



**Programa de las
Naciones Unidas
para el Medio Ambiente**



Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/69
14 de noviembre de 2018

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL
Octogésima segunda Reunión
Montreal, 3 – 7 de diciembre de 2018

**ASPECTOS CLAVE RELACIONADOS CON LAS TECNOLOGÍAS DE CONTROL DEL
HFC-23 COMO SUBPRODUCTO: OPCIONES RELACIONADAS CON EL CONTROL DE LAS
EMISIONES DE HFC-23 COMO SUBPRODUCTO EN LA ARGENTINA (DECISIÓN 81/68)**

Antecedentes

1. En la 81ª reunión, el Comité Ejecutivo solicitó a la Secretaría que contrate a un consultor independiente para que prepare un informe para la 82ª reunión, en el que se presente información sobre los siguientes aspectos:

- a) Las opciones y todos los costos y ahorros de controlar las emisiones de HFC-23 como subproducto en Argentina, sobre la base de las cantidades de HCFC-22 y HFC-23 producidas en la planta y de la información incluida en los informes pasados pertinentes dirigidos al Comité Ejecutivo, incluyendo la opción de envío del HFC-23 para su destrucción en el exterior;
- b) Las estimaciones de las emisiones fugitivas y las opciones para la supervisión, detección y control de fugas de HFC-23 como subproducto en la planta; y
- c) Los costos, la viabilidad técnica y las cuestiones logísticas, jurídicas y transaccionales relacionadas con los envíos de HFC-23 para su destrucción en el exterior mediante una tecnología como el proceso con flúor que se describe en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/54.

2. El Comité Ejecutivo también pidió al Gobierno de la Argentina que presentara con carácter voluntario información pertinente para el informe, y asignó, de los recursos existentes de la Secretaría, hasta 25 000 \$EUA para el contrato del consultor independiente (decisión 81/68 b), c) y d)).

Alcance del documento

3. De conformidad con la decisión 81/68 b), la Secretaría contrató a un consultor independiente para que llevara a cabo el estudio. El consultor, junto con dos funcionarios de la Secretaría, visitó las instalaciones de producción de HCFC-22 de Frio Industrias Argentinas (FIASA), situada en San Luis (Argentina), del 28 al 30 de agosto de 2018. El equipo también se reunió con los representantes del Gobierno de la Argentina y debatió las opciones para el control del HFC-23 como subproducto, incluidos los requisitos para la destrucción fuera del sitio del HFC-23 como subproducto.

4. Sobre la base de los datos recopilados en la visita en misión a la Argentina y los documentos pertinentes que se consideraron anteriormente, el consultor presentó un informe en el que se detallan las opciones para el control del HFC-23 como subproducto y sus costos, para que sea examinado por el Comité Ejecutivo. La Secretaría llevó a cabo un examen exhaustivo del informe del consultor, que figura en el Anexo I del presente documento. El informe consta de un resumen ejecutivo (que incluye conclusiones); describe la producción de HCFC-22 y la generación de HFC-23 en FIASA; describe las condiciones físicas y mecánicas del incinerador disponible en las instalaciones de producción y los costos estimados para su restauración; el potencial de emisiones fugitivas de HFC-23; presenta un análisis de costos para la destrucción en el sitio del HFC-23 y el transporte del HFC-23 para su incineración fuera del sitio. El informe también comprende cinco anexos, entre los que se incluye un análisis del costo de capital estimado para restaurar el incinerador (Anexo II); el costo estimado de la incineración del HFC-23 en FIASA (Anexo III); y las cantidades de HCFC-22 producidas y la estimación de la generación de HFC-23 como subproducto entre 2019 y 2029 (sobre la base de tres relaciones de generación diferentes), y los costos de destrucción en tres instalaciones (*in situ*, en un horno de cemento en las inmediaciones de FIASA y en un incinerador de arco de plasma en Monterrey [México]).

5. A fin de facilitar el examen del informe del consultor por parte del Comité Ejecutivo, el presente documento consta de las secciones siguientes:

- Marco reglamentario para el transporte y/o la exportación de HFC-23
- Tecnologías aprobadas para la destrucción del HFC-23
- Resumen de las conclusiones del informe del consultor
- Información adicional para que sea examinada por el Comité Ejecutivo sobre: hornos rotativos, supervisión, cierre y fecha de inicio del proyecto
- Resumen
- Recomendación

Marco reglamentario para el transporte y/o la exportación de HFC-23

6. Los reglamentos relacionados con el transporte y/o la exportación de HFC-23 dependen de si está destinado para usos controlados (en cuyo caso se lo trata como un producto) o para destrucción (en cuyo caso se trata como un desecho peligroso). En particular, el HFC-23 como subproducto destinado a la destrucción se considera un desecho peligroso en la legislación argentina. El transporte de esos desechos en la Argentina requeriría una estricta observación de varias condiciones, como las siguientes: deberían obtenerse permisos de cada una de las provincias a través de las cuales se transportan los desechos, y el desecho solo podría ser transportado a través de carreteras federales (y no provinciales) por una entidad registrada para transportar desechos peligrosos.

7. Del mismo modo, en la Argentina, los reglamentos relacionados con la exportación de HFC-23 como subproducto para su destrucción son diferentes de los reglamentos relacionados con la exportación de HFC-23 para usos controlados (por ejemplo, aplicaciones de protección contra incendios o refrigeración de baja temperatura). En este último caso, el HFC-23 se trata como un producto y su exportación no estaría comprendida dentro del significado que se le otorga en el Convenio de Basilea u otros reglamentos relacionados con la exportación de desechos. Se aplicarían al HFC-23 utilizado como

refrigerante los mismos requisitos para la exportación que para otros refrigerantes a base de HFC, señalándose que puede ser necesario demostrar el uso de una sustancia como refrigerante si no hay un mercado evidente.

8. En virtud del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (el “Convenio de Basilea”)¹, un desecho se considera peligroso si pertenece a cualquiera de las categorías enumeradas en el Anexo I (“categorías Y”) a menos que no tenga ninguna de las características descritas en el Anexo III (“características H”) del Convenio; o los desechos definidos o considerados peligrosos por la legislación interna de la Parte que sea Estado de exportación, de importación o de tránsito. El Gobierno de la Argentina considera que el HFC-23 como subproducto para destrucción pertenece a la categoría Y45 del Anexo I del Convenio de Basilea y, por lo tanto, es un desecho peligroso².

9. En consonancia con las obligaciones contraídas en virtud del Convenio, el Gobierno considera por lo tanto que debería recibirse permiso tanto del país al cual se exporta el desecho como de los países de tránsito a través de los cuales se despacha el desecho (es decir, los países de los puertos intermedios, si los hubiera, antes de que los desechos se entreguen en el país final de destino donde se llevaría a cabo la destrucción). Si bien el proceso de obtención de permisos es oneroso, ese es el proceso que se ha aplicado para todos los restantes envíos desde la Argentina de desechos peligrosos que quedan comprendidos en el Convenio de Basilea y el Gobierno seguiría un proceso similar en el caso de la exportación del HFC-23 como subproducto para su destrucción.

Tecnologías aprobadas para la destrucción del HFC-23

10. Después de la 81ª reunión, el consultor comenzó a trabajar de acuerdo con los requisitos establecidos en la decisión 81/68 y, en consulta con la Secretaría, consideró pertinente evaluar tres opciones para el control del HFC-23 como subproducto en la Argentina, incluida la incineración en un horno de cemento situado a 160 km de FIASA.

11. Con posterioridad a la finalización del informe del consultor, la 30ª Reunión de las Partes³ adoptó una decisión⁴ en la que las Partes aprobaron tecnologías para la destrucción del HFC-23. Tanto el incinerador instalado actualmente en FIASA como el incinerador de arco de plasma de México se encuentran entre las tecnologías aprobadas por las Partes para la destrucción del HFC-23. Las Partes, si bien aprobaron los hornos de cemento para la destrucción de las sustancias del grupo I del anexo F, no aprobaron los hornos de cemento para la destrucción del HFC-23, ya que se carecía de información sobre la eficiencia en la destrucción y eliminación para el HFC-23. Hasta tanto las Partes decidan aprobar los hornos de cemento para la destrucción del HFC-23, el Gobierno de la Argentina no podría usar esa tecnología para cumplir las obligaciones de control del HFC-23 como subproducto en virtud de la Enmienda de Kigali.

¹ El Convenio de Basilea es un tratado internacional destinado a reducir los movimientos de desechos peligrosos entre países, para evitar la transferencia de desechos peligrosos de los países desarrollados a los países menos desarrollados (PMD) y para reducir la cantidad y toxicidad de desechos generados, a fin de garantizar su gestión ambientalmente racional tan cerca como sea posible de la fuente de generación. A octubre de 2018, 186 Estados y la Unión Europea eran Partes en el Convenio.

² La legislación sobre desechos (o residuos) peligrosos de la Argentina difiere del Convenio de Basilea en que, si un desecho pertenece a una de las categorías enumeradas en el Anexo I (“categorías Y”) o tiene alguna de las características descritas en el Anexo III (“características H”) del Convenio, se lo considera un “residuo peligroso” y el Gobierno consideraría que se aplicarían las obligaciones dimanantes del Convenio de Basilea.

³ Quito (Ecuador), 5 a 9 de noviembre de 2018.

⁴ El informe de la reunión con los números de las decisiones no había sido publicado a la fecha de la finalización del presente documento.

12. Dado que en el informe del consultor se había evaluado el costo de la destrucción del HFC-23 en un horno de cemento con anterioridad a la 30ª Reunión de las Partes, el Comité Ejecutivo tal vez desee considerar este análisis solo a modo de referencia.

Resumen de las conclusiones del informe del consultor

13. El informe del consultor se ocupa de todos los requisitos de la decisión 81/68, y evalúa tres opciones para el control del HFC-23 como subproducto en la Argentina, basadas en las cantidades de HFC-23 como subproducto generadas:

- a) Reinicio del incinerador de FIASA y destrucción del HFC-23 como subproducto en el sitio;
- b) Transporte del HFC-23 como subproducto a un horno de cemento en la provincia de San Luis para su incineración; y
- c) Exportación del HFC-23 como subproducto para su incineración en una instalación de destrucción fuera del sitio.

Relación de generación de HFC-23 como subproducto

14. Ante la falta de datos adicionales, el consultor se basó en el supuesto de que la producción de HCFC-22 se mantendría en el nivel de 2017 (el último año para el que había datos disponibles), de 1 823 tm, hasta 2024, año en que la producción disminuiría a 1 531 tm entre 2025 y 2029, de conformidad con el calendario de control del Protocolo de Montreal. La cantidad de HFC-23 por destruir se basa en la relación de generación de subproducto histórica de FIASA, del 3,32%; es decir, la relación media cuando FIASA estaba generando créditos en virtud del Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL). Por consiguiente, se generarían alrededor de 61 tm de HFC-23 como subproducto anualmente entre 2019 y 2024, y 50 tm anualmente entre 2025 y 2029, y la generación cesaría a partir de 2030 en adelante.

15. Las mejoras en los procesos, que requerirían inversiones de capital adicionales, pueden reducir la relación de generación de subproducto a un nivel mucho más bajo, de hasta un 1,4%⁵. El consultor también calculó la cantidad de HFC-23 a ser destruido aplicando una relación de generación de subproducto de 2,0% y 1,45%.

Reinicio del incinerador de FIASA

16. FIASA tienen un sistema de incineración por oxidación térmica en el sitio, comprado a SGL Caron Group, de Meitingen (Alemania), que se puso fuera de servicio en octubre de 2013 y ha estado ocioso desde entonces. La capacidad del incinerador en el sitio es de 613 toneladas métricas (tm)/año.

17. El incinerador en el sitio de FIASA, funcionando al 100% de su capacidad nominal, puede destruir 613 tm de HFC-23 en 365 días. La generación HFC-23 como subproducto más alta registrada en FIASA es de 134 tm al año. Durante el período en que FIASA destruyó HFC-23 a cambio de créditos en el marco del Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL), FIASA instaló un tanque de almacenamiento criogénico de 40 tm para mejorar el control del suministro de HFC-23 al incinerador. El tanque criogénico es una pieza clave del sistema de incineración. Permite almacenar el HFC-23 generado en 109 días con una producción récord de 134 tm por año, y de 243 días con una generación de HFC-23 de 60 tm por año, considerando los niveles actuales de producción y generación de HCFC-22 y HFC-23. Por lo tanto, el incinerador se puede operar al 50% de su capacidad nominal durante campañas que destruyen

⁵ Como se indica en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/54.

el contenido acumulado del tanque criogénico y reducen al mínimo las paradas y arranques del incinerador, con lo que se prolonga su vida útil.

18. Los costos estimados requeridos para el reacondicionamiento del incinerador ascienden a 897 840 \$EUA⁶ (como se describe en el Anexo II del informe del consultor). Los costos adicionales de explotación serán una función del grado de utilización de la capacidad del incinerador⁷. El consultor calculó costos adicionales de explotación de 1,10 \$EUA/kg (al 100% de capacidad) y 2,22 \$EUA/kg (al 50% de capacidad) (Cuadro 4 del informe del consultor). Los costos de explotación anuales de la incineración también dependerían de la relación de generación de HFC-23 como subproducto (Anexo 5 del informe del consultor).

Transporte del HFC-23 a un horno de cemento en la provincia de San Luis para su incineración

19. A fin de reducir al mínimo las cuestiones jurídicas y logísticas relacionadas con la destrucción fuera del sitio, se consideró como una posible instalación de destrucción un horno de cemento situado en la provincia de San Luis, donde se encuentra FIASA. El horno de cemento no está registrado para destruir desechos peligrosos y es probable que, a fin de obtener los permisos necesarios, el Gobierno de la Argentina y el de la provincia de San Luis requieran que se realice una prueba de combustión del horno para demostrar que se destruye el 99,99% del HFC-23.

20. FIASA debería comprar dos isotanques (contenedores cisterna) de 8,6 tm de capacidad para transportar el HFC-23 desde FIASA hasta el horno de cemento, con un costo de 460 000 \$EUA. El transporte seguro del HFC-23 requiere el uso de un isotanque con paredes de acero gruesas atento a la alta presión de vapor del HFC-23⁸. El peso neto de los isotanques llenos es de aproximadamente 14,36 tm; es decir, el contenedor en sí mismo pesa tanto como el HFC-23 que contiene.

21. El consultor calculó que los costos de destrucción en el horno de cemento ascienden a aproximadamente 1,05 \$EUA/kg, incluido el costo de transporte y excluidos los costos de capital de los dos isotanques (Cuadro 5 del informe del consultor).

Exportación del HFC-23 a México para su destrucción en un incinerador de arco de plasma

22. El consultor evaluó la opción de exportación del HFC-23 para su destrucción en el incinerador de arco de plasma situado en Monterrey (México)⁹. Esa instalación ha demostrado la destrucción del HFC-23 con una eficiencia en la destrucción y eliminación de al menos el 99,99% en el contexto del MDL. El HFC-23 se transportaría en camión desde FIASA hasta el puerto de Buenos Aires, en buques hasta el puerto de Tampico (México) y luego en camión hasta el incinerador de arco de plasma en Monterrey. Se deberían obtener permisos para cada tramo del viaje, así como para cada una de las provincias entre

⁶ En condiciones normales, el consultor habría consultado la inversión de capital necesaria para restaurar el sistema de incineración de FIASA en los presupuestos de tres contratistas independientes. No obstante, ante la falta de presupuestos de contratistas independientes, el consultor aplicó el costo estimado por FIASA para la restauración del incinerador.

⁷ Como se informa en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/54.

⁸ La presión de vapor del HFC-23 es 681 libras por pulgada cuadrada (PSI) a 25 °C (cinco veces más alta que la del HCFC-22). Para mayor seguridad, la presión nominal de los isotanques es de 2 400 PSI.

⁹ Es probable que la Argentina, que es Parte en el Convenio de Basilea, no pueda enviar HFC-23 para su destrucción a los Estados Unidos de América a menos que los gobiernos celebren un acuerdo bilateral en relación con los desechos peligrosos. Por lo tanto, el consultor no calculó los costos del envío del HFC-23 como subproducto para su destrucción a los Estados Unidos de América. Es probable que la diferencia de costo entre el envío del HFC-23 a Tampico o a Brownsville (Texas) sea insignificante. No obstante, es probable que los costos del envío del HFC-23 por ferrocarril desde Brownsville hasta Monterrey sean más bajos que los costos del transporte del HFC-23 en camión desde Tampico hasta Monterrey.

San Luis y Buenos Aires (Argentina). Además, FIASA debería obtener el consentimiento fundamentado previo del Gobierno de México.

23. El consultor calculó que los costos de transporte ascienden a 1,09 \$EUA/kg y supuso costos de incineración de 7,40 \$EUA/kg¹⁰, por lo que el costo asciende a 8,49 \$EUA/kg (Cuadro 6 del informe del consultor). Además, FIASA debería comprar dos isotanques adecuados para el transporte de HFC-23 a un costo de 460 000 \$EUA.

Emisiones fugitivas

24. Actualmente, todo el HFC-23 como subproducto que se genera en FIASA se ventila a la atmósfera y no se monitoriza. Las emisiones de HFC-23 de la chimenea de venteo del incinerador, cuando estaba en funcionamiento, se encontraban por debajo de 1,14 partes por millón (ppm), el límite de detección del cromatógrafo de gases utilizado para monitorizar las emisiones de gases de chimenea¹¹.

25. FIASA procura minimizar las emisiones fugitivas de la producción de HCFC-22 a fin de maximizar el acopio de HCFC-22, el producto que vende. A esos efectos, entre otras medidas, la empresa verifica todas las juntas de las bridas y otras conexiones utilizando una solución jabonosa cada dos semanas aproximadamente. Además, la empresa monitoriza estrechamente las variables del proceso de producción de HCFC-22. La zona de envasado tiene un sistema de detección de fugas, pero no se utilizan en la empresa dispositivos detectores de gas activos u otros instrumentos de detección, con la excepción del incinerador (cuando estaba en funcionamiento), lo que incluye la monitorización de los gases de escape (incluido el HFC-23).

26. Todas las unidades de proceso de la línea de producción de HCFC-22 y el sistema de incineración funcionan como un sistema cerrado, sin posibilidades de que se produzcan emisiones fugitivas. En el caso de que se produjera una fuga inesperada, esta sería de tal magnitud que no podría pasar inadvertida y se solucionaría inmediatamente por motivos de seguridad.

Información adicional para consideración del Comité Ejecutivo

Incineración en hornos rotativos

27. Los hornos rotativos se encuentran entre las tecnologías aprobadas para la destrucción del HFC-23 por la 30ª Reunión de las Partes. Aunque el consultor no evaluó los costos estimados de la incineración por medio de hornos rotativos, el Comité Ejecutivo examinará en la 82ª reunión el informe de síntesis sobre los proyectos piloto de destrucción de SAO¹². Este documento indica que los costos de destrucción en hornos rotativos en Alemania y Polonia oscilan entre 1,87 \$EUA/kg y 2,45 \$EUA/kg, sobre la base de las ofertas recibidas de estas instalaciones, registradas para la destrucción de las SAO en la Unión Europea. La Secretaría observa además que puede esperarse que los costos de transporte del HFC-23 de FIASA a un horno rotativo situado ya sea en Alemania o Polonia asciendan a prácticamente el doble del costo del transporte al incinerador de arco de plasma situado en México (es decir, hasta 2,17 \$EUA/kg). Sobre la base de estos datos, el costo total de destrucción oscilaría entre 4,04 \$EUA/kg y 4,62 \$EUA/kg, con un costo adicional de capital de 460 000 \$EUA para dos isotanques.

¹⁰ Costo informado por la ONUDI en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/80/12.

¹¹ Se utilizan dos métodos para medir los gases de chimenea: USEPA 040 para el muestreo y el método ME-48 para el análisis cromatográfico. El cromatógrafo de gases es el Modelo 6890 de Agilent Technologies.

¹² Como se indica en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/21.

Costos relacionados con la supervisión de la destrucción del HFC-23

28. Los costos adicionales de explotación calculados por el consultor incluyen los costos relacionados con la monitorización de las emisiones de HFC-23 de la chimenea de incineración, incluidos los costos de operación de los equipos de muestreo y monitorización, incluso para su calibración. Sin embargo, el consultor no incluyó los costos relacionados con la supervisión a nivel provincial o federal, o los costos relacionados con una auditoría o verificación independiente. A modo de referencia, la etapa II del plan de gestión de eliminación de HCFC (PGEH) para la Argentina incluye 8 333 \$EUA por año para la supervisión anual de la producción y las existencias de HCFC-22, y la verificación en el sitio a cargo de expertos (por un valor total de 50 000 \$EUA). La supervisión y verificación de las emisiones de HFC-23 como subproducto serían una tarea adicional. Se podría considerar un 50% adicional del costo anual de supervisión y verificación de la producción y las existencias de HCFC-22 para supervisar y verificar asimismo las emisiones de HFC-23, por lo que los costos anuales totales de supervisión y verificación ascenderían a 12 500 \$EUA para abarcar tanto la producción de HCFC-22 como las emisiones de HFC-23.

Costo estimado preliminar del cierre de la producción de HCFC-22

29. El Comité Ejecutivo decidió estudiar posibles opciones eficaces en función del costo para la indemnización de las plantas de HCFC 22 con proceso cambiante a fin de permitir el cumplimiento de las obligaciones dimanantes de la Enmienda de Kigali en relación con el HFC-23 como subproducto (decisión 79/47 c)). Con el presupuesto disponible, el consultor no pudo llevar a cabo un análisis técnico-económico para evaluar la pérdida de ganancias que se relacionarían con el cierre de FIASA.

30. A fin de permitir una comparación entre los enfoques alternativos para la gestión de las emisiones de HFC-23 como subproducto de conformidad con la Enmienda de Kigali y el cierre de la planta de HCFC-22 con proceso cambiante, la Secretaría evaluó de manera general la pérdida de ganancias para FIASA que se relacionaría con el cierre anticipado. Esa determinación resulta compleja debido a los factores siguientes:

- a) Las ganancias de una empresa se determinan en parte en función de la diferencia entre los ingresos generados por las ventas del producto y los costos de producción y venta de ese producto. Los principales costos de la producción de HCFC-22 incluyen los costos de la materia prima (fluoruro de hidrógeno anhidro y cloroformo), costos laborales y, en menor medida, costos de mantenimiento. Aunque el HCFC-22 se vende localmente, las materias primas son importadas, por lo que las ganancias de la empresa dependerán del tipo de cambio de la moneda local (es decir, el peso argentino)¹³. Los costos de mantenimiento pueden variar, ya que el equipo de la línea de producción (excepto una columna de destilación que se sustituyó en 2006) es el equipo original utilizado para fabricar CFC (es decir, tiene más de 31 años de antigüedad);
- b) En cualquier año dado, el nivel de producción de HCFC-22 ha sido inferior a la capacidad de producción de la empresa (es decir, 7 792 tm/año según lo informado por el Gobierno de la Argentina o 5 000 tm/año sobre la base de las estimaciones del consultor) y todos los años se importa HCFC-22 al país (Cuadro 1 del informe del consultor), lo que indica que FIASA podría conseguir un precio más alto que para el HCFC-22 importado, lo que aumentaría su rentabilidad en una cifra no determinada. Por el contrario, se prevé que una disminución en la utilización de la capacidad de producción dará lugar a una rentabilidad cada vez más variable. En el Cuadro 1 a continuación se muestra el grado de utilización de los cupos y la capacidad de FIASA.

¹³ Durante los últimos seis meses, el valor del peso argentino frente al dólar de los Estados Unidos, el euro y el renmimbi disminuyó aproximadamente el 50%.

Cuadro 1: Utilización (porcentaje) de cupos y capacidad de producción en la Argentina

Utilización (porcentaje)	2013	2014	2015	2016	2017
Cupo de importación	89	91	95	92	100
Cupo de producción	48	56	67	47	50
Capacidad (7 792 tm/año)	25	29	31	22	23
Capacidad (5 000 tm/año)	39	46	49	35	36

31. De acuerdo con la legislación y los reglamentos de la Argentina, los trabajadores a quienes se despide reciben una indemnización en función del número de años que el empleado ha trabajado en la empresa. Sobre la base de los años de servicios de los empleados de FIASA y sus sueldos, y suponiendo que la línea de producción de HCFC-22 se cerrara el 1 de enero de 2020, la indemnización de los trabajadores ascendería a aproximadamente 1 775 000 \$EUA.

32. Ante la falta de datos, puede suponerse un margen de rentabilidad de aproximadamente un 5% de los ingresos por ventas para los productos químicos básicos. Sobre esa base, y suponiendo que: se mantienen los niveles de producción de 2017 (1 823 tm) hasta el objetivo de control para el 1 de enero de 2025, en cuya oportunidad la producción se reduciría hasta el objetivo de control del Protocolo de Montreal (1 531 tm/año) hasta el 1 de enero de 2030, cuando cesaría la producción; el precio del HCFC-22 informado por FIASA para 2017; y una tasa de inflación del 5%, el resultado es un valor actual neto de pérdida de ganancias para el período 2020-2030 de aproximadamente 4 500 000 \$EUA. Una variación de $\pm 2\%$ del margen de rentabilidad arroja como resultado un valor actual neto de pérdida de ganancias de aproximadamente 2 700 000 \$EUA a 6 300 000 \$EUA.

33. De conformidad con los acuerdos para los CFC, se deberían destruir, dismantelar o inutilizar los reactores y la columna de destilación de CFC/HCFC; por el contrario, el incinerador y las estructuras de soporte de los reactores, por ejemplo, se podrían utilizar para otros fines o venderse. Además, no sería necesario descontaminar el sitio a fin de cumplir los reglamentos ambientales si el sitio siguiera utilizándose como una planta química.

34. El cierre de FIASA ofrecería beneficios relacionados tanto con el ozono como con el clima, ya que las instalaciones no producirían o generarían ni HCFC-22, una SAO, o HFC-23 como subproducto, un potente gas de efecto invernadero. Además, la supervisión del cierre sería mucho más sencilla que si las instalaciones continuasen funcionando y destruyendo HFC-23, ya sea en el sitio o fuera del sitio.

Fecha de inicio del proyecto

35. FIASA actualmente ventila a la atmósfera todo el HFC-23 como subproducto que se genera durante la producción de HCFC-22. Las obligaciones de control de las emisiones de HFC-23 en virtud de la Enmienda de Kigali entran en vigor el 1 de enero de 2020. No obstante, no existen impedimentos técnicos que impedirían que la destrucción comience antes de esa fecha. La reconexión de las tuberías del tanque criogénico para almacenar el HFC-23 para su posterior destrucción se podría hacer en solo unos días o a lo sumo algunas semanas. Con los niveles de producción actual, FIASA tendría al menos seis meses para completar todos los trabajos necesarios para reiniciar el incinerador o finalizar todos los arreglos requeridos para la destrucción fuera del sitio. A fin de maximizar los beneficios climáticos del control del HFC-23 como subproducto, el Comité Ejecutivo podría considerar, en forma excepcional, la provisión de fondos adicionales para el control del HFC-23 a partir del 1 de enero de 2019. Esto ofrecería beneficios climáticos de 890 368 tm equivalentes de CO₂ adicionales.

Resumen

36. FIASA sería la primera planta de HCFC-22 con proceso cambiante para la que se proporcionaría una indemnización para controlar las emisiones de HFC-23 como subproducto de conformidad con la decisión 79/47 c).

37. En la 79ª reunión, el Comité Ejecutivo reconoció que la consideración de las tecnologías de control del HFC-23 como subproducto presentaba varias dificultades; entre otras: la amplia gama de costos de explotación adicionales comunicada, la pesada carga para las empresas de producción y la necesidad de financiación para apoyar las actividades de eliminación y destrucción, que la destrucción del HFC-23 podía considerarse parte del costo ordinario de llevar un negocio, que era necesario garantizar que la aplicación de modalidades de financiación específicas no creara incentivos perversos que alentaran un aumento de la producción del subproducto, y la necesidad de aplicar un enfoque flexible¹⁴.

38. Por consiguiente, el Comité Ejecutivo debe adoptar varias decisiones relativas a criterios (por ejemplo, el número de años para los que se proporcionan costos adicionales de explotación, la relación de generación utilizada para determinar esos costos, los beneficios del cierre en comparación con la continuación de la producción de HCFC-22 y la destrucción del HFC-23 como subproducto y la posible indemnización adicional para maximizar los beneficios climáticos del control del HFC-23, entre otros). Sin ir en perjuicio de esas decisiones, en el Cuadro 2 se presenta un resumen de los costos de las diferentes opciones de control del HFC-23 como subproducto en la Argentina.

Cuadro 2. Costos de las opciones de control del HFC-23 como subproducto en la Argentina

Opción	Mínimo	Máximo	Promedio	Años	Total
Incinerador en el sitio					
Reacondicionamiento del incinerador					897 840
Incineración 2019-2024	29 131	133 379	81 255	6	487 530
Incineración 2025-2030	24 464	112 011	68 238	6	409 425
Total para incinerador en el sitio					1 794 795
Arco de plasma, México					
Isotanques (2)					460 000
Incineración 2019-2024	224 326	510 535	367 431	6	2 204 583
Incineración 2025-2030	188 385	428 738	308 562	6	1 851 369
Total para arco de plasma					4 515 952
Horno de cemento*, San Luis					
Isotanques (2)					460 000
Incineración 2019-2024	27 677	62 990	45 334	6	272 001
Incineración 2025-2030	23 243	52 898	38 071	6	228 423
Total para horno de cemento					960 424
Horno rotativo, Unión Europea					
Isotanques (2)					460 000
Incineración 2019-2024	106 797	277 948	192 373	6	1 154 235
Incineración 2025-2030	89 687	233 420	161 554	6	969 322
Total para horno rotativo					2 583 557
Cierre de la producción					
Indemnización de trabajadores					1 775 000
Pérdida de ganancias	2 701 871	6 304 366	4 503 119	n/a	4 503 119

* No es una tecnología aprobada por las Partes para la destrucción del HFC-23.

¹⁴ Véase el párrafo 154 del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/79/51.

39. El Gobierno de la Argentina indicó que desea seleccionar a la ONUDI como organismo de ejecución para el proyecto de control del HFC-23 como subproducto que se podría aprobar en el contexto del Fondo Multilateral¹⁵. A fin de facilitar los debates durante la reunión, el Comité Ejecutivo tal vez desee estudiar el texto que se expone a continuación como base para una recomendación en el caso de que se apruebe financiación para el control del HFC-23 como subproducto en la presente reunión:

- a) Aprobar [...] \$EUA, más gastos de apoyo al organismo de [...] \$EUA para la ONUDI, a fin de que el Gobierno de la Argentina pueda cumplir las obligaciones de control del HFC-23 como subproducto en virtud de la Enmienda de Kigali, en el entendido de que:
 - i) El Gobierno de la Argentina garantizaría que, a partir del 1 de enero de [2019][2020], se destruyan en la medida de lo posible las emisiones de HFC-23 como subproducto;
 - ii) El Gobierno de la Argentina tendría flexibilidad para utilizar los fondos aprobados por el Comité Ejecutivo para cualquiera de las opciones para la destrucción del HFC-23 como subproducto que se señalan en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/69;
 - iii) Que la ONUDI presentaría informes de verificación independientes que documenten el cumplimiento del apartado a) i) de la presente decisión por parte del Gobierno de la Argentina;
 - iv) Que se impondría una penalización de [...] \$EUA/kg de HFC-23 a las emisiones de HFC-23 como subproducto que se determine que no habían sido destruidas en la medida de lo posible;
 - v) El Gobierno de la Argentina, por conducto de la ONUDI, proporcionaría informes anuales acerca de la situación del proyecto, incluidos el nivel de desembolsos y la cantidad de HFC-23 como subproducto generada, destruida y emitida, en la última reunión del año, hasta la terminación del proyecto;
 - vi) Que el proyecto se terminaría a más tardar el 1 de enero de 2030 o al producirse el cierre de FIASA, si esto sucediera antes;
 - vii) Que la ONUDI presentaría el informe de terminación de proyecto seis meses después de la terminación del proyecto, y que los saldos restantes después de la terminación del proyecto se devolverían al Fondo Multilateral;
 - viii) Que cualquier penalización que se aplique de conformidad con el apartado a) iv) de la presente decisión sería devuelta por el Gobierno de la Argentina al Fondo Multilateral, por conducto de la ONUDI, en la reunión siguiente a que se haya determinado que el HFC-23 como subproducto que se generó no fue destruido en la medida de lo posible; y
- b) Solicitar al Tesorero que transfiera [...] \$EUA, más gastos de apoyo al organismo de [...] \$EUA para la ONUDI, una vez que el Gobierno de la Argentina haya presentado su instrumento de ratificación, aceptación o adhesión de la Enmienda de Kigali en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York.

¹⁵ De conformidad con la nota del Ministerio de Relaciones y Culto de la Argentina a la Secretaría, de fecha 14 de noviembre de 2018.

Recomendación

40. El Comité Ejecutivo tal vez desee considerar:
- a) Tomar nota del informe sobre los aspectos clave relacionados con las tecnologías de control del HFC-23 como subproducto: opciones relacionadas con el control de las emisiones de HFC-23 como subproducto en la Argentina (decisión 81/68) que figura en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/69;
 - b) Tomar nota con aprecio de la información proporcionada por el Gobierno de la Argentina, en forma voluntaria, que permitió preparar el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/69; y
 - c) Considerar cualquier asistencia técnica y financiera que desee proporcionar al Gobierno de la Argentina para permitir el cumplimiento de las obligaciones de control del HFC-23 como subproducto en virtud de la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal, y en vista de la información que figura en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/69.

Control of HFC-23 Emissions in Argentina, Based on Quantities Produced

Final Report

Prepared for:

The Secretariat
Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol
1000 de la Gauchetiere Street West, Suite 4100
Montreal, Quebec H3B 4W5
Canada

Attention: Mr. Eduardo Ganem
Chief Officer
Tel: 514-282-1122

Submitted by:

Jamil M. Wakim
Wakim Consulting
Petrochemicals, Energy and Mining
963 Holmes Street
Calimesa, California 92320

CONTENTS

EXECUTIVE SUMMARY	2
FINDINGS.....	3
BACKGROUND	6
HCFC-22 AND HFC-23 PRODUCTION.....	6
MATCHING INCINERATOR OPERATING DATA WITH HFC-23 GENERATION	7
RESTORING INCINERATOR AND DESTROYING HFC-23 ONSITE.....	8
FUGITIVE EMISSIONS	9
PHYSICAL AND MECHANICAL CONDITION OF INCINERATOR.....	9
HFC-23 DESTRUCTION COSTS ONSITE FIASA’S INCINERATOR.....	10
HFC-23 DESTRUCTION COSTS OFF-SITE IN ARGENTINA	12
EXPORTING HFC-23 FOR INCINEARATION OFF-SITE OVERSEAS	13
CONCLUSIONS	14
.....	
ANNEXES	14
ANNEX 1 SGL CARBON GROUP OPERATING MANUAL	
ANNEX 2 FIASA’S ESTIMATE OF CAPITAL INVESTMENT	
ANNEX 3 HFC-23 INCINERATION COST ESTMATE	
ANNEX 4 SAN LUIS CEMENT KILN	
ANNEX 5 ARGENTINA ASSUMED HCFC-22 PRODUCTION AND ESTIMATED HFC-23 DESTRUCTION COSTS.....	

EXECUTIVE SUMMARY

In Compliance with the Executive Committee decision 81/68(b)(i), (ii), and (iii), Wakim Consulting (Wakim) is pleased to present this Draft Final Report to the Secretariat (Secretariat) of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol (MLF). The report covers our evaluation of control of HFC-23 emissions in Argentina based on quantities produced and options of:

- Restarting FIASA’s incinerator and destruction of HFC-23 onsite
- Transporting HFC-23 to an off-site facility in San Luis Province for incineration
- Exporting HFC-23 for incineration at an off-site facility overseas

Given that this is a site specific technical evaluation, the Secretariat requested Wakim to undertake the evaluation and prepare a report, in collaboration with its project review team.

To perform the sought evaluation, Wakim and Secretariat representatives visited the FIASA plant and collected available data with the kind cooperation of FIASA’s management and staff.

FINDINGS

HCFC-22 and HFC23 Quantities Produced

Wakim updated the production data from the HCFC-22 plant startup in 2007 to July 2018. Wakim also, with the help of the government of Argentina representatives, collected the HCFC-22 trade statistics. The results are presented in Table 1. Quantities of HFC-23 by-product generated were provided by FIASA based on fiscal years of October 15, 2007 to October 14, 2008; and continuing for following years until October 14, 2013. For all other years, HFC-23 generation data is based on HCFC-22 production data provided by FIASA and an average of by-product generation rate of 3.32%.

Table 1. Argentina HCFC-22 Supply and Demand and HFC-23 By-product Generation

Year	HCFC-22 Annual Data (mt)				HFC-23 By-product (mt)
	Production	Imports	Exports	Apparent Consumption	Generation
2018*	681*	N/A	N/A	N/A	23
2017	1823	641	0	2464	61
2016	1742	582	0	2324	58
2015	2446	601	4	3043	81
2014	2286	636	17	2904	76
2013	1951	624	1	2574	86
2012	4190	4539	2201	6529	134
2011	4018	4221	1669	6570	134
2010	4251	4283	2669	5866	132
2009	3914	3266	3326	3854	121
2008	2857	2359	396	4821	93
2007	818	3852	507	4163	N/A

* 2018 data is for January to July (only)

Market forces and the desire of the Government of Argentina to minimize the emission of HFC-23 to the atmosphere shaped the market for HCFC-22 and consequently the generation of HFC-23.

Background

Restoring the FIASA incinerator and destruction of HFC-23 onsite

Wakim and Secretariat representatives visited the plant in Villa Mercedes, San Luis Province, Argentina from August 27 to September 1, 2018. The management and staff courteously gave us ample time to inspect all the process units in the incineration system.

Overall, the process units seemed to be in good physical condition; with an update or replacement needed in very few units. We could not assess the mechanical condition of the process units because the plant was shut down due to an electric power outage of the main grid in the area.

Fugitive emissions

All the process units in the incineration system operate as a closed system with no chance for fugitive emissions in between. Should an unexpected leak occur it will be of such a magnitude that it cannot be missed and will be fixed immediately for safety consideration.

FIASA did measure HFC-23 stack emissions (fugitive emission monitoring required under the CDM methodology) for the period it received credits under the CDM. For example, from 1/1/2013 to 10/14/2013 (287 days) HFC-23 stack emissions were less than 1.14 ppm of stack gases (which is the lowest

detection limit of the measuring device); the 1.14 ppm is equivalent to 2.8 kg HFC-23 emitted in the 287 days. During the same period, FIASA generated 30,974 kg (31 metric tons – mt) of HFC-23.

The last CDM crediting period for FIASA ended on October 14, 2013. Since that time, FIASA ceased measuring the stack emissions and, without any law in Argentina prohibiting the practice, started venting all the HFC-23 by-product to the atmosphere.

Without an operating incinerator, FIASA would have emitted 30,974 kg instead of 2.8 kg of HFC-23 to the atmosphere.

Restoring the Incinerator and Destroying HFC-23 Onsite

Under normal conditions, Wakim would rely on estimates from 3 independent contractors for the capital investment needed to restore FIASA’s incineration system. However, for this study and in the absence of independent contractors’ estimates, we relied on FIASA’s estimate of US\$ 897,840 needed for the restoration of the incineration system.

HFC-23 Destruction Costs Onsite FIASA’s Restored Incineration Facility

Starting with the premise that the capital investment needed to restore FIASA’s incineration system is US\$ 897,840 Wakim’s HFC-23 incineration cost estimates are presented in Annex 3 and summarized in Table 4 below (page 10).

Based on our recommended blocked out operation of the incinerator, described **below**, allows FIASA to perform any needed planned maintenance work on the incinerator and HCFC-22 plants without interference with the operation of either of the two plants. It will minimize incinerator start-up and shut downs and minimize the cost of destroying HFC-23 to about US\$ 1.10 per kilogram.

HFC-23 Destruction Cost Off-site In Argentina

Wakim previously reported to the Executive Committee Alternative incineration technologies for destroying HFC-23, including rotary cement kilns. Subsequently, the Secretariat identified a number of ODS destruction projects funded by the MLF, including a demonstration of a regional strategy for ODS waste management and disposal in the Europe and Central Asia region.¹ The projects included incineration of HFCs, including some HFC-23, in rotary kilns in Poland and Germany. Also, successful ODS destruction pilot tests were performed at the cement kiln of Holcim Mexico Tocoman Plant on behalf of UNIDO. These projects indicate that there is no technical reason a well-run cement kiln could not reach destruction efficiencies comparable to other thermal oxidation technologies. This is consistent with the results of the ODS destruction projects, and the report of the TEAP Task Force on destruction technologies.²

The Government of Argentina and FIASA informed us that “Cementos Avellaneda” owns a cement kiln located 163 kilometers from FIASA in San Luis Province.

Using the available information, we estimated the cost of incinerating HFC-23 in similar cement kilns. The findings are presented in Table 5.

¹ Document UNEP/OzLPro/ExCom/80/12 available at <http://multilateralfund.org/80/Document%20Library1/1/8012.pdf>

² <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop30/presession/Background-Documents/TEAP-DecXXIX4-TF-Supplemental-Report-May2018.pdf>

Table 5. Estimate of HFC-23 Destruction Cost in Cementos Avellaneda Cement Kiln

HFC-23 Destruction Cost Estimate Off-site in Argentina			
Cementos Avellaneda Cement Kiln, San Luis Province: Distance from FIASA is 163 Km			
Gross Wt Kg	Net Wt Kg	Freight US \$	US \$/mt HFC-23
14,360	8,620	405	47
Incineration Cost			1,000
Total Destruction Cost Estimate			1,047

The results indicate that HFC-23 incineration cost in such kilns is expected to be around US \$1.05 per kilogram.

Exporting HFC-23 for incineration at an off-site facility overseas

HFC-23 destined for export for destruction is considered a hazardous waste under rules and regulations of Argentina, and would trigger obligations under the Basel Convention. In such cases, prior consent is needed from both the destination country and any transit countries through which the waste is shipped.

A short and most likely economical route to ship FIASA's HFC-23 from Buenos Aires to Monterrey is via the Port of Brownsville, Texas; continuing by a short train leg to Monterrey. However, the United States is not a signatory of the Basel Convention; therefore, following this route would require significant international negotiations for the hazardous waste to go through.

Consequently, Wakim selected Mexico, a Basel Convention signatory, as the overseas destination. FIASA's HFC-23 can be transported from Villa Mercedes to Buenos Aires Port and loaded on ships travelling directly to Tampico Port, Mexico; then transported overland to Monterrey, a distance of about 454 kilometers. With a Plasma Arc Incinerator owners' concurrence, HFC-23 can be incinerated and the empty isotanks returned to FIASA for follow-up use.

Assuming that the appropriate formalities are agreed to by all stake holders, Wakim's estimates of HFC-23 destruction costs are presented in Table 6.

Table 6. HFC-23 Destruction Cost Estimates at Plasma Arc Incinerator in Monterrey Mexico

HFC-23 Destruction Cost Estimate Off-site in Mexico			
Plasma Arc Incinerator: Monterrey, Mexico			
Gross Wt Kg	Net Wt Kg	Freight US\$	US\$/mt HFC-23
16,200	9,000		
FIASA to Buenos Aires		1,865	207
Buenos Aires to Tampico Port		1,160	129
Tampico Port to Monterrey		1,865	207
Subtotal Freight		4,890	543
Isotank return to FIASA		4,890	543
Total Freight			1,086
Plasma Arc Incineration Cost			7,400
Total Destruction Cost Estimate			8,486

The results indicate that the freight cost alone (about US\$ 1.09 per kg of HFC-23) is of the same order of magnitude as the total destruction cost at FIASA's restored incinerator or the San Luis cement kiln.

A similar argument can be made for attempting to incinerate HCFC-23 from Argentina in China, India or Europe.

Conclusions

Wakim Consulting concludes:

1. The semi-finalists in the competition for lowest cost HFC-23 destruction options are: FIASA's restored incineration system, and the Cement Kiln in San Luis.
2. The final winner will emerge from the negotiations between FIASA and the cement kiln owners on incineration costs.
3. With a restored incineration system and MLF support, FIASA can be as successful as numerous HCFC-22 producers elsewhere without CDM support.

BACKGROUND

Wakim Consulting mandate consists of assessing options and all costs and savings related to the control of HFC-23 by-product emissions in Argentina, based on the quantities of HCFC-22 and HFC-23 produced at the plant.

The study is site specific to FIASA's HCFC-22 and HFC-23 plant in Villa Mercedes, San Luis Province, Argentina; it is also specific to comparison of:

- Restoring the incinerator and destruction of HFC-23 onsite
- Transporting HFC-23 for incineration at an off-site facility in San Luis Province, Argentina.
- Exporting HFC-23 for incineration at an off-site facility overseas.

The FIASA plant produced CFC-11 and CFC-12 until 2007 when it was converted to a swing plant producing HCFC-22; and inevitably produced HFC-23 as a by-product. Aside from replacing the distillation tower, the conversion process left all other infrastructure and major capital equipment intact; the reactors are still in use to this day.

In 2008, FIASA produced 2,857 metric tons (mt) of HCFC-22; increasing production to a high of 4,251 mt in 2010; which remained the record high to our visit on August 27, 2018.

On October 15, 2007 FIASA commissioned a new thermal oxidation incineration system purchased from SGL Carbon Group of Meitingen, Germany. FIASA entered into a Clean Development Mechanism Contract (CDM) which was in effect from October 15, 2007 to October 14, 2013. During this period, FIASA added a 40 mt cryogenic tank to the incineration system to store the HFC-23 stream and improve the control of HFC-23 feed to the incinerator.

After that time, the incinerator was shut-down according to the manufacturer's instructions and idled; the pipe delivering the stream (consisting of about 93% HFC-23 and the balance mainly HCFC-22) was severed; and the stream was vented to the atmosphere.

HCFC-22 and HFC-23 Production

The HCFC-22 annual production, imports, exports and apparent consumption are presented in Table 1. The 2018 HCFC-22 production value represents production for January to July.

The waste ratios (HFC-23/HCFC-22%) were obtained from plant records provided by FIASA as part of its reporting to the CDM for the period 2008 to 2013; the average ratio of 3.32% was used to estimate HFC-23 generation in the remaining years. The presence of the cryogenic plant onsite made it possible that some HFC-23 generated in a previous period could be destroyed in a later reporting period.

HCFC-22 production was below 1,800 mt in 2016 and reached 1,823 mt in 2017. The level of production is not expected to be surpassed from 2019 to 2024, resulting in an estimated equivalent to

60.2 mt per year of HFC-23, and 1,531 mt (equivalent to 50.5 mt per year of HFC-23) from 2025 to 2029; then production will cease from 2030 onward, in line with the Montreal Protocol control schedule.

Based on these assumptions, HFC-23 generation from 2015 through 2017 (the last 3 years of incinerator operation) ranged from 61 to 81 mt per year; and is expected to remain at about 61 mt/y through 2024. From 2025 through 2029, HFC-23 generation is expected to drop to about 50 mt per year; and cease from 2030 onward.

Table 1. Argentina HCFC-22 Supply and Demand and HFC-23 Generation

Year	HCFC-22 Annual Data mt				HFC-23 mt Generation
	Production	Imports	Exports	Apparent Consumption	
2018*	681	N/A	N/A	N/A	23
2017	1823	641	0	2464	61
2016	1742	582	0	2324	58
2015	2446	601	4	3043	81
2014	2286	636	17	2904	76
2013	1951	624	1	2574	86
2012	4190	4539	2201	6529	134
2011	4018	4221	1669	6570	134
2010	4251	4283	2669	5866	132
2009	3914	3266	3326	3854	121
2008	2857	2359	396	4821	93
2007	818	3852	507	4163	N/A

* 2018 data is for January to July

Whereas FIASA's ratio of HFC-23 generation as a percent of HCFC-22 production is expected to remain unchanged without modifications to the process units, newer plants are expected to have lower ratios. Therefore lower ratios of 2.0% and 1.45% resulting in decreased annual and cumulative production are presented in Table 2.

Table 2. HFC-23 Produced Based on HCFC-22 Production and HFC-23 Generation Rate

HFC-22 Production 2019-2024

HFC-22 Production 2025-2029

1,823 mt/y

1,531 mt/y

HFC-23 Gen Rate %	3.3	2.0	1.45		3.3	2.0	1.45
HFC-23 Production mt/y	60.16	36.46	26.43		50.52	30.62	22.20
Cumulative HFC-23 Production mt	360.95	218.76	158.60		252.62	153.10	111.00

Matching Incinerator Operating Data with HFC-23 Generation

The SGL operating manual for the incinerator (Annex 1) indicates that it was designed for destruction of significantly larger amounts of HFC-23 than those typically produced by FIASA's HCFC-22 plant. A summary of the data is presented in Table 3. It indicates that running at 100 percent of design capacity, the incinerator destroys 613 mt of HFC-23.

Under typical operating conditions, the HCFC-22 plant would need to produce 18,464 mt of HCFC-22 to cogenerate 613 mt of HFC-23; as compared to 4,251 mt HCFC-22, the record volume produced by FIASA.

For the incinerator to operate at 36 percent of design capacity, the HCFC-22 plant would need to generate 221 mt HFC-23 per year. 36 percent of design capacity is the lowest operating rate at which the incinerator can operate in automatic mode. Therefore, the optimum range for operating the incinerator is

from 36 percent of design capacity (at which it can be operated in automatic mode) and 100 percent (above which the manufacturer's warranty becomes void).

Based on the above findings, and taking into consideration the expected declining generation of HFC-23, **Wakim Consulting recommends that the HCFC-22 plant be run until the cryogenic tank is about full of the HFC-23 stream; initially, a period of about 6 months. Then the incinerator can be started and run at about 50 percent of design capacity until the stored HFC-23 is destroyed. At that point, the incinerator can be shut down in an orderly manner as recommended by the manufacturer. This cycle can be repeated as needed.**

A summary of incinerator operating data is presented in Table 3.

Table 3. SGL Carbon Group Incinerator Data

				mt/y	mt/d	SGLOpDataF		
HCFC-22 Annual production, mt				2,500	6.849			
HCFC-22 production, mt					1,061	1,667	2,273	
Days to produce HCFC-22 in row 3					155	243	332	
HFC-23 generation, mt					35	55	75	
Waste: (HFC-23/HCFC-22*100)							3.3	
% of Design	HFC-23 Stream Destroyed			Operating Days to Destroy mt HFC-23				
	Kg/H	mt/D	mt/y	35	55	75		
36	25.2	0.605	221	57.9	90.9	124.0		
40	28.0	0.672	245	52.1	81.8	111.6		
50	35.0	0.840	307	41.7	65.5	89.3		
60	42.0	1.008	368	34.7	54.6	74.4		
70	49.0	1.176	429	29.8	46.8	63.8		
80	56.0	1.344	491	26.0	40.9	55.8		
90	63.0	1.512	552	23.1	36.4	49.6		
100	70.0	1.680	613	20.8	32.7	44.6		
				HCFC-22 mt		HFC-23 mt		
Production in , days		365	2,500		82.5			
		292	2,000		66.0			
MLF Assumed Production mt/y			1,823		60.2			

Restoring Incinerator and HFC-23 Destruction onsite

Wakim Consulting representatives accompanied by two Secretariat representatives visited FIASA's plant in Villa Mercedes, San Luis Province, Argentina from August 27 to September 1, 2018. The purpose of the visit was to discuss options for controlling HFC-23 emissions and observing firsthand the physical and mechanical condition of the incineration system in the plant. The management and staff were very courteous and gave us ample time to inspect all the components from the valve at which the HFC-23 stream left the HCFC-22 plant to the stacks for the exhaust of the incinerator and every process unit in between. It is a closed system with no chance for fugitive emissions in between.

Fugitive Emissions

Wakim Consulting reported during the 80th meeting of the Executive Committee that FIASA's HFC-23 stack emissions (fugitive emissions required under the CDM agreement) were measured regularly and were lower than 1.14 ppm (which is the lowest detection limit by the measuring device); estimated as 2.8 kg from 1/1/2013 to 10/14/2013. (287 days)

At the expiration of the CDM agreement, FIASA ceased measuring the stack emissions and, without any law in Argentina prohibiting the practice, started venting all the HFC-23 (30,974 kg in 287 days) cogenerated with the HCFC-22 to the atmosphere.

Physical and Mechanical Condition of Incineration System

Our understanding is that FIASA shut down the incineration system in an orderly and planned manner following the instructions of the incinerator manufacturer; and the system has been idle since October 2013. Shortly after, the pipe delivering the HFC-23 stream away from the HCFC-22 plant was cut and the valve was sealed.

We followed the pipeline and observed its physical condition all the way through the internal battery limits of the incineration system until it entered the incinerator. It seemed to be in good physical condition. Similarly, the HF absorption tower and scrubber seemed to be in good condition with some parts needing updating or replacement.

At the conclusion of our discussions, FIASA agreed to provide the Secretariat with following documents:

- A listing of the equipment and estimate of capital investment needed to restore the incinerator to working condition
- A bid from SGL Carbon Group to restore the incineration system
- Bids from 2 local engineering firms to restore the incineration system.

FIASA has kindly provided its listing of equipment and estimate of capital investment needed for the restoration; attached as Annex 2. However, to date the other bids have not been received.

In the absence of the other independent bids, and to keep the project on schedule, Wakim Consulting reviewed FIASA's list. It is comprehensive and helpful. A summary of the major improvements to the incineration system follows.

- Replacement of storage tanks and pumps
- Replacement of secondary scrubber
- Updating the Pressure Swing Oxygen Adsorption system (PSA)
- Updating the nitrogen stream from the PSA unit to replace purchased nitrogen used as inert gas
- Updating incineration system software and DCS
- Updating the reverse osmosis system
- Updating system for monitoring combustion gases
- Inclusion of contingency in estimating total investment needed to restore the incineration system

FIASA's estimate of total investment needed for the restoration is US\$ 897,840.

Under normal conditions, for an investment of this magnitude, 3 independent bids would be required.

Wakim Consulting suggests that FIASA's requested upgrades will improve the efficiency of the incineration system and reduce the cost incurred per metric ton of HFC-23 destroyed. Therefore, in the absence of independent bids for the capital investment, we used FIASA's capital investment estimate to determine HFC-23 destruction costs at FIASA's incineration facility.

HFC-23 DESTRUCTION COSTS ONSITE FIASA'S RESTORED INCINERATION FACILITY

To estimate the cost of incinerating HFC-23 at the FIASA plant, Wakim Consulting applied the same methodology used over the last 20 years for the Secretariat; including the most recent project presented to the Executive Committee in its 80th meeting in Montreal earlier this year.

The present study is a site specific study based on cost element data kindly provided by FIASA. As is often the case in such studies, any additional values needed were acquired from our extensive knowledge base.

The incinerator was not in operation in 2017; however, if it was, the cost elements provided by FIASA such as cost of: Consumables, utilities, labor, plant overhead, etc. would have applied to the incinerator. Then it is reasonable to apply the capital investment estimated by FIASA for a restored incinerator to create a hypothetical incinerator and assume it was in operation in 2017. Under this scenario, the HFC-23 incineration cost estimates for the hypothetical plant are presented in Annex 3 and summarized in Table 4.

Table 4. HFC-23 Incineration Cost Estimates in 2017

FIASA HFC-23 Incineration Cost Estimate	Benchmark Destruction Cost				
2017 Average	Restored Incineration System				
Raw Material and Utility Costs	<u>Unit Cost</u>		<u>Consumption</u>		US\$/mt
Raw Materials					
Additives: Reverse Osmosis	9160.00	US\$/mt	0.000298	mt/mt	2.73
Cooling water dispersant	3890.00	US\$/mt	0.003810	mt/mt	14.82
Cooling water biocide	2,510.00	US\$/mt	0.000631	mt/mt	1.58
Zeolite for PSA O2 Plant					3.50
By-Product Revenue					
Dilute By-Product HF (50%)	177.20	US\$/mt	1.75	mt/mt	310.10
Net Raw Material Cost					-287.47
Utilities					
Scrubber demineralized water	3.5	US\$/mt	0.75	mt/mt	2.63
Purchased municipal water	0.75	US\$/mt	36	mt/mt	27.00
Cooling Water	0.125	US\$/mt	120	mt/mt	15.00
Electricity	0.1006	US\$/kwh	462.5	kwh/mt	46.53
Process Steam Consumption	0	US\$/mt	0	mt/mt	0.00
Natural Gas	0.1949	US\$/Nm ³	511.37	Nm ³ /mt	99.67
O2 97% from PSA Plant					0
N2 Inert blanket gas from PSA Plant					0
Net Utility Cost					190.82
Variable Cost					-96.65

Table 4 (Continued). HFC-23 Incineration Cost Estimates in 2017

Capacity mt/y	600
mt/y Destroyed	35
Investment	
US\$ millions	
Battery Limits	0.8978
Off-Sites	0
Total Fixed Capital	0.90
Destruction Cost US\$/mt	
Net Raw Materials	-287.5
Net Utilities	<u>190.8</u>
Variable Costs	-96.7
Operating Days	
Maintenance Materials	48.6
Operating Supplies	52.7
Operating Labor	526.9
Maintenance Labor	48.6
Control Laboratory	26.3
Total Variable + Direct Costs	689.3
Indirect Costs	
Plant Overhead	361.1
Insurance	<u>19.4</u>
Plant Gate Cost	1,069.8
G&A, Sales, R&D	<u>32.1</u>
Eligible Destruction Cost	1,101.9
Total Destruction Cost	
At 100% Capacity	1,101.9
At 75% Capacity	1,473.9
At 50% Capacity	2,217.7

The incineration cost estimates presented in Table 4 are based on our recommendations mentioned above (page 9). **Incinerator starts operating at 50 percent of design capacity with a cryogenic tank full of HFC-23 in a blocked out mode until the HFC-23 is destroyed; typically about 41.7 days and shut down in an orderly manner as recommended by the manufacturer.** Then the cycle is restarted when the cryogenic tank is full in about 6 months.

Our recommended blocked out operation of the incinerator allows FIASA to perform any needed planned maintenance work on the incinerator and HCFC-22 plants without interference with the operation of both plants; thus minimizing incinerator start-up and shut downs and minimizing the cost of destroying HFC-23 to about US\$ 1.10 per kilogram.

HFC-23 DESTRUCTION COST OFF-SITE IN ARGENTINA

Wakim Consulting presented to the Executive Committee in its 80th Meeting in Montreal alternative incineration technologies for destroying HFC-23 including rotary cement kilns. Subsequently, the Secretariat identified ECA region approved projects that incinerated HFC's including HFC-23 in rotary kilns. Specifically, HFCs, including HFC-23, from the region have been incinerated in rotary kilns in Poland and Germany. Also, successful ODS destruction pilot tests were performed at the cement kiln of Holcim Mexico Tocoman Plant on behalf of UNIDO. The cement kiln undertook a test burn that demonstrated that 99.99 per cent DRE of the waste including HFC-134a.

The cost of incinerating HFCs in the Polish and German kilns ranged from 1.9 to 2.5 US\$ per Kilogram of HFC-23.

With the assistance of representatives of the Government of Argentina and FIASA, we found that "Cementos Avellaneda" owns a cement kiln located 163 kilometers from FIASA in San Luis Province. An aerial photo of the plant is presented in Annex 4.

The Government of Argentina classifies HFC-23 destined for destruction as a hazardous waste. Consequently, it must be transported on federal (and not provincial) roads by an entity registered to transport hazardous waste.

To incinerate HFC-23 in Cementos Avellaneda cement kiln, the following issues need to be addressed:

- **Technical feasibility:** Similar cement kilns have incinerated HFCs, including HFC-23, in Poland and Germany in ODS destruction projects funded by the MLF; and Holcim Mexico cement kiln also incinerated HFCs. Therefore, it is technically feasible to use Cementos Avellaneda's cement kiln for the same application. However, it is likely that the government of Argentina and the Province of San Luis may require Cementos Avellaneda to perform a test burn to demonstrate that 99.99 percent destruction of HFC-23 is possible in its cement kiln.
- **Logistical issues:** Cementos Avellaneda Cement Kiln is only 163 kilometers from FIASA's plant; the distances HFCs in Europe and Mexico were shipped to the incineration sites were significantly larger. Therefore, logistically it is feasible to transport HFC-23 from FIASA's plant to the incineration site. However, a permit to transport HFC-23 cylinders over the highways may be required by the governments of Argentina and San Luis Province. A note for the record, similar sized cylinders containing anhydrous hydrogen fluoride are presently transported on highways in San Luis and other provinces all the way to Buenos Aires.
- **Cost Issues:** FIASA is presently transporting cylinders of HCFC-22 overland and kindly provided us with the freight rates and distances. Using this data, we calculated the average freight rate per ton-kilometer; and used this value to estimate the freight costs for transporting HFC-23 163 kilometers from FIASA's plant to Cementos Avellaneda Cement Kiln.

We then estimated the cost of incinerating HFC-23 in similar cement kilns. The findings are presented in Table 5.

Table 5. Estimate of HFC-23 Destruction in Cementos Avellaneda Cement Kiln

HFC-23 Destruction Cost Estimate Off-site in Argentina			
Cementos Avellaneda Cement Kiln, San Luis Province: Distance from FIASA is 163 Km			
Gross Wt Kg	Net Wt Kg	Freight US\$	US\$/mt HFC-23
14,360	8,620	405	47
Incineration Cost			1,000
Total Destruction Cost Estimate			1,047

The results indicate that HFC-23 incineration cost at Cementos Avellaneda kiln is expected to be around US \$1.05. This is lower than incineration costs at the kilns in Poland and Germany for the following reasons:

- Proximity of the Kiln to FIASA’s HCFC-22 Plant (163 Km)
- Transportation efficiency; from second trip onwards, truck carries full HC-23 container on outbound leg from FIASA and returns with empty container
- The HFC-23 stream consists of about 93% HFC-23 and balance is mostly HCFC-22.
- No crossing of international or provincial boundaries

In addition to the costs above, FIASA would have to purchase two isotanks to transport the HFC-23 from its facility to the cement kiln. HFC-23 is a high pressure gas, with a vapor pressure of about 681 PSI at 25 C. Therefore, for safety considerations, typical pressure rating of isotanks used for shipping HFC-23 is around 2,400 PSI. To withhold the high pressure the tare weight of the isotank can be 1 to 1.5 times the weight of the HFC-23 it contains; and the cost of each isotank is about US\$ 230,000.

EXPORTING HFC-23 FOR INCINERATION AT AN OFF-SITE FACILITY OVERSEAS

HFC-23 destined for export for destruction is considered a hazardous waste under rules and regulations of Argentina, and would therefore trigger restrictions and obligations under the Basel Convention. In such a case, the Government of Argentina considers that prior informed consent would be needed from both the country to which the waste was being exported to, and any transit countries through which the waste is shipped.

The process of obtaining the necessary permits is onerous; however, it has been used for all other shipments of hazardous waste from Argentina that fall under the Basel Convention. The MLF has some experience in exporting waste for destruction in accordance with the Basel Convention; for example, the MLF funded ODS destruction projects in Ghana, the ECA region, and Turkey that included transportation of ODS waste.

FIASA’s HFC-23 is expected to be transported from Villa Mercedes to Buenos Aires Port (after obtaining the appropriate permits). After obtaining prior informed consent from Mexico; it is then loaded on ships travelling directly to Tampico port in Mexico. It will then be transported from Tampico to Monterrey, a distance of about 454 kilometers by land (after obtaining the appropriate permits). With the Plasma Arc Incinerator owner’s concurrence, the HFC-23 can be incinerated and the empty isotanks returned to FIASA for follow-up use.

Assuming that the appropriate formalities are agree to by all stakeholders, Wakim Consulting estimated the HFC-23 destruction costs at a plasma arc incinerator in Monterrey Mexico. Wakim used the costs of incineration at the Monterrey facility as reported in document UNEP/OzL.Pro/ExCom/80/12. In addition to the costs below, capital costs of US\$ 460,000 would be required to purchase two isotanks to transport the HFC-23 to and from the incinerator. The results are presented in Table 6.

Table 6. HFC-23 Destruction Cost Estimates at Plasma Arc Incinerator in Monterrey Mexico

HFC-23 Destruction Cost Estimate Off-site in Mexico			
Plasma Arc Incinerator: Monterrey, Mexico			
	Gross Wt Kg	Net Wt Kg	Freight US\$
			US\$/mt HFC-23
	16,200	9,000	
FIASA to Buenos Aires			1,865
Buenos Aires to Tampico Port			1,160
Tampico Port to Monterrey			1,865
Subtotal Freight			4,890
Isotank return to FIASA			4,890
Total Freight			1,086
Plasma Arc Incineration Cost			7,400
Total Destruction Cost Estimate			8,486

The results indicate that the transportation cost alone (about US\$ 1.09 per kg of HFC-23) is of the same order of magnitude as the total destruction cost at FIASA's hypothetical restored incinerator or the San Luis cement kiln.

Our research indicates that the operating cost for plasma arc incineration is significantly higher than that of the restored FIASA incinerator. Obviously, the final actual costs will be those negotiated between FIASA and the HFC-23 incinerating company. With that said, we believe that the total incineration cost for HFC-23 from Argentina using a plasma arc incinerator in Mexico will be significantly higher than at FIASA; or at a cement kiln in San Luis, Argentina.

A similar argument can be made for attempting to incinerate HFC-23 from Argentina at incineration facilities in China, India or Europe.

CONCLUSIONS

The cost to refurbish the onsite incinerator, as provided in FIASA's estimate, is US\$ 897,840. Annual operating costs for the on-site incinerator vary between US\$ 133,379 and US\$ 29,131, depending on HFC-23 generation ratio and incineration cost per kilogram of HFC-23, between 2019 and 2024; and between US \$112,011 and US\$ 24,464 between 2025 and 2029 (see Annex 5). The cost of two high-pressure isotanks, which would be needed for either of the off-site destruction options, is US\$ 460,000. Similarly, annual destruction costs at the San Luis cement kiln, including transportation, vary between US\$ 62,990 and US\$ 27,677 between 2019 and 2024, and between US\$ 52,898 and US\$ 23,243 between 2025 and 2029. Annual destruction costs at the plasma arc incinerator in Mexico, including transportation, vary between US\$ 510,535 and US\$ 224,326 between 2019 and 2024, and between US\$ 428,738 and US\$ 188,385 between 2025 and 2029.

Therefore, Wakim Consulting concludes that the remaining semi-finalists in this competition are FIASA's restored incineration system and the cement kiln in San Luis. The final winner will be determined as a result of the negotiations between FIASA and the cement kiln owners. With a restored incineration system, FIASA can be as successful as numerous HCFC-22 producers elsewhere without CDM support.

ANNEXES

- ANNEX 1 SGL CARBON GROUP OPERATING MANUAL
- ANNEX 2 FIASA'S ESTIMATE OF CAPITAL INVESTMENT
- ANNEX 3 HFC-23 INCINERATION COST ESTIMATE
- ANNEX 4 SAN LUIS CEMENT KILN
- ANNEX 5 ARGENTINA ASSUMED HCFC-22 PRODUCTION AND ESTIMATED HFC-23 DESTRUCTION COSTS

12 Normal Operating Data

Warranty capacity 70 kg/h HFC 23 / 22

Equipment design capacity 77 kg/h HFC 23 / 22

Instruments design capacity 77 kg/h HFC 23 / 22

Exceeding capacity 77kg/h releases SGL Carbon from all warranty obligations.

In case of any queries concerning warranty/damages of the reaction unit we recommend to record the main process data electronically. Only this can be accepted to prove correct operation by SGL CARBON (Data logger, DCS...).

Methane (97,0% dry); Oxygen (99,7% dry); HFC 23 / 22 (92% / 3% dry)

Controller Mode	Design Capacity	Capacity HF100%	HFC23 FIC802	HFC23 FIC802	CH4 FI804b	Oxygen FI801	Abs. Water FI805	Product Acid 50 wt%	Product Acid 50 wt%	Oxygen Excess
	%	kg/h	kg/h	Nm3/h	Nm3/h	Nm3/h	kg/hr	m3/h	kg/h	Vol. %
	Start	0,0	0,0	0,0	10,0	30,0	12,0	----	----	100
manual	15%	8,4	10,5	3,4	10,0	30,0	12,0			
manual	36%	20,2	25,2	8,1	10,0	30,0	12,1	0,0	40,3	
automatic	36%	20,2	25,2	8,1	9,5	25,2	12,1	0,027	40,3	14
automatic	40%	22,4	28,0	9,0	10,6	28,0	13,4	0,030	44,8	14
automatic	50%	28,0	35,0	11,2	13,2	35,0	16,8	0,038	56,0	14
automatic	60%	33,6	42,0	13,4	15,8	42,0	20,2	0,045	67,2	14
automatic	70%	39,2	49,0	15,7	18,5	49,0	23,5	0,053	78,4	14
automatic	80%	44,8	56,0	17,9	21,1	56,0	26,9	0,060	89,6	14
automatic	90%	50,4	63,0	20,2	23,8	63,0	30,2	0,068	100,8	14
automatic	100%	56,0	70,0	22,4	26,4	70,0	33,6	0,075	112,0	14
automatic	110%	61,6	77,0	24,6	29,0	77,0	37,0	0,083	123,2	14

Annex 2 - FIASA Estimate of Capital Investment Needed to Restore the Incinerator

Item	Descripción		U\$\$	Description	File: Capital-Inv
Valvulas agujas de 1/2	Son unas 12		8,000	Needle valves, there are 12	
Mirilla incinerador cuarzo revestido	Son dos		1,000	There are 2	
Vidrio de fluoruro de calcio proteccion detector de llama	Son dos		2,500	Flame detectors, there are 2	
Agua de enfriamiento	Manometro entrada	PG804	500	Input manometer	
	Medidor de caudal switch	FIS812	2,000	Flow meter switch	
	Temperatura entrada	TI800	500	Entry temperature	
	Temperatura salida	TI805	500	Output temperature	
Solución HF diluido (50%) y HCl	Temperatura solucion HF recirculada	TI803		Recycled HF solution temperature	
	Rotametro teflonado con salida 4-20mA y switch de caudal teflonado	FISAL8012	5,000	Teflon rotameter with 4-20mA output and teflon flow switch	
	Bomba acido acople magnetico teflonada	P800A y P800B	9,000	Teflon-shaped magnetic coupling acid pump	
	Manometro sello HF y HCl	PG805 y PG806	3,000	Manometer seal HF and HCl	
	Válvula salida de solución HF de la planta	LV800	7,500	HF solution outlet valve for the plant	
	Medidor de densidad comuesto por tres elementos	AT800 T802 AIC800	12,500	Density meter composed of three elements	
	Valvula ingreso agua osmosis scrubber primario	FV805	7,500	Valve entry water osmosis scrubber primary	
	Medidor cauda ingreso agua a scrubber primario	FT805	4,000	Primary scrubber acid temperature output 4- 20mA	
	Temperatura acido scrubber primario salida 4-20mA	TT804	1,500	Primary scrubber acid temperature output 4- 20mA	
	Bomba acido acople magnetico teflonada	P800A y P800B	18,000	Teflon-shaped magnetic coupling acid pump	
	Filtro Y acero revestido teflon y filtro teflonado para bombas P800		4,000	Filter and steel coated with teflon and teflon filter for P800 pumps	

Annex 2 - FIASA Estimate of Capital Investment Needed to Restore the Incinerator

Item	Descripción		U\$\$	Description
	Reemplazo tk 800 revestido en hard rubber	TK800	35,000	Replacement tk 800 coated with hard rubber
	Reemplazo tk stock de HF 50%. Tk PRFV revestido en PVDF		40,000	Stock replacement of HF 50%. Tk PRFV coated in PVDF
	Bomba neumatica para HF salida tanque stock		10,000	Pneumatic pump for HF output tank stock
	Radar nivel TK800	LT800	3,900	Radar level TK800
	Radar tanque stock		3,900	Radar tank stock
	Medidor switch para alto nivel TK800 (tipo orquilla vibrante)	LSAH801	3,250	TK800 high level switch meter (vibrating shoe type)
	Medidor switch para alto nivel TK800 (tipo orquilla vibrante)	LSAL801	3,250	TK800 high level switch meter (vibrating shoe type)
Scrubber de seguridad	Scrubber secundario la torre propiamente dicha	T801	90,000	Secondary scrubber the tower itself
	Rotametro teflonado con salida 4-20mA y switch para agua osmosis	FIAL801	3,500	Teflon rotameter with 4-20mA output and osmosis water switch
	Nivel switch bajo nivel (tipo orquilla vibrante) para acido	LSAL802	3,250	Low level switch level (vibrating fork type) for acid
	Bomba acido acople magnetico teflonada	P801A y P801B	28,000	Teflon-shaped magnetic coupling acid pump
	Filtro Y acero revestido teflon y filtro teflonado para bombas P801		4,700	Filter and steel coated teflon and teflon filter for pumps P80
	Manometro con sello para acido entrada recirculacion a T801	PG809	1,500	Manometer with seal for acid recirculation to T801
	Manometro sello HF y HCl salida bombas P801	PG807 y PG808	3,000	Manometer with seal HF and HCl for output pumps P801
Metano	Transmisor de caudal	FT804b	4,000	Flow transmitter
	Valvula de control de metano	FV804b	5,000	Methane control valve
	Valvula bloqueo metano	XV805b	2,500	Methane block valve
	Válvula de venteo	XV809b	1,200	Venting valve
	Presostato alta presión metano	PS802b	500	High pressure methane pressure switch
	Presostato baja presión metano	PS805b	500	Pressure switch low methane pressure

Annex 2 - FIASA Estimate of Capital Investment Needed to Restore the Incinerator

Item	Descripción		U\$\$	Description	
Alimentación R23	Presostato prueba fuga	PS809b	500	Pressure test switch	
	Caudal R23	FT802	9,000	Flow rate R23	
	Valvula caudal R23	FV802	3,500	Flow valve R23	
	Valvula bloqueo	XV802	1,500	Lock valve	
	Manometro con switch presión de entrada	PIS801	1,000	Pressure gauge with input pressure switch	
Oxigeno	Zeolita PSA		8,000	Zeolite PSA	
	Válvulas del PSA (8 de ellas)		12,000	PSA valves (8 of them)	
	Reacondicionamiento compresor y secador PSA		5,000	Reconditioning compressor and dryer PSA	
	Medidor de concentracion		2,000	Concentration meter	
	Medidor caudal Oxigeno	FT801	4,000	Oxygen flow meter	
	Manometro con switch	PIS801	1,000	Manometer with switch	
	Válvula ingreso oxigeno	FV801	4,000	Oxygen inlet valve	
	Válvula bloqueo	XV801	1,500	Lock valve	
	Sistema ignición y control de llama	Detector de llama D-LE 603	XSA800	4,500	Flame detector D-LE 603
		Monitor de llama D-UG 660		6,000	Flame monitor D-UG 660
Unidad neumatica D-VE 500			4,500	Pneumatic unit D-VE 500	
Quemador de repuesto			12,000	Spare burner	
Chispero		BX800	5,000	Spark igninter, lighter	
Sensor chispero posicion base		GOS800	400	Base position spark sensor	
Sensor chipero posicion chispa		GOS801	400	Spark sensor position spark	
Válvula ingreso chispero		XV808	8,000	Spark entry valve	
Sensor final de carrera válvula ingreso chispero		GOS808	800	Final limit switch valve igniter	
Nitrogeno		Válvula purga línea metano	XV804	2,500	Methane line purge valve
	Válvula purga línea oxigeno	XV800	2,500	Oxygen line purge valve	
	Válvula purga línea quemador	XV807	2,500	Purge line burner line	
	Rotametro con switch medicion caudal purga nitrogeno línea metano	FIS803	3,000	Rotameter with metering switch flow rate nitrogen purge methane line	
	Rotametro con switch medicion caudal purga nitrogeno línea oxigeno	FIS800	3,000	Rotameter with switch flow measurement nitrogen purge oxygen line	

Annex 2 - FIASA Estimate of Capital Investment Needed to Restore the Incinerator

Item	Descripción		U\$\$	Description
	Conectores para llevar nitrógeno (20)		2,500	Connectors for carrying nitrogen (20)
	Rotámetros medición caudal permanente de nitrógeno (6) F1806, F1807, F1808, F1809, F1810	F1813	6,000	Rotameters measurement of permanent flow of nitrogen (6)
Sistema disco ruptura	Detector rotura disco	PSE800	1,000	Disc break detector
	Soporte disco de ruptura con entrada para N2 y el sensor		2,500	Support rupture disk with input for N2 and sensor
Sistema de control	Disco de ruptura		650	Break disk
	Posibilidad de que tenga que venir gente de SGL a cargar nuevamente el software	Control system	40,000	Possibility that SGL people have to come to load the software again
Contenedores para a despacho del ácido	Se necesitan contenedores para ácido producido. Es necesario cambiar el Stock completo de los mismos		9,500	
			15,000	Need of containers for the acid produced. It is necessary to change the whole stock.
Iluminación en toda la planta	Es necesario un sistema de iluminación nuevo		5,000	It is necessary to get a new lighting system
Medidor gases de la combustión			55,000	Guages to monitor combustion gases
Osmosis			50,000	Reverse osmosis system
Sistema DCS para mejorar la interfase con el Operador Trabajo sobre la estructura	Arreglos y pintura general de estructura de la planta		10,000	
			35,000	DCS System
PC operadores de planta			10,000	General arrangements and painting of the structure of the plant
Generador Nitrógeno	Opcional a utilizar nitrógeno líquido a granel. Compresor, secador equipo membrana o PSA		500	
			40,000	Optional to use liquid nitrogen in bulk. Compressor, dryer membrana or PSA
Safe Rings	Para proteger de pérdidas en las uniones bridadas		6,000	To protect from losses in flanged joints
Equipos de respiración autónoma			2,500	
Traje clase A			5,000	
Varios			10,000	
Total US\$			748,200	Total Investment
20% Contingency			149,640	897,840

Annex 3 - FIASA HFC-23 Incineration Cost Estimate for Restored System

FIASA HFC-23 Incineration Cost Estimate	Benchmark Destruction Cost					
2017 Average	Restored Incineration System				\$US/mt Capacity mt/y	600
					1,500 mt/y Destroyed	35
Raw Material and Utility Costs		<u>Unit Cost</u>	<u>Consumption</u>		<u>\$US/mt Investment</u>	
Raw Materials					US\$ millions	
Caustic Soda NaOH	\$US/ mt	\$US/mt	0.0000	mt/ mt	0.00	Battery Limits 0.8978
Additives: Reverse Osmosis	9160.00	\$US/mt	0.000298	mt/ mt	2.73	Off-Sites 0
Cooling water dispersant	3890.00	\$US/mt	0.003810	mt/ mt	14.82	Total Fixed Capital 0.90
Cooling water biocide	2,510.00	\$US/mt	0.000631	mt/ mt	1.58	
Zeolite for PSA O2 Plant					3.50	Destruction Cost \$US/mt
By-Product Credits						Net Raw Materials -287.5
Dilute By-Product HF (50%)	177.20	\$US/mt	1.75	mt/ mt	310.10	Net Utilities <u>190.8</u>
Net Raw Material Cost					-287.47	Variable Costs -96.7
Utilities						
Scrubber demineralized water	3.5	\$US/ mt	0.75	mt/ mt	2.63	Operating Days 41.7
Purchased municipal water	0.75	\$US/ mt	36	mt/ mt	27.00	Maintenance Materials 48.6
Cooling Water	0.125	\$US/ mt	120	mt/ mt	15.00	Operating Supplies 52.7
Electricity	0.1006	\$US/ kwh	462.5	kwh/ mt	46.53	Operating Labor 526.9
Process Steam Consumption	0	\$US/ mt	0	mt/ mt	0.00	Maintenance Labor 48.6
Natural Gas	0.1949	\$US/ Nm ³	511.37	Nm ³ / mt	99.67	Control Laboratory 26.3
O2 97% from PSA Plant					0	
N2 Inert blanket gas from PSA Plant					0	Total Variable+Direct Costs 689.3
Net Utility Cost					190.82	Indirect Costs
Variable Cost					-96.65	Plant Overhead 361.1
						Insurance <u>19.4</u>
						Plant Gate Cost 1,069.8
						G&A, Sales, R&D <u>32.1</u>
						Eligible Destruction Cost 1,101.9
					Total Destruction Cost	
					At 100% Capacity	1,101.9
					At 75% Capacity	1,473.9
					At 50% Capacity	2,217.7

Annex 4

Cementos Avellaneda Cement Plant San Luis Province Argentina
Ruta 35 Km 13, D5719XBX La Calera



Annex 5 - Argentina Assumed HCFC-22 Production and Estimated HFC-23 Destruction Costs

Assumed Annual HCFC-22 Produced and Cost of Destroying HFC-23 Generated

Based on US\$/kg HFC-23 destruction targets, HFC-23 Generation Rates, and IOC US\$/kg

Location: FIASA		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
IOC (US\$/kg HFC-23 Destroyed)	Assumed HCFC-22 production (mt)	1,823	1,823	1,823	1,823	1,823	1,823	1,531	1,531	1,531	1,531	1,531
		US\$/mt	US\$/mt	US\$/mt	US\$/mt	US\$/mt	US\$/mt	US\$/mt	US\$/mt	US\$/mt	US\$/mt	US\$/mt
2.217	3.3% HFC-23 generation rate	133,379	133,379	133,379	133,379	133,379	133,379	112,011	112,011	112,011	112,011	112,011
1.102		66,299	66,299	66,299	66,299	66,299	66,299	55,677	55,677	55,677	55,677	55,677
2.217	2.0% HFC-23 generation rate	80,836	80,836	80,836	80,836	80,836	80,836	67,885	67,885	67,885	67,885	67,885
1.102		40,181	40,181	40,181	40,181	40,181	40,181	33,744	33,744	33,744	33,744	33,744
2.217	1.45% HFC-23 generation rate	58,606	58,606	58,606	58,606	58,606	58,606	49,217	49,217	49,217	49,217	49,217
1.102		29,131	29,131	29,131	29,131	29,131	29,131	24,464	24,464	24,464	24,464	24,464

HCFC-22 Production in 2030 = 0 HCFC-22 Base line <2025 = mt 4,082.73 HCFC-22 Base line >2025 = mt 1,531.02
w% H 3.3 3.3 w% M = 2.0 w% L = 1.45

Location: San Luis Cement Kiln

HFC-23 Produced Based on HCFC-22 Production - HFC-23 Generation Rates - and Incineration Cost at IOC of \$/kg HFC-23 = 1.047

HFC-23 Gen Rate%	Assumed HCFC-22 Production, mt	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
		1,823	1,823	1,823	1,823	1,823	1,823	1,531	1,531	1,531	1,531	1,531
3.30	HFC-23 Gen mt	60.16	60.16	60.16	60.16	60.16	60.16	50.52	50.52	50.52	50.52	50.52
	US\$/mt	62,990	62,990	62,990	62,990	62,990	62,990	52,898	52,898	52,898	52,898	52,898
2.00	HFC-23 Gen mt	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46	30.62	30.62	30.62	30.62	30.62
	US\$/mt	38,176	38,176	38,176	38,176	38,176	38,176	32,059	32,059	32,059	32,059	32,059
1.45	HFC-23 Gen mt	26.43	26.43	26.43	26.43	26.43	26.43	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
	US\$/mt	27,677	27,677	27,677	27,677	27,677	27,677	23,243	23,243	23,243	23,243	23,243

Location: Monterrey Mexico Plasma Arc

HFC-23 Produced Based on HCFC-22 Production - HFC-23 Generation Rates - and Incineration Cost at IOC of \$/kg HFC-23 = 8.486

HFC-23 Generation	Assumed HCFC-22 Production, mt	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
		1,823	1,823	1,823	1,823	1,823	1,823	1,531	1,531	1,531	1,531	1,531
3.30	HFC-23 Gen mt	60.16	60.16	60.16	60.16	60.16	60.16	50.52	50.52	50.52	50.52	50.52
	US\$/mt	510,535	510,535	510,535	510,535	510,535	510,535	428,738	428,738	428,738	428,738	428,738
2.00	HFC-23 Gen mt	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46	30.62	30.62	30.62	30.62	30.62
	US\$/mt	309,415	309,415	309,415	309,415	309,415	309,415	259,841	259,841	259,841	259,841	259,841
1.45	HFC-23 Gen mt	26.43	26.43	26.43	26.43	26.43	26.43	22.20	22.20	22.20	22.20	22.20
	US\$/mt	224,326	224,326	224,326	224,326	224,326	224,326	188,385	188,385	188,385	188,385	188,385