

P1706HB PPT.2

Pliego de Prescripciones técnicas para el suministro, la demolición y el montaje del refractario en las calderas





1. ANTECEDENTES	3
2. OBJETO	3
3. UBICACIÓN.....	4
4. BASES DE DIMENSIONAMIENTO	4
5. ALCANCE Y DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS.....	5
5.1. Trabajos de ingeniería y documentación	6
5.2. Trabajos de desmontaje y retirada	8
5.3. Suministro de material y montaje	9
5.4. Curado del refractario.....	11
5.5. Secado del refractario.....	12
5.6. Control de calidad	13
5.7. Montaje Andamio	14
5.8. Instalación y suministros auxiliares	14
5.9. Aceptación Provisional	15
5.10. Mantenimiento durante el periodo de garantía.....	15
5.11. Recambios.....	15
5.12. Formación al personal.....	15
5.13. Gestión de residuos.....	15
5.14. Seguridad y salud.....	16
5.15. Embalaje, transporte y descarga del suministro.....	16
6. GARANTÍAS.....	17
7. PLAZO EJECUCIÓN.....	17
8. CONDICIONES QUE REGIRAN DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO HASTA LA ACEPTACIÓN PROVISIONAL.....	18
9. ANEXOS.....	22

ANEXO 1. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES POR ZONAS

ANEXO 2. TIPOS DE MATERIAL REFRACTARIO.

ANEXO 3. PLANOS DE LA INSTALACIÓN EXISTENTES

ANEXO 4. MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y MODELOS DE LISTAS

ANEXO 5. ESPECIFICACIONES GENERALES



1. ANTECEDENTES

La planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) de Tarragona, situada en el Polígono Industrial de Riu Clar de Tarragona y propiedad de la *Mancomunitat d' Incineració dels Residus Urbans*, valoriza los residuos urbanos de los municipios que forman la *Mancomunitat*, así como otros residuos de los municipios de las comarcas vecinas.

La planta dispone de dos líneas de incineración, cada una con una unidad horno-caldera, compuesta por una parrilla de rodillos, la cámara de combustión y la cámara de postcombustión.

Los tubos que forman la caldera y el hogar se revisten de hormigón refractario para protegerlos de las elevadas temperaturas del hogar. La temperatura de trabajo es de aproximadamente 1000°C-1200°C, lo que origina que los materiales de la cámara de combustión estén sometidos a unas duras condiciones de trabajo. Con el transcurso del tiempo estos materiales se deterioran haciendo necesaria su renovación.

El refractario se selecciona para conseguir el aislamiento térmico de los gases y soportar la erosión y el ataque químico de los gases de combustión. Las propiedades físicas de los hormigones refractarios a utilizar serán las adecuadas para satisfacer la transferencia térmica entre gases y paredes de agua garantizando la protección de los tubos. Además debe tener una función protectora que evite el ataque destructivo y directo en zonas del horno no refrigeradas por agua, causado por el calor y los agentes corrosivos liberados en el hogar.

En las distintas zonas del horno tales como alimentación, secado, combustión y postcombustión tendrá que aguantar además cargas térmicas y mecánicas muy distintas y resistir la abrasión causada por el transporte de residuos en la parrilla. Cada zona en las paredes laterales, en los extremos del horno y en sus techos tiene que cumplir con sus requisitos particulares, teniendo en cuenta las dilataciones y los movimientos que se producen tanto en la caldera como en el horno.

Se tendrán que respetar como mínimo las juntas de dilatación existentes que tienen la misión de compensar los movimientos por dilatación u otros efectos durante la operación.

El refractario también protege los materiales del contacto directo de la llama o de los gases con el metal, dependiendo de la temperatura se requieren materiales diversos y experiencia en la ejecución, sobre todo en zonas tales como los quemadores auxiliares (2 por horno).

2. OBJETO

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas es el de definir y establecer el alcance mínimo para el suministro, la demolición y el montaje del refractario en el horno y en la caldera de cada una de las líneas de proceso de la Planta de Servicio de Incineración de residuos de Tarragona, en adelante SIRUSA.



3. UBICACIÓN

Las actividades que son objeto de este pliego de prescripciones técnicas se desarrollaran en la parcela donde se ubica la planta de valorización de residuos de Tarragona, SIRUSA, ubicada en el Polígono Industrial "Riu Clar", parcela 300, Tarragona (CP 43006).

4. BASES DE DIMENSIONAMIENTO

4.1. Condiciones de la ubicación de las instalaciones

Las condiciones de ubicación de la planta son las siguientes:

- Temperatura Ambiente de referencia15°C
- Humedad relativa del aire.....Media: 70 %
- Altitud.....34,0 metros s.n.m.

4.2. Datos de operación

Las características de los gases de combustión, por línea, son las siguientes:

- Condiciones de operación:
 - Caudal de referencia: 68.000 Nm³/h a 150°C.
 - Temperatura máxima gases combustión: 1200°C
- Composición de los gases de combustión estimada:

Composición gases de combustión salida caldera	Unidades	Concentración estimada		
		Mín.	Normal	Máx.
Contenido H ₂ O	%	15,0	15,0	18,0
O ₂	%,seco	9.4	9.4	12,0
SO ₂	mg/Nm ³ , seco, 11%O ₂		250,0	400,0
HCl	mg/Nm ³ , seco, 11%O ₂		1.000,0	1.500,0
HF	mg/Nm ³ , seco, 11%O ₂		3,0	10,0
Partículas	mg/Nm ³ , seco, 11%O ₂	500,0	5.000,0	5.000,0
Hg	mg/Nm ³ , seco, 11%O ₂		0.1	0.1
CD	mg/Nm ³ , seco, 11%O ₂		0.1	0.1
As, Ni	mg/Nm ³ , seco, 11%O ₂		0.5	0.5
Pb, Cu, Cr, Mn	mg/Nm ³ , seco, 11%O ₂		2,0	2,0
Dioxinas	mg/Nm ³ , seco, 11%O ₂		4,0	10,0



5. ALCANCE Y DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS

El alcance básico consiste en la realización de la ingeniería del proyecto, el suministro y la instalación completa del material refractario a sustituir, incluyendo las partes formadas por elementos conformados así como el recubrimiento de los tubos por hormigón refractario hasta la cota 17, para ambas líneas de proceso. También se reparará el refractario del colector superior de entrada al evaporador y el refractario de las ventanas, puertas y mirillas del horno y la caldera.

Además del material refractario se incluirá el suministro y montaje de todos los materiales auxiliares necesarios para la colocación del material refractario (anclajes, hormigón, juntas, material aislante, etc.)

Se incluirá también la demolición, retirada y posterior gestión del material refractario (conformado y/o hormigón) existente que este en mal estado o sea necesario remover antes de instalar el nuevo refractario. El adjudicatario se hará cargo de los residuos demolidos y los gestionará de acuerdo con la legislación vigente.

El nuevo material refractario a suministrar deberá estar perfectamente caracterizado en cuanto a composición química, y se garantizará su uso para aplicarlo en hornos y calderas de incineración de residuos urbanos para temperaturas de hasta 1200°C.

Los refractarios estarán sometidos a una temperatura normal de 1000°C, temperatura de combustión de residuos en una parrilla de rodillos.

La composición del material deberá cumplir con la especificación del Anexo 1 y 2, según el alcance indicado a continuación en el apartado 5.2.

Todos los materiales, herramientas, personal, vestuario, andamios, plataformas, etc. irán a cargo del contratista, SIRUSA pondrá a disponibilidad del adjudicatario el agua disponible en la planta y la energía eléctrica. Si el contratista considera que la calidad del agua disponible en la planta no es correcta para la elaboración del hormigón refractario, será responsabilidad del contratista el suministro de agua para ese fin.

De forma general, se deberá incluir en la oferta todos los costes referentes a:

- Ingeniería.
- Ensayos y análisis de muestras.
- Materiales (refractario, anclajes, entre otros).
- Mano de obra, incluidas las dietas y desplazamientos.
- Productos químicos.
- Medios de elevación, grúas, andamios, toros, plataformas, etc.
- Herramientas, equipos y consumibles.
- Tornillería y juntas.
- Cableado e conexión de equipos auxiliares y herramientas.
- Iluminación.
- Chorreado, limpieza con aire y/o agua.
- Calorifugado y/o material de aislamiento (si es necesario).
- Calidad y prevención de riesgos laborales.
- Secado del refractario.
- Pruebas de funcionamiento y de garantía.
- Documentación constructiva y "As built", incluida la entrega en papel y en formato digital.
- Casetas de herramientas y oficinas (si es necesario).
- Gestión del residuo.
- Mantenimiento durante el periodo contractual y garantizado del refractario.

En los siguientes puntos se desglosa el alcance principal objeto del presente pliego.



5.1. Trabajos de Ingeniería y documentación

Se deberá incluir en el alcance los trabajos de ingeniería para configurar la documentación y los planos constructivos de la instalación del refractario para cada una de las líneas de proceso.

La documentación de ingeniería, calidad, composición del material, instalación, puesta en marcha y ensayos a entregar por el Adjudicatario a SIRUSA estará vinculada a los plazos de entrega que se muestran en la tabla 5.1.

Los plazos indicados en semanas se contabilizarán desde la fecha de formalización del contrato, exceptuando la documentación que se incluye en la oferta.

La documentación se facilitará encuadrada como Proyecto mediante 3 entregas.

Entrega 1: Documentación técnica incluida en la oferta. Proyecto Básico

Entrega 2: Documentación de ingeniería de detalle: Proyecto Constructivo

Entrega 3: Documentación As Built. Proyecto Constructivo "As Built"



Documentación técnica incluida en el alcance de ingeniería	Entrega
1 Documentación técnica incluida en la oferta (sobre n:2).	
<ul style="list-style-type: none"> • Memoria descriptiva del conjunto. Descripción detallada de la oferta y del alcance. • Planos del horno-caldera con indicación del tipo de refractario y anclajes instalados por zonas, línea 1 y línea 2. • Hojas especificación técnica de los materiales utilizados, con las características técnicas básicas, composición química y el plano dimensional (si se escaea por ejemplo en anclajes y elementos conformados). • Procedimiento de demolición del refractario existente. • Instrucciones/procedimiento de montaje, con indicación de las tolerancias, las cargas y las dilataciones en las distintas zonas o materiales. • Especificación calidad del agua a utilizar para la elaboración del refractario. • Plan de control de calidad y ensayos. • Procedimiento de curado, secado y puesta en marcha de las instalaciones a realizar. • Planificación general del suministro, incluyendo como mínimo los siguientes hitos: ingeniería, fabricación y/o suministro del material, transporte, montaje andamio, demolición, limpieza, instalación y montaje de los anclajes y del refractario, secado y puesta en marcha. • Listado de recambios recomendados para los dos primeros años. 	Con la oferta
2 Documentación de ingeniería de detalle. Proyecto constructivo	
<p>El adjudicatario, antes de la instalación, deberá aportar a SIRUSA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memoria descriptiva del conjunto. Descripción detallada. • Planos constructivo del horno-caldera con indicación del tipo de refractario y anclajes instalados por zonas, línea 1 y línea 2. • Hojas especificación técnica detalladas con los materiales utilizados, con las características técnicas, composición química y el plano dimensional (si se escaea por ejemplo en anclajes y elementos conformados). • Procedimiento detallado de la demolición del refractario existente. • Instrucciones/procedimiento de montaje, con indicación de las tolerancias, las cargas y las dilataciones en las distintas zonas o materiales. • Especificación calidad del agua a utilizar para la elaboración del refractario. • Plan de control de calidad y ensayos. • Procedimiento de curado, secado y puesta en marcha de las instalaciones a realizar. • Planificación detallada del suministro, incluyendo como mínimo los siguientes hitos: ingeniería, fabricación y/o suministro del material, transporte, montaje andamio, demolición, limpieza, instalación y montaje de los anclajes y del refractario, secado y puesta en marcha. • Listado de recambios recomendados para los dos primeros años 	5 semanas después de la adjudicación



Documentación técnica incluida en el alcance de ingeniería	Entrega
3 Documentación As built	
<ul style="list-style-type: none">• Memoria descriptiva del conjunto de la instalación <i>As built</i>. Descripción detallada <i>As built</i>.• Planos constructivo del horno-caldera con indicación del tipo de refractario y anclajes instalados por zonas, línea 1 y línea 2 <i>As Built</i>.• Hojas especificación técnica detalladas con los materiales utilizados, con las características técnicas, composición química y el plano dimensional (si se escaea por ejemplo en anclajes y elementos conformados) <i>As built</i>.• Documentación de calidad completa, con el plan de control de calidad finalizado, los resultados de los ensayos y analíticas obtenidos, y los certificados de equipos y materiales utilizados.• Curva de secado real.• Listado de recambios recomendados para los dos primeros años	Antes de la aceptación provisional del suministro

Tabla 5.1

La documentación incluida en cada entrega, se hará de forma única mediante un tomo o dossier, y no mediante el envío de información por correo.

Se entregarán 2 copias en papel, y una en soporte informático (CD o USB Pendrive).

El software a utilizar será el siguiente:

- MS Office 2007 o superior para los documentos y hojas de datos. Los archivos serán en formato editable (Word, Excel, etc.)
- AUTOCAD 2004 o superior para los planos/esquemas. Los archivos serán en formato editable.

5.2. Trabajos de desmontaje y retirada

El alcance de la demolición, será definido en una inspección conjunta entre el responsable de SIRUSA y el adjudicatario, posterior a la limpieza de las paredes, donde se identificará el refractario en mal estado y/o deteriorado, y se acotarán las áreas y las zonas a demoler.

De forma general se inspeccionarán las zonas siguientes:

- Ladrillos y/o placas conformadas de la zona tolva alimentación y empujador.
- Pared lado Tarragona del horno hasta el colector caldera.
- Pared lado Valencia del horno hasta el colector caldera.
- Pared frontal lado mar.
- Pared frontal lado montaña.
- Pared lateral recubrimiento tubos caldera lado Tarragona.
- Pared lateral recubrimiento tubos caldera lado Valencia.
- Zona inferior del horno (encima el escoriador).

Las zonas delimitadas durante la visita se removerán por completo sustituyéndose por refractario nuevo, sea conformado o hormigón.

Previa a la demolición del refractario el adjudicatario deberá limpiar las paredes del primer conducto para eliminar las escorias adheridas a las paredes permitiendo realizar la inspección detallada del estado del refractario. La



limpieza de las paredes se realizará mediante aire a presión y, en ningún caso, se utilizará agua para la limpieza. Las mangueras, compresores y todo el material a utilizar destinado a la limpieza de las paredes serán aportados por el adjudicatario.

Durante la demolición del refractario se deberá tener la máxima precaución para evitar disminuciones de espesor y perforaciones en los tubos de caldera. Todos los equipos y herramientas que se utilicen en el interior del horno deberán alimentarse con tensión 24 Vcc, y deberán ser las adecuadas en cada momento para evitar daños en los equipos existentes y en las personas.

Cualquier incidencia que se produzca durante la demolición se comunicará a SIRUSA, será responsabilidad del adjudicatario la reparación de la misma consensuando la solución con la propiedad. El incumplimiento de este punto se considerará falta grave.

El material demolido se retirará del interior del horno y se colocará en contenedores cuyo transporte y gestión correrá a cargo del adjudicatario. La gestión de los residuos demolidos deberá cumplir con la legislación vigente.

Una vez finalizada la demolición, y previamente a cualquier aplicación, se procederá a limpiar la zona demolida mediante chorreado de arena a grado SA-2 ½ o sistema equivalente. Posteriormente se realizará un soplado con aire seco en la superficie para eliminar los restos del chorreado. No se podrá utilizar agua para la limpieza.

5.3. Suministro del material y montaje.

El adjudicatario suministrará e instalará el refractario nuevo, sea conformado o hormigón, de las zonas delimitadas durante la inspección conjunta donde se ha demolido el refractario existente.

Los hornos de combustión en los cuales se tiene que sustituir el refractario se componen básicamente de una parte por ladrillos refractarios y/o placas conformadas: en las paredes laterales de la zona del alimentador i de los rodillos 1 y 2, des de la parrilla hasta el colector existente, en los rodillos 3, 4, 5 y 6 y en la parte final del horno (por encima del escoriador). Ver plano y las especificaciones detalladas que se adjuntan en el Anexo 1, 2 y 3.

Las demás zonas del horno, como son los colectores, las bóvedas, techo de quemadores y paredes de la cámara de combustión se utiliza hormigón refractario encofrado, tipo carburo de silicio y otros tipos especificados en el Anexo 1 y 2.

Antes de la instalación del refractario se deberá haber limpiado las zonas con chorreado de arena y secado con aire, como se indica en el punto anterior. Para poder montar los anclajes la superficie debe estar limpia y libre de óxidos, aceites, grasas, etc.

a) Suministro y montaje de anclajes

El montaje de los anclajes para soportar el material refractario, sean ladrillos, placas o hormigón, será a cargo del adjudicatario.

Los anclajes serán los específicos para cada zona y se instalarán según las instrucciones de montaje del fabricante del refractario respetando el número de anclajes por metro cuadrado, las holguras y las juntas de dilatación. Si la propiedad lo considera necesario se utilizarán técnicas de topografía y/o laser para marcar los anclajes en lugar de tiralíneas u otras técnicas convencionales.

El material de los anclajes será un acero austenítico, no magnetizable, resistente a la fluencia y a la corrosión al aumentar la temperatura, y que no sea sensible a la formación de fase sigma. Preferiblemente AISI 310.

Los anclajes tipo varilla o pernos se realizarán mediante varilla de acero con recocido y se realizarán las curvas mediante flexión, para evitar un posible estiramiento del material. Se considerará insuficiente la capacidad de soporte de un anclaje con una profundidad de ondulación inferior a 0.5d (d=diámetro de la varilla de acero).



Los anclajes en pletina deben fabricarse también con recocido de los materiales de partida, los cantos serán redondeados para evitar la producción de grietas y se soldaran con electrodo en modulos girados 90º uno respecto al otro.

En caso de encontrar tubos con anclajes antiguos se cortarán y esmerilarán, por el adjudicatario.

A todos los efectos, los anclajes irán soldados en las membranas de los tubos, no se podrán soldar anclajes directamente en los tubos. Solamente se permitirá soldar anclaje en colectores con previa autorización de la propiedad.

Los anclajes deberán suministrarse y montarse con un tapón que garantice la mínima holgura para su dilatación.

Previo a la aplicación del refractario se inspeccionará la soldadura de los anclajes de forma visual y se comprobará que los mismos se encuentran instalados de acuerdo con los planos y instrucciones. La bondad de la soldadura se comprobará mediante el ensayo de flexión por impacto, martilleando el anclaje hasta doblar el mismo unos 60º sin que la soldadura se rompa o agriete. La cantidad de anclajes y soportes a ensayar, será del 5% respecto el total instalados, que deberán reflejarse mediante la edición del correspondiente Programa de puntos de Inspección (PPI). Cualquier otro sistema de ensayo de anclajes presentado por el suministrador, deberá ser documentado e informado a SIRUSA y aprobado por ésta.

Una vez inspeccionada la soldadura el contratista procederá a aplicar una capa de pintura bituminosa anticorrosión a toda la superficie a refractar y a los anclajes.

El montaje de los anclajes deberá ser realizado por una empresa con categoría EIP-2 de empresas instaladoras y reparadoras de equipos a presión, como indica el *Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre*, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

b) Suministro y montaje del refractario

El contratista ofertará el suministro y el montaje de los materiales refractarios de composición y características distintas específicos para cada zona del horno-caldera (ver Anexo 1 y 2). Entregará una especificación técnica de los materiales ofertados, con una breve descripción que permita entender su adecuación, además de presentar en un plano de la unidad horno-caldera el detalle de la propuesta.

Los diferentes tipos de material a suministrar por parte del adjudicatario deberán ajustarse a las especificaciones generales descritas en este documento, tanto en composición como en sus características. Se hará especial hincapié en la conductividad de los materiales, sobre todo la del material refractario del primer conducto de caldera.

Para la mezcla del hormigón refractario, se seguirán estrictamente las instrucciones del suministrador del material que hacen referencia a la preparación, especialmente en lo referente a las proporciones exactas de agua y los distintos componentes, se pondrá especial atención para asegurarse de la ausencia de materiales extraños, como restos de embalajes y materiales secos o apelmazados.

La cantidad de material a suministrar se estima igual o similar a la instalada en los últimos años, se repondrá con ladrillos y/o placas conformadas y con idéntico espesor aquellas superficies que estén dañadas y actualmente ya estén recubiertas con este tipo de material. Las paredes donde hay hormigón refractario en principio se aplicará el mismo tipo de material y espesor que hay actualmente, se valorarán positivamente las propuestas de mejoras por parte de adjudicatario.

SIRUSA solo abonará al adjudicatario aquellos materiales utilizados en el montaje, por tipología de material o zona instalados, siendo por cuenta y riesgo del adjudicatario el sobrante del stock de seguridad para próximas intervenciones.

El método de aplicación del nuevo refractario a instalar deberá cumplir con lo especificado en este pliego, y estará delimitado por las distintas zonas del horno-caldera, ver plano en el Anexo.

La mayor parte de refractario se aplicará por vertido y vibrado. Los hormigones para verter se aplicarán en secciones, cada una de las cuales deberá ser cubierta generosamente y sin interrupción. Inmediatamente después de verter el hormigón se deberá comenzar la compactación mediante percusión y/o vibrado con vibradores



neumáticos internos o externos.

El encofrado se realizará preferiblemente con madera hidrófuga o metal y estará revestido interiormente con un agente separador. En la medida de lo posible será estanco para evitar pérdidas de agua y estará diseñado de forma que asegure que las paredes adyacentes queden ajustadas e impidan el paso de los gases calientes hasta la envolvente metálica.

Se aplicarán mediante procedimiento por gunitado solamente aquellas superficies que por su ubicación y/o características no se pueda aplicar la técnica de vertido. El gunitado se realizará con mezcladora de circulación forzada con control de agua. Se inyectará de abajo a arriba y no se podrá alisar la superficie si el hormigón ha empezado a fraguar.

La aplicación por gunitado al igual que el vertido deberá hacerse por zonas delimitadas y sin interrupción hasta concluir con la zona. Si la operación de gunitado de una zona se interrumpiese por cualquier motivo durante más de 10 minutos, el contratista deberá recortar perpendicularmente a los tubos de caldera formando una junta. Para volver a reiniciar los trabajos en la zona se humedecerá el hormigón gunitado en su totalidad con agua limpia.

El control de espesores en el proceso de gunitado se efectuará mediante la instalación previa a la aplicación, y de común acuerdo con el aplicador, de unos testigos desde donde se lanzarán si es necesario niveles y plomadas, no obstante el operario aplicador, como referencia en la proyección deberá asistirse de un pincho para su control.

El montaje del refractario deberá de respetar las juntas de dilatación que sean necesarias para permitir el movimiento de los equipos y evitar que este se fragmente (sobretudo en las zonas de los rodillos, colectores, etc.). También deberán considerarse las zonas de afectación térmica como es la cercana a los quemadores, y la zona de combustión. Este punto es muy importante y se prestará mucha atención por parte de la propiedad de su cumplimiento.

El adjudicatario deberá aportar la mano de obra y los recursos tanto humanos como materiales que sean necesarios para cumplir con el plazo de ejecución de este pliego y la calidad del montaje ofertado. Se debe de considerar ya en la oferta trabajos diurnos y nocturnos, es decir con dos turnos de entre 10 y 12 horas cada uno, y trabajos durante el fin de semana y festivos del personal destinado a la obra.

Si durante la ejecución del desmontaje y montaje del refractario el contratista se retrasará en más de 12 horas sobre la planificación acotada durante la inspección, o especificada en este pliego, SIRUSA podrá reclamar, sin coste alguno, que el adjudicatario incremente el número de trabajadores cualificados (oficiales de primera) así como las herramientas y materiales que sean necesarios para acortar el tiempo de retraso y cumplir con el plazo de ejecución establecido.

c) Juntas de dilatación

De forma general, el adjudicatario revisará todas las juntas de dilatación y se recatarán con fibra cerámica todas aquellas que se consideren necesarias para su buen funcionamiento.

5.4. Curado del refractario

Los revestimientos refractarios de fraguado hidráulico se someterán después de ser aplicados a la operación de curado según las indicaciones del fabricante del refractario; como mínimo se mantendrán entre 15°C y 30°C de temperatura, mediante un rociado con agua limpia y fresca, durante el tiempo de endurecimiento, aproximadamente unas 24 horas.

La operación de curado se iniciará después de la aplicación del refractario, cuando se considere que la superficie del refractario esté endurecida suficientemente para permitir su humedecimiento sin que se produzca un arrastre del material (aproximadamente entre las 4h y 8h desde su aplicación).

Si se diera el caso de tener que iniciar el curado de algunas zonas sin haber finalizado la aplicación del refractario en otras contiguas, el adjudicatario deberá tomar las medidas necesarias para ir humedeciendo las zonas en fase de curado, sin interferir ni perjudicar las operaciones de aplicación del refractario en las zonas próximas.



5.5. Secado del refractario y puesta en marcha

Después del curado y antes de la puesta en marcha, el nuevo refractario deberá someterse a una operación de secado para eliminar el exceso de humedad, sin deterioro de los mismos. La curva con indicación de la velocidad de secado, temperatura y tiempo, será propuesta y supervisada directamente por el fabricante del material refractario en función del material y los metros cuadros sustituidos.

Para el control de la curva de secado, el contratista instalara de forma provisional transmisores de temperatura en las distintas partes del horno para poder monitorizar y garantizar la correcta ejecución de la curva de secado.

Las temperaturas de la curva de secado deberán estar referenciadas a la temperatura más alta del horno-caldera, y deberán controlarse todas de forma que se vigile que los puntos más fríos sigan los valores de temperatura horaria hasta alcanzar los indicados por el fabricante. Los datos de temperatura se referirán al gas o aire caliente que circula por el interior del horno-caldera. Las medidas de temperatura reales deberán registrarse de forma continua durante el secado y ser visibles por la propiedad. Al final del proyecto se entregará la curva real en el proyecto As Built.

En cualquier caso se evitará que la llama incida directamente sobre el hormigón hasta que no se alcance como mínimo una temperatura de 400-500°C.

El secado de refractario está dentro del alcance y será responsabilidad del contratista, los operadores de SIRUSA únicamente se limitarán a seguir las instrucciones que se le faciliten.

Para el secado el contratista deberá suministrar y montar los quemadores auxiliares (preferiblemente de gasoil) que sean necesarios, con sus ventiladores y todos sus sistemas de conexión y protección para su funcionamiento y cumplimiento de la normativa vigente. Los quemadores auxiliares se deberán de instalar por el adjudicatario dentro del horno, en la zona del alimentador, por el agujero de la tolva y el conducto de entrada de residuos al horno. El suministro de combustible al quemador deberá realizarse con sistemas de trasiego seguros en cuanto a la normativa y a la prevención de riesgos laborales, y se deberá asegurar la estanqueidad previamente a su funcionamiento.

Si existe incidencia de los quemadores con la parrilla, estas se deberán proteger mediante elementos aislantes, que puedan ser extraíbles durante el arranque del horno.

Una vez finalizado el montaje, y habiendo obtenido un resultado satisfactorio de los ensayos, el adjudicatario podrá iniciar la puesta en marcha de la línea de proceso.

El servicio ofertado debe incluir el coste del secado, el combustible utilizado, la puesta en marcha, y de los ensayos y pruebas que haya que realizar.

Esto incluye: documentación, personal, materiales, combustible, protección de parrillas, medios de elevación, equipos de medida de temperatura, señalización de seguridad, radiotransmisores y otros medios auxiliares necesarios para la realización de la puesta en marcha de acuerdo a la planificación general del Proyecto coordinada por SIRUSA. Se incluyen también los fungibles y consumibles hasta el final de la puesta en marcha en carga.

Los costes de los excesos de consumos de electricidad, agua, etc. que sean atribuibles a errores de operación o fallos de montaje por parte del adjudicatario, correrán de su cuenta y riesgo.

Si en las pruebas y/o inspecciones se descubriera algún defecto, el adjudicatario será responsable de corregir dicho defecto y finalizar el montaje de acuerdo con las condiciones especificadas en el contrato. Las pruebas e inspecciones no aprobadas deberán repetirse.

La dirección y supervisión de los ensayos de puesta en marcha y pruebas, y garantías forma parte del servicio del adjudicatario, enviando para ello al personal necesario y con la suficiente cualificación. Los ensayos y pruebas se realizarán en presencia del técnico responsable de SIRUSA.

El comienzo y final de la puesta en marcha y de las pruebas se registrarán en documentos escritos y firmados por SIRUSA y por el adjudicatario.



También serán a cuenta del adjudicatario el suministro, montaje y calibración de los instrumentos de medida que fueran necesarios para las pruebas, y los servicios de una entidad o laboratorio oficial de análisis.

5.6. Control de calidad

Controles a realizar en material no conformado.

El adjudicatario incluirá en el alcance el coste asociado a todas las pruebas y ensayos a realizar para el control de la calidad. De cada uno de los distintos materiales que se apliquen, en cada turno de trabajo, se tomarán tres muestras representativas de las mezclas. Las muestras se prepararán en probetas para que, en caso de necesidad o si la propiedad lo requiere, se puedan analizar.

Se realizaran tres probetas de cada muestra: una para la Propiedad, una para el Adjudicatario y una tercera por si hiciera falta la realización de un contraanálisis.

Todas las probetas o muestras, ya sean realizadas en fábrica o in-situ, deberán identificarse con:

- Marca comercial del producto.
- Referencia del producto.
- Lote y fecha de fabricación.
- Zona de aplicación.

En caso de realizar los ensayos, deberán ser realizados por un laboratorio especializado independiente y aprobado por SIRUSA. Los resultados de las pruebas deberán estar de acuerdo con lo especificado por el fabricante del hormigón, y cumplir con los requerimientos del pliego.

Durante la fase de montaje de anclajes se deberá realizar un ensayo del 5% de éstos a flexión por impacto.

Así mismo, será por cuenta del Adjudicatario todos los ensayos y pruebas que, adicionalmente a los prescritos por esta Especificación Técnica, deban ser realizados para demostrar el adecuado cumplimiento de todas las garantías requeridas del sistema, y sin restricción alguna en cuanto al número de veces que dichos ensayos y pruebas deban ser ejecutados a tal efecto.

El alcance incluido dentro de este punto, control de calidad, son todos los costes generados por los conceptos de asistencia técnica, mano de obra, materiales y servicios, incluyendo si fuera necesario la demolición, el suministro y montaje de un nuevo material refractario, en el caso de haber obtenido un resultado no satisfactorio en los análisis o que no cumpliera con las especificaciones del fabricante o las requeridas en el presente pliego.

SIRUSA tendrá acceso a los resultados obtenidos en estas pruebas para su información y comprobación.

El Adjudicatario deberá solicitar a sus proveedores, al efectuar los acopios de materiales, los certificados de fabricación pertinentes (debidamente sellados).

El Adjudicatario deberá someter a la aprobación de SIRUSA un Plan de Control de Calidad, donde se definirán, de acuerdo con los Códigos y Normas de aplicación, los controles y ensayos a realizar en la construcción, montaje, puesta en marcha y operación.

Las soldaduras seguirán los procedimientos descritos y cualificaciones de soldadores según ASME IX o en ISO 15614-1 o ISO 15610.

El Adjudicatario deberá preparar y mantener actualizado el dossier de control de calidad, donde se facilitará a



SIRUSA toda la documentación requerida y generada de acuerdo con las exigencias del Plan de Control de Calidad.

La aceptación total o parcial por SIRUSA de un producto fabricado, no eximirá al Adjudicatario de su responsabilidad en cuanto a garantías y al cumplimiento de lo requerido en planos, códigos y especificaciones aplicables.

Las partes del suministro y montaje que presenten defectos muy graves o irreparables, fabricación deficiente, excesivas reparaciones o desacuerdos en su construcción con respecto a lo requerido en los planos o especificaciones, estarán sujetos a rechazo, a criterio de los inspectores de SIRUSA. Dicho rechazo podrá producirse incluso después de la entrega del suministro, si las anomalías citadas se apreciaban con posterioridad a la misma.

5.7. Montaje y desmontaje del andamio.

El montaje y el desmontaje del andamio en el interior de la caldera y del horno, así como su certificación de seguridad, está excluido del alcance del presente pliego, será responsabilidad de la propiedad su realización.

El andamio tendrá un agujero en el interior por donde se subirá y bajara el material mediante un polipasto (a suministrar por el adjudicatario) y se montará suspendido de forma que no apoye encima de la parrilla de combustión y puedan moverse los rodillos.

El andamio deberá mantenerse por el adjudicatario limpio de escombros al final de cada turno, y deberá realizarse un cierre, lo más estanco posible, para evitar la caída de material en la parrilla de rodillos. Por seguridad, a petición de SIRUSA, deberá protegerse la parrilla con toldos y/o lonas durante la demolición y el montaje del material refractario.

El andamio deberá cumplir con la legislación vigente de prevención y riesgos laborales y con los requerimientos que indique el coordinador de seguridad y la unidad certificadora para su aprobación.

5.8. Instalaciones y suministros auxiliares

El contratista deberá prever la instalación eléctrica necesaria para conectar los equipos y las herramientas en las cajas de tomas de corriente existentes en la planta de SIRUSA, así como garantizar la correcta iluminación de las zonas de trabajo, tanto en el interior como en el exterior del horno.

De igual forma, para los demás suministros auxiliares (como por ejemplo el agua y el aire), será a cargo del adjudicatario la instalación provisional y distribución de estos desde la conexión que SIRUSA facilite hasta su servicio o uso.

5.9. Aceptación Provisional

La aceptación provisional del suministro tendrá lugar una vez se haya cumplido con el alcance que figura en el presente Pliego, en cuanto a suministro y montaje, pruebas de funcionamiento, cumplimiento de los valores de garantía, y aprobación de la documentación "As Built". Se formalizará mediante un Acta de Recepción del suministro firmada por los responsables de cada una de las partes.

5.10. Mantenimiento durante el periodo de garantía

Durante la fase de garantías, en lo referente al mantenimiento correctivo, se incluirá la asistencia técnica en planta por averías, incidencias y/o funcionamientos anómalos del refractario, pudiéndose efectuar de



lunes a domingo, incluidos festivos, y incluyendo desplazamientos, dietas y gastos varios.

Deberá considerarse en la oferta los siguientes servicios:

- Servicio de asistencia 24 horas/365 días.
- Servicio de asistencia en planta antes de 12 horas desde el aviso.
- Informe de cada intervención con detalle de tiempo y materiales utilizados
- Informe resumen anual.

El mantenimiento correctivo durante el periodo de garantía deberá estar incluido en el alcance del suministro.

5.11. Recambios durante el periodo de garantía

El licitador deberá incluir en la oferta el coste de todos los recambios y fungibles que sean necesarios para los años de funcionamiento en garantía desde la Aceptación Provisional.

En cuanto a materiales, el adjudicatario deberá disponer a su criterio, los materiales necesarios para poder hacer frente a cualquier intervención de urgencia.

5.12. Formación del personal

El licitador incluirá sin coste adicional, la formación, del personal de planta de SIRUSA, en los materiales nuevos suministrados y la instalación.

Este curso se impartirá por personal cualificado del adjudicatario y permitirá a los asistentes obtener unos conocimientos prácticos que garanticen la correcta operación y mantenimiento del refractario. El curso y la documentación serán en castellano.

El curso se impartirá en 3 días distintos debido a los turnos del personal, pudiendo ser no consecutivos y en turnos diferentes (mañana, tarde). La duración de los cursos será aproximadamente de 3 horas cada uno.

La formación deberá incluir un manual resumen de los aspectos más importantes de la instalación y los materiales, que se entregará a todos los asistentes a la formación.

5.13. Gestión del residuo

El adjudicatario se deberá hacer cargo de la gestión de todos los residuos que se generen a causa del cumplimiento del alcance de este pliego, sea en la fabricación, instalación o en la puesta en marcha de la planta.

5.14. Seguridad y salud

En cumplimiento del R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud, y la Ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales, el adjudicatario deberá entregar previa a la obra la documentación referente a la prevención de riesgos laborales que solicite SIRUSA o el coordinador de seguridad. De forma no excluyente la documentación a entregar será:

- Plan de seguridad (evaluación de riesgos correspondiente).
- Lista de trabajadores por empresas con documento de conformidad de pago de la seguridad social.
- Mutua y Servicio de prevención a la que pertenece el contratista y subcontratista.
- Nombramiento del recurso preventivo. Persona con formación de seguridad responsable de la salud de sus trabajadores y de mantener el contacto con la Propiedad.



- Certificados de aptitud médica de los trabajadores para el trabajo a desempeñar.
- Certificados de cada trabajador conforme ha sido informado y formado en materia de seguridad.
- Certificados de la entrega de EPI's de cada trabajador.
- Certificados de conformidad de máquinas (cestas articuladas, etc.).
- Entre otros.

El adjudicatario deberá cumplir con el protocolo de Prevención de Riesgos Laborales definido en la propiedad respecto a controles de accesos, permisos de trabajo, etc.

Para cualquier tarea que requiera trabajar en altura, en espacios confinados, en zonas atex o en las inmediaciones de tuberías o aparatos a presión, el contratista deberá gestionar el correspondiente permiso de trabajo especial, para ello consultará con la persona responsable del contrato por parte de SIRUSA.

Debido a que los trabajos se realizarán durante la parada general de planta deberá existir coordinación con todas las empresas que estén trabajando en la misma zona durante el mismo periodo.

Cualquier retraso en la ejecución de la obra debido a algún incumplimiento de PRL será a cargo del contratista, debiendo este poner los medios que sean necesarios para recuperar el tiempo y cumplir con la fecha de finalización del proyecto.

5.15. Embalaje, transporte y descarga.

Después de haber superado los ensayos de calidad en fábrica, el material deberá ser preparado para su envío a obra, adoptándose previamente las medidas necesarias para su almacenaje en fábrica en espera de la autorización para su expedición a obra.

Todo el material objeto de este suministro se embalará debidamente para su transporte a fin de evitar cualquier desperfecto sobre el material durante su transporte a obra, así como para su posterior acopio a la intemperie, quedando convenientemente protegido contra los agentes climatológicos.

La oferta del Adjudicatario incluirá el coste asociado al embalaje, transporte con seguro hasta la planta de SIRUSA, la descarga y el posterior transporte hasta su ubicación definitiva.

Antes del envío del suministro al emplazamiento, el Adjudicatario solicitará una autorización escrita a SIRUSA, donde se indique día y hora prevista de descarga. No se enviará el material al emplazamiento antes de contar con la autorización de SIRUSA. En caso de que haya retraso por causas debidas a SIRUSA el suministro se almacenará en las instalaciones del adjudicatario.

Será responsabilidad del adjudicatario disponer del personal y medios requeridos para la descarga.

6. GARANTÍAS

El adjudicatario está obligado a cumplir con las garantías mencionadas a continuación.

Se requiere una garantía de fabricación y montaje del refractario y sus anclajes (incluida mano de obra y materiales) de mínimo 12 meses. A su vez, tendrá una garantía contra cualquier defecto de los materiales o funcionamiento, originados por fallos de fabricación y/o montaje.

El suministro deberá cumplir unas garantías tecnológicas y de disponibilidad anual de 8.700h horas de funcionamiento continuo por línea de proceso.

La garantía debe cubrir todos los costes de sustitución y reparación de materiales y accesorios



defectuosos, así como viajes, dietas y transportes.

Si durante el periodo de garantía se sustituyera o reparara alguna pieza, el periodo de garantía para dicha pieza comenzará de nuevo a partir del día de su reparación o sustitución.

Una vez superado satisfactoriamente el periodo de garantía se procederá a la recepción definitiva de la obra.

7. PLAZO DE EJECUCIÓN

Los trabajos se realizarán durante las paradas de líneas y de planta previstas para el primer semestre de 2018, con un mes de antelación se comunicarán las fechas concretas de la intervención.

El plazo de ejecución será de 10 días consecutivos para cada una de las líneas, debiendo de estar la instalación en pleno rendimiento el onceavo día. Se entiende por pleno rendimiento cuando el secado está totalmente finalizado y se está combustionando la RS U (residuos, sólidos urbanos).

El orden establecido para las paradas es el siguiente: primero se parará una línea, transcurridas dos semanas se parará la segunda línea y la planta, al cabo de seis días se arrancará la primera línea que se paró y la planta, y a la semana siguiente se arrancará la segunda línea. Aunque hay una semana de solapamiento donde estarán ambas líneas paradas, los trabajos de refractario objeto del presente pliego no se podrán realizar en ambas líneas a la vez, de hecho existirá un desfase de aproximadamente una semana entre la finalización de la primera línea y el inicio de la segunda. Desde que se inician los trabajos en la primera línea hasta el final de los trabajos en la segunda línea pueden haber transcurrido cuatro semanas.

El Licitador aportará un cronograma de actuaciones de acuerdo con los trabajos a realizar, indicando una previsión de personal, turnos y horas de trabajo.

En el cronograma (formato diagrama de Gantt) se deberá reflejar de forma desglosada la duración máxima de los trabajos, entre otras tareas se indicarán:

- Ingeniería.
- Fabricación del material refractario.
- Montaje andamios.
- Limpieza con aire.
- Demolición del refractario existente.
- Chorreado.
- Montaje de anclajes.
- Prueba hidráulica.
- Montaje de refractario.
- Curado.
- Secado y puesta en marcha.
- Entrega As built.

8. CONDICIONES QUE REGIRAN DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO HASTA LA ACEPTACIÓN PROVISIONAL.

Este apartado aporta la información que debe ser tenida en cuenta por el Adjudicatario en el desarrollo de los trabajos.

8.1. Fases que comprenden el desarrollo del proyecto

El trabajo a ejecutar por el Adjudicatario se llevará a cabo bajo el criterio de "llave en mano" y comprenderá todas las operaciones ordenadas y necesarias para la total ejecución de la obra, desde el replanteo inicial hasta la puesta en funcionamiento de los sistemas de medida, su certificación y



adecuación a normativa, limpieza final, formación al personal y entrega de la documentación exigida.

8.2. Condiciones de suministro y facturación

El adjudicatario deberá poder proveer el material para suministrar y montar el refractario, según los requerimientos del presente pliego, en un periodo breve de tiempo, desde la visita o inspección de la unidad horno-caldera, hasta el inicio del montaje pasaran solamente 2 o 3 días.

SIRUSA abonará al adjudicatario solamente aquellos materiales refractarios utilizados en el montaje, por tipología de material y/o zona instalados, según los valores ofertados por el adjudicatario e indicados en el PCP.

El sobrante de stock será por cuenta y riesgo del adjudicatario.

Para facturar el material consumido se deberá seguir estrictamente el siguiente procedimiento, si existiese algún incumpliendo por parte del contratista, SIRUSA no se hará cargo del mismo.

Los materiales refractarios deberán ser recepcionados por la persona responsable del contratista y por el técnico responsable de SIRUSA, anotándose en la certificación el código del artículo, el tipo de embalaje, el concepto o material claramente detallado, la unidad y la cantidad de producto. Al mismo tiempo se anotará la fecha de recepción y la fecha de caducidad o de recomendación para su consumo. El documento se firmará por ambos técnicos.

Los materiales irán identificados con el código del material y con la indicación del tipo de material refractario que figura en el Pliego de prescripciones técnicas y en la tabla de precios unitarios del PCP.

El adjudicatario deberá guardar los embalajes vacíos, para poder hacer el recuento del material consumido. Una vez finalizado el montaje, la persona responsable del contratista y el técnico responsable de SIRUSA, anotaran en la certificación de materiales refractarios consumidos, el código de artículo, el tipo de embalaje, el concepto o material claramente detallado, la unidad y la cantidad de producto consumido, para poder proceder con la facturación del mismo.

8.3. Penalizaciones

La propiedad podrá aplicar al adjudicatario las siguientes penalizaciones:

- **Por incumplimiento del plazo de ejecución, para cada una de las líneas de proceso.**
El adjudicatario cumplirá con el plazo de ejecución acordado con la propiedad al inicio de la actuación y de acorde al plazo de ejecución establecido en el pliego punto 7. El incumplimiento de los mismos se penalizará en un 5% del importe correspondiente a la factura 5 o 6 según la línea de intervención, por cada día de retraso.
- **Por disponibilidad.** El incumplimiento de la disponibilidad garantizada, valor indicado en el formulario 2 del pliego de cláusulas particulares (PCP), se penalizará en un 10% del importe correspondiente a la factura 5 o 6 según la línea indispueta, por cada día de paro.
- **Por incumplimiento de los criterios evaluados en la solvencia técnica y en el formulario 4 del Pliego de Cláusulas particulares.** Se penalizará disminuyendo en un 5% el precio de licitación ofertado por turno (€/ turno) el turno afectado (día, noche, festivo), por incumplimiento del servicio ofertado, sea el número de trabajadores o la cualificación y/o categoría de los operarios.

La suma de todas las penalizaciones no podrán superar el 15% del importe del contrato. La superación del 15% del importe del contrato en penalizaciones podrá dar lugar a la resolución del contrato.



8.4. Entrega de documentación

Todos los documentos se entregarán en 3 copias papel + versión digital en formato editable (Word, Excel, Autocad, Project...).

8.5. Reuniones de aclaración y coordinación

Se establecerá un régimen de reuniones y visitas de obra para el seguimiento, aclaraciones y coordinación con participación del Adjudicatario y SIRUSA.

8.6. Modificaciones e inicio de los trabajos

No se aceptará ningún cambio en especificaciones o planos que antes no haya sido analizado y aprobado por SIRUSA.

Antes de iniciarse los trabajos el Adjudicatario debe disponer de la aprobación de los planos de ejecución.

8.7. Compra de equipos y subcontratación

SIRUSA deberá dar su aprobación a los subcontratistas que el Adjudicatario pretenda disponer para la ejecución de los trabajos.

Antes de la fabricación de los materiales y componentes que vaya a conformar la instalación, el adjudicatario debe disponer del visto bueno de SIRUSA.

8.8. Pruebas y ensayos

SIRUSA se reserva el derecho a realizar en el transcurso de la obra por cualquier organismo de su elección, cualquier control que considere necesario, sin por ello retrasar el avance de los trabajos; el adjudicatario deberá entregar sin demora ni reserva cualquier documento necesario (especificación, plano, nota de cálculo). Estos controles eventuales no liberarán de ningún modo al adjudicatario de sus responsabilidades contractuales con respecto a SIRUSA.

SIRUSA estará facultada para efectuar visitas de inspección, pruebas previas y solicitar los protocolos de pruebas de los talleres de fabricación y los certificados de los materiales empleados.

8.9. Montaje en obra

El adjudicatario incluirá el montaje de todos los materiales y/o sistemas que integran el servicio de forma que se garantice una correcta operación del mismo.

El adjudicatario se responsabilizará del montaje de todas las piezas incluidas en su servicio, la mano de obra especializada y no especializada necesaria para el trabajo mencionado y supervisará la ejecución del mismo.

El montaje en planta se desarrollará de acuerdo a la planificación, normas y seguridades establecidas por la legislación vigente, las normas internas y por el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el propio Adjudicatario.

a) Servicios disponibles en planta



Durante los trabajos a realizar, estarán a disposición del Adjudicatario:

- Punto de conexión de agua potable.
- Punto de conexión de energía eléctrica (400 Vca y 230 Vca)

Será responsabilidad del Adjudicatario la instalación de conducciones y cableados requeridos desde los puntos de conexión disponibles hasta los puntos de utilización.

El uso de estos servicios comunes se realizará de acuerdo a las normas establecidas por SIRUSA y de obligado cumplimiento por el Adjudicatario.

Para que SIRUSA pueda realizar una buena planificación de los servicios comunes necesarios antes del inicio de los trabajos en obra, el Adjudicatario facilitará una relación del personal asignado a planta para cada una de las fases de su programa.

b) Personal en planta

Se entregará 30 días antes del inicio de los trabajos, la previsión del personal destinado en planta, desglosado por empresas subcontratadas o bien por trabajos. En la misma relación se describirá el cargo o empleo de cada persona.

El adjudicatario deberá cumplir el procedimiento de Coordinación de Actividades Empresariales, donde se indica toda la documentación necesaria, tanto de la empresa como de los trabajadores, para poder realizar los trabajos adjudicados.

c) Técnico de montaje del Adjudicatario

El Adjudicatario mantendrá, dentro de los límites establecidos en el contrato, a un técnico a pie de obra con responsabilidades plenas en cuanto a calidad del montaje y como responsable de los aspectos de seguridad e higiene de su personal o de los subcontratistas pertenecientes a su servicio, además de ser el interlocutor válido respecto a los aspectos de montaje con SIRUSA. El técnico deberá ser recurso preventivo de su empresa.

d) Interrupción de las actividades

SIRUSA estará facultada para interrumpir en cualquier momento los trabajos de instalación y montaje de equipos, siempre que existan desviaciones manifiestas en cuanto a la realización con respecto a planos, normas, especificaciones, control de calidad o Plan de Seguridad y Salud aprobados, o que implique acciones de mayor prioridad, sin posible reclamación a posteriori por parte del adjudicatario de indemnización alguna por estos motivos.

Cualquier montaje defectuoso de equipo o sistema deberá rehacerse por parte del Adjudicatario sin cargo alguno.

e) Documentación en obra

El Adjudicatario mantendrá permanentemente en obra toda la documentación técnica, planos y procedimientos de montaje, puesta en marcha y calibración a disposición de SIRUSA.

f) Limpieza de las instalaciones

Diariamente y al finalizar la obra, los recintos cercanos a los trabajos realizados se dejarán limpios de cualquier elemento o desecho producidos por los mismos.

Los recintos utilizados para almacenamiento de material y manipulación del mismo se mantendrán



en perfecto orden y limpieza durante toda la fase de la obra. Además, no perjudicarán el funcionamiento normal de la planta o la realización de otros trabajos que se realicen en la misma.

El adjudicatario es responsable de la gestión de los residuos producidos durante las fases de desmontaje e instalación, y deberá acreditar su correcta gestión mediante los justificantes de recepción en las instalaciones de tratamiento autorizados.

No se permite el vertido de ninguna sustancia contaminante a la red de saneamiento.

g) Finalización del montaje

El Adjudicatario deberá disponer de todos los equipos o instrumentos necesarios para la realización de las pruebas a realizar durante el servicio y de acuerdo a lo especificado en el Contrato.

Asimismo deberá hacerse cargo de las pruebas de inspección a realizar durante el montaje: PPI's, etc.).

La prueba y calibrado de los instrumentos forman parte del servicio.

La finalización del montaje se formalizará mediante la cumplimentación de los listados de chequeo de final de montaje.

Estos listados, editados por el Adjudicatario, deberán contener todos los puntos de inspección a realizar sobre el servicio de forma que su ejecución y montaje responda a lo establecido en el Contrato.

h) Casetas de obra y servicio

Los servicios de vestuarios y aseos serán por cuenta del adjudicatario. El uso y la regulación de estos servicios se realizarán según la normativa vigente de PRL.

Con un tiempo de antelación de dos meses el adjudicatario comunicará a SIRUSA, las necesidades de espacio para los módulos, de forma que SIRUSA pueda destinar una zona dentro de la planta para su ubicación.



ANEXO 1. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES POR ZONAS

ANEXO 2. TIPOS DE MATERIAL REFRACTARIO.

ANEXO 3. PLANOS DE LA INSTALACIÓN EXISTENTES

ANEXO 4. MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y MODELOS DE LISTAS

ANEXO 5. ESPECIFICACIONES GENERALES.



ANEXO 1. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES POR ZONAS

Zona 1. Paredes laterales y techos estrechamiento primer conducto tras tubos caldera.

Refractario: Hormigón refractario denso de alta refractariedad en base carburo de silicio, de composición requerida de CSi alrededor del 70%, tipo 2.

Aplicación: Vertido y encofrado, compactación por vibración. Los paños no serán superiores a 3 m². El espesor desde membrana será de mínimo 60 mm.

Anclajes: en V de 6mm de diámetro y 45 mm de altura, o similar, material AISI 310. Soldados sobre la membrana a tresbolillo mediante electrodo de inox. Con capuchón. El ofertante podrá cambiar el tipo y las dimensiones del anclaje en su oferta si se justifica técnicamente y es necesario por la carga mecánica y térmica de su diseño. El material deberá ser, igualmente, un acero austenítico, no magnetizable, resistente a la fluencia y a la corrosión al aumentar la temperatura, y que no sea sensible a la formación de fase sigma.

Densidad de anclajes mínima: 156 uds/m². Parámetro a recalcular según la solución ofertada.

Juntas de dilatación mínima entre paños: 2 mm papel cerámico. Parámetro a recalcular según la solución ofertada.

Zona 2. Bóveda de admisión, techo zona descarga y toberas del quemador.

Refractario: Hormigón refractario denso de alta refractariedad en base carburo de silicio, de composición requerida de CSi alrededor del 70%, tipo 2.

Aplicación:

- En la bóveda y techo: Vertido y encofrado, compactación por vibración. Los paños no serán superiores a 3 m². El espesor desde membrana será de mínimo 60 mm.
- En las toberas de los quemadores: Gunitado. Se añadirá si lo requiere el fabricante del hormigón los aditivos que sean necesarios para poder aplicar el hormigón tipo 2 mediante la técnica del gunitado.

Anclajes:

- En la bóveda y techo: en V de 6mm de diámetro y 40 mm de altura, o similar, material AISI 310. Soldados sobre la membrana a tresbolillo mediante electrodo de inox. Con capuchón. El ofertante podrá cambiar el tipo y las dimensiones del anclaje en su oferta si se justifica técnicamente y es necesario por la carga mecánica y térmica de su diseño. El material deberá ser, igualmente, un acero austenítico, no magnetizable, resistente a la fluencia y a la corrosión al aumentar la temperatura, y que no sea sensible a la formación de fase sigma.

Densidad de anclajes mínima: 156 uds/m². Parámetro a recalcular según la solución ofertada.

- En las toberas de los quemadores: en V de 6mm de diámetro y 90-150 mm de altura, material AISI 310, o similar. Soldados sobre la membrana a tresbolillo mediante electrodo de inox. Con capuchón. El ofertante podrá cambiar el tipo y las dimensiones del anclaje en su oferta si se justifica técnicamente y es necesario por la carga mecánica y térmica de su diseño. El material deberá ser, igualmente, un acero austenítico, no magnetizable, resistente a la fluencia y a la corrosión al aumentar la temperatura, y que no sea sensible a la formación de fase sigma.

Juntas de dilatación mínima entre paños: 2 mm papel cerámico. Parámetro a recalcular según la solución ofertada.

Solamente se podrá aplicar el hormigón con sistema de gunitado en bóveda y techo, en paños de reparación pequeños previa autorización de la propiedad SIRUSA. Se añadirá si lo requiere el fabricante del hormigón los aditivos que sean necesarios para poder aplicar el hormigón tipo 2 mediante la técnica del gunitado.

Zona 3. Paredes laterales zona carga/alimentación.

Refractario y aplicación:

Las paredes laterales de la zona de carga o admisión están formadas por las capas siguientes (o equivalentes), el



espesor total es de 750mm:

- 50 mm de placa aislante de silicato cálcico tipo 8.
- 230 mm de ladrillo refractario aislante de diatomita tipo 10.
- 115 mm de ladrillo refractario aislante del grupo-23 tipo 9.
- 150 mm de hormigón refractario aislante tipo 6, aplicado mediante gunitado.
- 205 mm de hormigón refractario denso tipo 4, aplicado mediante vertido.

Solamente se podrá aplicar el hormigón con sistema de gunitado, en paños de reparación pequeños previa autorización de la propiedad SIRUSA. Se añadirá si lo requiere el fabricante del hormigón los aditivos que sean necesarios para poder aplicar el hormigón tipo 4 mediante la técnica del gunitado.

Anclajes: en Y de 720x40x4mm, o similar, AISI 310.

Zona 4. Paredes laterales zona descarga y zona descarga inferior.

Refractario y aplicación:

Las paredes laterales de la zona de descarga e inferior están formadas por las capas siguientes (o equivalentes):

- 50 mm de placa aislante de silicato cálcico tipo 8.
- 230 mm de ladrillo refractario aislante de diatomita tipo 10.
- 115 mm de ladrillo refractario aislante del grupo-23 tipo 9.
- 150 mm de hormigón refractario aislante tipo 6, aplicado mediante gunitado.
- 205 mm de hormigón refractario denso tipo 4, aplicado mediante vertido.

Solamente se podrá aplicar el hormigón con sistema de gunitado, en paños de reparación pequeños previa autorización de la propiedad SIRUSA. Se añadirá si lo requiere el fabricante del hormigón los aditivos que sean necesarios para poder aplicar el hormigón tipo 4 mediante la técnica del gunitado.

Anclajes: en Y de 720x40x4mm, o similar, AISI 310.

Zona 5. Colectores

Refractario: Hormigón refractario denso de alto contenido en alúmina y bajo contenido en cemento (base bauxita), tipo 5.

Aplicación: Vertido y encofrado, compactación por vibración.

Anclajes: en Y de 100x30x3mm, o similar, en AISI 310.

Juntas de dilatación: juntas de dilatación entre paños de los colectores con fibra cerámica de 128kgs/m³ para temperaturas superiores a 1.400°C, y 13 mm de espesor, comprimida a 7 mm. Las juntas de dilatación de los extremos de los colectores se sellarán, así como las juntas entre la parrilla y la caldera.

Zona 6. Franja lateral superior rodillos.

Refractario y aplicación:

Las franjas laterales, superior rodillos, debajo los colectores están formadas por las capas siguientes (o equivalentes):

- 50 mm de placa aislante de silicato cálcico tipo 8.
- 230+65 mm de ladrillo refractario aislante de diatomita (o perlita) tipo 10.
- 115 mm de ladrillo refractario aislante del grupo-23 tipo 9.
- (185-150) mm de hormigón refractario aislante tipo 6, aplicado mediante gunitado.
- 205 mm de hormigón refractario denso tipo 5, aplicado mediante vertido.

Solamente se podrá aplicar el hormigón con sistema de gunitado, en paños de reparación pequeños previa autorización de la propiedad SIRUSA. Se añadirá si lo requiere el fabricante del hormigón los aditivos que sean necesarios para poder aplicar el hormigón tipo 5 mediante la técnica del gunitado.

Anclajes: en Y (820-720)x40x4mm, o similar, AISI 310.

Zona 7. Pared lateral rodillos.

Refractario y aplicación:



Las paredes laterales de la parrilla de rodillos están formadas por las capas siguientes (o equivalentes):

- 25 mm de placa aislante de silicato cálcico tipo 8.
- 65 mm de ladrillo refractario aislante del grupo-23 tipo 9.
- 100 mm de hormigón refractario denso en base carburo de silicio tipo 2, aplicado mediante vertido.

Anclajes: en Y (140- 170)x40x4mm, o similar, AISI 310.

Juntas de dilatación: juntas de dilatación con fibra cerámica de 128kgs/m³ para temperaturas superiores a 1.400°C, y 13 mm de espesor, comprimida a 7 mm.

Zona 8. Pared frontal zona descarga.

Refractario y aplicación:

La pared frontal zona descarga están formadas por las capas siguientes (o equivalentes):

- 50 mm de placa aislante de silicato cálcico tipo 8.
- 230 mm de ladrillo refractario aislante de diatomita tipo 10.
- 115 mm de ladrillo refractario aislante del grupo-23 tipo 9.
- (100-156) mm de hormigón refractario denso tipo 1, aplicado mediante vertido.

Anclajes: en Y 520x40x4mm, o similar, en AISI 310.

Juntas de dilatación: juntas de dilatación con fibra cerámica de 128kgs/m³ para temperaturas superiores a 1.400°C, y 13 mm de espesor, comprimida a 8 mm.

Zona 9. Escalón bajo admisión y Rampa zona carga.

Refractario y aplicación:

El escalón bajo la entrada de residuos y la rampa están formados por las capas siguientes (o equivalentes):

- 50 mm de placa aislante de silicato cálcico tipo 8.
- 115 mm de ladrillo refractario aislante de diatomita tipo 10 o G-23.
- (350 – 585) mm de hormigón refractario denso base corindón tipo 1, aplicado mediante vertido.

Anclajes: en Y de 435x40x4mm AISI 310, o 500x30x3, en algunos casos se necesita alargador de pletina 30x3, dejando la punta del anclaje escondida 30mm, o similar en AISI310.

Sellado de las juntas de dilatación en los extremos.

Zona 10. Revestimiento tolvas

Refractario y aplicación:

- 100 mm Hormigón aislante de baja densidad tipo 6.
- 90 mm Hormigón refractario



ANEXO 2. TIPOS DE MATERIAL REFRACTARIO.

TIPO 1.

Tipo: hormigón denso (LCC)

Naturaleza del enlace: hidráulico.

Método de instalación: vertido, encofrado y vibrado

Materia/s prima/s base: corindón.

ISO 1927: Clase I

Código VDEh: 001800802955

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: >1600°C

Máximo tamaño de grano: < 7mm

Densidad aparente después de calentar a 1000°C: 2,5 -2,8 g/cm³

Porosidad aparente en después de calentar a 1000°C: <16%

Expansión térmica reversible después de calentar a 1000°C: ≈0,75%

Resistencia a la compresión en frío: ≈ 130 N/mm²

Contracción longitudinal permanente tras 12h a 1000°C : ≈ - 0.20 %

Conductividad térmica: A 800°C: >2,31 W/mK A 1200°C: >2,4 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): Al₂O₃ ≈79%; SiO₂ ≈ 15%; CaO ≈0,4 %, Fe₂O₃ <1%

TIPO 2.

Tipo: hormigón denso (LCC)

Naturaleza del enlace: hidráulico.

Método de instalación: vertido, encofrado y vibrado (gunitado solamente en caso de pequeñas reparaciones con previa autorización de SIRUSA)

Materia/s prima/s base: carburo de silicio.

ISO 1927: Clase V

Código VDEh: 001245502697

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: >1600°C

Máximo tamaño de grano: < 4mm

Densidad aparente después de calentar a 1000°C: 2,5 -2,8 g/cm³

Porosidad aparente en después de calentar a 1000°C: <19%

Expansión térmica reversible después de calentar a 1000°C: ≈ 0,55%

Resistencia a la compresión en frío: ≈150 N/mm²

Contracción longitudinal permanente tras 12h a 1000°C: ≈- 0.40 %

Conductividad térmica: A 800°C: >5.75 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): CSi ≈67%, Al₂O₃ ≈21%; SiO₂≈ 9%; CaO≈ 2 %, Fe₂O₃ <0,3%



TIPO 3

Tipo: hormigón denso (LCC)

Naturaleza del enlace: hidráulico.

Método de instalación: vertido, encofrado y vibrado

Materia/s prima/s base: carburo de silicio.

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: >1600°C

Máximo tamaño de grano: < 4mm

Densidad aparente después de calentar a 1000°C: 2,5 -2,8 g/cm³

Porosidad aparente en después de calentar a 1000°C: <19%

Expansión térmica reversible después de calentar a 1000°C: ≈ 0,55%

Resistencia a la compresión en frío: ≈150 N/mm²

Contracción longitudinal permanente tras 12h a 1000°C: ≈- 0.40 %

Conductividad térmica: A 800°C: >5.75 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): CSi ≈80%

TIPO 4.

Tipo: hormigón denso (LCC)

Naturaleza del enlace: hidráulico.

Método de instalación: vertido, encofrado y vibrado (gunitado solamente en caso de pequeñas reparaciones con previa autorización de SIRUSA)

Materia/s prima/s base: chamota.

ISO 1927: Clase I

Código VDEh: 0012105025

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: >1500°C

Máximo tamaño de grano: < 7mm

Densidad aparente después de calentar a 1000°C: 2,3 -2,8 g/cm³

Porosidad aparente en después de calentar a 1000°C: <20%

Expansión térmica reversible después de calentar a 1000°C: 0,60%

Resistencia a la compresión en frío: 80 N/mm²

Contracción longitudinal permanente tras 12h a 1000°C : - 0.35 %

Conductividad térmica: A 1000°C: >1.5 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): Al₂O₃≈ 54%; SiO₂ ≈41%; CaO ≈2 %, Fe₂O₃ <1%

TIPO 5.

Tipo: hormigón denso (ULCC)

Naturaleza del enlace: hidráulico.



Método de instalación: vertido, encofrado y vibrado (gunitado solamente en caso de pequeñas reparaciones con previa autorización de SIRUSA)

Materia/s prima/s base: bauxita.

ISO 1927: Clase I

Código VDEh: 001103802965

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: >1700°C

Máximo tamaño de grano: < 7mm

Densidad aparente después de calentar a 1000°C: 2,3 -2,9 g/cm³

Porosidad aparente en después de calentar a 1000°C: <20%

Expansión térmica reversible después de calentar a 1000°C: ≈0,70%

Resistencia a la compresión en frío: ≈120 N/mm²

Contracción longitudinal permanente tras 12h a 1000°C: ≈ - 0.30 %

Conductividad térmica: A 800°C: >1.9 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): Al₂O₃ ≈84%; SiO₂ ≈11%; CaO≈ 1 %, Fe₂O₃ <1%

TIPO 6.

Tipo: hormigón aislante

Naturaleza del enlace: hidráulico.

Método de instalación: vertido, encofrado y vibrado o gunitado

Materia/s prima/s base: chamota ligera

ISO 1927: Clase II

Código VDEh: 101885401430 o 101385401425

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: >1300°C

Máximo tamaño de grano: < 6mm

Densidad aparente después de calentar a 800°C: 1,2 -1,6 g/cm³

Porosidad aparente en después de calentar a 800°C: <43%

Expansión térmica reversible después de calentar a 1000°C: ≈0,55%

Resistencia a la compresión en frío: ≈20 N/mm²

Contracción longitudinal permanente tras 12h a 800°C : ≈ - 0.20 %

Conductividad térmica: A 800°C: >0,4 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): Al₂O₃ ≈40%; SiO₂ ≈38%; CaO≈ 13 %, Fe₂O₃ <4,5%

TIPO 7.

Tipo: mortero refractario

Naturaleza del enlace: químico-inorgánico

Método de instalación: recubrimiento

Materia/s prima/s base: chamota/bauxita.

ISO 1927: Clase I

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: >1500°C



Máximo tamaño de grano: < 0,5mm

Tiempo fraguado: 24h.

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): Al₂O₃ ≈46%; SiO₂ ≈44%; Fe₂O₃ <2,5%

TIPO 8.

Tipo: placas de silicato plástico

Dimensiones: Largo 1000mm; Ancho 500mm; Espesor 25mm y/o 50mm

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: > 1000°C

Densidad aparente: ≈ 250 Kg/m³

Resistencia a la compresión en frío: ≈ 1,3 N/mm²

Contracción longitudinal permanente tras 24h a 1000°C : ≈ - 1,7 %

Conductividad térmica (ASTM C-182): A 600°C: ≈0,14 W/mK A 800°C: ≈0,17 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): SiO₂ ≈ 45%; CaO≈ 40 %, Fe₂O₃ <0,5%

Resistencia química contra atmosferas corrosivas (H₂, CO, NH₃, N₂, HCl, etc.)

TIPO 9.

Tipo: ladrillo refractario aislante

Grupo ASTM C-155: 23

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: > 1260°C

Densidad aparente: 0,60 – 0,7 g/cm³

Resistencia a la compresión en frío: 1,3 – 2 N/mm²

Contracción longitudinal permanente tras 12h a 1250°C: ≈- 0,15 %

Conductividad térmica (ASTM C-182): A 600°C: 0,2-0,27 W/mK A 1000°C: 0,3-0,34 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): Al₂O₃≈ 36%; SiO₂ ≈ 59%; CaO≈ 0,4 %, Fe₂O₃ <1%

TIPO 10.

Tipo: ladrillo refractario aislante

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: > 900°C

Densidad aparente: ≈ 450 Kg/m³

Resistencia a la compresión en frío: ≈1,2 N/mm²

Contracción longitudinal permanente tras 12h a 850°C: < 1 %

Conductividad térmica (ASTM C-182): A 600°C: ≈ 0,14 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): Al₂O₃≈ 15%; SiO₂ ≈ 67%; CaO≈ 5 %, Fe₂O₃ <5%

TIPO 11.

Tipo: masilla plástica refractaria



Naturaleza del enlace: químico-cerámico

Método de instalación: recubrimiento, manual o con paleta.

Materia/s prima/s base: base de alúmina

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: >1800°C

Granulometría: 0 - 2 mm

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): Al₂O₃ ≈86%; SiO₂ ≈6%;

Densidad : ≈ 2.900 Kg/m³

TIPO 12.

Tipo: manta fibra cerámica de 128 kgs/m³

Espesor: 25 mm según la zona

Método de instalación: manual

Propiedades requeridas y/o deseadas

Temperatura máxima: >1400°C

Densidad : 128 k g/m³

Resistencia a la compresión en frío: >0,04 MPa

Contracción longitudinal permanente tras 24h a 1350°C : ≈< 3 %

Conductividad térmica: A 600°C: >0,16 W/mK

Composición Química (% peso sobre muestra calcinada): Al₂O₃ ≈40%; ZrO₂ ≈17%; SiO₂ ≈40%; 2 Fe₂O₃ <0,2%