméticos, desagregados por empresa propietaria, tal y como se observa en la **Tabla 1** y en la **Figura 2**. En esta última, se observa que más del 50% de los equipos reportados son propiedad de ENEL e ISA INTERCOLOMBIA, aproximadamente un 25% de GEB (Grupo de Energía de Bogotá) e ISA TRANSELCA y el 25% restante de CELSIA, CENS, CHEC, EEP (Empresa de Energía de Pereira) y EMCALI.

Tabla 1. Universo de trabajo de Equipos Eléctricos Herméticos desagregado por empresa propietaria.

Empresa	Equipos Eléctricos Herméticos
CELSIA	164
CENS	722
CHEC	987
EEP	36
EMCALI	447
ENEL	3508
ESSA	568
GEB	1555
ISA INTERCOLOMBIA	3445
ISA TRANSELCA	1645

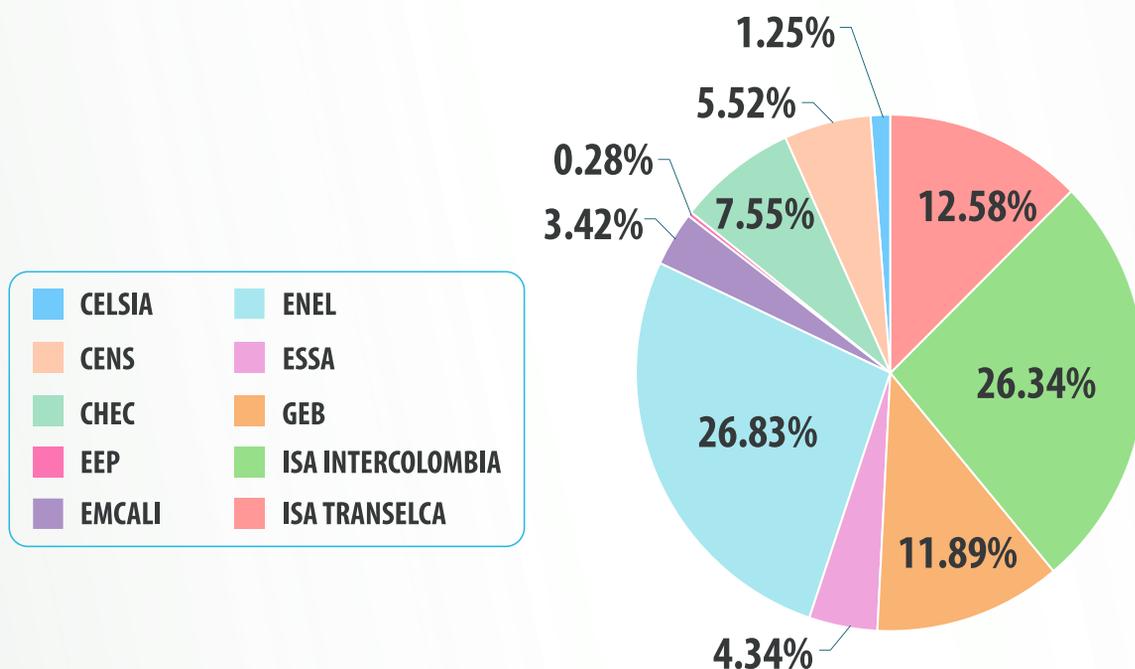


Figura 2. Gráfico de torta proporción de Equipos Eléctricos Herméticos por empresa propietaria.

2. Ajustes tipográficos para facilitar el manejo de la información

A la base de datos consolidada con la información del universo de trabajo de los equipos eléctricos herméticos se le realizaron los siguientes ajustes tipográficos y de unificación de categorías antes de empezar la etapa de procesamiento y análisis de la misma.

- **Estado de Operación:** La información reportada del estado de operación de los equipos se ajustó tipográficamente para clasificarlos en una de las siguientes categorías: USO, DESUSO, DESECHO, SIN INFORMACIÓN, notando así que, aproximadamente un 78%, es decir 10133 de los herméticos reportados, son activos que todavía se encuentran en uso (véase **Figura 3**).

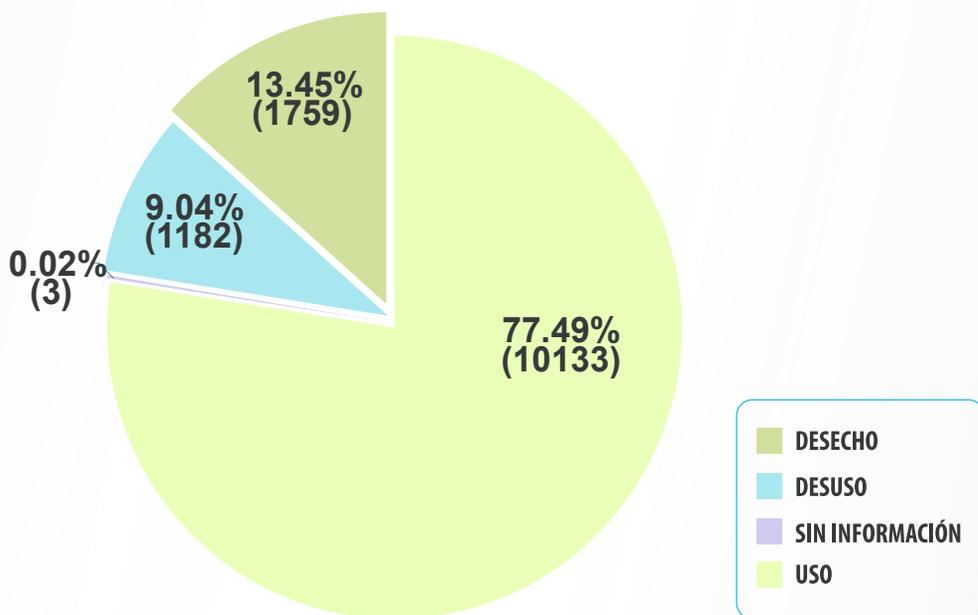


Figura 3. Equipos Eléctricos Herméticos desagregados por Estado de Operación.

- **Certificado del Fabricante:** La información reportada con respecto a los equipos que cuentan con un certificado del fabricante que corrobora que son libres de PCB se ajustó para clasificarlos en una de las categorías, SI y NO, para verificar si cuentan o no con el certificado del fabricante. Aproximadamente un 38%, es decir 5015 equipos herméticos, cuentan en el momento de reporte de la información a Andesco, con un certificado del fabricante que los cataloga como libres de PCB (véase **Figura 4**).

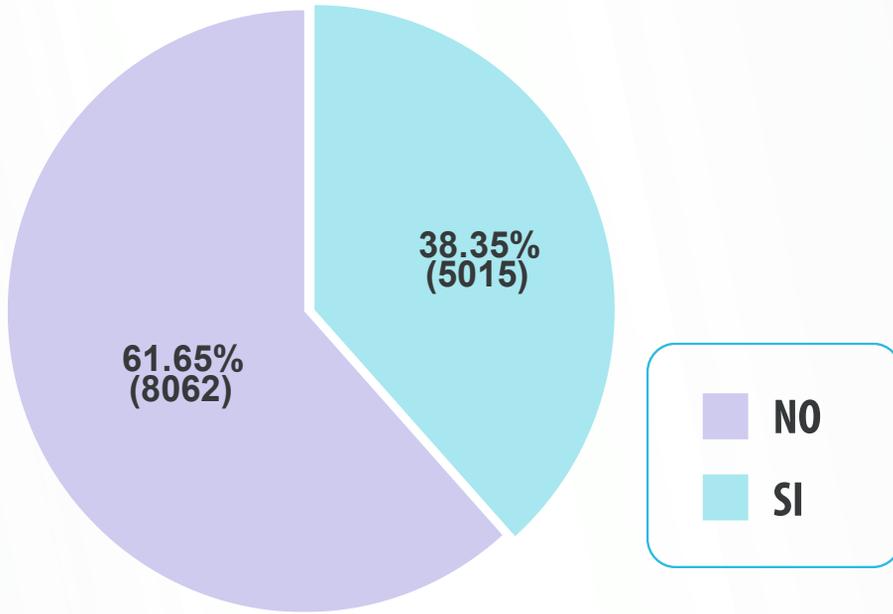


Figura 4. Equipos Eléctricos Herméticos que cuentan con Certificado de Libre de PCB.

- Placa de Identificación:** La información reportada con respecto a los equipos que cuentan con una placa física que corrobora que están libres de PCB se ajustó para clasificarlos en una de las categorías, SI y NO. Puntualmente, casi un 89%, es decir 11593 herméticos, no contaban con placa de identificación en la que explícitamente se señale que están libres de PCB en el momento de reporte (véase **Figura 5**).

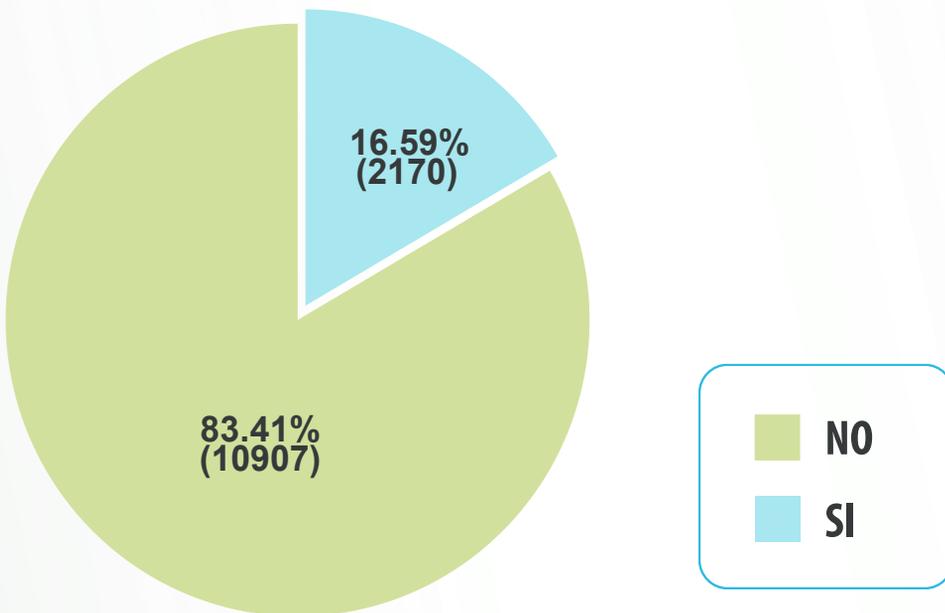


Figura 5. Equipos Eléctricos Herméticos que cuentan con Placa de Identificación Libre de PCB.

- **Análisis Cromatográficos:** La información reportada con respecto a los equipos a los que se les había realizado un análisis cromatográfico se ajustó para clasificarlos en una de las categorías, SI y NO. Precisamente, por las implicaciones que tiene la realización de pruebas cromatográficas en equipos herméticos, sólo un 17% (aproximadamente) de los herméticos reportados (2170) cuentan con análisis cromatográficos realizados en el momento del reporte (véase **Figura 6**).

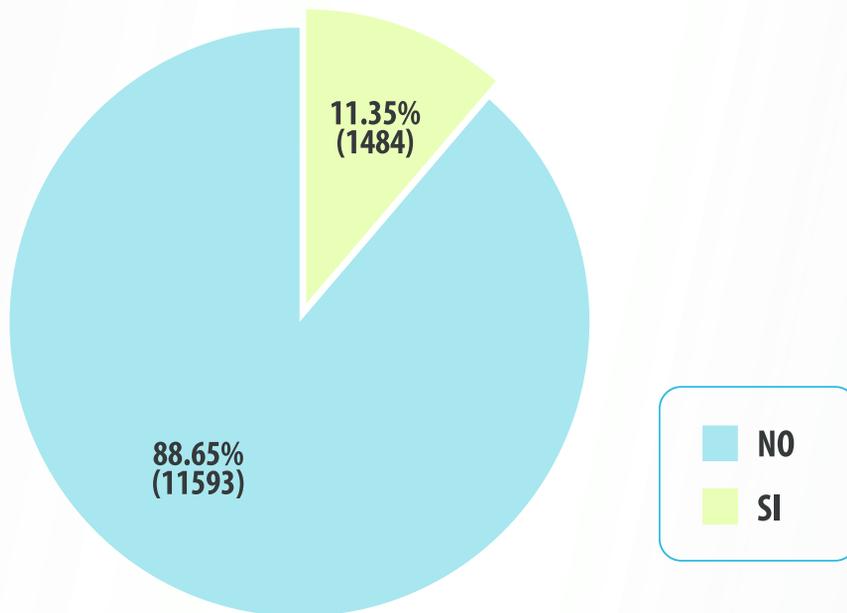


Figura 6. Equipos Eléctricos Herméticos desagregado por Análisis Cromatográficos.

- **País de Origen:** La información reportada con respecto al país de fabricación se ajustó tipográficamente para tener consistencia. Por ejemplo, países reportados como “CHINA”, “China”, “CHN”, se unificaron todos en CHINA y los equipos que no tuvieran reportada esta información se clasificaron en la categoría DESCONOCIDO. Obteniendo así 24 categorías, 23 correspondientes a países y una correspondiente a la categoría DESCONOCIDO.
- **Año de Fabricación:** Puntualmente, equipos que no tuvieran esta información reportada se clasificaron dentro de la categoría DESCONOCIDO. Esta información incluye equipos fabricados entre el año 1954 y el año 2023.
- **Fabricante:** La información reportada con respecto al fabricante de los equipos se ajustó tipográficamente para tener consistencia en la información. Por ejemplo, fabricantes reportados como "GE", "GENERAL ELECTRIC", "GENERAL" se unificaron en GENERAL ELECTRIC y los equipos que no tuvieran reportada esta información se clasificaron en la categoría DESCONOCIDO, obteniendo así 89 categorías, 88 correspondientes a fabricantes y una correspondiente a la categoría DESCONOCIDO.

Sobre la información faltante del país de origen y/o el año de fabricación de los equipos eléctricos herméticos se enfatizó a las empresas en que el levantamiento de dicha información era de suma importancia porque, de acuerdo con el párrafo 1 y el párrafo 2 del artículo 7 de la Resolución 222 de 2011, aquellos equipos fabricados antes de 1979 en EEUU y antes de 1986 en Otros Países, sólo pueden catalogarse como libres de PCB a partir de un análisis cuantitativo, es decir por medio de un análisis cromatográfico. Por esta razón, estos lineamientos se deben tener en cuenta, independientemente de que se vaya a dar de baja a todos los equipos o si el manejo de los mismos se realice por medio del ejercicio estadístico del muestreo aleatorio estratificado.

Además, se dio una señal similar tanto para el año de fabricación como para el fabricante en tanto que, equipos que no tengan certificado, placa de identificación o un análisis cromatográfico, deberán entrar al ejercicio estadístico por medio de su clasificación dentro de estratos conformados como mínimo por la unión de un fabricante y un año de fabricación. Así, aquellos equipos reportados que no cuenten con esta información no pueden hacer parte del ejercicio estadístico, escenario ante el cual, de acuerdo con la experiencia del MADS y de empresas como EPM, se les recomendó que, para la información del año se use la fecha de adquisición del equipo, la fecha de ingreso a la subestación (en el caso de herméticos de generación) y/o que a partir de la experiencia del personal técnico se hiciera un estimativo del mismo.

3. Identificación de equipos que entran al Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE)

Teniendo en cuenta la identificación realizada de los equipos herméticos fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986 que para efectos prácticos de este ejercicio se denominaron como “**antiguos**”, se determinó la cantidad de los mismos que no contaban con un análisis cromatográfico y que a su vez tenían la información de Fabricante y Año de Fabricación debidamente reportada.

Igualmente, para el caso de los equipos herméticos que no fueron fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986, que para efectos prácticos este ejercicio se denominaron como “**recientes**”, se determinó la cantidad de los mismos que no contaban con un certificado del fabricante, una placa de identificación o un análisis cromatográfico y que a su vez tenían la información de Fabricante y Año de Fabricación debidamente reportada.

De esta manera, se garantizó que los equipos identificados cumplían las condiciones requeridas para ser considerados dentro del proceso del muestreo aleatorio estratificado.

3.1 Revisión de Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos

Atendiendo lo indicado tanto en la normatividad vigente como las retroalimentaciones del MADS durante las mesas de trabajo conjuntas en las que se revisó el avance de ejercicio estadístico, se identificaron todos los equipos eléctricos herméticos fabricados en EEUU antes de 1979 (véase **Figura 7**) y en Otros Países antes de 1986 (véase **Figura 8**). En total se tienen 1440 equipos antiguos que cumplen las condiciones de fabricación descritas. Es importante resaltar que en el caso de la Figura 8 la única empresa que no tiene equipos dentro de esta categoría es EEP debido a que los equipos reportados tienen año de fabricación desde el 2007 en adelante.

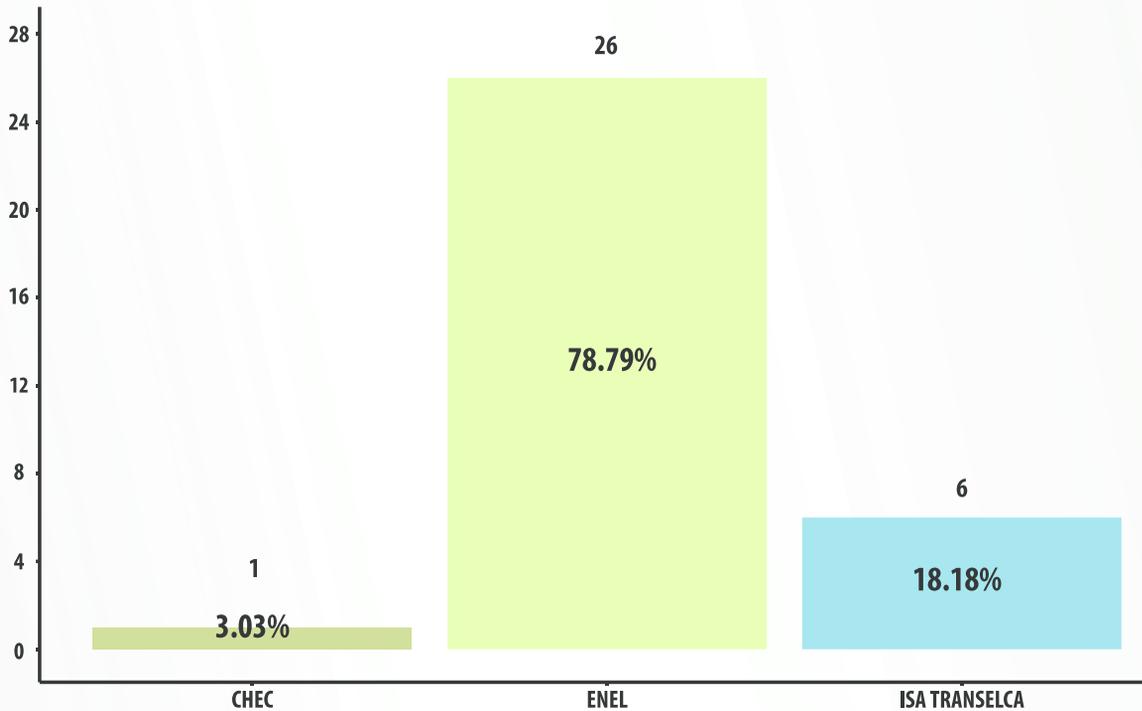


Figura 7. Cantidad de Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos fabricados en EEUU antes de 1979 por empresa.

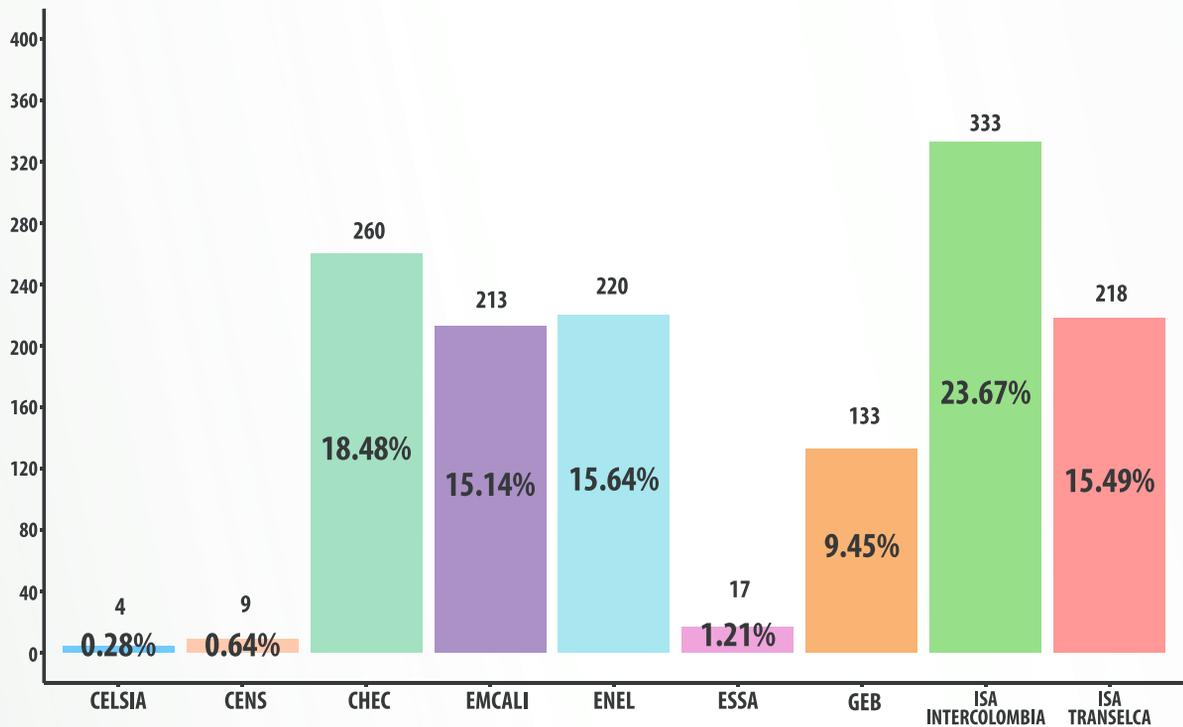


Figura 8. Cantidad de Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos fabricados en Otros Países antes de 1986 por empresa.

Sobre este bloque de equipos eléctricos herméticos antiguos, es importante tener en cuenta que el mismo está incluyendo equipos sin análisis (1064 Herméticos) y equipos con análisis cromatográfico (376 Herméticos) tanto los que están libres **de PCB (361 Herméticos) como los que no (15 Herméticos)**. Así, se facilitó darle la señal a las empresas de que se apoyaran entre ellas para conseguir la mayor cantidad de análisis cromatográficos para que la cantidad de equipos que tuvieran que entrar al proceso de estratificación fuera la menor posible.

3.2 Revisión de Equipos Eléctricos Herméticos Recientes Libres de PCB que cuentan con Certificado del Fabricante, Placa de Identificación y/o Análisis Cromatográfico

Con el objetivo de no dar de baja equipos herméticos fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986 por un certificado o una placa de identificación, inicialmente, al universo de trabajo manejado (13077 Herméticos) se le removió esta información (1440 Herméticos antiguos). De este modo, se procedió a revisar cuántos de esos 11637 equipos herméticos recientes contaban con certificado del fabricante, placa de identificación y/o análisis cromatográfico para darlos de baja (véase **Figura 9**).



Figura 9. Reducción de Equipos Eléctricos Herméticos recientes por Certificado del Fabricante, Placa de Identificación y/o Análisis Cromatográfico.

A partir de dicho ejercicio, se pudo lograr una reducción/liberación total de 6922 equipos eléctricos herméticos de los 11637 analizados, correspondiente a una reducción neta del 59.48% (véase **Figura 9**).

Por consiguiente, es importante mencionar que para las etapas posteriores la cantidad sobre la cual se siguió trabajando fue de 5779 equipos eléctricos herméticos, compuestos por los 1064 equipos eléctricos herméticos fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986, que no tenían análisis cromatográfico, y por los 4715 equipos eléctricos herméticos que no se pudieron liberar por certificado del fabricante, placa de identificación y/o análisis cromatográfico.

3.3 Revisión de Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos y Recientes, Estratificables y No Estratificables

A pesar de que los 5579 equipos eléctricos herméticos son los que, a priori, debieron considerarse para el proceso del ejercicio estadístico, teniendo en cuenta las dimensiones mínimas definidas por el MADS para la conformación de estratos de clasificación, se tuvo en cuenta lo siguiente:

- De los 1064 equipos herméticos, desagregados en 28 herméticos fabricados en EEUU antes de 1979 y en 1036 herméticos fabricados en Otros Países antes de 1986, que se deban muestrear, dichos estratos sólo podrán cerrarse o reducirse a partir de análisis cromatográficos. Así mismo, se corroboró si todos estos equipos contaban con la información de Fabricante debidamente reportada para poderlos estratificar en dado caso de que no contaran con un análisis cromatográfico, encontrando que, de los fabricados en Otros Países antes de 1986, **51 equipos herméticos no contaban con esta información.**
- De los 4715 equipos herméticos no fabricados en EEUU antes de 1979 o en Otros Países antes de 1986 que no se pudieron liberar por no contar con certificado del fabricante, placa de identificación y/o análisis cromatográfico, se corroboró si cada uno de los mismos contaban con la información de año de fabricación y fabricante, para poder realizar la conformación de los estratos de clasificación. Encontrando que **923 equipos eléctricos herméticos no se pudieron estratificar** porque no contaban con año de fabricación, fabricante o ambos.

En conclusión, el número de equipos eléctricos herméticos que se estratificaron, fueron los 1013 correspondientes a los fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986; y 3792 correspondientes a aquellos que no contaban con certificado del fabricante, placa de identificación y/o análisis cromatográfico.

4. Conformación de estratos para el Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE)

En la medida en que todos los equipos eléctricos que son dados de baja son equipos que originalmente estaban en uso, un equipo en desecho realmente es un equipo en desuso que las empresas están próximas a procesar para llevarlo a desecho. Por esta razón, una de las propuestas planteadas por las empresas del sector durante las mesas de trabajo fue, no clasificar los equipos eléctricos herméticos reportados en las categorías USO Y/O DESUSO y DESECHO tal y como lo indican las guías del MADS, sino manejarlos sin realizar esta distinción, justificando dicha propuesta de la siguiente manera:

- Como tal la normatividad vigente (Resolución 222 de 2011 y la Resolución 1741 de 2016) no habla de equipos en Desecho. Además, las normas no incluyen el estado del equipo como parámetro mínimo para la conformación de estratos.
- Manejar los equipos eléctricos herméticos como un todo, independientemente de su estado de operación, permite reducir la cantidad de equipos a muestrear por estrato Fabricante-Año conformado, ya sea que dicha información se ingrese en la columna Cantidad de equipos en uso y desuso o en la columna Cantidad de equipos en desecho de **la Sección C del Anexo 1. Procedimiento para muestreo estadístico de equipos**, tal y como se muestra en la **Tabla 2** donde se evaluó dicha aproximación a partir de uno de los estratos conformados durante el ejercicio estadístico realizado.

Tabla 2. Propuesta metodológica clasificación de Equipos Eléctricos Herméticos

Fabricante	Año de Fabricación	Cantidad de equipos en uso y desuso	Cantidad de equipos en desecho	Muestra de equipos en uso y desuso	Muestra de equipos en desecho
ABB	1995	136	3	12	3
ABB	1995	139	0	12	0
ABB	1995	0	139	0	12

Adicionalmente, a partir de las distintas sesiones de trabajo tanto con las empresas como con el MADS y con base en las respuestas a los distintas consultas realizadas desde Andesco al MADS, se tuvo claridad con respecto a los siguientes aspectos:

1. Un certificado de un fabricante que corrobore que un equipo está libre de PCB es insumo suficiente para declarar todo el estrato de clasificación dentro del cual se encuentra el mismo como cerrado y libre de PCB.

2. Una placa de identificación de un equipo que corrobore que está libre de PCB es insumo suficiente para declarar todo el estrato de clasificación dentro del cual se encuentra el mismo como cerrado y libre de PCB.
3. Un análisis cromatográfico sólo es válido para declarar como libre de PCB o contaminado de PCB a un equipo. Pero, que el análisis del mismo indique que está contaminado, no implica que todo el estrato al que pertenece se deba declarar como contaminado con PCB, sino que se debería revisar equipo por equipo o hilar más fino en la conformación de los estratos para que la cantidad de equipos a muestrear se reduzca.

4.1 Estratificación Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos

Teniendo en cuenta el número de equipos eléctricos herméticos fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otro Países antes de 1986 que cumplen con estas condiciones de país de origen y año de fabricación, identificados por empresa propietaria, se realizó la conformación de estratos Fabricante-Año de clasificación (**108 estratos en total**) y se determinó la cantidad total de herméticos pertenecientes a cada uno de ellos. **Obteniendo así que, de los 1013 herméticos, de acuerdo con la macro del MADS de la Sección C del Anexo 1. Procedimiento para muestreo estadístico de equipos, se deben muestrear un total de 432 equipos eléctricos herméticos (véase Tabla 3).**

Tabla 3. Cantidad de Equipos eléctricos Herméticos Fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otro Países antes de 1986 a muestrear.

Estratos Fabricante-Año Conformados	Número de Herméticos Total	Número de Herméticos Por Muestrear
108	1013	432

4.2 Estratificación de Equipos Eléctricos Herméticos Recientes

Teniendo en cuenta el número de equipos eléctricos herméticos no fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986 identificados por empresa propietaria, se realizó la conformación de estratos Fabricante-Año de clasificación (275 estratos en total) y se determinó la cantidad total de herméticos pertenecientes a cada uno de ellos. **Obteniendo así que, de los 3792 herméticos, de acuerdo con la macro del MADS de la Sección C del Anexo 1. Procedimiento para muestreo estadístico de equipos, se deben muestrear un total de 1346 equipos eléctricos herméticos (véase Tabla 4).**

Tabla 4. Cantidad de Equipos eléctricos Herméticos No Fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otro Países antes de 1986 a muestrear.

Estratos Fabricante-Año Conformados	Número de Herméticos Total	Número de Herméticos Por Muestrear
275	3792	1346

Es decir que, a este punto, la cantidad total a muestrear es de 1778 equipos eléctricos herméticos.

5. Reducción y/o Cierre de estratos para el Muestreo Aleatorio Estratificado

Una vez determinada la cantidad de equipos eléctricos herméticos fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986 y la cantidad de los equipos herméticos que no fueron fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986, se procedió a realizar la reducción o el cierre de los estratos Fabricante-Año conformados de acuerdo con los aspectos señalados en la **Sección 3.3** y en la **Sección 4**.

5.1 Reducción y/o Cierre de Estratos de Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos

Como se mencionó anteriormente estos equipos eléctricos herméticos sólo pueden declararse libres de PCB a partir de análisis cuantitativos. Así, se utilizó la información de los equipos de propiedad de EPM, teniendo en cuenta que esta empresa ya tiene un avance muy significativo en la realización de los análisis cromatográficos para lograr el cumplimiento de su obligación normativa.

De esta manera, esta información se utilizó para seguir reduciendo los 432 equipos resultantes del proceso de estratificación y del MAE. Gracias a dicha información, se pudieron cerrar 21 estratos en los que, de los 242 equipos que agrupaban, se debían muestrear 90 equipos (véase **Tabla 5**). Además, se presentó una reducción de 15 equipos a muestrear en 9 estratos adicionales, de manera que con este ejercicio se redujo en 105 equipos la cantidad de equipos a muestrear. En la **Tabla 6** se observa el ajuste de la información de la **Tabla 3** de acuerdo con estos cambios.

Tabla 5. Estratos Cerrados a partir de los Análisis Cromatográficos realizados por EPM a sus Equipos Eléctricos Herméticos.

Fabricante	Año	Total Herméticos	Número de Herméticos Por Muestrear	Herméticos EPM con Análisis Cromatográfico
ALSTOM	1977	1	1	15
ALSTOM	1980	5	4	8
ALSTOM	1982	1	1	4
ALSTOM	1983	6	5	9
ARTECHE	1980	1	1	1
ARTECHE	1984	1	1	3
ASEA	1980	12	7	12
ASEA	1981	53	11	15
ASEA	1982	49	11	170
ASEA	1983	1	1	174
ASEA	1984	24	9	309
Asea - ABB	1982	6	5	5
Asea - ABB	1984	3	3	13
Asea - ABB	1985	3	3	3
BALTEAU	1979	1	1	2
BBC	1961	6	5	5
BBC	1968	3	3	6
CROMPTON	1970	1	1	1
SIEMENS	1975	8	5	7
SIEMENS	1980	56	11	36
SIEMENS	1983	1	1	4
TOTAL		242	90	802

Tabla 6. Cantidad de Equipos eléctricos Herméticos Fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otro Países antes de 1986 a muestrear, luego de considerar Análisis Cromatográficos de EPM.

Estratos Fabricante-Año Abiertos	Número de Herméticos Total	Número de Herméticos Por Muestrear	Herméticos Liberados
87	1013	327	105

5.2 Cierre de Estratos por Certificado del Fabricante, Placa de Identificación y/o Análisis Cromatográficos de Equipos Eléctricos Herméticos Recientes

Tomando como punto de partida la información de la **Tabla 4**, a partir de toda la información reportada de los equipos eléctricos herméticos de las diez empresas no fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986, se conformaron, para los equipos con año y fabricante los estratos **Fabricante-Año de Fabricación**, con el fin de identificar cuántos de los 275 estratos (véase **Tabla 4**) se podían declarar libres de PCB.

En el ejercicio mencionado se tuvo en cuenta las recomendaciones del MADS y EPM con respecto al hecho de cerrar los estratos del fabricante ABB, conformados a partir del año 1991 en adelante, porque existe un certificado general del fabricante que certifica que todos los herméticos fabricados están libres de PCB. **Logrando así cerrar un total de 97 estratos que agrupaban 663 equipos, quedando 178 estratos abiertos que agrupan 683 equipos (véase Tabla 7).** Lo cual se traduce en una reducción aproximada del 49.26% de la cantidad total de equipos eléctricos herméticos a muestrear (1346) de acuerdo con los resultados del MAE.

Tabla 7. Estratos de clasificación cerrados y abiertos luego de revisar los Certificados del Fabricante.

Estratos Fabricante-Año Cerrados	Número de Herméticos Liberados por Certificado	Estratos Fabricante-Año Abiertos	Número de Herméticos No Liberados
97	663	178	683

Posteriormente, se revisó de esos 683 equipos eléctricos herméticos agrupados en los 178 estratos, cuántos se podían cerrar y declarar libres de PCB a partir de la información de la Placa de Identificación de los equipos reportados por las diez empresas que participaron del ejercicio conjunto y teniendo en cuenta que, como lo indicaron el MADS y EPM, todos los herméticos TRENCH a partir del año 2010 se deben declarar libres de PCB porque su placa de identificación así lo indica. **Logrando así cerrar un total de 15 estratos que agrupaban 83 equipos, quedando 163 estratos abiertos que agrupan 600 equipos (véase Tabla 8).** Lo cual se traduce en una reducción acumulada aproximada del 53.94% de la cantidad total de equipos eléctricos herméticos a muestrear (1346) de acuerdo con los resultados del MAE.

Tabla 8. Estratos de clasificación cerrados y abiertos luego de revisar Placa de Identificación.

Estratos Fabricante-Año Cerrados	Número de Herméticos Liberados por Placa	Estratos Fabricante-Año Abiertos	Número de Herméticos No Liberados
15	83	163	600

Por último, se revisó cuántos de esos 600 equipos eléctricos herméticos contaban con análisis cromatográfico y resultado (en ppm) debidamente reportado, **logrando cerrar 17 estratos de clasificación que agrupaban 57 equipos. Así mismo, hubo una reducción de 20 equipos agrupados en 10 estratos de clasificación.** Es decir, que aún quedan abiertos 147 estratos que agrupan 523 equipos eléctricos herméticos (véase **Tabla 9**). Lo cual se traduce en una reducción acumulada aproximada del 59.66% de la cantidad total de equipos eléctricos herméticos a muestrear (1346) de acuerdo con los resultados del MAE

Tabla 9. Estratos de clasificación cerrados y abiertos luego de revisar Análisis Cromatográficos

Estratos Fabricante-Año Cerrados	Número de Herméticos Liberados por Análisis	Estratos Fabricante-Año Abiertos	Número de Herméticos No Liberados
17	76	146	523

En conclusión, la reducción de equipos y por ende la cantidad de estratos cerrados y abiertos en cada una de las tres etapas de revisión anteriores se muestra en la siguiente figura:

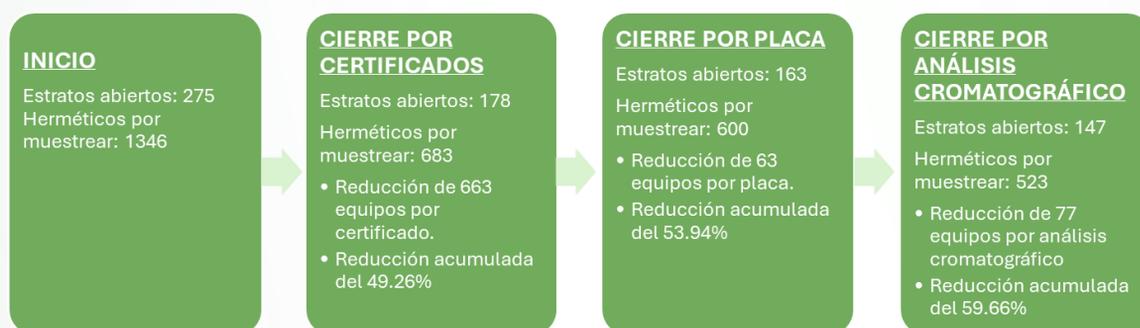


Figura 10. Cierre de los estratos resultantes de MAE a partir del universo de Equipos Eléctricos Herméticos recientes.

5.3 Cierre de Estratos de Equipos Eléctricos Herméticos Recientes a partir de Certificados, Placa de identificación y Análisis Cromatográficos de los Equipos Eléctricos Herméticos de Propiedad de EPM.

Por último, a partir de la información de los equipos eléctricos herméticos de propiedad de EPM, teniendo en cuenta que esta empresa ya tiene un avance muy significativo en la consecución de los certificados del fabricante, placas de identificación y realización de los análisis cromatográficos para lograr el cumplimiento de su obligación normativa, se evaluó, cuántos de esos 147 estratos abiertos que agrupan 523 equipos no fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986, se podían seguir cerrando y/o reduciendo.

A partir de los certificados del fabricante con los que contaban los equipos de EPM **se pudieron cerrar 15 estratos de clasificación que conforman 250 herméticos, de los cuáles se debían muestrear 75 herméticos (véase Tabla 10).**

Tabla 10. Estratos de clasificación cerrados a partir de los Certificados del Fabricante de los Equipos Herméticos de propiedad de EPM.

Fabricante	Año	Total Herméticos	Número de Herméticos Por Muestrear
ARTECHE	1986	3	3
ARTECHE	1994	54	11
ARTECHE	1995	3	3
ARTECHE	1999	9	6
ARTECHE	2003	2	2
ARTECHE	2004	4	4
ARTECHE	2006	24	9
ARTECHE	2007	1	1
Asea - ABB	1986	4	4
Asea - ABB	1987	1	1
Asea - ABB	1989	18	8
RITZ	1997	39	10
RITZ	2007	6	5
RITZ	2009	1	1
SIEMENS	2011	81	12
TOTAL		250	75

De manera que, gracias a la información de equipos eléctricos herméticos la cantidad de equipos que se deberían muestrear pasó de 523 a 448.

Al repetir el mismo ejercicio pero considerando los equipos eléctricos herméticos con placa de identificación que corroboran que son equipos libres de PCB, **de un total de 50 estratos de clasificación de los equipos de EPM que contaban con placa de identificación, ninguno permitió cerrar estratos del universo de trabajo porque los mismos ya se encontraban cerrados a partir de los certificados, la placa de identificación e inclusive los análisis cromatográficos de los equipos del universo de trabajo.**

Finalmente, al repetir el mismo el mismo ejercicio pero considerando los equipos eléctricos herméticos con análisis cromatográficos, **se logró cerrar 15 estratos que agrupaban un total de 52 equipos eléctricos herméticos de los cuales se debían muestrear 38 equipos (véase Tabla 11).**

Tabla 11. Estratos de clasificación cerrados a partir de los Análisis Cromatográficos de los Equipos Herméticos de propiedad de EPM

Fabricante	Año	Total Herméticos	Número de Herméticos Por Muestrear
ABB	1990	3	3
ALSTOM	1983	3	3
ALSTOM	1987	1	1
ALSTOM	1990	3	3
ALSTOM	1991	1	1
ALSTOM	2008	1	1
ASEA	1980	1	1
BALTEAU	1968	17	8
BALTEAU	1986	6	5
BALTEAU	1987	10	6
BALTEAU	2001	1	1
BALTEAU	2003	1	1
CROMPTON	1995	1	1
SIEMENS	1980	1	1
SIEMENS	2005	2	2
TOTAL		52	38

Así mismo, se logró pasar de 44 a 23 la cantidad de herméticos a muestrear para los estratos mostrados en la Tabla 12, a partir de los resultados de los análisis cromatográficos de EPM, que permitieron reducir la cantidad de equipos a muestrear.

Tabla 12. Reducción de Estratos de clasificación a partir de los Análisis Cromatográficos de los Equipos Herméticos de propiedad de EPM

Fabricante	Año	Total Herméticos	Número de Herméticos por Muestrear	Cantidad de Análisis Cromatográficos	Número Final de Herméticos por Muestrear
ALSTOM	2001	5	4	1	3
ALSTOM	2004	2	2	1	1
AREVA	2004	25	9	8	1
ARTECHE	1992	42	10	2	8
BALTEAU	1985	3	3	2	1
RITZ	2005	2	2	1	1
SIEMENS	1995	5	4	1	3
TRENCH	1984	4	4	3	1
TRENCH	1990	3	3	1	2
TRENCH	2005	3	3	1	2
TOTAL		94	44	21	23

6. Resultado Final y Recomendaciones

Llegados a este punto en la **Tabla 13** se muestra la cantidad de equipos eléctricos herméticos que se deberían muestrear, desagregados tanto en antiguos como en recientes, concluyendo así que de los 13077 equipos, se deberían muestrear un total de 720 herméticos, es decir, un 5.5% del universo de trabajo.

Tabla 13. Cantidad de Equipos Eléctricos Herméticos para muestrear, desagregados por grupo de clasificación.

Herméticos antiguos por muestrear Fabricados en EEUU antes de 1979 y en otros países antes de 1986	327
Herméticos recientes por muestrear No Fabricados en EEUU antes de 1979 y en Otros Países antes de 1986	393
TOTAL	720

En Anexos se puede observar en la **Tabla 14** y la **Tabla 15** la lista completa de todos los estratos que quedaron abiertos luego del ejercicio estadístico realizado. Así mismo, en la Tabla 16 y en la Tabla 17, se pueden encontrar los estratos que quedaron cerrados a partir del ejercicio estadístico realizado.

Si bien la normativa actual implica que el cumplimiento de las obligaciones asociadas al marcado e identificación de equipos posiblemente contaminados con PCB se realice por cada empresa propietaria de equipos eléctricos, es importante y valioso hacer un ejercicio estadístico conjunto para avanzar en el cumplimiento de las obligaciones ambientales de las empresas participantes.

En esta medida, desde la Asociación consideramos que las siguientes recomendaciones son claves para que las empresas puedan definir y estructurar un plan de acción robusto y práctico que les permita llevar a feliz término su obligación normativa.

1. Aclaración de Faltantes de Información:

Es fundamental que las empresas del sector continúen con la recolección y verificación de la información faltante (especialmente Año de Fabricación, Fabricante y País de Origen) de sus equipos eléctricos herméticos. Esto, porque al tratarse de equipos que no puedan declararse como libres de PCB por medios cualitativos (Certificado del Fabricante o Placa de Identificación), su única opción de cumplimiento de la obligación sería por medio de los análisis cromatográficos, sin embargo no podrían hacer parte de un ejercicio de muestreo aleatorio estratificado, dado que no podría conformarse un estrato con la información faltante.

2. Obtención de Información de Certificados del Fabricante y Placas de Identificación:

Con el fin de minimizar la cantidad de equipos eléctricos herméticos a dar de baja y por ende evitar las implicaciones económicas asociadas a la reposición de los mismos y a la continua y adecuada prestación del servicio de energía eléctrica, es crucial que las empresas gestionen la obtención de certificados del fabricante y placas de identificación. Estas evidencias son esenciales no sólo para reducir la cantidad de equipos a muestrear o de equipos que requieran ser sometidos a análisis cromatográficos, sino también para cerrar estratos de clasificación completos como libres de PCB.

3. Trabajo Mancomunado:

Como se demostró en el ejercicio presentado, el trabajo colaborativo entre las empresas afiliadas a la Asociación resultó ser una estrategia novedosa y eficaz para hacer frente a los desafíos asociados al manejo de equipos eléctricos herméticos posiblemente contaminados con PCB. Por ello, se recomienda continuar y fortalecer esta colaboración, compartiendo recursos y conocimientos para el levantamiento de información de calidad que facilite el cierre de estratos en futuros ejercicios estadísticos.

7. Anexos

Tabla 14. Estratos abiertos de los Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear	Equipos de EPM con Análisis Cromatográfico	Total de Equipos por Muestrear
ABB	1980	11	6	1	5
ABB	1981	14	7	0	7
ABB	1984	7	5	0	5
AEG	1963	4	4	0	4
ALSTOM	1957	1	1	0	1
ALSTOM	1970	4	4	0	4
ALSTOM	1976	3	3	0	3
ALSTOM	1981	26	9	0	9
ALSTOM	1985	3	3	2	1
ANDINA TC	1984	1	1	0	1
AREVA	1980	1	1	0	1
ARTECHE	1978	21	8	0	8
ARTECHE	1981	15	7	0	7
ARTECHE	1985	3	3	2	1
ASEA	1961	3	3	1	2
ASEA	1963	3	3	2	1
ASEA	1969	4	4	0	4
ASEA	1971	3	3	0	3
ASEA	1978	1	1	0	1
Asea - ABB	1973	5	4	0	4
Asea - ABB	1978	3	3	0	3
BBC	1962	6	5	0	5
BBC	1967	9	6	0	6
BBC	1970	8	5	2	3
BBC	1971	3	3	0	3
BBC	1980	1	1	0	1
CEM	1981	2	2	0	2
CONCORDIA SPRECHER	1969	1	1	0	1
GENERAL ELECTRIC	1970	1	1	0	1
GS NELSON ELECTRIC	1981	4	4	0	4

Tabla 14. Estratos abiertos de los Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear	Equipos de EPM con Análisis Cromatográfico	Total de Equipos por Muestrear
HAEFELY	1978	4	4	0	4
HAEFELY	1982	3	3	0	3
HAEFELY	1983	19	8	0	8
HAEFELY TRENCH	1985	7	5	0	5
HITACHI	1968	2	2	0	2
HITACHI	1980	2	2	0	2
K.V.A. LTDA	1980	1	1	0	1
MEIDENSHA	1972	5	4	0	4
MEIDENSHA	1979	1	1	0	1
MEIDENSHA	1980	4	4	0	4
MEIDENSHA	1981	5	4	0	4
MERLIN GERIN	1972	1	1	0	1
MESSWANDLER	1977	23	9	0	9
MESSWANDLER	1980	28	9	0	9
MESSWANDLER	1982	6	5	0	5
MESSWANDLER	1984	1	1	0	1
MICAFIL	1965	12	7	0	7
MICAFIL	1969	6	5	0	5
MICAFIL	1971	5	4	0	4
MITSUBISHI	1969	1	1	0	1
MITSUBISHI	1980	27	9	0	9
MITSUBISHI	1981	1	1	0	1
NISSIN	1984	18	8	0	8
NUOVA MAGRINI GALILEO	1978	3	3	0	3
NUOVA MAGRINI GALILEO	1979	5	4	0	4
NUOVA MAGRINI GALILEO	1982	3	3	1	2
NUOVA MAGRINI GALILEO	1984	56	11	1	10
OERLIKON	1961	7	5	0	5

Tabla 14. Estratos abiertos de los Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear	Equipos de EPM con Análisis Cromatográfico	Total de Equipos por Muestrear
OERLIKON	1962	2	2	0	2
OERLIKON	1963	3	3	0	3
OERLIKON	1970	1	1	0	1
PASSONI & VILLA	1977	1	1	0	1
PASSONI & VILLA	1980	10	6	0	6
PASSONI & VILLA	1983	10	6	0	6
PASSONI & VILLA	1984	2	2	0	2
SIEMENS	1960	3	3	0	3
SIEMENS	1968	6	5	0	5
SIEMENS	1977	36	10	0	10
SIEMENS	1978	7	5	0	5
SIEMENS	1979	1	1	0	1
SIEMENS	1984	4	4	3	1
SIEMENS	1985	3	3	0	3
STROMWANDLER	1955	1	1	0	1
TPL	1974	1	1	0	1
TRAFO-UNION	1978	1	1	0	1
TRAFO-UNION	1979	1	1	0	1
TRENCH	1963	6	5	0	5
TRENCH	1980	1	1	0	1
TRENCH	1981	1	1	0	1
WALTER	1971	12	7	0	7
WALTER	1979	1	1	0	1
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1970	1	1	0	1
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1974	1	1	0	1
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1975	8	5	0	5
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1978	7	5	0	5
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1982	90	12	0	12
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1983	123	12	0	12

Tabla 15. Estratos abiertos de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear	Equipos de EPM con Análisis Cromatográfico	Total de Equipos por Muestrear
ABB	1986	3	3	0	3
ADOR CORONA INDIA	2010	4	4	0	4
AEG	1994	3	3	0	3
ALSTOM	2001	5	4	1	3
ALSTOM	2004	2	2	1	1
ALSTOM	2003	4	4	0	4
ALSTOM	2006	1	1	0	1
AREVA	2004	25	9	8	1
AREVA	1988	1	1	0	1
ARTECHE	1992	42	10	2	8
AREVA	2005	13	7	0	7
AREVA	2010	6	5	0	5
AREVA	2011	9	6	0	6
ARTECHE	1991	47	11	3	8
ASEA	1988	2	2	0	2
ASEA	1995	3	3	0	3
Asea - ABB	1988	24	9	3	6
BALTEAU	1983	3	3	0	3
RITZ	2005	2	2	1	1
SIEMENS	1995	5	4	1	3
BALTEAU	2004	1	1	0	1
BALTEAU	2018	6	5	0	5
BALTEAU	2019	6	5	0	5
COOPER	2000	2	2	0	2
COOPER	2007	2	2	0	2
COOPER	2008	13	7	0	7
COOPER	2012	17	8	0	8
COOPER	2015	1	1	0	1
COOPER	2021	11	6	0	6
COOPER	2022	5	4	0	4

Tabla 15. Estratos abiertos de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear	Equipos de EPM con Análisis Cromatográfico	Total de Equipos por Muestrear
COOPER	2022	5	4	0	4
TRENCH	1984	4	4	3	1
CROMPTON	2000	15	7	0	7
CROMPTON	2002	6	5	0	5
CROMPTON	2011	2	2	0	2
EMEK	2010	12	7	1	6
GENERAL ELECTRIC	1997	10	6	0	6
HAEFELY	1979	6	5	0	5
HAEFELY	1988	7	5	0	5
HAEFELY	1991	1	1	0	1
HAEFELY	1994	1	1	0	1
HAEFELY TRENCH	1995	4	4	0	4
HAEFELY TRENCH	2001	11	6	0	6
HAEFELY TRENCH	2002	10	6	0	6
HAEFELY TRENCH	2005	1	1	0	1
HAEFELY TRENCH	2006	54	11	1	10
HAEFELY TRENCH	2007	28	9	0	9
HAEFELY TRENCH	2009	21	8	1	7
INDUSTRIAS TYF	1991	4	4	0	4
JOSLYN	2010	1	1	0	1
MAGNETRON	2002	1	1	0	1
MAGNETRON	2003	1	1	0	1
MAGNETRON	2005	1	1	0	1
MAGNETRON	2007	2	2	0	2
MAGNETRON	2009	2	2	0	2
MAGNETRON	2010	1	1	0	1
MAGNETRON	2012	2	2	0	2
MAGNETRON	2021	1	1	0	1
MERLIN GERIN	1996	1	1	0	1
MESSWANDLER	2012	1	1	0	1

Tabla 15. Estratos abiertos de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear	Equipos de EPM con Análisis Cromatográfico	Total de Equipos por Muestrear
MIB	1992	6	5	0	5
MITSUBISHI	1980	1	1	0	1
NACIONAL DE TRANSFORMADORES	2022	1	1	0	1
NOVARA	1994	3	3	0	3
NUOVA MAGRINI GALILEO	1979	3	3	1	2
NUOVA MAGRINI GALILEO	2003	7	5	0	5
PASSONI & VILLA	1995	9	6	0	6
PASSONI & VILLA	1997	33	10	0	10
PASSONI & VILLA	2006	1	1	0	1
POWER PLUS	2011	12	7	0	7
RITZ	1981	3	3	0	3
RITZ	1982	2	2	0	2
RITZ	1983	3	3	0	3
RITZ	1995	13	7	0	7
RITZ	1998	22	9	0	9
RITZ	2004	6	5	1	4
TRENCH	1990	3	3	1	2
RITZ	2008	5	4	0	4
ROEDERSTEIN	1994	2	2	0	2
RYMEL	2007	1	1	0	1
RYMEL	2008	2	2	0	2
RYMEL	2010	1	1	0	1
RYMEL	2011	2	2	0	2
RYMEL	2013	6	5	0	5
RYMEL	2015	3	3	0	3
SCHNEIDER ELECTRIC	1997	1	1	0	1
SCHNEIDER ELECTRIC	2009	9	6	0	6
SCHNEIDER ELECTRIC	2015	3	3	0	3
SIEMENS	1979	1	1	0	1
SIEMENS	1988	6	5	0	5

Tabla 15. Estratos abiertos de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear	Equipos de EPM con Análisis Cromatográfico	Total de Equipos por Muestrear
TRENCH	2005	3	3	1	2
SIEMENS	1990	6	5	0	5
SIEMENS	1991	1	1	0	1
SIEMENS	1997	1	1	0	1
SIEMENS	2008	1	1	0	1
SIERRA	1997	1	1	0	1
SIERRA	2001	1	1	0	1
SIEYUAN	2012	15	7	0	7
SIEYUAN	2016	107	12	0	12
SIEYUAN	2017	9	6	0	6
SIEYUAN	2018	3	3	0	3
SIEYUAN	2020	18	8	0	8
SIEYUAN	2021	3	3	0	3
STROMWANDLER	1995	2	2	0	2
TESLA	2021	1	1	0	1
TRACOL	2002	1	1	0	1
TRACOL	2007	1	1	0	1
BALTEAU	1985	3	3	2	1
TRENCH	1999	3	3	0	3
TRENCH	2001	1	1	0	1
TYCO ELECTRONICS COLOMBIA LTDA	1990	2	2	0	2
WEG COLOMBIA S.A.	2019	1	1	0	1
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1980	1	1	0	1
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1981	3	3	0	3
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1982	1	1	0	1
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1983	1	1	0	1
WESTINGHOUSE ELECTRIC	1997	2	2	0	2
TRENCH	2005	3	3	1	2
SIEMENS	1990	6	5	0	5
SIEMENS	1991	1	1	0	1

Tabla 16. Estratos cerrados de los Equipos Eléctricos Herméticos Antiguos.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear	Equipos de EPM con Análisis Cromatográfico
ALSTOM	1977	1	1	15
ALSTOM	1980	5	4	8
ALSTOM	1982	1	1	4
ALSTOM	1983	6	5	9
ARTECHE	1980	1	1	1
ARTECHE	1984	1	1	3
ASEA	1980	12	7	12
ASEA	1981	53	11	15
ASEA	1982	49	11	170
ASEA	1983	1	1	174
ASEA	1984	24	9	309
Asea - ABB	1982	6	5	5
Asea - ABB	1984	3	3	13
Asea - ABB	1985	3	3	3
BALTEAU	1979	1	1	2
BBC	1961	6	5	5
BBC	1968	3	3	6
CROMPTON	1970	1	1	1
SIEMENS	1975	8	5	7
SIEMENS	1980	56	11	36
SIEMENS	1983	1	1	4

Tabla 17. Estratos cerrados de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear
ABB	1988	1	1
ABB	1990	3	3
ABB	1991	12	7
ABB	1992	21	8
ABB	1994	1	1
ABB	1995	6	5
ABB	1996	14	7
ABB	1997	3	3
ABB	1998	1	1
ABB	1999	9	6
ABB	2000	73	11
ABB	2004	4	4
ABB	2005	20	8
ABB	2006	3	3
ABB	2007	15	7
ABB	2011	120	12
ABB	2012	3	3
ABB	2013	7	5
ABB	2014	33	10
ABB	2015	78	11
ABB	2016	83	12
ABB	2017	27	9
ABB	2018	29	9
ABB	2019	3	3
ABB	2020	6	5
ABB	2021	43	10
ABB	2022	3	3
ALSTOM	1987	1	1

Tabla 17. Estratos cerrados de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear
ALSTOM	1986	2	2
ALSTOM	1990	3	3
ALSTOM	1991	1	1
ALSTOM	1992	2	2
ALSTOM	1994	7	5
ALSTOM	1995	11	6
ALSTOM	1996	19	8
ALSTOM	1997	11	6
ALSTOM	1998	22	9
ALSTOM	1999	31	10
ALSTOM	2000	28	9
ALSTOM	2008	1	1
ALSTOM	2011	19	8
ALSTOM	2013	16	8
ALSTOM	2014	42	10
AREVA	2006	87	12
AREVA	2007	6	5
AREVA	2008	97	12
AREVA	2009	14	7
ARTECHE	1986	3	3
BALTEAU	1986	6	5
ARTECHE	1994	54	11
ARTECHE	1995	3	3
ARTECHE	1996	8	5
ARTECHE	1997	22	9
ARTECHE	1999	9	6
ARTECHE	2003	2	2
ARTECHE	2004	4	4

Tabla 17. Estratos cerrados de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear
ARTECHE	2006	24	9
ARTECHE	2007	1	1
ARTECHE	2010	10	6
ARTECHE	2011	51	11
ARTECHE	2012	38	10
ARTECHE	2013	9	6
ARTECHE	2015	18	8
ARTECHE	2017	15	7
ARTECHE	2018	6	5
ARTECHE	2019	12	7
ARTECHE	2021	3	3
BALTEAU	1987	10	6
ASEA	1986	84	12
Asea - ABB	1986	4	4
Asea - ABB	1987	1	1
Asea - ABB	1989	18	8
Asea - ABB	1993	2	2
Asea - ABB	1994	56	11
Asea - ABB	1995	130	12
Asea - ABB	1997	3	3
Asea - ABB	1998	7	5
Asea - ABB	2000	27	9
Asea - ABB	2006	6	5
Asea - ABB	2009	1	1
Asea - ABB	2011	15	7
Asea - ABB	2012	4	4
Asea - ABB	2013	5	4
Asea - ABB	2016	1	1

Tabla 17. Estratos cerrados de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear
Asea - ABB	2017	6	5
BALTEAU	2001	1	1
BALTEAU	2003	1	1
CROMPTON	1995	1	1
BALTEAU	1991	3	3
BALTEAU	1993	6	5
SIEMENS	2005	2	2
CHINT ELECTRIC	2017	37	10
COOPER	1998	1	1
COOPER	1999	23	9
COOPER	2004	42	10
COOPER	2019	26	9
CROMPTON	1998	5	4
CROMPTON	2001	39	10
CROMPTON	2003	6	5
CROMPTON	2004	4	4
CROMPTON	2005	21	8
CROMPTON	2006	26	9
CROMPTON	2007	21	8
CROMPTON	2008	30	9
CROMPTON	2009	43	10
CROMPTON	2010	8	5
CROMPTON	2015	2	2
EMEK	2012	9	6
EMEK	2014	3	3
EMEK	2015	3	3
GENERAL ELECTRIC	2016	37	10
GENERAL ELECTRIC	2018	1	1

Tabla 17. Estratos cerrados de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear
HAEFELY TRENCH	1988	3	3
HAEFELY TRENCH	1996	41	10
HAEFELY TRENCH	1997	46	10
HAEFELY TRENCH	2000	12	7
HAEFELY TRENCH	2011	16	8
HAEFELY TRENCH	2012	32	10
HAEFELY TRENCH	2013	6	5
HICO	1988	1	1
MAGNETRON	2011	1	1
MESSWANDLER	1997	4	4
NUOVA MAGRINI GALILEO	1986	4	4
NUOVA MAGRINI GALILEO	1994	12	7
PASSONI & VILLA	2001	4	4
RITZ	1993	1	1
RITZ	1997	39	10
RITZ	2006	17	8
RITZ	2007	6	5
RITZ	2009	1	1
SIEMENS	1986	11	6
SIEMENS	1989	1	1
ALSTOM	1983	3	3
SIEMENS	1996	3	3
ASEA	1980	1	1
SIEMENS	2009	7	5
SIEMENS	2011	81	12
SIEMENS	2012	1	1
SIEMENS	2015	1	1
SUNTEC	2011	2	2

Tabla 17. Estratos cerrados de los Equipos Eléctricos Herméticos Recientes.

Fabricante	Año	Equipos en el Estrato	Equipos Por Muestrear
BALTEAU	1988	17	8
TRENCH	1988	6	5
TRENCH	1991	2	2
TRENCH	1993	7	5
TRENCH	1995	6	5
TRENCH	1997	1	1
TRENCH	2002	2	2
SIEMENS	1980	1	1
TRENCH	2006	163	12
TRENCH	2009	1	1
TRENCH	2010	18	8
TRENCH	2011	36	10
TRENCH	2012	35	10
TRENCH	2013	12	7
TRENCH	2014	24	9
TRENCH	2015	31	10
TRENCH	2016	39	10
TRENCH	2017	45	10
TRENCH	2018	28	9

