



**Programme des  
Nations Unies pour  
l'environnement**



Distr.  
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/69  
14 novembre 2018

FRANÇAIS  
ORIGINAL: ANGLAIS

COMITE EXECUTIF  
DU FONDS MULTILATERAL AUX FINS  
D'APPLICATION DU PROTOCOLE DE MONTREAL  
Quatre-vingt-deuxième réunion  
Montréal, 3 – 7 décembre 2018

**PRINCIPAUX ASPECTS LIÉS AUX TECHNOLOGIES DE CONTRÔLE DU  
SOUS-PRODUIT HFC-23 : OPTIONS DE CONTRÔLE DES ÉMISSIONS DU  
SOUS-PRODUIT HFC-23 EN ARGENTINE (DÉCISION 81/68)**

**Contexte**

1. Le Comité exécutif à sa 81<sup>e</sup> réunion a prié le Secrétariat de retenir les services d'un expert-conseil indépendant en vue de préparer un rapport pour la 82<sup>e</sup> réunion renfermant les renseignements suivants :

- (a) Options et ensemble des coûts et économies associés au contrôle des émissions du sous-produit HFC-23 en Argentine, à partir des quantités de HCFC-22 et HFC-23 produites à l'usine et des données faisant partie des rapports antérieurs présentés au Comité exécutif, dont l'option qui consiste à expédier le HFC-23 aux fins de destruction hors site ;
- (b) Estimations des émissions fugitives et options de surveillance, détection des fuites et contrôle du sous-produit HFC-23 à l'usine ; et
- (c) Coûts, faisabilité technique et questions logistiques, juridiques et transactionnelles liées à l'expédition du HFC-23 aux fins de destruction hors site au moyen d'une technologie, comme le procédé au fluor décrit dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/54.

2. Le Comité exécutif a par ailleurs exhorté le gouvernement de l'Argentine à communiquer de manière volontaire les renseignements pertinents pour le rapport, et attribué, à partir des ressources existantes du Secrétariat, un montant de 25 000 \$US pour l'engagement d'un consultant indépendant (décision 81/68 (b), (c) et (d)).

Portée du document

3. Conformément à la décision 81/68 (b), le Secrétariat a retenu les services d'un consultant indépendant chargé d'entreprendre l'étude. Celui-ci a visité, en compagnie de deux membres du personnel du Secrétariat, l'usine de production de HCFC-22 Frio Industrias Argentinas (FIASA) située à

San Luis, en Argentine, du 28 au 30 août 2018. L'équipe a également rencontré les représentants du gouvernement de l'Argentine afin de discuter des options de contrôle du sous-produit HFC-23, y compris les exigences relatives à la destruction hors site.

4. À partir des données recueillies par la mission en Argentine et des documents précédemment examinés, le consultant a présenté un rapport décrivant en détail les options de contrôle du sous-produit HFC-23, avec leurs coûts, aux fins d'examen par le Comité exécutif. Le Secrétariat a étudié ce rapport, qui figure à l'annexe I du présent document. Celui-ci contient les parties suivantes : résumé exécutif (y compris les constatations) ; description de la production de HCFC-22 et de HFC-23 à la FIASA; description des conditions physiques et mécaniques de l'incinérateur présent dans l'installation de production, avec l'estimation des coûts pour le remettre en état; potentiel d'émissions fugitives de HFC-23; analyse des coûts liés à la destruction sur place du HFC-23 et de son transport pour incinération hors site. Le rapport comprend par ailleurs cinq annexes, dont une analyse des coûts d'investissement estimés pour remettre en service l'incinérateur (annexe II); une estimation des coûts pour l'incinération du HFC 23 à la FIASA (annexe III); et les volumes de production de HCFC-22 et l'estimation du sous-produit HFC-23 généré de 2019 à 2029 (à partir de trois taux de production différents), et les coûts de destruction à trois installations (sur place, dans un four à ciment à proximité de la FIASA, et dans un incinérateur à plasma d'arc à Monterrey, au Mexique).

5. Afin de faciliter l'examen du rapport du consultant par le Comité exécutif, le présent document est divisé en six sections :

- Cadre réglementaire pour le transport et/ou l'exportation du HFC-23
- Technologies approuvées pour la destruction du HFC-23
- Sommaire des conclusions du rapport du consultant
- Complément d'information pour examen par le Comité exécutif sur les fours rotatifs, le suivi, la fermeture et la date de lancement du projet
- Résumé
- Recommandation

### **Cadre réglementaire pour le transport et/ou l'exportation du HFC-23**

6. Les règlements relatifs au transport et/ou l'exportation du HFC-23 varient selon qu'elles visent les usages réglementés (à savoir quand le HFC-23 est considéré comme un produit) ou la destruction (quand il est traité comme un déchet dangereux). Le sous-produit HFC-23 destiné à la destruction est considéré comme un déchet dangereux par la loi argentine. Le transport de ce type de déchets en Argentine exige le respect rigoureux d'un certain nombre de conditions : il faut obtenir un permis de chaque province dans laquelle le déchet doit circuler, et ce dernier ne peut être transporté que sur des routes fédérales (et non provinciales), par une entité autorisée à transporter des déchets dangereux.

7. De même, les règlements relatifs à l'exportation du sous-produit HFC-23 aux fins de destruction en Argentine diffèrent de ceux concernant l'exportation pour usage réglementé (p. ex., application de lutte contre l'incendie ou réfrigération basse température). Dans ce dernier cas, le HFC-23 est considéré comme un produit et son exportation ne relève donc pas de la Convention de Bâle ou d'autres règlements visant l'exportation de déchets. Les mêmes exigences d'exportation s'appliqueraient au HFC-23 utilisé comme frigorigène et à d'autres frigorigènes à base de HFC, en soulignant que l'utilisation d'une substance à titre de frigorigène peut avoir à être démontrée s'il n'existe aucun marché apparent.

8. En vertu de la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination (la Convention de Bâle)<sup>1</sup>, une substance est considérée comme un déchet dangereux si elle appartient à l'une des catégories de l'annexe I (« catégories y ») sauf si elle ne présente aucune des caractéristiques énoncées à l'annexe III (« caractéristiques h ») de la Convention; ou si elle est considérée ou définie comme un déchet dangereux par la législation nationale de la Partie importatrice, exportatrice ou de transit. Le gouvernement de l'Argentine considère que le sous-produit HFC-23 aux fins de destruction appartient à la catégorie Y45 de l'annexe I de la Convention de Bâle et qu'il est par conséquent un déchet dangereux.<sup>2</sup>

9. Conformément aux obligations au titre de la Convention, le gouvernement considère qu'une autorisation doit être reçue à la fois du pays vers lequel les déchets sont exportés et des pays de transit (c.-à-d., les pays de passage, s'il y a lieu, avant le transport jusqu'au pays de destination, où sera effectuée la destruction). Même si le processus d'obtention des permis nécessaires est coûteux, cela correspond à la procédure appliquée pour toutes les autres expéditions de déchets dangereux à partir de l'Argentine qui relèvent de la Convention de Bâle ; le gouvernement doit suivre la même procédure pour l'exportation de sous-produit HFC-23 pour destruction.

### **Technologies approuvées pour la destruction du HFC-23**

10. Suite à la 81<sup>e</sup> réunion, le consultant a commencé à évaluer, conformément aux exigences de la décision 81/68 et en consultation avec le Secrétariat, trois options de contrôle du sous-produit HFC-23 en Argentine, y compris l'incinération dans un four à ciment situé à 160 km de la FIASA.

11. Après la finalisation du rapport du consultant, la treizième Réunion des Parties<sup>3</sup> a adopté une décision<sup>4</sup>, par laquelle les Parties ont approuvé les technologies de destruction du HFC-23. L'incinérateur de la FIASA et l'incinérateur à plasma d'arc au Mexique comptent parmi les technologies approuvées par les Parties pour la destruction du HFC-23. Alors que les Parties ont approuvé les fours à ciment pour la destruction des substances du groupe I de l'annexe F, ils ne l'ont pas fait pour l'élimination du HFC-23 étant donné le manque d'information sur l'efficacité de la destruction et de l'enlèvement (DRE) de cette dernière substance. En attendant que les Parties décident de donner leur approbation, le gouvernement de l'Argentine n'a pu avoir recours à cette technologie pour s'acquitter de ses obligations en matière de contrôle du sous-produit HFC-23 au titre de l'Amendement de Kigali.

12. Comme le rapport du consultant a évalué le coût de la destruction du HFC-23 par un four à ciment avant la treizième Réunion des Parties, le Comité exécutif pourrait souhaiter examiner cette analyse uniquement comme référence.

### **Sommaire des conclusions du rapport du consultant**

13. Le rapport du consultant a traité toutes les exigences de la décision 81/68, en plus d'évaluer trois options de contrôle du sous-produit HFC-23 en Argentine, à partir des quantités de HFC-23 générées :

<sup>1</sup> La Convention de Bâle est un traité international visant à réduire les mouvements de déchets dangereux entre les pays, à empêcher le transfert de ces substances d'un pays développé vers un pays moins avancé (PMA), et à diminuer la quantité et la toxicité des déchets produits, afin d'assurer leur gestion saine sur le plan environnemental le plus près possible de la source de production. En octobre 2018, 186 États et l'Union européenne étaient Parties à la Convention.

<sup>2</sup> La loi sur les déchets dangereux en Argentine diffère de la Convention de Bâle par le fait qu'un déchet dangereux doit appartenir à l'une des catégories de l'annexe I (« catégories y ») ou posséder une ou plusieurs caractéristiques énoncées à l'annexe III (« caractéristiques h ») de la Convention ; le gouvernement doit établir si les obligations au titre de la Convention de Bâle doivent alors s'appliquer.

<sup>3</sup> Quito, Équateur, 5-9 novembre 2018.

<sup>4</sup> Le rapport de la réunion, avec les numéros de décision, n'avait pas encore été diffusé au moment de la finalisation du présent document.

- (a) Remettre en service l'incinérateur de la FIASA et relancer la destruction du sous-produit HFC-23 sur place ;
- (b) Transporter le sous-produit HFC-23 vers un four à ciment dans la province de San Luis pour y être incinéré ; et
- (c) Exporter le sous-produit HFC-23 pour incinération dans une installation de destruction hors site.

#### Taux de production du sous-produit HFC-23

14. Vu l'absence de données supplémentaires, le consultant a présumé que la production de HCFC-22 serait maintenue au niveau de production de 2017 (1 823 tm, correspondant à la dernière année de disponibilité des données) jusqu'en 2024, moment à partir duquel celle-ci diminuerait pour atteindre 1 531 tm de 2025 à 2029, conformément au calendrier de réglementation du Protocole de Montréal. La quantité de HFC-23 à détruire est établie à partir du taux historique de production du sous-produit par la FIASA, soit 3,32 pour cent, à savoir le taux moyen à l'époque où la FIASA générait des crédits au titre du mécanisme de développement propre (MDP). En conséquence, environ 61 tm de HFC-23 seraient générées de 2019 à 2024, et 50 tm annuellement de 2025 à 2029, avant que la production ne prenne fin en 2030.

15. L'amélioration du procédé, qui nécessiterait l'injection de nouveaux capitaux, pourrait réduire le taux de production du sous-produit à un niveau aussi bas que 1,4 pour cent.<sup>5</sup> Le consultant a par ailleurs estimé la quantité de HFC-23 à détruire en se fondant sur des taux de production du sous-produit de 2,0 pour cent et 1,45 pour cent.

#### Remise en service de l'incinérateur de la FIASA

16. La FIASA possède sur place un système d'incinération à oxydation thermique acheté auprès du groupe SGL Carbon de Meitingen, en Allemagne, qui a été fermé en octobre 2013 et qui n'a pas fonctionné depuis. La capacité de cet incinérateur est de 613 tonnes métriques (tm) par année.

17. L'incinérateur de la FIASA peut détruire, à pleine capacité, 613 tm de HFC-23 en 365 jours. Le niveau annuel de production le plus élevé jamais atteint à la FIASA a été de 134 tm. Lors de la période pendant laquelle la FIASA détruisait du HFC-23 pour des crédits au titre du mécanisme de développement propre (MDP), l'entreprise a installé un réservoir de stockage cryogénique de 40 tm en vue d'améliorer le contrôle de l'alimentation de l'incinérateur en HFC-23. Ce réservoir est un élément clé du système. Il permet de stocker le HFC-23 produit en 109 jours, en se fondant sur la production annuelle record de 134 tm; et en 243 jours avec une production de 60 tm par année, selon les taux de production de HCFC-22 et HFC-23. Par conséquent, l'incinérateur peut fonctionner à une capacité de 50 pour cent lors des périodes pendant lesquelles on détruit le contenu cumulatif du réservoir cryogénique tout en réduisant les arrêts et les démarrages de l'incinérateur, de manière à prolonger sa durée de vie.

18. Les coûts liés à la remise en état de l'incinérateur sont estimés à 897 840 \$US<sup>6</sup> (qui figurent à l'annexe II du rapport du consultant). Les surcoûts d'exploitation seront fonction du degré d'utilisation de la capacité de l'incinérateur.<sup>7</sup> Le consultant a estimé les surcoûts d'exploitation entre 1,10 \$US/kg (pleine capacité) et 2,22 \$US/kg (capacité de 50 pour cent) (tableau 4 du rapport du consultant). Les coûts

<sup>5</sup> Comme l'indique le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/54.

<sup>6</sup> Normalement, le consultant se serait fié aux estimations de trois entrepreneurs indépendants pour ce qui est des investissements nécessaires pour la restauration du système d'incinération de la FIASA. Mais en l'absence de ces estimations, le consultant s'est fondé sur les coûts estimés de la FIASA.

<sup>7</sup> Qui est indiqué dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/54.

annuels d'exploitation pour l'incinération varieront par ailleurs selon le taux de production du HFC-23 (annexe 5 du rapport du consultant).

#### Transport du HFC-23 dans un four à ciment de la province de San Luis aux fins d'incinération

19. Afin de réduire au minimum les problèmes juridiques et logistiques causés par la destruction hors site, on a considéré comme option éventuelle un four à ciment situé dans la même province que la FIASA (San Luis). Comme ce four n'est pas autorisé à détruire les déchets dangereux, il faudra obtenir les permis nécessaires ; il est probable que le gouvernement de l'Argentine et la province de San Luis exigent un essai de combustion afin de démontrer que 99,9 pour cent du HFC-23 est détruit.

20. La FIASA aura besoin d'acheter deux isoréservoirs d'une capacité de 8,6 tm afin de transporter le HFC-23 de la FIASA au four à ciment, à un coût de 460 000 \$US. Le transport en toute sécurité du HFC-23 requiert l'utilisation d'un isoréservoir à parois d'acier épaisses en raison de la tension de vapeur élevée du HFC-23.<sup>8</sup> Une fois pleins, les isoréservoirs ont un poids brut d'environ 14,36 tm, ce qui revient à dire que le poids du réservoir lui-même correspond à peu près à celui du HFC-23 qu'il contient.

21. Le consultant a estimé les coûts de la destruction au four à ciment à peu près 1,05 \$US/kg, comprenant le coût du transport, et excluant les coûts d'investissement des deux réservoirs (tableau 5 du rapport du consultant).

#### Exportations du HFC-23 au Mexique pour y être détruit dans un incinérateur à plasma d'arc

22. Le consultant a par ailleurs évalué l'option consistant à exporter le HFC-23 à Monterrey, au Mexique, aux fins de destruction dans un incinérateur à plasma d'arc.<sup>9</sup> Cette installation a démontré que la destruction du HFC-23 pouvait être effectuée avec une DRE d'au moins 99,99 pour cent au titre du MDP. Le HFC-23 serait transporté par camion de la FIASA au port de Buenos Aires, par bateau au port de Tampico, au Mexique, puis par camion à l'incinérateur à plasma d'arc de Monterrey. Il faudra obtenir des permis pour chaque trajet distinct, ainsi que pour chaque province entre San Luis et Buenos Aires, Argentine. Par ailleurs, la FIASA devra obtenir le consentement préalable en connaissance de cause du gouvernement du Mexique.

23. Le consultant a estimé les coûts du transport à 1,09 \$US/kg, et présumé des coûts d'incinération de 7,40 \$US/kg<sup>10</sup>, pour un coût total de 8,49 \$US/kg (tableau 6 du rapport du consultant). La FIASA devra également acheter deux isoréservoirs convenant au transport du HFC-23, à un coût de 460 000 \$US.

#### Émissions fugitives

24. La totalité du sous-produit HFC-23 actuellement généré à la FIASA est rejetée dans l'atmosphère, et ne fait pas l'objet d'une surveillance. Les émissions de HFC-23 des cheminées de l'incinérateur,

<sup>8</sup> La tension de vapeur du HFC-23 est de 681 livres par pouce carré (lb/po<sup>2</sup>) à 25 °C, soit cinq fois plus que le HCFC-22. Pour plus de sécurité, les isoréservoirs ont une pression nominale de 2 400 lb/po<sup>2</sup>.

<sup>9</sup> L'Argentine, en tant que partie à la Convention de Bâle, ne pourrait sans doute pas expédier aux États-Unis d'Amérique le HFC-23 aux fins de destruction, à moins que les deux gouvernements signent un accord bilatéral concernant le traitement des déchets dangereux. Le consultant n'a donc pas estimé les coûts de transport du sous-produit dans ce pays. L'écart des coûts de transport à Tampico ou à Brownsville au Texas, devrait être négligeable. En comparaison, les coûts du transport ferroviaire de Brownsville à Monterrey devraient être inférieurs aux coûts de transport par camion de Tampico à Monterrey.

<sup>10</sup> Coût communiqué par l'ONUDI dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/80/12.

lorsque l'installation était en service, se situaient sous le seuil de détection de 1,14 partie par million (ppm) du chromatographe en phase gazeuse utilisé pour suivre ces émissions.<sup>11</sup>

25. La FIASA cherche à réduire au minimum les émissions fugitives de sa production de HCFC-22, afin d'optimiser l'extraction de HCFC-22, le produit qu'il vend. Entre autres mesures, l'entreprise vérifie toutes les deux semaines chaque raccord à bride et autres connexions à l'aide d'une solution savonneuse. De plus, elle surveille de près les variables de production de HCFC-22. La zone d'emballage possède un système de détection des fuites, mais on n'utilise pas de renifleurs ou autres instruments de détection, à l'exception de l'incinérateur (lorsqu'il est en service), qui comprend un système de surveillance des gaz d'échappement (y compris le HFC-23).

26. Toutes les unités du système de production de HCFC-22 et d'incinération fonctionnent en circuit fermé, ce qui réduit au minimum les possibilités d'émissions fugitives entre les éléments du système. En cas de fuite inattendue, celle-ci serait facile à détecter et immédiatement corrigée aux fins de sécurité.

### **Complément d'information aux fins d'examen par le Comité exécutif**

#### Incinération dans des fours rotatifs

27. Parmi les technologies approuvées par la treizième Réunion des Parties pour la destruction du HFC-23 figurent les fours rotatifs. Alors que le consultant n'a pas estimé les coûts d'incinération au moyen de fours rotatifs, le Comité exécutif à sa 82<sup>e</sup> réunion examinera le rapport de synthèse sur les projets pilotes d'élimination des SAO.<sup>12</sup> Ce document évalue les coûts de destruction par des fours rotatifs en Allemagne et en Pologne entre 1,87 \$US/kg et 2,45 \$US/kg, en se fondant sur les soumissions reçues de ces installations qui sont enregistrées pour la destruction des SAO dans l'Union européenne. Le Secrétariat note par ailleurs que les coûts de transport du HFC-23 de la FIASA à un four rotatif situé en Allemagne ou en Pologne pourraient s'élever jusqu'à deux fois le coût de transport à l'incinérateur à plasma d'arc du Mexique (soit jusqu'à 2,17 \$US/kg). À partir de ces données, le coût total de la destruction pourrait se situer entre 4,04 \$US/kg et 4,62 \$US/kg; avec un investissement supplémentaire de 460 000 \$US pour deux isoréservoirs.

#### Coûts liés à la surveillance de la destruction du HFC-23

28. Les surcoûts d'exploitation estimés par le consultant englobent les coûts relatifs à la surveillance des émissions de HFC-23 émanant des cheminées de l'incinérateur, y compris les coûts d'exploitation de l'équipement d'échantillonnage et de surveillance, avec son étalonnage. Toutefois, le consultant n'a pas inclus les coûts liés à la surveillance par le gouvernement provincial et le gouvernement fédéral, ni les coûts d'audit ou de vérification indépendante. À titre de référence, la phase II du plan de gestion de l'élimination des HCFC (PGEH) pour l'Argentine comprend 8 333 \$US par année pour la surveillance annuelle de la production et des stocks de HCFC-22, et la vérification sur place par des experts (pour un total de 50 000 \$US). La surveillance et la vérification des émissions de sous-produit HFC-23 seraient une tâche supplémentaire. On pourrait considérer un montant additionnel de 50 pour cent des coûts annuels pour la surveillance de la production et des stocks de HCFC-22 et pour la vérification, afin de surveiller et vérifier les émissions de HFC-23, pour des coûts annuels totaux de surveillance et de vérification de 12 500 \$US pour la production de HCFC-22 et les émissions de HFC-23.

---

<sup>11</sup> On a recours à deux méthodes pour mesurer les gaz de cheminée : USEPA 040 pour l'échantillonnage et ME-48 pour l'analyse chromatographique. Le chromatographe en phase gazeuse est le modèle 6890 d'Agilent Technologies.

<sup>12</sup> Tel qu'indiqué dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/21.

### Estimation préliminaire des coûts de fermeture de la production de HCFC-22

29. Le Comité exécutif a décidé d'envisager des options rentables pour assurer le respect des obligations en matière de contrôle du sous-produit HFC-23 au titre de l'Amendement de Kigali, y compris la fermeture des usines mixtes (décision 79/47 c)). Avec le budget disponible, le consultant n'a pas été en mesure d'entreprendre une analyse techno-économique en vue d'évaluer les pertes de profits associées à la fermeture de la FIASA.

30. Afin d'établir une comparaison entre les autres approches de gestion des émissions du sous-produit HFC-23, en accord avec l'Amendement de Kigali, et la fermeture de l'usine de HCFC-22, le Secrétariat a évalué de manière générale les profits perdus par la FIASA dans l'éventualité d'une fermeture précoce. Ce scénario est toutefois rendu plus complexe en raison des facteurs suivants :

- (a) Les profits d'une entreprise sont déterminés en partie en calculant l'écart entre les revenus générés par les ventes du produit et les coûts de production et de vente de celui-ci. Les principaux coûts de production du HCFC-22 sont les coûts des matières premières (fluorure d'hydrogène anhydre et chloroforme), les coûts de la main-d'œuvre et, à un moindre degré, les coûts d'entretien. Alors que le HCFC-22 est vendu localement, les matières premières sont importées, ce qui fait que les profits varient selon le taux de change de la monnaie locale (c.-à-d., le peso argentin).<sup>13</sup> Les coûts d'entretien peuvent aussi fluctuer car l'équipement utilisé dans la chaîne de production (à l'exception de la colonne de distillation qui a été remplacée en 2006) est celui utilisé à l'origine pour fabriquer des CFC (c.-à-d., qui date de 31 ans);
- (b) Pour toutes les années, le niveau de production de HCFC-22 a été inférieur à la capacité de production de l'entreprise (soit 7 792 tm/an selon le gouvernement de l'Argentine ou 5 000 tm/an selon les estimations du consultant), et cette substance est importée chaque année dans le pays (tableau 1 du rapport du consultant), ce qui suggère que la FIASA pourrait être en mesure d'imposer un prix plus élevé que celui du HCFC-22 importé, augmentant ainsi sa rentabilité d'un montant inconnu. En comparaison, abaisser l'utilisation de la capacité de production devrait rendre la rentabilité de plus en plus variable. Le tableau 1 ci-après montre le niveau d'utilisation des quotas et de la capacité à la FIASA.

**Tableau 1. Utilisation (en pour cent) des quotas et de la capacité de production en Argentine**

Utilisation (en pour cent)	2013	2014	2015	2016	2017
Quota d'importation	89	91	95	92	100
Quota de production	48	56	67	47	50
Capacité (7 792 tm/an)	25	29	31	22	23
Capacité (5 000 tm/an)	39	46	49	35	36

31. Selon les lois et les règlements en vigueur en Argentine, les employés mis à pied ont droit à une indemnisation en fonction des années de service au sein de l'entreprise. En se fondant sur les années de service des employés à la FIASA et leurs salaires et en supposant que la chaîne de production de HCFC-22 sera fermée le 1<sup>er</sup> janvier 2020. Cette indemnisation s'élèverait à environ 1 775 000 \$US.

32. En l'absence de données, on peut supposer une marge de profit d'environ 5 pour cent des revenus des ventes pour les produits chimiques de base. Et en établissant l'hypothèse que les niveaux de production de 2017 (1 823 tm) seront maintenus jusqu'à l'échéance cible du 1<sup>er</sup> janvier 2025, date à partir

<sup>13</sup> Dans les six derniers mois, la valeur du peso argentin par rapport au dollar américain, à l'euro et au renminbi a chuté d'environ 50 pour cent.

de laquelle la production serait abaissée à l'objectif de réglementation du Protocole de Montréal (1 531 tm/an) jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 2030, date de la fin de la production, et en se fondant sur le prix du HCFC-22 déclaré par la FIASA pour 2017 et un taux d'inflation de 5 pour cent, la valeur actuelle nette des pertes de profits pour la période 2020-2030 est estimée à environ 4 500 000 \$US. En faisant varier la marge de profit de  $\pm 2$  pour cent, cette valeur oscillerait entre 2 700 000 \$US et 6 300 000 \$US.

33. Selon les accords relatifs aux CFC, les réacteurs à CFC/HCFC et la colonne de distillation devraient être détruits, démontés ou rendus inutilisables; en comparaison, l'incinérateur et l'échafaudage qui soutient les réacteurs, par exemple, pourraient servir à d'autres usages ou être vendus. De plus, le site n'aurait pas à être décontaminé pour respecter les règlements environnementaux s'il devait continuer à fonctionner comme une usine de produits chimiques.

34. La fermeture de la FIASA fournirait des avantages à la fois pour la protection de la couche d'ozone et le climat, étant donné qu'il n'y aurait plus de production de HCFC-22 (une SAO) et du sous-produit HFC-23 (un puissant gaz à effet de serre). De plus, la surveillance de la fermeture serait beaucoup plus facile que si l'installation devait poursuivre ses opérations et continuer à détruire le HFC-23 sur le site ou hors site.

#### Date de lancement du projet

35. Actuellement, la FIASA évacue la totalité du sous-produit HFC-23 issu de la production de HCFC-22. L'obligation en matière de contrôle des émissions de HFC-23 au titre de l'Amendement de Kigali entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2020. Toutefois, rien n'empêche sur le plan technique de commencer la destruction avant cette date. Le processus de raccordement des tuyaux au réservoir cryogénique afin de permettre de stocker le HFC-23 aux fins de destruction ultérieure pourrait prendre quelques jours ou tout au plus quelques semaines. Aux niveaux de production actuels, la FIASA disposerait alors d'au moins six mois pour réaliser tous les travaux nécessaires au redémarrage de l'incinérateur ou finaliser tous les arrangements voulus pour la destruction hors site. Afin d'optimiser les avantages pour le climat du contrôle du sous-produit HFC-23, le Comité exécutif pourrait envisager, à titre exceptionnel, d'attribuer un financement supplémentaire pour le contrôle du HFC-23, à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2019. Cela permettrait de profiter d'avantages supplémentaires pour le climat s'élevant à 890 368 tm d'équivalent CO<sub>2</sub>.

#### **Résumé**

36. La FIASA pourrait être la première usine mixte de HCFC-22 qui recevrait une indemnisation pour contrôler les émissions de sous-produit HFC-23, conformément à la décision 79/47 c).

37. Le Comité à sa 79<sup>e</sup> réunion a reconnu que l'on est confronté à un certain nombre de problèmes lorsque l'on veut choisir une technologie de contrôle du sous-produit HFC-23, notamment le large éventail de surcoûts d'exploitation communiqués, le fardeau imposé aux sociétés de production et la nécessité d'accorder une aide financière aux activités d'élimination et de destruction; le fait que la destruction du HFC-23 pourrait être considérée comme faisant partie des coûts d'exploitation réguliers; la nécessité de s'assurer que l'application de certaines modalités de financement ne crée pas d'incitatifs indésirables à l'augmentation des émissions de sous-produit; et le besoin d'adopter une approche souple.<sup>14</sup>

38. En conséquence, le Comité exécutif doit faire face à un certain nombre de décisions politiques (p. ex., le nombre d'années au cours desquelles les surcoûts d'exploitation sont fournis, le taux de production du sous-produit employé pour déterminer les surcoûts d'exploitation, les avantages de la fermeture par rapport à ceux de la poursuite de la production de HCFC-22, avec la destruction du sous-produit HFC-23, et l'indemnisation supplémentaire éventuelle en vue d'optimiser les avantages pour le

---

<sup>14</sup> Voir le paragraphe 154 du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/79/51.



climat du contrôle du HFC-23). Sans porter préjudice à ces décisions, le tableau 2 ci-après récapitule les coûts des différentes options de contrôle du HFC-23 en Argentine.

**Tableau 2. Coûts des options de contrôle du sous-produit HFC-23 en Argentine**

Option	Minimum	Maximum	Moyen	Années	Total
<b>Incinération sur place</b>					
Remise en état de l'incinérateur					897 840
Incinération 2019-2024	29 131	133 379	81 255	6	487 530
Incinération 2025-2030	24 464	112 011	68 238	6	409 425
Total – incinérateur sur place					1 794 795
<b>Plasma d'arc, Mexique</b>					
Isoréservoirs (2)					460 000
Incinération 2019-2024	224 326	510 535	367 431	6	2 204 583
Incinération 2025-2030	188 385	428 738	308 562	6	1 851 369
Total – plasma d'arc					4 515 952
<b>Four à ciment,* San Luis</b>					
Isoréservoirs (2)					460 000
Incinération 2019-2024	27 677	62 990	45 334	6	272 001
Incinération 2025-2030	23 243	52 898	38 071	6	228 423
Total – four à ciment					960 424
<b>Four rotatif, Union européenne</b>					
Isoréservoirs (2)					460 000
Incinération 2019-2024	106 797	277 948	192 373	6	1 154 235
Incinération 2025-2030	89 687	233 420	161 554	6	969 322
Total – four rotatif					2 583 557
<b>Fermeture de la production</b>					
Indemnisation des travailleurs					1 775 000
Pertes de profits	2 701 871	6 304 366	4 503 119	s.o.	4 503 119

\* Technologie non approuvée par les Parties pour la destruction du HFC-23.

39. Le gouvernement de l'Argentine a indiqué qu'il souhaiterait que l'ONUDI soit l'agence d'exécution d'un projet de contrôle du sous-produit HFC-23 qui pourrait être approuvé par le Secrétariat du Fonds.<sup>15</sup> Afin de faciliter les discussions au cours de la réunion, le Comité exécutif pourrait souhaiter considérer le texte ci-après comme fondement d'une recommandation si le financement du contrôle du sous-produit HFC-23 était approuvé lors de la présente réunion :

- (a) Approuvant un montant de [...] \$US, plus les coûts d'appui d'agence de [...] \$US pour l'ONUDI, afin d'aider le gouvernement de l'Argentine à s'acquitter de ses obligations en matière de contrôle du sous-produit HFC-23 au titre de l'Amendement de Kigali, étant entendu :
- (i) Que le gouvernement de l'Argentine assurerait, à compter du 1<sup>er</sup> janvier [2019] [2020], l'élimination, dans toute la mesure du possible, du sous-produit HFC-23 ;
  - (ii) Que le gouvernement de l'Argentine aurait la possibilité d'utiliser le financement approuvé par le Comité exécutif pour toute option de destruction du sous-produit HFC-23 figurant dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/69 ;
  - (iii) Que l'ONUDI soumettrait des rapports de vérification indépendants sur la situation de conformité du gouvernement de l'Argentine à l'alinéa (a) (i) de la présente décision ;

<sup>15</sup> Conformément à la lettre du 14 novembre 2018 adressée au Secrétariat par le ministère argentin des Affaires étrangères et du Culte.

- (iv) Qu'une pénalité de [...] \$US/kg de HFC-23 serait imposée pour les émissions de HFC-23 considérées comme n'ayant pas été éliminées dans la mesure du possible;
  - (v) Que le gouvernement de l'Argentine présenterait, par l'intermédiaire de l'ONUDI, des rapports annuels sur l'état d'avancement du projet, y compris le niveau de décaissement, la quantité de sous-produit HFC-23 générée, détruite et émise, lors de la dernière réunion de l'année jusqu'à l'achèvement de projet ;
  - (vi) Que le projet serait achevé d'ici le 1<sup>er</sup> janvier 2030 ou à la fermeture de la FIASA, selon la première éventualité ;
  - (vii) Que l'ONUDI soumettrait le rapport d'achèvement du projet six mois après la date de son achèvement, et que les soldes restants après cette date seraient retournés au Fonds multilatéral ;
  - (viii) Que toute pénalité imposée en vertu de l'alinéa (a) (iv) de la présente décision serait payée par le gouvernement de l'Argentine, par le biais de l'ONUDI, au Fonds multilatéral, lors de la réunion suivant la date à laquelle il aura été déterminé que le sous-produit HFC-23 généré n'a pas été éliminé dans la mesure du possible; et
- (b) Demandant au Trésorier de transférer [...] \$US, plus les coûts d'appui d'agence de [...] \$US pour l'ONUDI, dès que le gouvernement de l'Argentine aura soumis son instrument de ratification de l'Amendement de Kigali au siège des Nations Unies à New York, ou un document d'acceptation ou d'adhésion.

### **Recommandation**

40. Le Comité exécutif pourrait souhaiter envisager :

- (a) De prendre note du rapport sur les principaux aspects liés aux technologies de contrôle du sous-produit HFC-23 : options relatives au contrôle des émissions du sous-produit HFC-23 en Argentine (décision 81/68) figurant dans le document UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/69;
- (b) De prendre note avec satisfaction des renseignements fournis par le gouvernement de l'Argentine, à titre volontaire, en vue de la préparation du document UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/69; et
- (c) De considérer toute aide technique et financière qu'il souhaiterait offrir au gouvernement de l'Argentine en vue de lui permettre de s'acquitter de ses obligations en matière de contrôle du sous-produit HFC-23 au titre de l'Amendement de Kigali relevant du Protocole de Montréal, à partir des renseignements figurant dans le document 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

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

## 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.<sup>1</sup> 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.<sup>2</sup>

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.

---

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

<sup>2</sup> <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**

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

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**

<b>HFC-23 Destruction Cost Estimate Off-site in Mexico</b>			
Plasma Arc Incinerator: Monterrey, Mexico			
<b>Gross Wt Kg</b>	<b>Net Wt Kg</b>	<b>Freight US\$</b>	<b>US\$/mt HFC-23</b>
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
<b>Subtotal Freight</b>		<b>4,890</b>	<b>543</b>
Isotank return to FIASA		<b>4,890</b>	<b>543</b>
<b>Total Freight</b>			<b>1,086</b>
Plasma Arc Incineration Cost			<b>7,400</b>
<b>Total Destruction Cost Estimate</b>			<b>8,486</b>

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 1,823 mt/y			HFC-22 Production 2025-2029 1,531 mt/y		
	HFC-23 Gen Rate %	3.3	2.0	1.45	3.3	2.0
<b>HFC-23 Production mt/y</b>	60.16	36.46	26.43	50.52	30.62	22.20
<b>Cumulative HFC-23 Production mt</b>	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					<b>155</b>	<b>243</b>	<b>332</b>		
HFC-23 generation, mt					<b>35</b>	<b>55</b>	<b>75</b>		
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	<b>35</b>	<b>55</b>	<b>75</b>			
36	25.2	0.605	221	57.9	90.9	124.0			
40	28.0	0.672	245	52.1	81.8	111.6			
<b>50</b>	<b>35.0</b>	<b>0.840</b>	307	<b>41.7</b>	<b>65.5</b>	<b>89.3</b>			
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			
				<b>HCFC-22 mt</b>	<b>HFC-23 mt</b>				
Production in , days		365	2,500		82.5				
		<b>292</b>	<b>2,000</b>		<b>66.0</b>				
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**

<b>FIASA HFC-23 Incineration Cost Estimate</b>	<b>Benchmark Destruction Cost</b>				
2017 Average	<b>Restored Incineration System</b>				
<b>Raw Material and Utility Costs</b>	<u>Unit Cost</u>	<u>Consumption</u>			<b>US\$/mt</b>
<b>Raw Materials</b>					
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
<b>By-Product Revenue</b>					
Dilute By-Product HF (50%)	177.20	US\$/mt	1.75	mt/mt	310.10
<b>Net Raw Material Cost</b>					<b>-287.47</b>
<b>Utilities</b>					
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 <sup>3</sup>	511.37	Nm <sup>3</sup> /mt	99.67
O2 97% from PSA Plant					0
N2 Inert blanket gas from PSA Plant					0
<b>Net Utility Cost</b>					<b>190.82</b>
<b>Variable Cost</b>					<b>-96.65</b>

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

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

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**

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

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**

<b>HFC-23 Destruction Cost Estimate Off-site in Mexico</b>			
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			207
Buenos Aires to Tampico Port			129
Tampico Port to Monterrey			207
<b>Subtotal Freight</b>			<b>543</b>
Isotank return to FIASA			543
<b>Total Freight</b>			<b>1,086</b>
Plasma Arc Incineration Cost			7,400
<b>Total Destruction Cost Estimate</b>			<b>8,486</b>

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	<b>36%</b>	<b>20,2</b>	<b>25,2</b>	<b>8,1</b>	<b>9,5</b>	<b>25,2</b>	<b>12,1</b>	<b>0,027</b>	<b>40,3</b>	<b>14</b>
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	<b>100%</b>	<b>56,0</b>	<b>70,0</b>	<b>22,4</b>	<b>26,4</b>	<b>70,0</b>	<b>33,6</b>	<b>0,075</b>	<b>112,0</b>	<b>14</b>
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	<b>Needle valves, there are 12</b>	
Mirilla incinerador cuarzo revestido	Son dos		1,000	There are 2	
Vidrio de fluoruro de calcio proteccion detector de llama	Son dos		2,500	<b>Flame detectors, there are 2</b>	
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 igniter, 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
	<b>Conectores para llevar nitrógeno (20)</b>		2,500	<b>Connectors for carrying nitrogen (20)</b>
	Rotámetros medición caudal permanente de nitrógeno (6) F1806, F1807, F1808, F1809, F1810	F1813	6,000	<b>Rotameters measurement of permanent flow of nitrogen (6)</b>
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	<b>Possibility that SGL people have to come to load the software again</b>
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	<b>Guages to monitor combustion gases</b>
Osmosis			50,000	<b>Reverse osmosis system</b>
Sistema DCS para mejorar la interfase con el Operador	Arreglos y pintura general de estructura de la planta		10,000	
			35,000	DCS System
Trabajo sobre la estructura			10,000	General arrangements and painting of the structure of the plant
PC operadores de planta			500	
Generador Nitrógeno	<b>Opcional a utilizar nitrógeno líquido a granel. Compresor, secador equipo membrana o PSA</b>		40,000	<b>Optional to use liquid nitrogen in bulk. Compressor, dryer membrana or PSA</b>
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	<b>Total Investment</b>
20% Contingency			149,640	<b>897,840</b>

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

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