



Irene Papst es Consultora Senior en HEAT GmbH y tiene más de 10 años de experiencia en asesorar la transformación del sector de refrigeración y aire acondicionado en todas las etapas del uso de SAO y HFC: fabricación, servicio y desmantelamiento. Como especialista en modelos, calculó los bancos mundiales de SAO y HFC y las corrientes de desechos por país para proporcionar un punto de partida para las consideraciones nacionales de la gestión de los bancos de SAO.

Irene tiene experiencia en el monitoreo, revisión y verificación de la reducción de emisiones de proyectos de mitigación, incluidos varios proyectos de reducción de emisiones de gases fluorados.

Sra. Irene Papst

Consultora Senior – HEAT GmbH



El señor Kevin Carl es investigador de la Universidad RWTH Aachen (Alemania) en el Departamento de Tecnología de Combustibles. Trabaja directamente con el Profesor Quicker como ingeniero jefe del instituto. Su principal foco de investigación es el tratamiento térmico de residuos y los contaminantes orgánicos (halogenados).

Está involucrado en la planificación y puesta en marcha de varias plantas de incineración, así como plantas de energía de biomasa. Actualmente es experto en la firma consultora HEAT, la cual se especializa en equipos de refrigeración y aire acondicionado respetuosos con el medio ambiente, así como en la gestión y eliminación segura de sustancias que agotan la capa de ozono. En este cargo, está evaluando un horno rotatorio en Ghana para el procesamiento ambientalmente seguro de SAO.

Sr. Kevin Carl

RWTH Aachen University

SERIE DE SEMINARIOS WEB CERRANDO EL CICLO: GESTIÓN AMBIENTALMENTE RACIONAL DE LAS SAO Y LOS HFC AL FINAL DE LA VIDA ÚTIL

Opciones de
destrucción de las
espumas SAO/HFC -
Visión general y
experiencias de la UE y
Ghana

Irene Papst - HEAT GmbH
Kevin Carl - RWTH Aachen



El ambiente
es de todos

Minambiente



UNIDAD TÉCNICA OZONO
Colombia



P
N
U



Este seminario virtual es organizado en el marco de un proyecto financiado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (US EPA)

El Proyecto de los Bancos de SAO

- Financiado por el Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Nature Conservation, Construcción y Seguridad Nuclear (BMU) en el marco de la Iniciativa Internacional sobre el Clima (IKI)
- Duración del proyecto: Noviembre de 2013 - Junio de 2021
- Proyecto global, con 5 países asociados: Colombia, República Dominicana, Ghana, Irán y Túnez
- Instituciones asociadas: ministerios de medio ambiente/industria/tecnología y sus unidades nacionales del ozono
- Partes interesadas: ministerios, instituciones públicas, sector privado, ONGS, proveedores de tecnología, consumidores

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

On behalf of:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

of the Federal Republic of Germany

Bancos de SAO - Publicaciones

- Hoja de Ruta Global (2017): [aquí](#)
- Guía de Inventario (nº 1, 2017): [aquí](#)
- Medidas de Políticas (nº 2, 2017): [aquí](#)
- Sistemas de Recolección (nº 3, 2017): [aquí](#)
- TBM (#4, 2017): [aquí](#)
- Desmontaje Manual (2017): [aquí](#)
- **Destrucción Térmica de (H)CFC y HFC (2020): [aquí](#)**
- **Bancos y Emisiones de CFC-11 y CFC-12 (2020): [aquí](#)**



Agenda

Destrucción de la espuma que contiene agentes espumantes SAO/HFC

Normativa y práctica en algunos Estados miembros de la UE

Actividades en Ghana

Usos relevantes de la espuma

- Espuma para Electrodomésticos
 - Aislamiento de refrigeradores (la nueva producción suele basarse en un agente espumante de hidrocarburos)
- Espuma de construcción
 - Paneles de poliuretano PU
 - Poliestireno extruido (XPS)

Contenido de agente espumante al FVU

- Depende del tipo de espuma

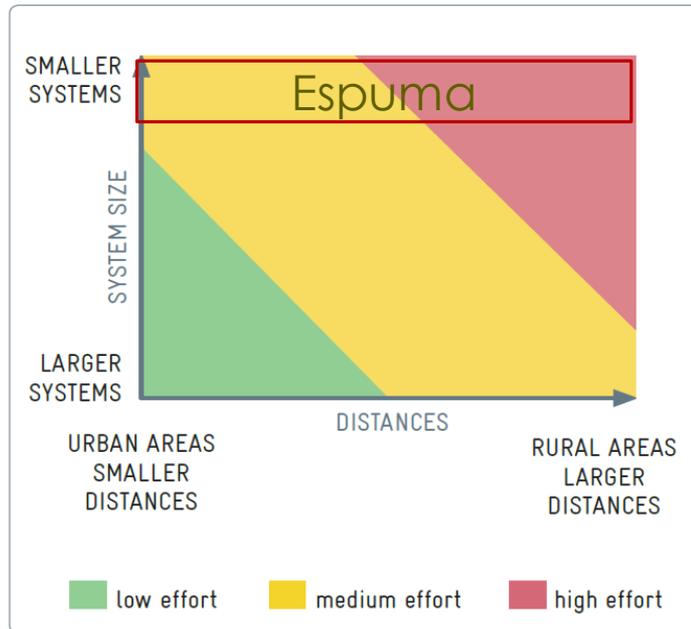
Tipo de espuma	Liberación en el primer año [%]	Tasa de liberación [%/año]	Vida útil de la espuma [años]	Total restante en el momento de la retirada de servicio [%]
Panel de cont. PU	8.8-11.25%	0.50%	50	63.75-66.5%
Panel de disc. de PU.	8.8-11.25%	0.50%	50	63.75-66.5%
Aparato de PU	4%	0.25%	14	40%
Bloque de disc. de PU	33%	0.88%	15	54%
Spray de PU	15%	1.5%	50	10%
Placa XPS	25%	0.8%	25	56%

Fuente: Modelo EPA Vintage (EPA (2019))

¿Por qué la espuma es diferente?

- Las SAO/HFC utilizadas como agente espumante se emplean para expandir un material plástico para que "burbujee" y cree un material ligero con buenas propiedades de aislamiento
- Esta baja densidad, que es favorable durante su uso, trae inconvenientes en la destrucción, ya que da lugar a grandes volúmenes para el transporte

Prioridades y viabilidad técnica

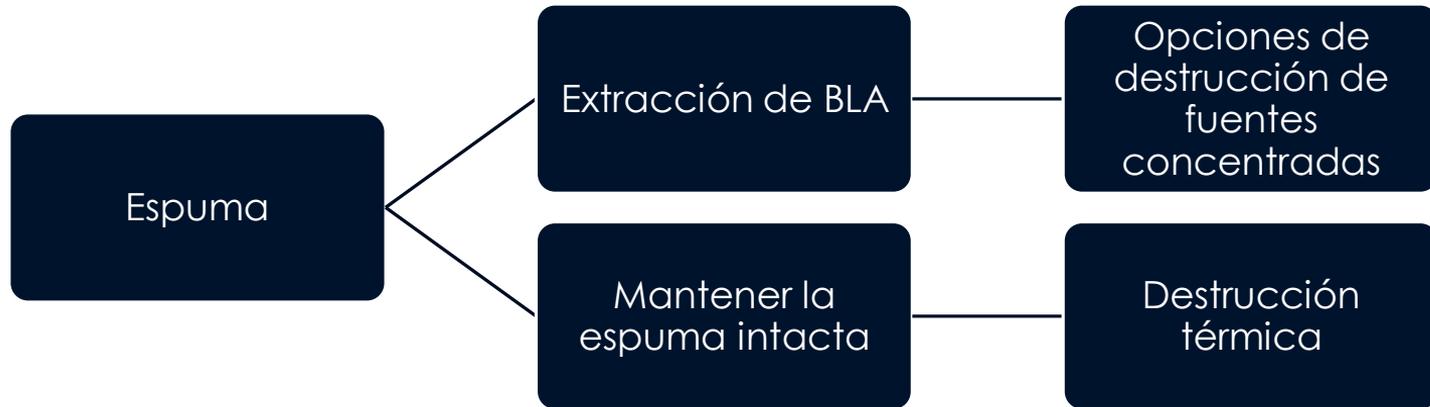


Niveles de esfuerzo: bajo, medio, alto
(GETE 2009)

Menos esfuerzo para la recuperación cuando:

- equipos que contengan cantidades mayores,
- SAO que están más concentradas geográficamente, y
- SAO no diluidas (por ejemplo, refrigerantes) en comparación con las SAO diluidas (como las espumas)

Opciones de destrucción de la espuma



Extracción del agente de soplado



- Trituración de la espuma en el sistema cerrado para liberar el agente de soplado de las células de espuma
 - Licuación de SAO/HFC mediante nitrógeno líquido
 -
 - Absorción de SAO/HFC en carbón activado
 - El carbón vegetal se puede enviar a la planta de destrucción, las SAO/HFC pueden volver a liberarse calentándolas hasta 120°C - la reutilización del carbón vegetal es más económica que la combustión con SAO/HFC

Dstrucción de piezas de espuma

- Horno de cemento
- Incineración de residuos municipales
- Horno rotatorio

- Problema: transporte de espuma (densidad muy baja, normalmente $< 20 \text{ kg/m}^3$)



Horno de cemento

- La producción de clinker requiere temperaturas de entre 1400 -1600 °C y los tiempos de permanencia alcanzan fácilmente los 10 segundos, lo que garantiza la destrucción casi total de cualquier compuesto orgánico, incluidos los SAO/HFC
- Los productos de destrucción son neutralizados por el ambiente alcalino del horno de cemento y se incorporan al clinker
- Cantidades de SAO/HFC limitadas por la norma Cl y F para el producto clinker
- El uso de combustibles alternativos es habitual



Incineración de residuos municipales

- Se requiere un sistema de control de la contaminación del aire (y una parte compleja y costosa de la planta)
- La normativa de la UE exige temperaturas de combustión superiores a 850°C
- Las pruebas han demostrado que se consiguen altas eficiencias de destrucción de la espuma
- Alto costo de inversión



Horno rotatorio

- Normalmente se utiliza para la incineración de residuos peligrosos
- Se alcanzan altas temperaturas en varios quemadores alimentados por gas natural, propano, petróleo o similares
- Alto costo de inversión



Práctica en Alemania

- La ley de economía circular* obliga a tratar las espumas que contienen SAO/HFC como residuos peligrosos, normalmente en instalaciones de incineración de residuos
- Espumas de construcción
 - El reto es la separación de la espuma al demoler el edificio
 - Si se recoge, la espuma suele tratarse en las plantas de incineración de residuos sólidos municipales
- Espumas para electrodomésticos
 - Los refrigeradores se tratan en un sistema cerrado totalmente automatizado, con condensación de SAO/HFC y posterior destrucción

*Kreislaufwirtschaftsgesetz, KrWG, 2012

Práctica en Austria

- Espumas de construcción
 - La retirada de las espumas aislantes que contienen SAO/HFC de los edificios antes de su demolición es obligatoria desde 2017*. Las espumas deben tratarse como residuos peligrosos
 - Se estima que alrededor del 50% de la espuma que se recoge se trata en las plantas de incineración de residuos municipales
 - Las estimaciones de costos son de alrededor del 1% del costo total de renovación o destrucción
- Espumas para electrodomésticos
 - Los refrigeradores se tratan en un sistema cerrado totalmente automatizado, con condensación de SAO/HFC y posterior destrucción

*Regulación del reciclaje de materiales de construcción
(Reciclaje Baustoff-Verordnung)

Opciones de destrucción de los residuos de espumas SAO/HFC

Ejemplo en Ghana

Participantes en el Proyecto



Consultores Internacionales:

Prof. Peter Quicker

Kevin Carl

Consultor Local:

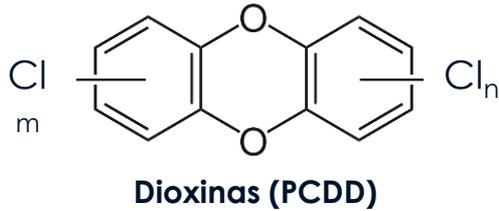
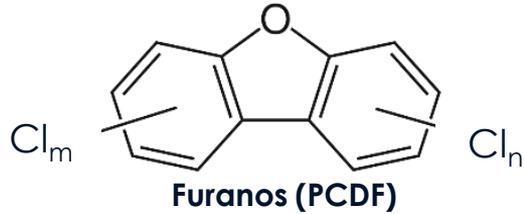
Kwaku Oduro-Appiah

Objetivo del proyecto

- Tratamiento térmico de residuos respetuoso con el medio ambiente para:
 - Espumas aislantes que contienen agentes espumantes con SAO
 - Refrigerantes que contienen SAO en forma líquida o gaseosa

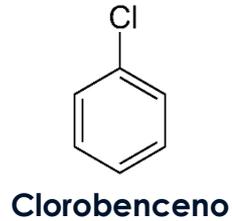
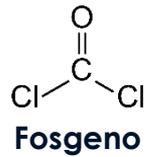


Desafíos Técnicos



HF
Ácido
Fluorhídrico

HCl
Ácido
Clorhídrico



Requisitos para el proceso de incineración

- **Temperatura y tiempo de permanencia** suficientes
- Cumplimiento de **las normas medioambientales europeas** con especial atención a las **emisiones atmosféricas**
- Funcionamiento seguro y estable, rentable

Enfoque técnico: Horno rotatorio de incineración



Especificaciones técnicas

- Entrada de combustible:
 - **1000 kg/h de** residuos sólidos, $C_{Cl} < 2 \%$, $C_S < 3 \%$ (daf)
 - **100 l/h de** residuos líquidos (inyección en la cámara de postcombustión)
- Niveles de temperatura:
 - 1000 °C en horno rotatorio
 - 1100 °C durante 2 s en la cámara de postcombustión

Sistema de limpieza de gases

- Enfriamiento de gas mediante **intercambiador de calor**
- Eliminación de los **componentes ácidos** con cal (seca) y solución de hidróxido de sodio (húmeda)
- Eliminación de **contaminantes orgánicos** con carbón activo
- Filtro de mangas para la eliminación de **polvo (cenizas volantes)**

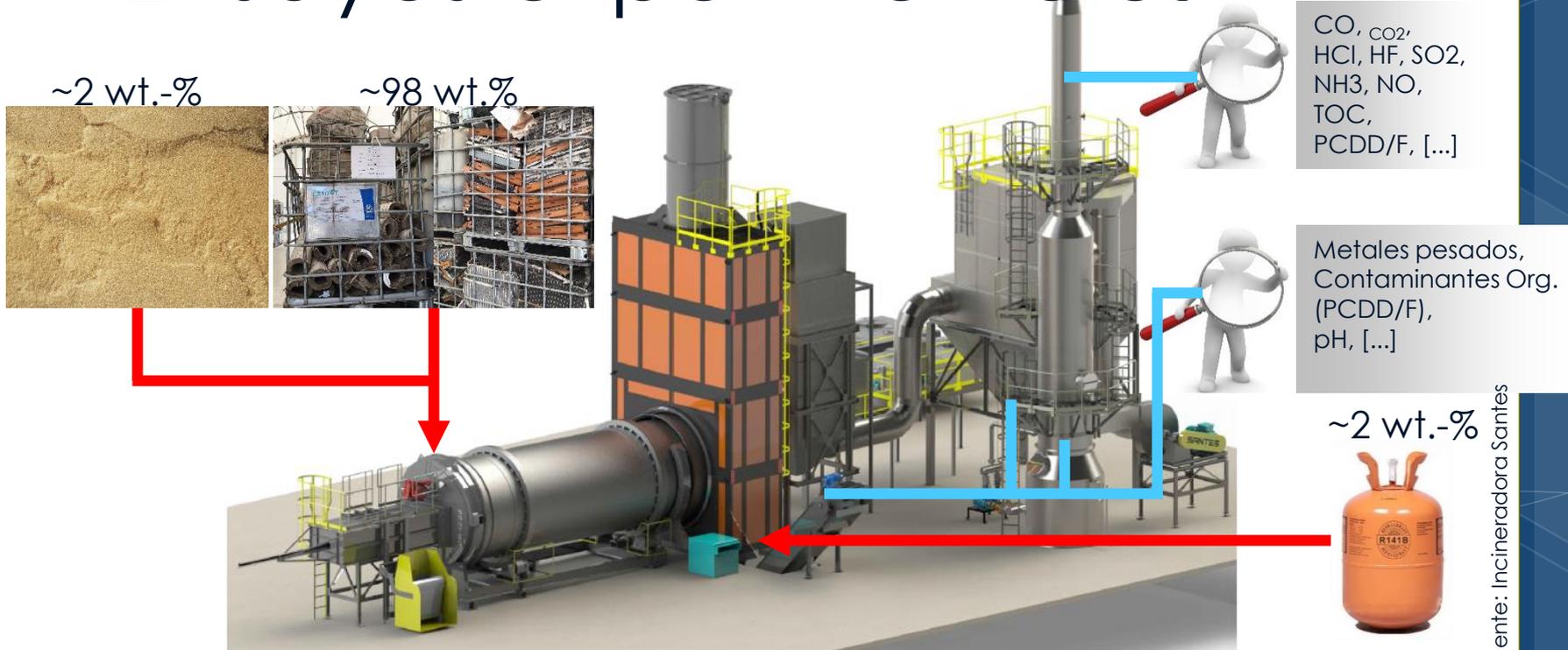
Ventajas

- Tecnología de **punta** probada para el tratamiento de residuos peligrosos
- Cantidad mínima de **preprocesamiento**
- Las espumas y los refrigerantes podrían destruirse de manera segura en la misma planta

Desafíos

- **Costos de inversión y funcionamiento** comparativamente **elevados**
- Almacenamiento/eliminación adecuados de los **residuos** sólidos y líquidos **del proceso** (cenizas de fondo/volátiles, condensado, líquido de lavado usado)
- Salud y seguridad de los trabajadores (HSE)

Ensayos experimentales





El ambiente
es de todos

Minambiente



UNIDAD TÉCNICA OROQUIE
Colombia



Este seminario virtual es organizado en el marco de un proyecto financiado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (US EPA)



Gracias por su atención

Irene Papst, M.Sc. - HEAT GmbH
Irene.Papst@heat-international.de

Kevin Carl, M.Sc. - Qonversion
kevin.carl@rwth-aachen.de

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

On behalf of:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

of the Federal Republic of Germany