



INCINERADORAS

Incineración de residuos especiales
Incineración de aguas residuales
Incineración de lodos de depuradora

INTRODUCCIÓN

Con el tratamiento térmico de residuos especiales se destruyen sustancias nocivas y se utiliza la energía de los residuos para los procesos de producción del CHEMPARK.



El tratamiento térmico de residuos, lodos de depuradora, aguas residuales y aguas residuales concentradas es un método acreditado que resulta especialmente adecuado para la eliminación segura y ecológica de residuos especiales de tipo químico. La incineración supone la oxidación de los componentes orgánicos de los residuos para dar lugar a dióxido de carbono, agua y sustancias residuales que pueden eliminarse de forma segura y, en algunos casos, aprovecharse. En el año 2007, más de 300 empresas de toda Europa y, en algunos casos, de otros continentes recurrieron al área de Medio Ambiente de CURRENTA para eliminar sus residuos especiales. Entre ellas los subgrupos de Bayer y las empresas asentadas en el CHEMPARK.

Eliminación de residuos

El área de Medio Ambiente de CURRENTA se guía por el principio de eliminar los residuos especiales de forma segura y respetuosa con el medio ambiente. La energía liberada al hacerlo se introduce en forma de vapor en la red de la fábrica. Para las escorias y cenizas se buscan posibilidades de aprovechamiento. Las sales inorgánicas y las sustancias residuales que no pueden aprovecharse tras el proceso de incineración se depositan de forma controlada en el vertedero de residuos especiales. La incineración de los residuos especiales garantiza lo siguiente:

- la destrucción completa y definitiva de las sustancias orgánicas tóxicas,
- la evitación de peligros de contaminación futura por residuos especiales no eliminados adecuadamente,
- una reducción significativa del volumen de residuos.

Con el tratamiento térmico de las sustancias orgánicas tóxicas en las incineradoras de residuos especiales se asegura tanto la destrucción de estas sustancias como el aprovechamiento eficaz de la energía contenida en los residuos especiales. Las incineradoras de residuos especiales del área de Medio Ambiente de CURRENTA transforman la energía en vapor, que se introduce en la red de la fábrica.

Las posibilidades de aceptación de residuos especiales procedentes de la industria químico-farmacéutica y del procesado químico son muy numerosas. Además de silos para residuos sólidos y brazos de carga para materiales líquidos y gaseosos, también existen sistemas de recepción de lodos de diferente consistencia y composición. Esto permite procesar residuos especiales muy diversos, como por ejemplo

- residuos de producción sólidos, pastosos y líquidos,
- productos químicos de laboratorio,
- envases con restos de productos químicos,
- líquidos reactivos no miscibles,
- líquidos altamente halogenados y calientes,
- insecticidas, plaguicidas,

- circuitos impresos,
- concentrados.

En 2007, clientes de toda Europa y de otros continentes eliminaron sus residuos en las incineradoras de residuos especiales del área de Medio Ambiente de CURRENTA de forma segura y ecológica, utilizando más del 25 % de la capacidad de incineración que existe actualmente.

Evolución de las incineradoras de residuos especiales

En 1957 se puso en marcha una primera incineradora en la zona de Flittard del actual CHEMPARK. Las experiencias obtenidas se utilizaron en la construcción de las plantas 1 (1967) y 2 (1976) en el centro de eliminación de residuos creado posteriormente en Leverkusen-Bürrig.

Estas incineradoras con horno de tambor están especialmente adaptadas a residuos de difícil eliminación. Las dificultades asociadas a los procesos y los materiales exigieron un trabajo de desarrollo prolongado, destinado fundamentalmente a optimizar la calidad de la combustión y la depuración de los gases de humo.

La incineradora n.º 1 fue revisada a fondo en 1989 y equipada con la mejor tecnología de depuración de gases disponible; lo propio sucedió en 1991/92 con la incineradora n.º 2. En 1995 se modernizó de nuevo el sistema de depuración de gases de humo para garantizar el cumplimiento de la normativa aplicable.

Las incineradoras de residuos especiales deben ser capaces de convertir de forma fiable residuos de diferente composición y consistencia en sustancias inocuas para el medio ambiente. Esto exige una elevada eficiencia de los procesos de combustión, una gran eficacia de las posteriores etapas de depuración de gases de humo y una eliminación medioambientalmente adecuada de las escorias, polvos, sales y aguas residuales que se generan. Además, para que el funcionamiento sea económico, se requiere una elevada disponibilidad con pocas averías.

La planta con horno de tambor ha demostrado ser especialmente adecuada para eliminar un amplio abanico de residuos líquidos, pastosos y sólidos. El horno de tambor puede recibir y quemar residuos especiales en cualquier estado de agregación. Tras el horno de tambor existe una cámara de postcombustión que, alimentada por residuos líquidos, logra un mezclado intenso y una combustión completa de los gases de humo.

Las condiciones definidas de temperatura y tiempo de permanencia, el exceso de oxígeno y la elevada turbulencia garantizan la mineralización completa de los residuos especiales orgánicos. ✨

INCINERADORAS DE RESIDUOS ESPECIALES (VA1 Y VA2)

Paso a paso: Vista general de los componentes de la instalación y procesos de la incineración de residuos especiales

El área de Medio Ambiente de CURRENTA explota dos incineradoras de residuos especiales en la sede de Leverkusen. Estas plantas están integradas en el sistema combinado de eliminación de residuos del centro de eliminación de residuos de Leverkusen-Bürrig, junto con un vertedero, una depuradora y otras incineradoras.

Desde el punto de vista de la técnica de procesos, la incineradora de residuos especiales consta de tres zonas:

- Horno de tambor con cámara de postcombustión
- Caldera recuperadora para generación de vapor
- Sistema de varias etapas para la depuración de los gases de humo

A ello se añade la infraestructura para el almacenamiento y distribución de los residuos entre las incineradoras y la eliminación de los restos y aguas residuales generados por la incineración.

Introducción de los residuos especiales en las cámaras de combustión

Los residuos sólidos combustibles se separan al máximo en el silo y se acumulan en zonas distintas. Una cuchara de mordazas múltiples carga el horno de tambor de la incineradora n.º 1 a través de la correspondiente entrada.

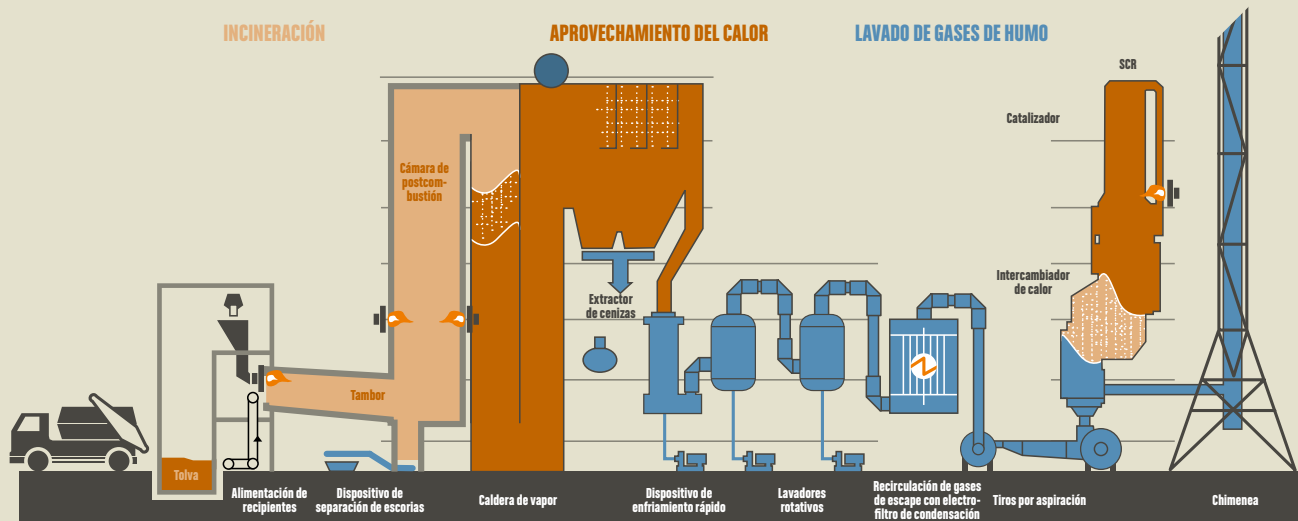
En la incineradora n.º 2 pueden introducirse residuos sólidos triturados de forma casi continua a través de un dispositivo de alimentación. La entrada del horno y el dispositivo

de alimentación aíslan el silo con respecto al horno de tambor mediante un sistema de esclusas.

Los residuos sólidos y no bombeables se introducen en las incineradoras en envases cerrados. Los residuos líquidos bombeables se transportan a los quemadores a través de conducciones independientes desde contenedores cisterna o directamente desde el depósito de almacenamiento. La eliminación de los residuos a través de conducciones independientes o del depósito de almacenamiento depende de las características físico-químicas de los mismos.

Horno de tambor

El horno de tambor es un cilindro de unos 12 metros de longitud, ligeramente inclinado, con un diámetro de unos 3,5 metros y revestido en el interior con mampostería refractaria. La inclinación y el giro en torno al eje longitudinal hace que los residuos sólidos, pastosos o licuados por la temperatura avancen por el tambor giratorio. La temperatura al final del tambor giratorio está en torno a los 1.000 °C. Durante su recorrido por el tambor giratorio, los componentes orgánicos de los residuos se oxidan totalmente. A partir de los componentes inorgánicos y los materiales metálicos de los barriles se forma una masa fundida que cae por el extremo inferior del tambor a un dispositivo de separación de escorias lleno de agua donde se solidifica y se retira de forma continua. Esta escoria vítrea no es lixiviable y puede depositarse en vertederos.



El proceso de la incineración de residuos especiales

Como el tambor está sometido a un intenso esfuerzo térmico, mecánico y químico, el revestimiento de mampostería debe renovarse periódicamente.

Cámara de postcombustión

La cámara de postcombustión es un cilindro vertical también revestido con mampostería refractaria. Unos quemadores alimentados con líquidos residuales generan la temperatura de combustión exigida por la normativa oficial. Por encima del nivel de los quemadores, y hasta el techo de la cámara de postcombustión, se extiende la zona de postcombustión, cuyo tamaño es suficiente para que se respete o incluso se supere el tiempo mínimo de permanencia de los gases de humo exigido por la ley (2 segundos).

La escoria que se desprende de las paredes de la cámara de postcombustión se recoge en el suelo de dicha cámara y se retira periódicamente con la instalación parada.

Aprovechamiento del calor

Desde la cámara de postcombustión, los gases de humo caliente pasan a la caldera de vapor, donde se utiliza su energía calorífica para generar vapor con unos 41 bar de sobrepresión a unos 350–380 °C. Este vapor se introduce como vapor de proceso en la red del CHEMPARK.

Depuración de humos

En la posterior depuración de humos de varias etapas, los gases de humo se depuran de forma que se cumplan de forma segura los valores límite establecidos en la legislación alemana. Esto significa que normalmente se está muy lejos de dichos valores, a fin de disponer de un margen suficiente. A continuación se describen los diferentes dispositivos del sistema de depuración de humos:

Enfriamiento rápido. La primera etapa de la depuración de humos es un lavador de flujo paralelo en el que los gases de humo y el líquido de lavado circulan en el mismo sentido. En el dispositivo de enfriamiento rápido, los gases de humo se enfrían hasta su temperatura de saturación (70–80 °C aprox.). Además, se lavan los ácidos y el polvo más grueso.

Lavadores rotativos ácidos. En los lavadores rotativos ácidos situados a continuación del dispositivo de enfriamiento rápido, el líquido de lavado se aplica sobre rodetes proyectores que generan una fina película de líquido transversal al eje del aparato y, por lo tanto, al flujo de gases de humo.

Al atravesar esta película, los gases de humo entran en estrecho contacto con el líquido de lavado. Aquí se lavan componentes ácidos adicionales de los gases de humo y polvo fino.

Lavador rotativo alcalino. En esta etapa de la depuración de gases de humo se añade sosa cáustica al agua de

lavado para ajustar su pH a un valor neutro o ligeramente alcalino. Aquí se lavan óxidos de azufre y más polvo fino de los gases de humo.

Depuración electrostática de humos. A continuación se encuentra el electrofiltro de condensación. Su estructura es similar a la de un intercambiador de calor vertical de haces de tubos. Los gases de humo pasan a través de los tubos, en cuyo centro se ubican electrodos de emisión que, alimentados por alta tensión, generan un campo eléctrico perpendicular al eje del tubo.

Este campo transporta las partículas cargadas del humo –fundamentalmente polvos finos y aerosoles– a las paredes de los tubos. Como los tubos se han enfriado desde el exterior y los gases de humo están saturados de vapor, el agua se condensa en las paredes. Al hacerlo arrastra los polvos y sales depositados.

Tiro por aspiración

Tras el electrofiltro de condensación está montado el tiro por aspiración, que extrae los gases de humo de las cámaras de combustión.

Depuración final

Las exigencias de la nueva legislación alemana de mediados de la década de 1990 hicieron necesario complementar la depuración de los gases de humo. En esta etapa final, con ayuda de un catalizador se reducen los óxidos de nitrógeno de los gases de humo y se destruyen las dioxinas y furanos. Este paso se conoce como reducción catalítica selectiva (RCS).

Los gases de humo se calientan mediante un intercambiador de calor y un quemador de gas adicional hasta la temperatura de reacción, unos 300 °C. Al mismo tiempo se pulveriza una solución acuosa de amoníaco en los gases de humo. Tras su paso por el catalizador, los gases de humo calientes se utilizan en el lado opuesto del intercambiador de calor para calentar los gases de humo entrantes. Ambas incineradoras de horno de tambor de LEV-Bürrig utilizan el mismo catalizador. Tras la etapa de depuración final, los gases de humo se emiten a la atmósfera a través de una chimenea de unos 99 m de altura.

Eliminación de los residuos remanentes

Las escorias procedentes del horno de tambor y otros residuos generados se depositan en el vertedero de residuos especiales propio. Las aguas de lavado ácidas y alcalinas se tratan en la depuradora propia con posterioridad. ✨





A4
AX1
AB20

INCINERADORA DE AGUAS RESIDUALES

Paso a paso: Vista general de los componentes de la instalación y procesos de la incineración de aguas residuales

Algunos flujos de aguas residuales no pueden depurarse biológicamente, al contener componentes de biodegradabilidad lenta o nula, o tóxicos para las bacterias.

Para poder eliminar este tipo de residuos, en 1998 se puso en marcha la planta de incineración de aguas residuales.

La incineradora de aguas residuales consta esencialmente de las siguientes partes:

- Depósito provisional para las aguas residuales
- Cámara de combustión
- Caldera de vapor para el aprovechamiento del calor
- Depuración de humos.



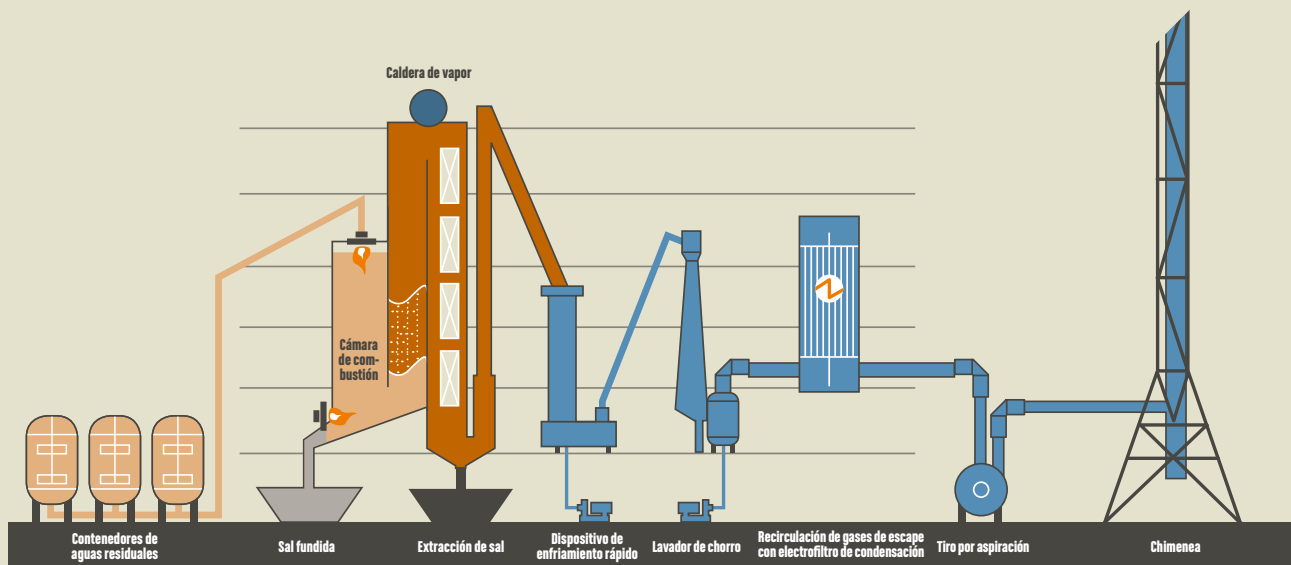
Instalaciones de incineración de residuos sólidos, líquidos y acuosos en Leverkusen-Bürriq.

Depósito provisional para las aguas residuales

Las aguas residuales se suministran en camiones cisterna, contenedores ISO o contenedores cisterna, y pasan al depósito provisional, que consta de dos tanques de 60 metros cúbicos y uno de 50 metros cúbicos. Los tanques de mayor capacidad cuentan con un revestimiento anti-corrosión para poder acoger aguas residuales de todo tipo. También es posible aceptar aguas residuales evaporadas externamente (concentrados de aguas residuales).

Cámara de combustión

La cámara de combustión rectangular o cúbica está fabricada con paredes de tubo-nervio-tubo, que actúan como evaporador de la caldera de vapor de la planta. En la parte superior de dicha cámara de combustión hay un quemador de techo que funciona con gas natural o líquidos residuales. Las aguas residuales se inyectan en dicho quemador y se evaporan. Los componentes orgánicos se queman, y las sales se evaporan. Esto sucede a temperaturas de más de 1.000 °C. Las sales vaporizadas se condensan en las paredes «frías» de la cámara de combustión, cuya temperatura es de unos 250 °C. La capa de sal sobre las paredes de la cámara de combustión actúa como aislante. A medida que aumenta el grosor de la capa de sales, la temperatura superficial aumenta hasta alcanzar la temperatura de fusión de la sal. En ese punto, la sal sale en forma líquida, se acumula en el suelo de la cámara de combustión y se evacua.



La trayectoria de las aguas residuales

Aprovechamiento del calor

Desde la cámara de combustión, los gases de humo caliente pasan a la caldera de vapor, donde se utiliza su energía calorífica para generar vapor con unos 41 bar de sobrepresión a unos 350–380 °C. Este vapor se introduce como vapor de proceso en la red del CHEMPARK.

Depuración de humos

En la posterior depuración de humos de varias etapas, los gases de humo se depuran de forma que se cumplan de forma segura los valores límite establecidos en la legislación alemana. Esto significa que normalmente se está muy lejos de dichos valores, a fin de disponer de un margen suficiente.

A continuación se describen los diferentes dispositivos del sistema de depuración de humos.

Enfriamiento rápido. La primera etapa de la depuración de humos es el dispositivo de enfriamiento rápido, un lavador de flujo paralelo en el que los gases de humo y el líquido de lavado circulan en el mismo sentido.

En el dispositivo de enfriamiento rápido, los gases de humo se enfrían hasta su temperatura de saturación (70–80 °C aprox.) y se lavan los ácidos y el polvo salino más grueso.

Lavador de chorro de funcionamiento alcalino. Tras el dispositivo de enfriamiento rápido se encuentra un lavador de chorro, cuya agua de lavado se ajusta mediante la adición de sosa cáustica para que sea neutra o ligeramente alcalina. Aquí se lavan fundamentalmente óxidos de azufre y polvo.

Depuración electrostática de humos. Tras el lavador rotativo alcalino está situado el electrofiltro de condensación. Su estructura es similar a la de un intercambiador de calor vertical de haces de tubos. Los gases de humo pasan a través de los tubos, en cuyo centro se ubican electrodos de emisión que, alimentados por alta tensión, generan un campo eléctrico perpendicular al eje del tubo. Este campo transporta las partículas cargadas del humo –fundamentalmente polvos finos y aerosoles– a las paredes de los tubos. Como los tubos se han enfriado desde el exterior y los gases de humo están saturados de vapor, el agua se condensa en las paredes. Al hacerlo arrastra los polvos y sales depositados.

El electrofiltro de condensación de la incineradora de aguas residuales cuenta con dos campos de separación.

Tiro por aspiración

Tras el electrofiltro de condensación está montado el tiro por aspiración, que extrae los gases de humo de la cámara de aspiración. Los gases de humo se emiten a la atmósfera a través de la chimenea de la incineradora. ✨

INCINERACIÓN DE LODOS DE DEPURADORA

Paso a paso: Vista general de los componentes de la instalación y procesos de la incineración de lodos de depuradora

La incineradora de lodos de depuradora se puso en marcha en 1988 para incinerar las aprox. 60.000 toneladas de lodos generadas anualmente por la depuradora común del centro de eliminación de residuos de Bürriq. Los procesos mejorados en las instalaciones de producción reducen las impurezas de las aguas residuales y, junto con la optimización de los procesos de depuración, contribuyen a reducir sustancialmente el volumen de lodos generado anualmente.

La capacidad liberada de esta manera en la incineradora de lodos de depuradora se puede utilizar para el tratamiento térmico de otros lodos. Un sistema de recepción se encarga de recibir e incinerar lodos de depuradora e industriales externos de diferente consistencia o residuos similares al lodo con una energía calorífica de hasta $20 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$.

La incineradora de lodos de depuradora consta de los siguientes componentes principales:

- Horno de varias plantas
- Cámara de postcombustión
- Caldera de vapor para el aprovechamiento del calor
- Depuración de humos.

Horno de varias plantas

El horno es un elemento cilíndrico de ocho metros de diámetro y doce de altura, revestido por dentro con mampostería y cuyo interior está dividido en ocho secciones

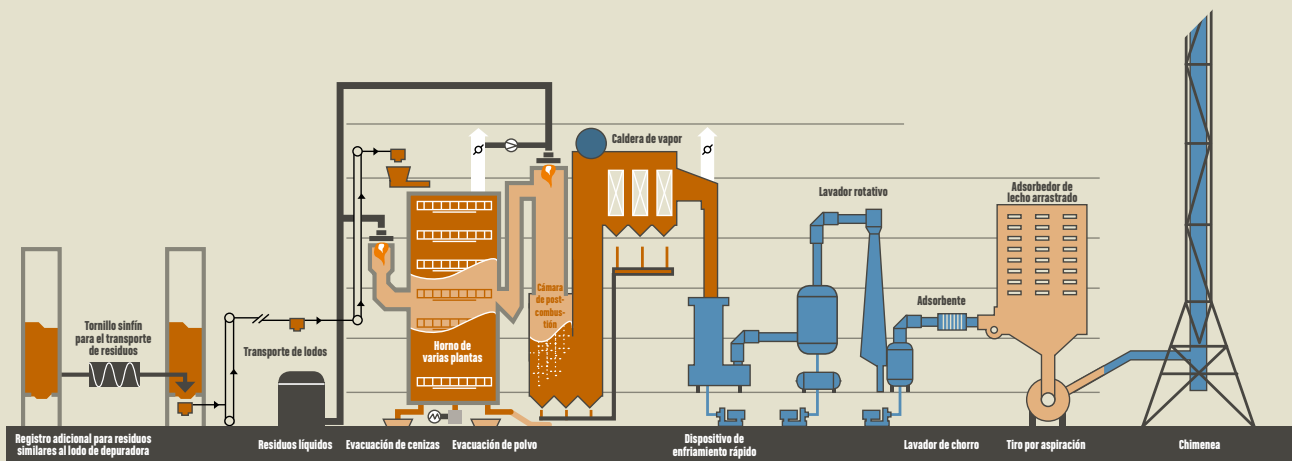
mediante pisos de mampostería. En el eje del recipiente gira un árbol hueco al que van fijados brazos de agitación en cada piso. El lodo se introduce por arriba en el horno de pisos y cae en el piso superior. Los brazos de agitación de ese piso transportan el lodo hacia fuera, desde donde cae al piso siguiente a través de una serie de aberturas. De este modo, los lodos de depuradora son transportados de forma serpenteante por todos los pisos.

Los tres pisos superiores constituyen la zona de secado, donde se evapora el agua presente en el lodo. En los siguientes dos pisos tiene lugar la combustión de los componentes orgánicos del lodo. En los tres pisos inferiores, las cenizas son enfriadas por el aire de combustión que circula en sentido inverso, tras lo cual son extraídas. Las temperaturas en la zona de combustión llegan a alcanzar los 1.000 °C.

En el sexto piso hay una cámara de combustión de arranque montada lateralmente que se hace funcionar si los lodos no arden espontáneamente.

Cámara de postcombustión

Los gases de humo procedentes del horno, así como los vahos (es decir, el agua evaporada de la zona de secado), se terminan de quemar en la cámara de postcombustión con adición de residuos líquidos.



El proceso de la incineración de lodos de depuradora

Aprovechamiento del calor

Desde la cámara de postcombustión, los gases de humo caliente pasan a la caldera de vapor, donde se utiliza su energía calorífica para generar vapor con unos 41 bar de sobrepresión a unos 350–380 °C. Este vapor se introduce como vapor de proceso en la red del CHEMPARK.

Depuración de gases

Enfriamiento rápido. La primera etapa de la depuración de humos es el dispositivo de enfriamiento rápido, un lavador de flujo paralelo en el que los gases de humo y el líquido de lavado circulan en el mismo sentido.

En el dispositivo de enfriamiento rápido, los gases de humo se enfrían hasta su temperatura de saturación (70–80 °C aprox.) y se lavan los ácidos, los metales pesados y el polvo más grueso.

Lavadores rotativos ácidos de pulverización. El resto de ácidos, metales pesados y polvo se lava en lavadores rotativos ácidos de pulverización altamente efectivos.

Lavador de chorro de funcionamiento alcalino. Tras el lavador rotativo se encuentra un lavador de chorro, cuya agua de lavado se ajusta mediante la adición de sosa cáustica para que sea neutra o ligeramente alcalina. Aquí se lavan fundamentalmente óxidos de azufre.

Reactor de lecho arrastrado. Después del lavador de chorro, los gases de humo vuelven a calentarse hasta unos 160° C. A continuación se introduce en el flujo de gases de humo un adsorbente sólido, al que se fijan por adsorción los componentes residuales de los gases de humo, p.ej. metales pesados (Hg). El adsorbente se deposita posteriormente en un filtro de tejido.

Reducción de óxidos de nitrógeno. Para la reducción del contenido de óxidos de nitrógeno en los gases de humo se emplea una reacción selectiva no catalítica (SNCR). Por debajo de la cámara de postcombustión se inyecta aprox. a 1.030° C (postcombustión) una solución acuosa amoniacal en los gases de humo. En este intervalo de temperaturas, el amoniaco reduce los óxidos de nitrógeno.

Tiro por aspiración

Tras el filtro de tejido está montado el tiro por aspiración, que extrae los gases de humo del horno de pisos. Los gases de humo se emiten a la atmósfera a través de la chimenea de la incineradora. ☀

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y ASESORAMIENTO

El área de Medio Ambiente de CURRENTA dispone de amplios conocimientos para garantizar una eliminación de residuos sostenible.



Documentación y logística de residuos

La clasificación previa y la logística forman parte integrante de la eliminación de residuos. Junto con el cliente se determina el tratamiento fisicoquímico previo más adecuado y se decide si, por ejemplo, resulta más adecuada la incineración o el depósito en vertedero. La decisión se basa en los datos sobre

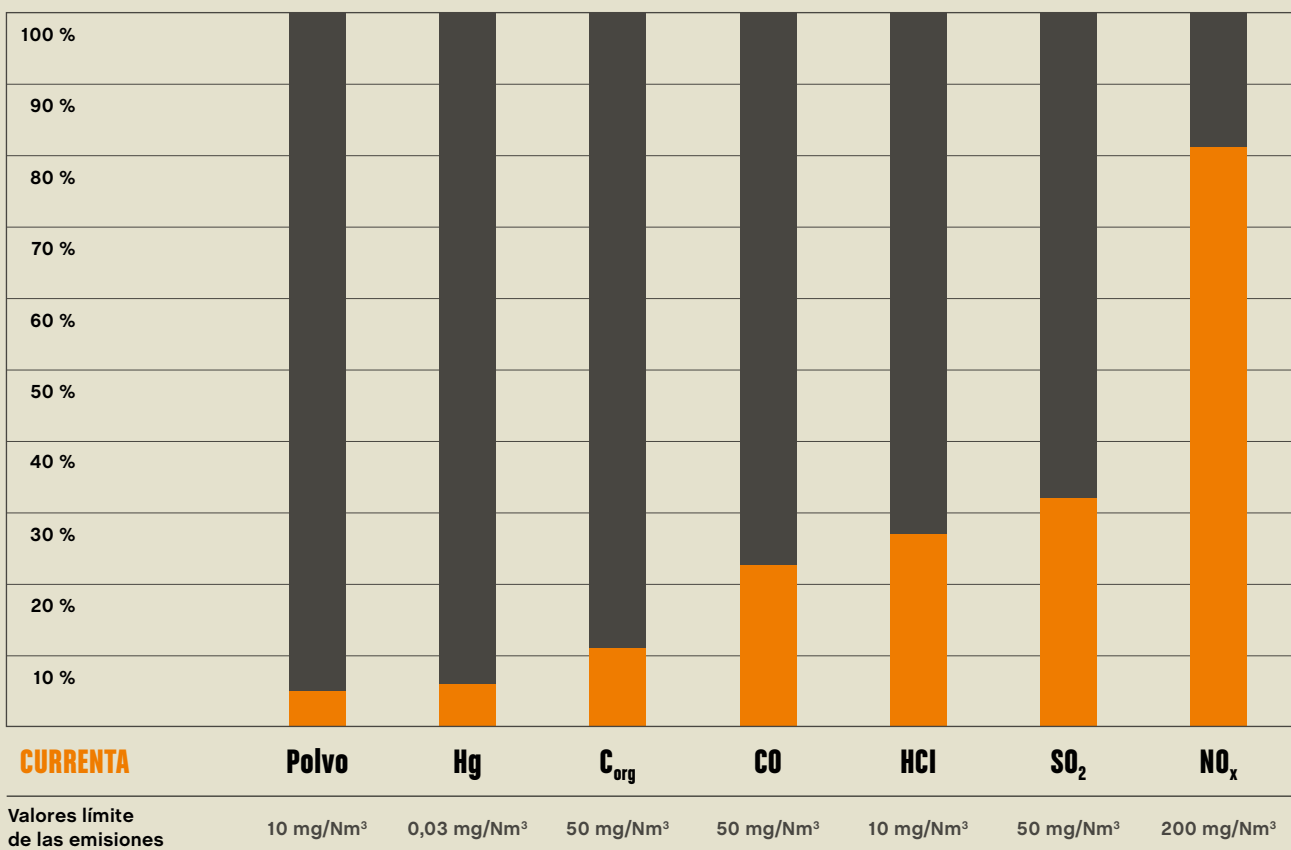
- el volumen y la frecuencia de entrega
- la forma de entrega
- las medidas de seguridad laboral necesarias para la manipulación
- las características químicas y físicas
- la temperatura de autoignición, el punto de inflamación, el valor calorífico, la reactividad y los componentes críticos.

Con esa información, el área de Medio Ambiente de CURRENTA prepara todos los documentos relevantes y consigue las autorizaciones necesarias.

El aseguramiento de la calidad de la eliminación de residuos se realiza mediante análisis, evaluación de los documentos de acompañamiento y uso de un sistema de gestión de calidad interno que abarca todos los procesos importantes.

Valores anuales de las emisiones

Las cuatro incineradoras del centro de eliminación de residuos de Bürrig emiten sus gases de humo a la atmósfera a través de una chimenea. El diagrama adjunto muestra los valores medios de las emisiones en % comparándolos con los valores límite de la normativa alemana. 🌟



Valores medios de las emisiones, en porcentaje, comparándolos con los valores límite de la normativa alemana.

