

PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGETICA DE RESIDUOS DEL PRINCIPADO DE MÓNACO

EN EL CORAZÓN DEL BARRIO DE MÓNACO DE FONTVIEILLE, LA SOCIÉTÉ MONÉGASQUE D'ASSAINISSEMENT (SMA) OPERA UNA PLANTA DE INCINERACIÓN CON CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DE 80.000 TONELADAS DE RESIDUOS ANUALES CON RECUPERACIÓN DE ENERGÍA. INICIALMENTE, LA PLANTA FUE CONSTRUIDA CON UN HORNO DE TRES REJILLAS IDÉNTICAS, PERO LA PLANTA SÓLO TRATA UN MÁXIMO DE UNAS 50.000 T DE RESIDUOS AL AÑO PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE CO₂, CON EL OBJETIVO DE CUMPLIR CON EL PROTOCOLO DE KYOTO. ESTO SE LOGRA MEDIANTE EL USO DE DOS DE LAS TRES PARRILLAS DE FORMA CONTINUA Y MANTENIENDO LA TERCERA EN STANDBY Y LISTA PARA ENTRAR EN OPERACIÓN CUANDO UNA DE LAS OTRAS DOS SE DESCONECTAN ANUALMENTE PARA LABORES DE MANTENIMIENTO.

Planta de incineración/ Instalación de recuperación de energía

La historia de la incineración de residuos en el Principado se remonta a 1898, cuando fue construida la primera planta de incineración en Fontvieille. Esta instalación tenía un proceso de tratamiento por lotes y estuvo operando con éxito hasta que fue sustituido en 1938 con una nueva incineradora ubicada en el mismo sitio. Esta nueva incineradora, también del tipo de proceso por lotes, se inauguró en 1938 y se mantuvo en operación satisfactoriamente en el Principado hasta que fue cerrada en 1980.

En 1980 se construyó en el mismo lugar la tercera planta incineradora de residuos para el Principado. La planta ocupa una superficie de 1.500 m², lo cual justifica su diseño orientado verticalmente. La planta opera de forma continua para incinerar residuos municipales, comerciales e industriales las 24 horas los siete días a la semana, los 365 días del año. Es muy eficiente, reduciendo los residuos a un 90% de su volumen y un 75% de su peso. Cuando se construyó la planta se diseñó con resistencia a terremotos, y la chimenea de la instalación ha sido incorporada en el edificio, por lo que no es visible para el ojo humano, reduciendo así el impacto visual de la instalación. Esto era importante ya que se encuentra en el corazón de Fontvieille y cerca del puerto.

El penacho blanco de vapor de agua que se genera tradicionalmente por la incineración / energía de las plantas de residuos en toda Europa, se calienta y por tanto queda eliminado totalmente. La planta de incineración de residuos se actualizó en 1994 para cumplir con la Directiva de la CE sobre la contaminación atmosférica. La actualización incorpora un sistema de lavado húmedo para tratar las emisiones producidas por el proceso de incineración anterior a la descarga por la chimenea. En 2006, el proceso de incineración fue actualizado de nuevo, incorporando el uso de la tecnología de Reducción Catalítica Selectiva (SCR) de CNIM Lab, para reducir aún más las emisiones.

La planta de incineración trata alrededor de 50.000 toneladas al año de residuos municipales, comerciales e industriales y produce energía que se recupera, o se utiliza bien como electricidad, como calor o como frío para uso en sistemas de aire acondicionado. La electricidad proporciona energía a la planta de incineración de modo que es autosuficiente, mientras que el sobrante es exportado a la Société Monegasque de l'Electricité et du Gaz, la compañía de electricidad local del Principado. La electricidad restante abastece las necesidades anuales de alumbrado público para todo el Principado.

El vapor producido por el proceso de incineración se suministra a una planta cercana de producción de calor y

THE WASTE TO ENERGY PLANT OF THE PRINCIPALITY OF MONACO

IN THE HEART OF THE FONTVIEILLE DISTRICT, THE SMA OPERATES AN INCINERATION PLANT WITH THE CAPABILITY OF PROCESSING 80,000 TONNES OF WASTE PER ANNUM WITH ENERGY RECOVERY. INITIALLY, THE PLANT WAS BUILT WITH THREE IDENTICAL FURNACE GRATES BUT THE PLANT ONLY TREATS A MAXIMUM OF AROUND 50,000 TONNES OF WASTE PER ANNUM TO REDUCE CARBON DIOXIDE (CO₂) EMISSIONS THUS COMPLYING WITH THE KYOTO PROTOCOL. THIS IS ACHIEVED BY USING TWO OF THE THREE FURNACE GRATES CONTINUOUSLY AND HAVING THE THIRD AS A STANDBY FURNACE GRATE FOR WHEN ONE OF THE OTHER TWO ARE SHUT FOR ANNUAL MAINTENANCE.

Incineration plant / energy recovery facility

The history of waste incineration in the Principality stems back to 1898 when the first incineration plant was constructed at Fontvieille. This facility had a batch treatment process and was successfully operated until it was replaced in 1938 with a new incinerator on the same site. This new incinerator, also of batch process type opened in 1938 and was successfully operated in the Principality until it closed in 1980.

In 1980, the third waste incineration plant for the Principality was constructed on the same location at Fontvieille. The plant occupies an area of 1500 m² which justifies its vertically orientated design. The plant is in continuous operation, incinerating municipal, commercial and industrial wastes 24 hours, seven days a week, 365 days a year. It is very efficient, reducing the waste by 90% of its volume and 75% by weight. When the plant was constructed, it was made earthquake resistant and the chimney of the facility has been incorporated into the building so it is invisible to the human eye. This was important since it is located in the heart of the Fontvieille district and close to the harbour. The white water vapour plume, traditionally produced by incineration / energy from waste plants across Europe, is heated so it is totally eliminated. The waste incineration plant was upgraded in 1994 to comply with the EC Directive on Air Pollution. The upgrade incorporated a wet scrubbing system to treat the emissions produced by the incineration process prior to discharge from the chimney. In 2006, the incineration process was upgraded again, incorporating the use of the CNIM Lab Selective Catalytic Reduction (SCR) technology to further reduce emissions.

The incineration plant treats around 50,000 tonnes per annum of municipal, commercial and industrial wastes and produces energy





de agua refrigerada, donde el calor se recupera en forma de fluidos calientes y fríos. El agua caliente y fría se distribuyen a través de dos redes, una para suministrar agua caliente a 95°C y otra para el agua fría a 5 ° C, para su uso en el aire acondicionado de las oficinas del sector público o instalaciones públicas de Fontvieille.

A la llegada a la planta de incineración, los residuos entrantes se pesan en una báscula de treinta toneladas de 8 metros de longitud. Los vehículos se pesan tanto al entrar como al salir de la planta. Así se obtiene el peso bruto del vehículo cuando entra cargado y su peso de tara en vacío al salir de las instalaciones. La planta de incineración dispone de todos los desechos producidos por el Principado, así como de los municipios vecinos como Communauté d'Agglomération de la Riviera Française (CARF), que incluye las ciudades de Beausoleil, Roquebrune Cap Martin y La Turbie. Aproximadamente el 70% de los residuos que entran en la planta de incineración son residuos municipales, mientras que el 23% son residuos de envases, residuos industriales no peligrosos, así como residuos de parques y espacios abiertos. La instalación también recibe los lodos de depuración de la planta de tratamiento de aguas residuales de Mónaco.

Una vez que los vehículos de recogida de residuos han sido pesados, entran en el edificio insonorizado, que elimina el ruido de las operaciones en el interior de la planta para el área circundante. Los vehículos descargan sus cargas simultáneamente en un búnker de almacenamiento de residuos de 1200 m³ con una capacidad de almacenamiento de residuos de entre dos y cuatro días. Los residuos del sistema de recogida neumática de residuos se transporta a la planta de incineración y se descarga directamente en el búnker de almacenamiento de residuos. Se ha instalado una trituradora en el la zona de descarga para triturar los residuos verdes y voluminosos entrantes a un tamaño adecuado para ser incinerados. Una vez triturado, éstos se descargan en el búnker de almacenamiento de residuos. La zona de descarga está bajo una presión negativa para eliminar los malos olores producidos por los residuos frescos, así como por los residuos almacenados en el búnker de almacenamiento de residuos. Los residuos se mezclan mediante dos grúas puente equipadas con pulpos. Los residuos mezclados se colocan en las dos tolvas de alimentación del horno. Los lodos de la depuradora que llegan a la planta son bombeados directamente a la parilla del horno utilizando un IC 850 que se destruye a 850°C.

Los residuos pasan a través de las tolvas de alimentación del horno por gravedad y son empujados por un pistón hidráulico desde las mesas de alimentación del horno hacia el sistema Mitsubishi-Martin Stoker WtE, uno de dos flujos de horno idénticos que tienen una inclinación de 27° dando un rendimiento de 4,5 toneladas de

which is recovered, utilised either as electricity, heat, or cooled for use in air conditioning systems. The electricity provides power to the incineration plant so that it is self-sufficient while the remainder is exported to the Societe Monegasque de l Electricite et du Gaz, the local electricity company for the Principality. The remaining electricity supplies the annual public lighting requirements for the whole Principality.

Steam produced by the incineration process is supplied to a neighbouring heat production and chilled water plant, where the heat is recovered in the form of hot and chilled fluids. The hot and chilled water are distributed through two networks, one to supply hot water at 95°C and the other to supply cold water at 50°C for use in air conditioning for public sector offices and public facilities in Fontvieille.

On arrival at the incineration plant, the incoming waste is weighed on a thirty tonne weighbridge of 8 metres in length. The vehicles are weighed both on entering and leaving the plant. This obtains the vehicle's gross vehicle weight when incoming loaded and its tare weight when empty and leaving the facility. The incineration plant disposes of all wastes produced by the Principality as well as from neighbouring communes such as Communauté d' Agglomération de la Riviera Française (CARF) which includes the cities of Beausoleil, Roquebrune Cap Martin and La Turbie. Approximately 70% of the waste entering the incineration plant is municipal waste while 23% is assorted waste from packaging, non – hazardous industrial wastes as well as wastes from parks and open spaces. The facility also receives sewage sludge from the Monaco sewage treatment plant.

Once the collection vehicles have been weighed, they enter the enclosed soundproofed building which eliminates internal operational noise from the plant for the surrounding area. The vehicles discharge their loads simultaneously into a 1200 m³ waste storage bunker with a capacity to store two – four day's waste. Waste from the pneumatic waste collection system is transported to the incineration plant and discharged directly into the waste storage bunker. A shredder has been installed in the tipping hall to shred incoming green and bulky wastes to a suitable size to be incinerated. Once shredded, these are discharged into the waste storage bunker. The tipping hall is under negative pressure to eliminate foul odours produced by the delivery of fresh waste as well as waste stored in the waste storage bunker. The waste is mixed by two overhead travelling cranes fitted with cactus grabs. They mix the waste and place it into the two furnace feed hoppers. Sewage sludge delivered to the plant is pumped directly into the furnace grate using an IC 850 where it is destroyed at 850 degrees.

The waste moves down the furnace feed hoppers by gravity and is pushed by a hydraulic ram from the furnace feed tables onto the Martin Reverse Acting Stoker Grates, one of two identical furnace streams inclined at an angle of 27 degrees giving an hourly throughput of 4.5 tonnes of waste per hour. The grates have a surface area of 15.3 m² and handle wastes made up of a net calorific value of 2400 Kcal/Kg. The calorific composition of the waste comes from the Mediterranean diet and the large volumes of food waste produced by hotels, casinos, restaurants as well as the community in the Principality. The Martin Reverse Acting Stoker grates bars moves in both a forward and reverse action and fresh waste entering the furnace grate is ignited instantly when contacting the red hot mass of waste

residuos por hora. Las parrillas tienen una superficie de 15,3 m² y contiene desechos formados por un valor calorífico neto de 2400Kcal / Kg. La composición calorífica de los residuos proviene de la dieta mediterránea y de los grandes volúmenes de desechos de alimentos producidos por hoteles, casinos, restaurantes, así como de la comunidad del Principado. Las barras las Parrillas Martin de Acción Inversa (Martin Reverse Acting Stoker Grates) se mueven tanto hacia delante como hacia atrás y los residuos frescos que entran en la parrilla del horno se encienden instantáneamente al entrar en contacto la masa al rojo vivo de los residuos en la cámara de combustión. Esto se consigue por el movimiento de avance y retroceso de las rejillas del horno que manipula los residuos, garantizando la combustión completa de los residuos. La planta de incineración cumple íntegramente con la Directiva de Prevención y Control (IPPC) (96/61 / CE), la Directiva sobre Incineración de Residuos (2000/76 / CE) y la Directiva sobre Emisiones Industriales (2010/75 / UE) y quema a una temperatura de 850°C. Los quemadores auxiliares que funcionan con fuel oil también se utilizan dentro de la parrilla para mantener la temperatura en caso de que caiga por debajo de 850°C.



in the combustion chamber. This is achieved by the forward and reverse motion of the furnace grates which agitates the waste, ensuring complete burnout of the waste. The incineration plant complies fully with, the Integrated Pollution Prevention and Control Directive (IPPC) (96/61/EC), the Waste Incineration Directive (2000/76/EC) and the Industrial Emissions Directive (2010/75/EU) and burns to a temperature of 850 degrees. Auxiliary burners which run on fuel oil are also used inside the grate to maintain the temperature in case the temperature falls below 850.

Energy from the combustion process is recovered in the CNIM boilers at 13.3 tonnes per hour of steam which is then superheated to 3000 degrees and 28.5 bar. The

steam is cooled on contact with the screens and the various tube assemblies so that, the temperature is reduced to 2300 degrees at the outlet of the economiser. The heat exchangers are cleaned regularly using steam operated rotary and harrow type soot removers. The energy recovered is in three forms: electricity, heat and refrigeration. The electricity is produced through a 2.6 megawatt back - pressure turbine driven alternator which supplies the facility directly with its own electrical requirements.

La energía del proceso de combustión se recupera en las calderas de CNIM, a 13,3 toneladas por hora de vapor que luego es recalentado a 300°C y 28,5 bar. El vapor se enfría en contacto con las pantallas y los diversos conjuntos de tubos de modo que la temperatura se reduce a 230°C a la salida del economizador. Los intercambiadores de calor se limpian con regularidad utilizando vapor utilizando deshollinadores rotatorios y tipo rastra. La energía recuperada se encuentra en tres formas: electricidad, calor y refrigeración. La electricidad se produce a través de un alternador accionado turbina de 2,6 MW que suministra la instalación directamente con sus propios requisitos eléctricos.

Las cenizas del fondo de la incineradora (IBA,) un sub-producto producido a partir del proceso de incineración, constituye hasta 250 kg por tonelada de residuos municipales, comerciales o industriales incinerados en la planta de Fontvieille. Se procesa a través de un tambor y luego se enfría y se extingue a través de una unidad extractora. Las cenizas son transportadas por el transportador donde los metales ferrosos y no ferrosos restantes son eliminados magnéticamente para exportarlos a un procesador de metal. La ceniza restante del fondo se transporta a un pozo de 170 m³. La ceniza del fondo del incinerador es recogida por unos vehículos transportadores. La ceniza se carga en los vehículos por un puente grúa con cuchara bivalva que lleva las cenizas a un pozo de almacenamiento 170 m³. La ceniza es procesada para su uso en la industria de la construcción, para la construcción de carreteras y edificios, reduciendo así el uso de agregados áridos.

La eliminación del polvo se lleva a cabo mediante dos filtros de campos electrostáticos. Estos permiten niveles de polvo de 30 mg / Nm³ que deben ser alcanzados a la salida, antes del tratamiento final. La ceniza recuperada de este proceso, conocida como los residuos del control de contaminación atmosférica (APCR, Air Pollution Control Residues), es el segundo tipo de residuo producido en una planta de incineración, equivalente a 25 kg por tonelada de residuos. Para cumplir con los estrictos controles ambientales (Directiva CE sobre la contaminación atmosférica), se introdujo en 1994 una etapa de tratamiento adicional que comprende el proceso de lavado por vía húmeda y más tarde se optimizó introduciendo la tecnología Re-

The incinerator bottom ash (IBA) a by - product produced from the incineration process constitutes up to 250 kg per tonne of municipal, commercial or industrial wastes incinerated at the Fontvieille plant. It is processed through a drum and then cooled and extinguished through an extractor unit. The ash is transported by conveyor where the remaining ferrous and non ferrous metals are removed by magnet for export to a metal processor. The remaining bottom ash is transported to a pit of 170 m³. The incinerator bottom ash is collected by a tipper vehicle. It is loaded into the vehicles by an overhead travelling crane with clamshell bucket which lifts the bottom ash out of the 170 m³ storage pit. The bottom ash is taken to be processed for use in the construction industry, for use in the construction of roads and buildings thus reducing the use of virgin aggregates.

Dust removal is carried out using two field electrostatic filters. These enable dust levels of 30 mg/Nm³ to be achieved at the outlet before final treatment. The ash recovered from this process, known as Air Pollution Control Residues (APCR), is the second type of residue produced in an incineration plant, equating to 25 kg per tonne of waste. To comply with stringent environmental controls (EC Directive on Air Pollution), an additional dust treatment stage comprising wet scrubbing was introduced in 1994 and then further optimised introducing the CNIM Lab Selective Catalytic Reduction (SCR) technology in 2006. The purpose of these upgrades is to ensure the levels of chlorine, sulphur, and heavy metals (dioxins) are drastically reduced and that there is improved filtration of dust at the electrostatic filter outlet. The system incorporates a wet scrubbing process which involves scrubbing the dioxins in two reactors and a filter agglomeration module used to absorb acidic gases while pollutants are transferred to a milk of lime and soda solution. The solution is purified in a small effluent treatment plant on site.

ducción Catalítica Selectiva (SCR) de CNIM Lab en 2006. El objetivo de estas mejoras es garantizar que los niveles de cloro, azufre y metales pesados (dioxinas) se reducen drásticamente y que se mejora la filtración del polvo a la salida del filtro electrostático. El sistema incorpora un proceso de lavado por vía húmeda que implica limpiar las dioxinas en los dos reactores y un módulo de filtración de la aglomeración para absorber gases ácidos, mientras que los contaminantes son transferidos a una solución de lechada de cal y sosa cáustica. La solución se purifica en una pequeña planta de tratamiento de vertidos en el mismo sitio.

La planta de tratamiento separa los materiales contaminantes utilizando la precipitación, floculación y sedimentación. El agua restante se elimina mediante filtro prensa. El residuo que queda una vez que el agua ha sido extraída se conoce como torta de filtro, que es un tercer subproducto de la incineración. El agua extraída se filtra haciéndola pasar a través de un filtro de arena y un filtro de carbón activo antes de ser descargada en otro sitio.

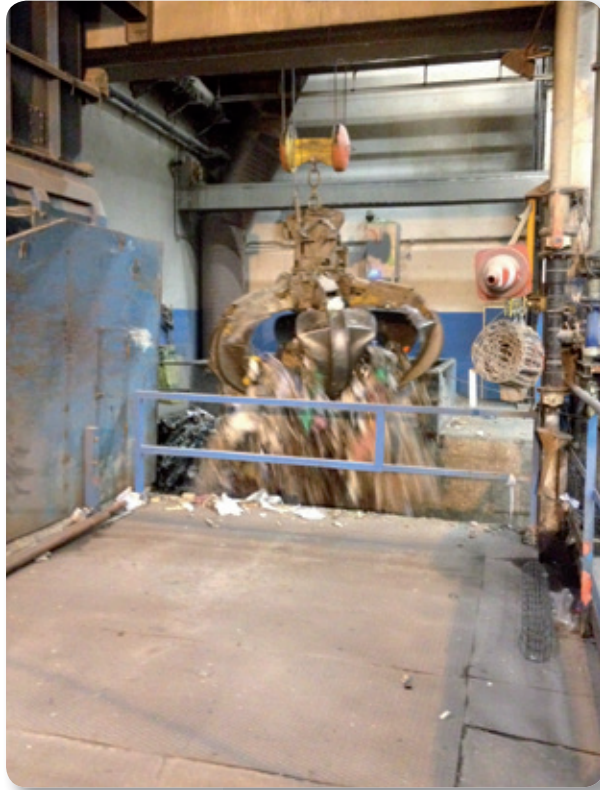
La tecnología Reducción Catalítica Selectiva (SCR) de CNIM Lab reduce aún más las emisiones después del proceso de lavado por vía húmeda calentando los gases a 250° mediante quemadores de gas natural. Los gases se mezclan con gas amoníaco, usado como agente reactivo. La reacción catalítica convierte las dioxinas en vapor de agua y nitrógeno.

Los residuos de control de contaminación atmosférica, el segundo constituyente de la incineración capturado por el filtro de manga, son impulsados por tornillos sin fin y se almacenan en un silo antes de ser empaquetados en grandes bolsas selladas. Debido a la naturaleza peligrosa de este tipo de residuos, se lleva a un vertedero de residuos peligrosos donde se estabiliza y se solidifica para recoger sus componentes tóxicos antes de enterrarlo.

La torta de filtro, el tercer componente de la incineración extraída del proceso complementario de limpieza de residuos del Control de Contaminación del Aire, también se envía a los vertederos de residuos peligrosos porque sus componentes contienen cloro y metales pesados. La torta de filtro también se estabiliza y se solidifica para encapsular sus componentes tóxicos a la llegada al vertedero antes del entierro.

Después de que los gases hayan sido limpiados, se descargan utilizando un silenciador horizontal en la chimenea que da a la atmósfera donde se montan sondas de muestreo, conectado a un analizador. Esto proporciona una medición continua de los contaminantes descargados en la atmósfera. Si el nivel de contaminantes supera los límites especificados, el sistema de control y mandos altera inmediatamente los ajustes de regulación para que la operación recupere su estado normal y estable.

En conclusión, el SMA ofrece una planta de recuperación de residuos altamente eficiente para el Principado de Mónaco, que incorpora el equipo más avanzado de limpieza de emisiones. El Principado será autosuficiente en su actual sistema de gestión de residuos durante muchos años.



The treatment plant separates the pollutant materials using precipitation, flocculation and settling. The remaining water is removed using a filter press. The residue left once the water has been extracted is known as filter cake, which is a third by-product of incineration. The extracted water is filtered by being passed through a sand filter and an activated charcoal filter before being discharged off site.

The CNIM Lab Selective Catalytic Reduction (SCR) technology further reduces emissions

after the wet scrubbing cleaning process by heating the gases to 2500 degrees by burners operated by natural gas. The gases are mixed with ammonia gas, used as a reagent agent. The Catalytic reaction converts the dioxins into nitrogen and water vapour.

The Air Pollution Control Residues, the second constituent of incineration captured by the bag house filter, are driven by endless screws and stored in a silo before being filled into large sealed bags. Due to the hazardous nature of this waste, it is taken to a hazardous landfill site where it is stabilised and solidified to encapsulate its toxic constituents before burial.

The filter cake, the third constituent of incineration extracted from the supplementary Air Pollution Control Residue cleaning process, is also sent to hazardous landfill because its constituents contain chlorine and heavy metals. The filter cake too is stabilised and solidified to encapsulate its toxic constituents on arrival at the landfill site before burial.

After the gases have been cleaned, they are discharged using a horizontal silencer into the atmosphere through the plant's chimney where sampling probes are fitted, connected to an analyser. This provides a continuous measurement of the contaminants discharged into the atmosphere. If the level of contaminants exceeds the specified limits, the command and control system immediately alters the regulation settings so that the operation regains its standard and stable state.

In conclusion, the SMA provides a highly efficient waste-to-energy plant for the Principality of Monaco, incorporating the most advanced emissions cleaning equipment. The Principality

will be self-sufficient in its current waste management system for many years to come.



Timothy Byrne

MCIWM Chartered Waste Manager. ISWA International Waste Manager. Associate member of Ategrus (Spanish Solid Waste Association)