



**Universitat Jaume I**

**Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals**

**Grau en Enginyeria Química**

***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR DE  
BARROS DE ESMALTES***

**TRABAJO FIN DE GRADO**

AUTOR

Javier Redón Cerdà

TUTOR

Prof. Dr. José Luis Amorós Albaro

Castellón, Noviembre 2015





UNIVERSITAT  
JAUME•I

# Universitat Jaume I

Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals

Grau en Enginyeria Química

## ***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR DE BARROS DE ESMALTES***

**Trabajo Fin de Grado**

Autor

Javier Redón Cerdà

Tutor

José Luis Amorós Albaro

Castellón, Noviembre de 2015



# ***ÍNDICE GENERAL***

DOCUMENTO 0. RESUMEN.

DOCUMENTO 1. MEMORIA.

DOCUMENTO 2. ANEXOS.

DOCUMENTO 3. PLANOS.

DOCUMENTO 4. PLIEGO DE CONDICIONES.

DOCUMENTO 5. ESTADO DE MEDICIONES.

DOCUMENTO 6. PRESUPUESTO.

DOCUMENTO 7. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA.





---

***DOCUMENTO 0. RESUMEN***

---

***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR  
DE BARROS DE ESMALTES***

**Trabajo Fin de Grado**

Autor

Javier Redón Cerdà

Tutor

José Luis Amorós Albaro





## RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto es el diseño de una planta para obtener una calcina de carácter borácico, que podrá ser utilizada como materia prima para la elaboración y formulación tanto de esmaltes como de fritas.

La calcina mencionada se obtendrá mediante calcinación de fangos provenientes de aguas residuales de líneas de esmaltado ó similares, previamente secados, tratados y acondicionados para su correcta y segura manipulación.

El proceso de fabricación del producto comprende las etapas, tanto físicas como químicas siguientes:

- Recogida de los fangos provenientes de esmaltes: estos fangos serán la materia prima principal del proceso, ya que, a partir de los mismos, y mediante la utilización de diversos aditivos, se podrá obtener la calcina con la composición química deseada.
- Concentración de los fangos: los fangos recogidos serán tratados. Primero por un espesador de fangos, que eliminará gran parte del agua en la que va suspendido el sólido para, a continuación, ser filtrado para aumentar aún más el contenido en sólidos de la suspensión.
- Secado de los fangos: etapa dónde se da la eliminación prácticamente total del agua residual de los fangos, una vez han sido tratados en el espesador y el filtro.
- Mezclado y Homogeneización de los fangos: el objetivo de esta etapa es el de obtener una mezcla de fangos secos lo más homogénea y constante posible para su correcto procesado. Previo a este proceso, los fangos serán triturados para evitar la introducción de aglomerados de tamaño excesivo en el proceso de mezcla.

- Adición de los componentes requeridos: la finalidad de esta etapa es obtener la composición de trabajo requerida para la obtención de la calcina borácica. Se debe tener en cuenta que los fangos, previamente mezclados, todavía pueden variar sensiblemente en su composición de una partida a otra, por lo que será necesario un control exhaustivo de la mezcla para modificar adecuadamente la cantidad de aditivos en caso de que fuera necesario.
- Mezclado y granulación: la formación de aglomerados mejorará la fluidez del polvo, que posteriormente se introducirá en el horno.
- Cocción: se realiza en un horno rotatorio, a una temperatura máxima de unos 1000 °C, obteniéndose el producto granulado y listo para ensacar.
- Ensacado ó empaquetado: se introduce el producto en sacas tipo "Big Bags" para su almacenaje y posterior venta.

Una vez la fabricación de la calcina ha finalizado y ésta ha sido empaquetada para su distribución, se puede comercializar como materia prima para la elaboración tanto de esmaltes, para revestimientos o pavimento, como para la fabricación de fritas.

En el trabajo se incluyen todos los documentos necesarios de un proyecto de carácter profesional, como son, la memoria descriptiva, los anexos con los cálculos necesarios y las fichas técnicas, los planos, el pliego de condiciones, el estado de mediciones y el presupuesto total.

Por supuesto, también se ha realizado un estudio, tanto del punto de vista económico como del punto de vista medioambiental, para comprobar la viabilidad del proyecto.



---

***DOCUMENTO 1. MEMORIA***

---

***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR  
DE BARROS DE ESMALTES***

**Trabajo Fin de Grado**

Autor

Javier Redón Cerdà

Tutor

José Luis Amorós Albaro



## Índice

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. ALCANCE.....</b>	<b>9</b>
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Estudio de mercado de baldosas cerámicas.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2. Descripción del proceso industrial de fabricación de la calcina.....</b>	<b>20</b>
<b>4. NORMAS Y REFERENCIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2. Bibliografía.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3. Programas de cálculo.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4. Plan de gestión de la calidad aplicado en la redacción del Proyecto.....</b>	<b>24</b>
<b>5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1. Abreviaturas.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2. Definiciones.....</b>	<b>25</b>
<b>6. REQUISITOS DE DISEÑO.....</b>	<b>29</b>
<b>7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>7.1. Materias primas.....</b>	<b>31</b>

7.2. Espesado de fangos.....	34
7.3. Filtrado de fangos.....	36
7.4. Etapa de secado de fangos.....	39
7.5. Etapa de mezclado de los componentes.....	40
7.6. Etapa de tratamiento térmico del producto.....	40
7.7. Etapa de ensacado y almacenamiento.....	42
<b>8. RESULTADOS FINALES.....</b>	<b>43</b>
8.1. Materias primas.....	43
8.2. Conjunto de concentración de fangos.....	45
8.3. Secado de los barros.....	47
8.4. Etapa de trituración y mezcla de las materias primas.....	48
8.5. Tratamiento térmico y ensacado del producto acabado.....	49
8.6. Distribución en planta.....	50
8.7. Personal necesario para el buen funcionamiento de la planta.....	51
8.8. Consumo eléctrico y de agua en la planta.....	55
<b>9. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....</b>	<b>57</b>
9.1. Inversión inicial.....	57
9.2. Gastos directos.....	60
9.3. Gastos indirectos.....	61
9.4. Beneficio.....	62
9.5. Flujo de Caja, Valor Actual Neto y Tasa Interna Rentabilidad.....	63

## **1. OBJETO**

El trabajo consiste en el diseño de una planta o proceso para la fabricación de una calcina, obtenida a partir del reciclaje de barros provenientes de líneas de esmaltado de azulejeras, que podrá ser utilizada en la fabricación tanto de esmaltes como de fritas de carácter borácico.

En los últimos años, el compromiso de las empresas con el medioambiente ha ido creciendo; además, la gran demanda actual de productos cerámicos existente obliga a buscar nuevos procesos de gestión y tratamiento de los residuos generados durante la fabricación de estos con el fin de reducirlos, inertizarlos y revalorizarlos.

Cuando un residuo es revalorizado, el impacto medioambiental se ve reducido en gran medida gracias a su aprovechamiento y reutilización, además deja de ser propiamente un residuo para convertirse en un subproducto.

En la actualidad, para disminuir el impacto ambiental una de las mejores opciones es, cuando sea posible, reciclar las aguas residuales procedentes de las operaciones de limpieza de las instalaciones. Mediante este procedimiento, se incorporan los restos de esmaltes en suspensión como materia prima para la preparación de una calcina que podrá ser utilizada como materia prima.

En este proyecto se trata la posible revalorización de los restos de esmaltes, mediante el reciclaje parcial o total de los barros generados, adicionando a los mismos los compuestos necesarios para fabricar un producto "ECO" como materia prima.

En el proceso de obtención de la calcina a partir de los barros residuales se pueden distinguir dos fases o semi-procesos. En primer lugar, el proceso de tratamiento inicial de los barros, y ,posteriormente, el proceso de preparación de la mezcla deseada y su tratamiento térmico posterior.

Las etapas que comprenden estos procesos son:

- Sedimentación y filtrado de los barros, con bajo contenido en sólidos para conseguir una suspensión más concentrada.

- Secado de la suspensión resultante de la filtración y su posterior trituración, para reducir al máximo el tamaño de aglomerados formados durante el secado de los mismos.
- Mezclado de los barros secos con los aditivos necesarios para la obtención de la mezcla de composición deseada y posterior tratamiento térmico.
- Almacenamiento del producto terminado para su venta como materia prima para la fabricación de esmaltes y fritas.

El reciclado de los barros residuales de las líneas de esmaltado, presentan una serie de ventajas que se exponen a continuación:

1.- El reaprovechamiento de los restos de esmaltado, producidos en operaciones de limpieza o que se han vertido al suelo accidentalmente, como materia prima, existe una revalorización de un producto que tenía un valor nulo.

2.- Ahorro en el coste de tratamiento de aguas, ya que los límites de los elementos en suspensión o disueltos vienen fijados por la alteración que producen en la etapa receptora del reciclado o tratamiento de aguas residuales y no por la legislación que suele ser más estricta.

3.- Reducción del coste medioambiental para aquellas empresas que generan estos residuos y no pueden verterlos en el atomizador, ya que la empresa que fabricará la calcina se hace cargo de estos barros.



## 2. ALCANCE

En la fabricación de baldosas cerámicas, normalmente, estas se recubren con una capa vidriada que, además de impermeabilizar el soporte cerámico, debe de poseer unas características técnicas y estéticas adecuadas para el uso final del producto.

Los vidriados cerámicos son vidrios homogéneos o materiales vitrocrystalinos cuya naturaleza deriva del tratamiento térmico a que se somete a los esmaltes cerámicos tras ser aplicados sobre el soporte.

El objetivo del proceso de fabricación descrito en este proyecto, como ya se ha citado con anterioridad, es el de obtener una calcina de carácter borácico para utilizarla como materia prima en la fabricación de esmaltes y fritas. El carácter borácico de la misma dotará de una buena fundencia al esmalte o frita en el que se introduzca.

Para tener una concepción más clara del proyecto, se procede a realizar una breve explicación de 3 tipos de vidriados, las fritas, los engobes y los esmaltes.

Las fritas cerámicas son materiales de naturaleza vítrea, preparadas por fusión a temperaturas elevadas (en torno a unos 1500 °C), de una mezcla de materias primas de naturaleza cristalina. La masa fundida se enfría bruscamente con aire o agua, dando lugar a una masa vítrea que es la frita propiamente dicha. Desde el punto de vista cerámico, las fritas son materias primas elaboradas que se utilizan en la formulación de esmaltes y engobes.

Por lo que se refiere a sus características, las fritas son más insolubles en agua que algunas materias primas a partir de las que se fabrican, así como presentar amplios intervalos de fusión, a diferencia de las temperaturas fijas de fusión de las materias primas con las que se preparan.

Se pueden clasificar según diversos criterios, pero las denominaciones más comunes en el sector azulejero son las que siguen:

- Fritas transparentes: fritas que dan lugar a vidriados brillantes y transparentes

- *Fritas opacas* los vidriados obtenidos son opacos y brillantes. Muchas de ellas contienen zirconio.

- *Fritas mates*: estas fritas se caracterizan por dar lugar a vidriados con aspecto mates, y suelen clasificarse en función del elemento que es responsable del mismo: mates de calcio, de cinc o de bario.

- *Fritas fundentes*: fritas que se caracterizan por contener óxidos de carácter fundente en proporción significativa, como el boro o los elementos alcalinos.

Como más adelante se verá, a partir de la composición final seleccionada, el producto fabricado poseerá un marcado carácter fundente debido al alto contenido en boro, siendo, además, un buen sustituto de la ulexita debido a su contenido notable en calcio.

En cuanto a los engobes, un engobe está constituido por una mezcla de materiales plásticos (arcillas y caolines) y no plásticos (fritas, cuarzo, feldespatos...) que se aplica sobre el soporte cerámico para formar una capa fina que lo aísla de la capa de esmalte, a fin de, entre otras cosas, ocultar el color de dicho soporte y cubrir sus defectos superficiales.

El engobe puede considerarse como un tipo particular de esmalte rico en material arcilloso, lo que aproxima su composición a la del soporte. El engobe, aparte de ocultar el color del soporte, también favorece el adecuado acoplamiento entre el esmalte y el soporte y forma una barrera impermeable que evita que la humedad que eventualmente pudiera difundirse a través de los soportes porosos, como son los de los azulejos, pueda hacerse visible desde la cara vista de la pieza.

De los esmaltes se puede decir que se aplican sobre la capa de engobe previamente consolidada sobre el soporte cerámico, con la finalidad de obtener, tras la cocción, un vidriado con las características técnica y estéticas requeridas.

Los esmaltes se pueden clasificar atendiendo a diferentes criterios, ya sea el componente fundente principal, modo de preparación, tipo de soporte sobre el que se aplican, y un largo etc. En la principal clasificación que se da se distinguen esmaltes para azulejos y esmaltes para pavimentos, variando el porcentaje en peso de frita

utilizado para su fabricación, ya que en función de para qué vaya a ser utilizado, primarán los aspectos visuales o los aspectos funcionales.

Por otra parte, el proceso de fabricación de la calcina ofrece una solución a aquellas empresas que no pueden verter las aguas residuales del proceso de esmaltado en el proceso de atomizado, pudiendo deshacerse correctamente, desde el punto medioambiental, de esos residuos para su reaprovechamiento y revalorización.



### **3. ANTECEDENTES**

Los materiales cerámicos son materiales inorgánicos, no metálicos, que poseen, por lo general, temperaturas de fusión y resistencia mecánicas elevadas. Los materiales cerámicos más tradicionales, de base arcillosa, pueden presentarse en distintos formatos, tamaños y formas, desde baldosas para recubrimiento y revestimiento de suelos y paredes, hasta recipientes para albergar productos alimenticios.

Ya en el neolítico se hicieron necesarios recipientes para almacenar el excedente de las cosechas producido por la práctica de la agricultura. En un principio, este tipo de cerámica se moldeaba a mano y tan solo se dejaba secar al sol o cerca de los fuegos tribales. El primer pueblo en cocer las piezas hechas en hornos parece ser que fueron los chinos, a partir de ese momento, el conocimiento fluyó a través del Oriente hacia el Occidente, entrando a la península ibérica a través de África.

Durante todo este proceso, las técnicas fueron modificándose y mejorándose para adaptarse a las problemáticas presentadas en cada zona.

El azulejo y sus técnicas entraron en Europa, a través de al-Andalus, en el siglo VII, al sur de la península ibérica. Inicialmente, las piezas no tuvieron unas dimensiones fijas; la tradición azulejera de Portugal, una de las más importantes de Europa, estableció, a partir del siglo XVI y hasta el siglo XIX, una medida entre los 13,5 y los 14,5 cm. mayor que la medida tradicional árabe.

En Occidente, las penínsulas Ibérica e Itálica acaparan la producción e exportación de azulejos al resto de Europa hasta el final del siglo XVI. A partir del siglo XVII la azulejería florece en otros muchos países de Europa Central, afirmando la producción, técnicas y creatividad a lo largo del siglo XVIII y consumándose en el siglo XIX con su presencia en Exposiciones Universales.

Con el tiempo, la fabricación de baldosas para revestimiento se automatizó e industrializó. Mediante técnicas de prensado, secado y cocción realizadas por máquinas y equipos diseñados al efecto, se facilitó la fabricación de estos materiales cerámicos y se aumentó la capacidad de producción, lo que junto con un aumento de la demanda condujo a un incremento marcado de la producción y de las ventas totales.

Con la automatización y mejora de las instalaciones de fabricación de azulejos surgió, y ha ido ganando peso durante los años, la preocupación por la contaminación que se produce en el proceso de fabricación de estos materiales. En este proyecto nos centraremos en los barros de esmalte que se producen en las industrias azulejeras y como se pueden procesar estos para reutilizarlos. En resumen, tratar de revalorizar un residuo con un coste prácticamente nulo.

El tratamiento de la contaminación industrial incluye el conjunto de acciones encaminadas a buscar soluciones válidas a los problemas que ésta presenta a la industria productora.

Es importante recordar que aún dentro del propio sector de pavimentos y revestimientos cerámicos no existe una solución única al problema de la contaminación. Las soluciones adoptadas en una planta pueden no resultar válidas para otra de características aparentemente similares.

El agua desarrolla un papel muy importante en la industria cerámica, pues es un elemento indispensable para una serie de procesos. Los cuatro usos principales del agua son:

1.- Como materia prima en la preparación de pastas para soportes cerámicos (molienda vía húmeda, humectación vía seca), preparación de esmaltes y humectación de piezas para la posterior aplicación de esmaltes. Este consumo de agua prácticamente no comporta la generación de aguas residuales, puesto que el agua utilizada como materia prima se emite en su práctica totalidad a la atmosfera por evaporación en las distintas fases del proceso.

2.- Como vehículo de intercambio de calor en las operaciones de:

– Fritado de vidriados cerámicos donde se enfría la masa fundida directamente sobre agua o bien por medio de rodillos metálicos refrigerados internamente con agua

– Conformación de piezas, cuando se utilizan prensas hidráulicas, generalmente el enfriamiento de aceite se realiza por medio de intercambiadores multitubulares aceite-agua.

– Pulido y biselado en la fabricación de gres porcelánico, donde el agua se utiliza como refrigerante y como agente de arrastre de partículas.

El agua utilizada en estos procesos por el tipo de modificaciones que sufre puede ser reciclada en circuitos cerrado, tras operaciones simples de enfriamiento y/o depuración.

3.- Como agente de lavado de las instalaciones como son, sección de preparación de pastas, sección de preparación de esmaltes y líneas y equipos de esmaltado. El agua de lavado de la sección de preparación de pastas por vía húmeda es cuantitativamente poco importante, además se puede recircular fácilmente para la preparación de barbotinas, con un vertido nulo. Sin embargo, el agua de lavado de las secciones de preparación y aplicación de esmaltes constituye la principal fuente de generación de aguas residuales en la industria cerámica.

4.- Otros usos. En la industria cerámica también se emplea el agua en el lavado de colorantes calcinados, refrigeración y sellado de bombas, enfriamiento de compresores, depuradores de gases vía húmeda, etc.

La problemática del agua en la industria hace que sea necesario la definición de los términos "necesidad de agua" y "consumo de agua", así como la definición de "aguas residuales" ó "vertido de agua", ya que no son sinónimos.

- "Necesidad de agua": es la cantidad total de agua que se debe introducir en el proceso industrial para llevarlo a cabo.
- "Consumo de agua": es la cantidad de agua que una planta toma del exterior (red pública, pozo, etc.), para poder desarrollar la actividad industrial.
- "Aguas residuales": son las aguas de desecho provenientes del proceso industrial sin haber sufrido ningún tipo de tratamiento.
- "Vertido de aguas": es la cantidad de agua descargada por una planta a un medio receptor externo, cualquiera que sea la naturaleza de éste, independientemente del tipo de tratamiento previo al que se haya sometido.

El término que más nos interesa para la realización de éste proyecto es el de "aguas residuales", ya que a partir de éstas aguas se obtendrá la materia prima del

proceso a desarrollar. En éstas aguas se encuentran en suspensión las partículas, solubles o no, que conducirán, convenientemente procesadas, al producto deseado.

La motivación principal para la realización de este proyecto viene dada por la existencia de una gran cantidad de residuos sólidos suspendidos en agua en forma de barros o fangos, provenientes de líneas de esmaltado, secciones de fabricación de esmaltes, etc. que no son aprovechados. Su objetivo es reaprovechar y reutilizar estos materiales del proceso para obtener una nueva materia prima para la fabricación de esmaltes y/o fritas.

La principal ventaja del proceso es la revalorización de un residuo, sin valor económico, pero que convenientemente procesado, se puede transformar en una materia prima, dotándolo de valor en el mercado. Otra ventaja es que al haberse fabricado a partir de un residuo (reciclado), el producto obtenido puede llegar a ser más interesante para el cliente, ya que se trata de un producto "ECO", con lo que puede venderse como tal.

Otra ventaja o característica positiva es el positivo impacto medioambiental que provoca la utilización y reciclado de un residuo.

Por otra parte cabe destacar que para obtener muchos esmaltes utilizados en baldosas de porcelánico para el suelo, no es necesario utilizar componentes fritados, se pueden utilizar compuestos o materiales calcinados fundentes, como el que se obtiene en este proyecto.

Un estudio reciente desarrollado en el Instituto de Tecnología Cerámica de la Universitat Jaume I de Castellón (ITC), demuestra que con la preparación de una calcina de carácter borácico, se pueden obtener esmaltes para porcelánico con buenas prestaciones. Por otra parte en un estudio, también realizado por el ITC, bajo el título "Caracterización de residuos de la industria azulejera", se dispuso de la composición media y de la producción aproximada de los barros de esmalte. Basándose en esta información se pensó preparar una calcina de carácter borácico, a partir de estos residuos, y diseñar su proceso de fabricación.



### 3.1. Estudio de mercado de baldosas cerámicas

Para el estudio de mercado se han consultado los resultados de la empresa KMPG. Esta es una empresa de servicios de auditorías, fiscales y asesoramiento legal, financiero y de negocio, que ha estado estudiando desde hace más de una década el sector cerámico global y español, a través de las empresas con mayor facturación del sector. El año más reciente del que existe estudio es el año 2013.

En 2013, la producción mundial de azulejo alcanzó la cifra de aproximadamente 11.900 millones de m<sup>2</sup>, lo que supuso un crecimiento del 6,7 por ciento respecto al ejercicio anterior. Este incremento se vio reflejado, en mayor o menor medida, en la mayor parte de zonas geográficas. El 82,7 por ciento de la producción mundial se centra en 10 países como se puede observar en la Tabla 3.1.1.

Tabla 3.1.1. Producción de baldosas por país y mundial por años

País	2011 (mill m <sup>2</sup> )	2012 (mill m <sup>2</sup> )	2013 (mill m <sup>2</sup> )	Producción Mundial en 2013 (%)	Variación 12/13 (%)
1. CHINA	4.800	5.200	5.700	47,8	9,62
2. BRASIL	844	866	871	7,3	0,58
3. INDIA	617	691	760	6,3	8,54
4. IRÁN	476	500	500	4,2	0,00
5. ESPAÑA	392	404	420	3,5	3,96
6. INDONESIA	320	360	390	3,3	8,33
7. ITALIA	400	367	363	3,0	-1,09
8. TURQUÍA	260	280	340	2,9	21,43
9. VIETNAM	380	298	300	2,5	0,67
10. MEXICO	219	229	228	1,9	-0,44
RESTO MUNDO	1.889	1.971	2.051	17,3	4,06
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	10.569	11.166	11.913	10,0	6,69

Por continentes, Asia se situó como el mayor productor, con un crecimiento del 8,4 por ciento, dada la contribución de China y otros países emergentes que se consolidaron como grandes productores en el sector del azulejo.

Europa experimentó un leve crecimiento en torno al 4,5 por ciento gracias al aumento de producción en España y Turquía, mientras que Italia disminuye su producción y pasa a situarse como séptimo productor mundial. La producción Americana se mantuvo estable, con crecimientos en torno al 1,4 por ciento. Por lo que respecta a África, mostró crecimientos en torno a un 3 por ciento, manteniendo una aportación similar a la producción mundial respecto ejercicios precedentes. En la Figura 3.1.1. se puede observar gráficamente la producción mundial por continentes.

Producción mundial por continentes (%)

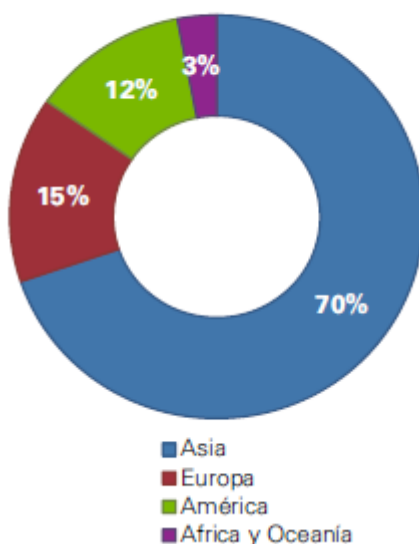


Figura 3.1.1. Producción mundial por continentes

Por lo que respecta al sector del azulejo en España, durante el ejercicio del 2013 se facturó un 5,4 por ciento más con respecto el año anterior. Cabe destacar el comportamiento positivo de las exportaciones con un incremento de un 7,6 por ciento. Este hecho compensa nuevamente la caída del 2,6 por ciento que se produce en el mercado nacional, por la contracción del sector de la construcción y el comportamiento del consumo privado, que no acaba de recuperarse.

La cifra de ingresos totales del grupo de empresas españolas que más facturaron, alcanzó los 1.439 millones de euros en 2013, lo que implica un incremento de los ingresos un 9,2 por ciento con respecto al ejercicio anterior. En la Figura 3.1.2. se muestran los ingresos, tanto de las empresas que más facturan en España como en Italia.

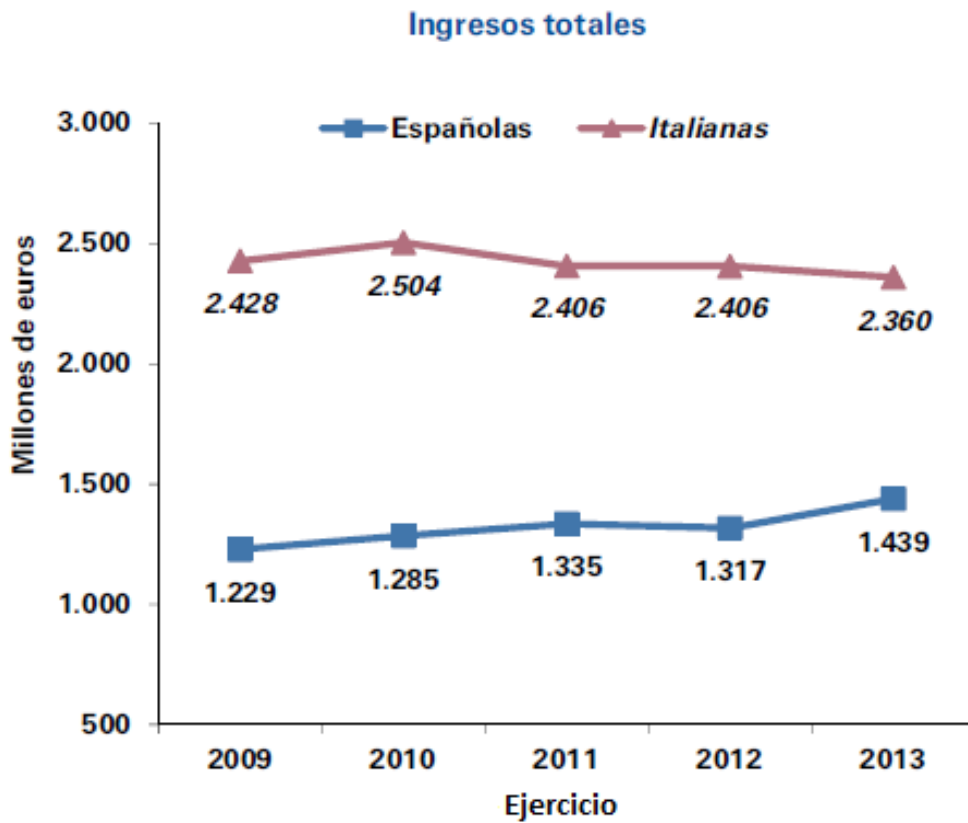


Figura 3.1.2. Ingresos por país

### **3.2. Breve descripción del proceso industrial de fabricación de la calcina**

La fabricación u obtención de la calcina a nivel industrial comprende las siguientes etapas:

- *Etapas de recepción de las materias primas:* El punto de partida del proceso industrial para la fabricación de la calcina a partir de barros de esmaltes es la recepción de dichos barros. Los barros son transportados en camiones cisterna desde las industrias generadoras hasta la planta de fabricación de la calcina.

Los barros llegan a la línea de procesado con un bajo contenido en sólidos. El objetivo primordial de esta primera línea de procesado, o línea de tratamiento de fangos, es la eliminación parcial del agua que contiene el barro.

Estos barros proceden principalmente de las tareas de limpieza, tanto de las líneas de esmaltado, como de la sección de preparación de esmaltes, por lo que la composición, aunque parecida, no será exactamente siempre la misma.

Los camiones vaciarán su carga en un depósito o balsa subterránea que alimentará al espesador de fangos.

- *Etapas de espesado de fangos:* El primer tratamiento que se les aplica es un tratamiento de fangos, que eliminará cierta cantidad de agua, aumentando así el contenido en sólidos de la suspensión.

Para llevar a cabo este procedimiento, se dispondrá de un espesador de fangos, capaz de tratar 20 m<sup>3</sup> por hora, aproximadamente, que descarga la suspensión ligeramente más concentrada a una nueva balsa.

Para elevar la suspensión desde las balsas subterráneas hasta la entrada al espesador o el filtro, se utilizarán bombas capaces de realizar este trabajo. Para evitar una sedimentación no deseada en las balsas, estas estarán permanentemente agitadas.

- *Etapas de filtrado:* Una vez el fango haya sido espesado, se filtrará la suspensión para aumentar su concentración en sólidos.

El filtrado es una operación unitaria de separación de sólidos en suspensión en un líquido mediante un medio poroso, que retiene los sólidos y permite el paso del

líquido. El proceso de filtración permite extraer gran cantidad de agua, aumentando en gran medida el contenido en sólidos de la suspensión a tratar.

- Etapa de secado de los barros: Una vez filtrados, los barros son transportados a las eras de secado, donde serán extendidos sobre una gran superficie, formando una capa de grosor homogéneo para que se sequen hasta que la eliminación del agua sea prácticamente completa.

- Etapa de trituración y pesaje de las materias primas: Durante el secado en las eras se puede dar la formación de grandes aglomerados de barro seco que deberán triturarse.

Los barros triturados y los aditivos se transportan hasta la zona de pesaje y mezclado, donde se realizará el pesado de las tres materias primas en las cantidades que corresponda.

- Etapa de mezclado de las materias primas y almacenaje: La consecución de una mezcla lo más homogénea posible es clave para que el producto final tenga las características y composición deseadas, para ello se realiza un mezclado íntimo de las materias primas.

La mezcla se almacena en big-bags hasta su tratamiento térmico.

- Etapa de tratamiento térmico: Es la etapa donde se producirá la transformación de la mezcla en una calcina al tratarla térmicamente a unos 1000 °C en un horno rotativo.

- Etapa de ensacado: A la salida del horno, el producto es conducido hasta la zona de ensacado, donde es introducido en sacos de gran capacidad y llevado a la zona de producto terminado.



## 4. NORMAS Y REFERENCIAS

### 4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de Seguridad y Salud en lugares de trabajo
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales
- Método de planificación para la distribución en planta "Sistematic Layout Planning" o método SLP.
- UNE 157001, febrero 2002, criterios generales para elaboración de proyectos

### 4.2. Bibliografía

- Blasco, A.; Escardino, A.; Busani, G.; Monfort, E.; Amorós, J.L.; Enrique, J; Beltrán, V.; Negre, F. "Tratamiento de emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos de la industria cerámica". Castellón, 1992.
- Monfort, E.; Enrique, J. E.; Gazulla, M. F.; Blasco, A.; "Caracterización de residuos de la industria azulejera".
- Gómez, M. P.; "Esmaltes para baldosas cerámicas preparados con una nueva materia prima borácica. Transformaciones físico-químicas que se desarrollan durante la cocción". Castellón, 2013.
- Escribano, P.; Carda, J. B.; Cordoncillo, E.; "Esmaltes y pigmentos cerámicos", ed. Faenza Editrice Iberica, 2001
- Monfort, E.; "Tecnología del medio ambiente" EQ1027. Castellón, 2013.
- Cruz, R.; "Caracterización de fangos y desarrollo de un sistema para su revalorización en la fabricación de engobes y esmaltes cerámicos". Valencia, 2000.
- Hernández, A.; "Depuración y desinfección de aguas residuales". Octubre, 1990.

- Páginas web de maquinaria industrial para conseguir los equipos necesarios y adecuados para el correcto funcionamiento de la planta.

#### **4.3. Programas de cálculo**

- Microsoft Office: Excel 2007
- Microsoft Office: Word 2007
- Autodesk: AutoCAD 2014

#### **4.4. Plan de gestión de calidad aplicado durante la redacción del Proyecto**

Por lo que se refiere a las actividades realizadas para el desarrollo de este proyecto cabe destacar:

- Decisión inicial de las etapas y procesos que forman el proyecto por parte del tutor y del alumno.
- Búsqueda y documentación de los residuos producidos en el sector azulejero, composiciones, focos de concentración de residuos, etc.
- Estudio de las distintas composiciones en función de las cantidades y aditivos añadidos y posterior decisión de la composición final.
- Elección definitiva de los procesos del proyecto.
- Documentación y conversaciones con profesionales del sector en búsqueda de la solución a las dudas surgidas durante la elaboración del borrador del proyecto.
- Búsqueda de la documentación que falta para la realización del estudio económico y viabilidad del proyecto.
- Redacción final del proyecto.

A destacar la disponibilidad plena del tutor a la hora de la realización de reuniones o tutorías, tanto físicamente como on-line para el correcto desarrollo y realización del proyecto.



## 5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

### 5.1. Abreviaturas

- kg/h, €/kg, etc. unidades partido unidades, kilogramo por hora, euros por kilogramo. Durante los documentos aparecerán muchas unidades así, se entiende el que no se pongan todas en este apartado.

- °C: grados centígrados

- Ø: diámetro y empaquetamiento (se especificará en el texto)

- ASCER: Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos

-  $m_{Tx}$  caudal másico

- F: fango ó barro

- Q: cuarzo

- B: borato sódico ó borax

- %: tanto por cien

- Cs: contenido en sólidos

-  $\rho$ : densidad

- VAN: Valor Actual Neto

- TIR: Tasa Interna de Rentabilidad

- FC: Flujo de Caja

### 5.2. Definiciones

AGUAS RESIDUALES: agua procedente de una actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose líquidos residuales, aguas de proceso, aguas de drenaje y aguas de limpieza. Contienen casi todos los tipos de contaminantes, y son vertidas a ríos y mares, previo tratamiento depurativo total o parcial, en función de la legislación vigente de la zona.

CALCINA: mezcla de óxidos metálicos, arena silíceo y carbonato de potasio que se emplea para la producción y fabricación de esmaltes.

**CALCINAR:** someter a minerales a altas temperaturas para eliminar elementos o compuestos no deseados, como pueden ser el agua, carbono, etc.

**FILTRACIÓN:** la filtración es un proceso unitario ampliamente utilizado para la eliminación de partículas que se encuentran en suspensión en un líquido, normalmente agua. En este proceso, el líquido pasa a través del medio filtrante, quedando las partículas acumuladas en la superficie del medio. En el tratamiento de aguas y aguas residuales, los filtros se utilizan para eliminar los sólidos suspendidos no eliminados en el proceso de sedimentación. Normalmente, van situados a continuación de un tratamiento físico, químico o biológico.

**ESMALTE CERÁMICO:** suspensión líquida de minerales muy finamente molidos que se aplica a las piezas cerámicas mediante un método de aplicación existente. El empleo de esmalte para recubrimiento de soportes cerámicos persigue el doble objetivo de adecuar el producto al uso al que va destinado, es decir, mejorar las propiedades superficiales del producto, y proporcionarle unas cualidades estéticas determinadas ya sea color, formas ó texturas de gran diversidad.

**ENGOBE:** es una pasta o suspensión que se obtiene mezclando arcilla y otros minerales con agua y, generalmente, un defloculante. El agregado de un defloculante permite que el contenido en agua sea mínimo, lo que disminuye su encogimiento. Esta mezcla de partículas con agua se aplica a la superficie de la pieza de arcilla para formar una capa o revestimiento.

**FRITA:** material vítreo obtenido a partir de la fusión a temperaturas elevadas (más de 1500 °C) y un enfriamiento rápido de una combinación de sustancias inorgánicas. Según criterios se pueden clasificar en boratos y plúmbicas, en función de su composición química ó transparentes, opacas y craqueladas en función de sus características físicas o en función de su temperatura de fusión.

**CUARZO:** mineral compuesto de sílice u óxido de silicio que se presenta en cristales hexagonales o en masas cristalinas compactas, con diversos colores y grados de transparencia. Destaca por su dureza y en cerámica es la principal fuente de sílice. En fritas y esmaltes se puede regular la temperatura de maduración variando el contenido en cuarzo de la composición. Del mismo modo se puede regular la resistencia a los ácidos y la solubilidad en agua de las fritas.

BORATO SÓDICO: portador de Boro y Sodio muy usual en las fritas, que tiene gran poder como fundente, comparable al plomo o a los alcalinos. Intensifica el efecto de los óxidos colorantes. Es soluble en agua por lo que normalmente se utiliza en mezclas de fusión.



## **6. REQUISITOS DE DISEÑO**

El proceso se ha diseñado para una producción diaria de 12.000 kg o 12 toneladas al día, lo que es equivalente a unas 240 toneladas al mes aproximadamente.

Este proceso o proyecto está destinado tanto a grandes grupos de empresas del sector cerámico a los que les interese reaprovechar los barros residuales de esmaltes, construyendo la nueva planta cerca del centro de producción propio, como a inversores individuales o a un holding de inversores o empresas comprometidos con el medioambiente.

Debido a esta multigestinidad, no se ha establecido un emplazamiento o ubicación concreta de la planta donde se desarrolla el proceso, aunque si se puede considerar indispensable la condición de que la planta este situada cerca de empresas productoras de azulejos o en un polígono industrial cercano. Un buen emplazamiento o ubicación sería la carretera de Onda-Villareal, la zona azulejera de Castellón, incluso hasta la Vall d'Uixó.

La planta o proceso que se diseña en este proyecto, aparte de la condición anteriormente citada, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- *El precio de adquisición de los barros* debe de ser nulo para que el proyecto sea viable económicamente.

- *El proceso de tratamiento de fangos*, debe eliminar la mayor parte de agua, es decir, debe lograr la mayor separación posible entre agua y sólido en suspensión antes de proceder al secado.

Entre los procesos de tratamiento de fangos, es decir, antes del espesado y antes del filtrado, deben construirse unas balsas de almacenamiento de fangos.

- *El secado*, se realiza en eras, un requisito primordial de esta etapa del proceso es la correcta extensión de los barros sobre la superficie de la misma y con el grosor adecuado, para que el tiempo de residencia de los barros en las eras para su secado sea el mínimo posible. Además debe generarse el mínimo polvo posible.

- *La mezcla de las materias primas*, debe estar convenientemente realizada para conseguir una mezcla lo más homogénea posible.

- *El tratamiento térmico* se realizará en un horno que debe alcanzar los 1000 °C de temperatura para que se desarrollen las reacciones deseadas.

La producción del mismo será de 500 kg/hora, lo que significa una producción diaria de 12.000 kg.

-*El ensacado del producto acabado*, en sacos de gran formato, es decir 1000 kg, se realizará inmediatamente después del tratamiento térmico y debe de ser lo más exacto posible.

El producto acabado debe presentar características técnicas para competir en calidad y precio con materiales comerciales portadoras de boro y calcio

A continuación, se muestra un diagrama de procesos, Figura 6.1, para tener una primera visión general de los procesos que componen la planta:



Figura 6.1. Diagrama de proceso de la planta

- 1- Recepción aguas residuales
- 2- Espesado del agua residual
- 3- Filtrado
- 4- Secado de los barros
- 5- Mezclado y almacenamiento pre-horno
- 6- Tratamiento térmico
- 7- Ensacado y venta producto acabado

## 7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

El principal objetivo de este apartado es explicar el funcionamiento del proceso con detalle, analizando todas las opciones planteadas para la consecución del buen funcionamiento del proceso.

### 7.1. Materias primas

#### *i ) Selección de las materias primas*

La selección de las materias primas es uno de los aspectos más importantes a la hora de obtener un producto. La composición química es una de las características más importantes de las materias primas que se utilizan en la fabricación de esmaltes.

Existen diversos tipos de esmaltes que se pueden clasificar, según su **grado de transparencia**

- *Transparentes*

- *Opacos brillantes*

- *Opacos mates*

A su vez, según su **composición** se pueden clasificar como:

- *Plúmbicos*: su principal fundente es el Plomo

- *Borácicos*: su principal fundente es un compuesto de boro

- *Alcalinos*: su principal fundente es un compuesto que contiene uno o más óxidos de metales alcalinos.

Debido a que el objetivo de este proyecto es la obtención de una calcina de carácter borácico, la elección de las distintas materias primas queda bastante limitada a materiales borácicos.

La mayoría de las composiciones de los esmaltes utilizados en la fabricación de baldosas cerámicas contienen boro. Como el óxido de este elemento y las materias primas que lo aportan son relativamente solubles en agua, estas no pueden usarse

directamente como ingredientes de los esmaltes. Por tanto, el boro se incorpora formando parte de una frita, quedando de este modo parcialmente insolubilizado.

El contenido en boro de las fritas depende del tipo de vidriado que se pretenda obtener. Ahora bien, en líneas generales, va asociado al grado de fundencia del mismo. Existe una gran variedad de compuestos de boro sintéticos comerciales, cuya composición en peso se detalla en la Tabla 7.1.1.

Tabla 7.1.1. Boratos sintéticos comerciales

<b>Borato</b>	<b>Composición química (% en peso)</b>						
	<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>ZnO</b>	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>O</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
<b>Ácido bórico anhidro</b>	100						
<b>Ácido ortobórico</b>	56,3	43,7					
<b>Borato de cinc</b>	35,3	37,2	27,5				
<b>Bórax anhidro</b>	69,2			30,8			
<b>Bórax pentahidrato</b>	47,8	30,9		21,3			
<b>Bórax decahidrato</b>	36,5	47,2		16,3			
<b>Metaborato sódico dihidrato</b>	34,2	35,3		30,4			
<b>Octaborato tetrahidrato</b>	67,5	17,5		15,2			
<b>Pentaborato amónico</b>	64,0	26,0			10,0		
<b>Pentaborato potásico</b>	59,4	24,6				16,1	16,1
<b>Hexaborato cálcico tetrahidrato</b>	62,0	21,4				16,6	16,6
<b>Borato de Aluminio</b>	13,2						86,8



De todos los boratos sintéticos presentados en la Tabla 7.1.1., el que se ha elegido para el proceso de fabricación ha sido el *Bórax Pentahidrato*, debido al contenido en Boro, para dotar de carácter borácico a la calcina objetivo, y en Sodio para aportar mayor fundencia al producto final y, por último, debido al precio de venta del *Bórax Pentahidrato*, conocido también como Neobor, el cual permite su adquisición como parte del proceso sin poner en riesgo la viabilidad del proyecto.

*ii ) Almacenamiento de materias primas*

Teniendo en cuenta que la producción es de 500 kg/h de calcina borácica, se mantendrá un stock de seguridad de aproximadamente 1 semana de trabajo, es decir, 5 días. De este modo se pretende evitar problemas derivados de la adquisición del material, errores en la entrega del pedido, fallos del proveedor, etc.

Para ello se contará con diversas estanterías en la planta de producción, más adelante, en el Documento 1. Memoria. se decidirá el número y capacidad de las estanterías. Estas, serán suministradas por la casa MECALUX.

Por otra parte, los fangos llegarán diariamente a través de camiones cisterna, los cuales vaciarán la suspensión en una balsa con capacidad para unos 50 m<sup>3</sup> aproximadamente, permanentemente agitada, como ya se ha citado anteriormente, que alimentará al espesador de fangos. La balsa también permite que el vaciado de los camiones cisterna sea rápido.

En resumen el modo de recepción de las distintas materias primas se realizará como sigue:

Los barros de esmalte llegarán a través de camiones cisterna que vaciarán su carga en una balsa situada antes del espesado de fangos. Las materias primas sólidas, que se adicionarán a los barros, una vez secados, llegarán 1 vez a la semana, 2 en caso de ser necesario, y se almacenarán en una serie de estanterías con una capacidad aproximada de 1 semana de producción.

## 7.2. Espesado de fangos

La etapa de espesado de barros ó fangos consiste en aumentar la concentración de sólidos suspendidos en el agua, es decir, la primera etapa donde se separa el agua del sólido en suspensión, que es el producto que interesa conseguir para su posterior empleo como materia prima.

En esta etapa se debe de elegir el tipo de espesador que más convenga al proceso. Así pues, el espesamiento de fangos se puede realizar mediante distintos tipos de espesadores:

- Espesadores por gravedad: En el espesado por gravedad las partículas, más pesadas que el líquido que las contiene, se depositan en el fondo por acción de la gravedad. Mediante unas rasquetas, estos fangos del fondo son retirados y separados del agua.

- Espesadores por flotación: La flotación en aguas residuales se utiliza, y se ha utilizado históricamente, para la eliminación de materias flotables, es decir, materias sólidas y/o líquidas de densidad inferior a la del agua.

El perfeccionamiento de este tratamiento ha conducido al proceso de flotación por aire disperso, que además es capaz de eliminar, por flotación, sólidos de densidad superior a la del agua. El proceso de flotación por aire disperso, consiste en la creación de microburbujas de aire en el seno del agua, las cuales se adhieren a las partículas a eliminar formando agregados capaces de flotar. La mayor o menor facilidad para que se produzca la flotación es función de los siguientes factores:

- *Afinidad del aire a la partícula*: para que se lleve a cabo la flotación de partículas sólidas más densas que el agua, es preciso que la adhesión de las partículas a las burbujas de aire sea mayor que la tendencia que aquéllas tienen a establecer contacto con el agua. Por lo tanto, las partículas hidrófilas tendrán menos afinidad a las burbujas de aire que las partículas hidrófobas.

- *Densidad de la partícula*: la flotación es más fácil en partículas con densidad muy próxima a la del agua. Cuanto mayor sea la densidad, mayor será la cantidad de aire que debe adherirse a ella para poder provocar su flotación.

- *Diámetro de la partícula:* cuanto mayor sea el diámetro es necesario más aire se adhiera a la partícula.

-*Espesadores centrífugos:* Las centrífugas se utilizan tanto para espesar fangos como para secarlos. Su aplicación se suele limitar al espesado de fangos biológicos.

Los dos principales tipos de centrífugas empleadas actualmente son la centrífuga de camisa maciza y la centrífuga de cesta.

- *Espesadores de banda:* Los equipos consisten en una banda que se desplaza sobre unos rodillos accionados por un motor de velocidad variable. El fango se acondiciona con polímeros, y se conduce a una cámara de distribución-alimentación situada en el extremo de la unidad. Ésta cámara se emplea para distribuir el fango uniformemente en toda la anchura de la banda móvil, mientras el agua escurre a través de la misma y el fango se conduce hacia el extremo de descarga.

Durante el recorrido sobre la banda una serie de cuchillas cortan y forman surcos en el fango, permitiendo que el agua liberada pase a través de la banda. Una vez eliminado el fango espesado, la banda pasa por un ciclo de lavado.

- *Espesadores de tambor rotativo:* Consiste en un sistema de acondicionamiento del fango biológico (incluyendo la alimentación de polímero), y unos tamices cilíndricos rotativos.

El fango se mezcla con el polímero en el tambor de mezcla y acondicionamiento y, a continuación, el fango pasa a una serie de tamices rotativos que separan los sólidos floculados del agua. El fango espesado sale por un extremo de los tambores, mientras que el agua se filtra a través de los tamices.

Existen infinidad de empresas que ofrecen servicios y productos para el tratamiento de aguas residuales. Las empresas "TORO EQUIPMENT" e "Hidrometálica" disponen de maquinaria para el espesamiento de fangos. En el caso de la primera, cuenta con equipos que permiten la realización de diversos tipos de espesado, ya sea gravitacional o por flotación. Por su parte, hidrometálica cuenta también con este tipo de tecnología.

Los equipos estudiados para la posible aplicación en el proceso de fabricación han sido los modelos de la serie "SLUDGEWAY" de TORO y los modelos de la serie "EFGV" de la empresa HIDROMETÁLICA.

Ambos equipos permiten el trabajo en continuo en el espesado de fangos, consiguiendo también ambos un aumento en la concentración sólidos bastante parecidos. La mayor diferencia entre ambos es el tamaño y forma del equipo, ya que el EFGV tiene la típica forma circular de los espesadores de gravedad, mientras que el SLUDGEWAY es totalmente distinto, ya que tiene forma rectangular.

Como se verá en el Documento 2. Anexos. el espesador de fangos debe de ser capaz de tratar aproximadamente  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  de suspensión de agua y barro. Ésta condición indispensable se cumple con equipos de ambas empresas, ya que disponen de espesadores para tratar un intervalo de caudales grande.

Así pues, se han elegido dos espesadores de gravedad comerciales, uno de cada empresa, el modelo FRC-20 de la serie Sludgeway de la empresa TORO, y el modelo EFGV-600 de la serie EFGV de la casa Hidrometálica. Ambos espesadores cumplen con los requisitos del proceso y son capaces de realizar las tareas deseadas.

Toda la motivación y decisión a la hora de elegir la maquinaria exacta y comprender el proyecto se encuentran entre el Documento 2. Anexos. y el Documento 1. Memoria, apartado 8 "resultados finales".

### **7.3. Filtrado de fangos**

El filtrado, como ya se ha explicado anteriormente, consiste en la separación de un sólido en el seno de un líquido, mediante una tela o medio poroso que deje pasar a su través el líquido que contiene el sólido, pero reteniendo a este último.

Cada proceso de filtración posee distintas características que se han de tener en cuenta para clasificar el proceso y seleccionar el equipo adecuado.

Actualmente existen diversos métodos de filtrado ó tipos de filtrado:

- Filtros clarificadores o de lecho profundo: Se suelen emplear cuando la cantidad de sólidos presentes en el líquido es muy pequeña, siendo de gran aplicación para la depuración de agua y el tratamiento de aguas residuales.

- Filtros de torta: La mayor parte de filtros empleados en la industria química son filtros de torta y dentro de éstos su clasificación suele hacerse en función de la fuerza impulsora (presión, vacío o centrífuga).

- Filtro prensa: Se trata de uno de los filtros más usados debido a su gran versatilidad, tanto en relación a la amplia gama de materiales como a las diversas condiciones de operación que se pueden aplicar, además de su bajo coste de mantenimiento.

- Filtro de banda: Presenta una gran flexibilidad de aplicación y alta capacidad. Permite la filtración en continuo. Consiste en una especie de cinta transportadora donde la cinta se ha sustituido por una banda o tela permeable.

La suspensión se alimenta por la parte superior y en un extremo de la cinta, mientras que por la parte inferior de ésta se hace el vacío y se recoge el filtrado. Se ajusta la velocidad y la distancia a la que se aplica la suspensión para producir el grosor de torta adecuado. La torta se desprende al final de la cinta.

- Filtro rotativo a vacío: Son ampliamente empleados debido a que trabajan en continuo y a su bajo coste de operación motivado por su funcionamiento automático.

Dentro de los filtros rotativos se distinguen dos tipos:

- *De tambor rotativo*: consistente en un cilindro cuya superficie exterior está formada por una plancha perforada donde se fija la tela filtrante. El tambor se encuentra parcialmente sumergido en una cuba a la cual se alimenta la suspensión a filtrar y se aplica vacío en las secciones sumergidas. De esta manera se logra la formación de una torta de espesor deseado ajustando la velocidad de rotación del tambor.

- *De recubrimiento*: empleado cuando el material forma una torta de elevada resistencia. En primer lugar se provoca la formación de una gruesa capa de

material de muy fácil filtración sobre el medio filtrante para luego que se produzca la filtración a través de esta capa. Así, la torta formada es muy delgada y se retira junto con una fina capa del material de recubrimiento.

- Filtro Nutsche: Del cual se distinguen dos variantes.

- *A vacío*: se trata de filtros de pequeña capacidad pero de una gran simplicidad constructiva. Consiste en un recipiente donde la alimentación se realiza por la zona superior y en la zona inferior se dispone el sistema de vacío. Entre ambas zonas se encuentra el medio filtrante.

- *A presión*: se tienen dos tipos, uno de descarga manual y otro de descarga automática. El primero es similar a un filtro de vacío, mientras que el segundo está dotado de agitador que permite el mantenimiento de la suspensión durante el filtrado y la mejora de la eficacia por eliminación de la humedad residual de la torta.

Algunos de estos filtros admiten calefacción, lo que permite disminuir la viscosidad del agua, aumentar la velocidad de filtrado y, además, producir una torta más seca.

En lo que se refiere al filtrado hay dos modos de trabajar o de operaciones posibles, a presión constante, con lo que el caudal de filtrado resulta variable y decreciente, y a volumen constante, en el que se mantiene constante el caudal de filtrado aumentando la presión a medida que transcurre el tiempo de filtrado.

Como anteriormente se ha citado, existen diversas empresas que se dedican a la fabricación y venta de maquinaria para el tratamiento de aguas residuales, en lo que se refiere al proceso de filtración, se ha decidido estudiar los equipos de dos empresas fabricantes de filtros de diversos tipos, estas empresas son, "TEFSA" y la ya citada anteriormente TORO.

Más concretamente, se ha decidido estudiar dos modelos de filtro, el modelo PFO-2000 de la empresa TEFSA y el modelo FPA-AR 1200 de TORO. Como anteriormente ocurría con los espesadores, ambos filtros cumplen con los requisitos de diseño necesarios para el proceso.

#### **7.4. Etapa de secado de los fangos**

La etapa de secado consiste un proceso de eliminación de humedad para obtener un producto seco. Otra definición aceptada es separar una fase líquida de una fase sólida, mediante el empleo de calor.

El secado, en función del tipo de operación, se puede clasificar en procesos continuos, o procesos discontinuos (donde la operación se lleva a cabo mediante lotes de cantidad establecida anteriormente para ciclos de tiempo dado).

Atendiendo a la forma de transferencia de calor, los equipos de secado se clasifican en directos, donde el transporte de calor tiene lugar por contacto directo entre el sólido húmedo y los gases calientes, o en indirectos, donde el calor se transmite al sólido húmedo a través de una pared de retención.

Existen diversos tipos de secadores en el mercado:

- De bandeja: Proceso discontinuo de secado en el que el sólido a secar se introduce en bandejas y éstas dentro del secadero para que una corriente de aire caliente elimine la humedad.

- De tambor rotatorio: Constituido por un cilindro tubular más o menos inclinado que puede girar a varias velocidades. El producto a secar entra por la parte más alta del tambor, y debido a la rotación del secadero, avanza por el mismo y se mezcla, siendo secado por los gases que se introducen en el tambor.

- De lecho fluidizado: Los gases se introducen en el lecho a contracorriente a través de un horno que los calienta y fluidiza las partículas sólidas a secar, que se introducen por la parte superior desde una tolva y son descargadas por la parte inferior.

- Neumáticos: El producto es transportado neumáticamente por un fluido que actúa simultáneamente como transportador y como agente de secado.

Otra opción, y que además permite una prehomogeneización previa del material, es el secado a la intemperie en eras de secado, donde el sólido a secar se esparce sobre una gran superficie, con un espesor de capa pequeño. En este caso la corriente de aire natural es el elemento de secado.

### **7.5. Etapa de mezclado de los componentes**

El mezclado se puede definir como la operación básica en la que al menos dos componentes se juntan para formar una mezcla lo más homogénea posible. También se puede definir como una distribución al azar de dos fases inicialmente separadas.

Existen 3 mecanismos de mezclado, por cizalla (planos de deslizamiento), por difusión (movimiento aleatorio de las partículas) y por convección (movimiento de masas grandes de polvo).

El principal objetivo de la etapa de mezclado en este proyecto es el de conseguir un material lo más homogéneo posible para lograr un producto final de características lo más uniformes posibles.

Para la realización del proyecto se ha decidido que el mezclador sea de convección, por su gran capacidad y alto grado de mezcla.

El suministrador del mezclador por convección será la empresa LÖDIGE, muy integrada en la industria cerámica de la zona y con muy buenas referencias por parte de muchos profesionales consultados.

### **7.6. Tratamiento térmico del producto mezclado**

Los hornos industriales se pueden clasificar según el tipo de proceso (continuos o discontinuos) y su forma de calentamiento (eléctricos o de combustión).

Por otra parte, en lo que se refiere a la forma del calentamiento, los hornos eléctricos pueden ser de arco voltaico, de inducción electromagnética, de conducción eléctrica o de resistencias eléctricas.

Por el contrario, los hornos de combustión se pueden clasificar según el tipo de combustible que utilizan, si es sólido, líquido o gaseoso.



Para la obtención de una calcina existen diversos procedimientos de tratamiento térmico:

- Tratamiento térmico en horno rotatorio: Este horno consiste en un tubo cilíndrico apoyado sobre soportes de rodadura y que es capaz de girar y revestido en su interior por materiales refractarios.

Se trata de un proceso continuo, que puede alcanzar temperaturas lo suficientemente altas para desarrollar las reacciones necesarias para crear la calcina deseada.

En la Figura 7.6.1 se observa el esquema de un horno rotatorio.

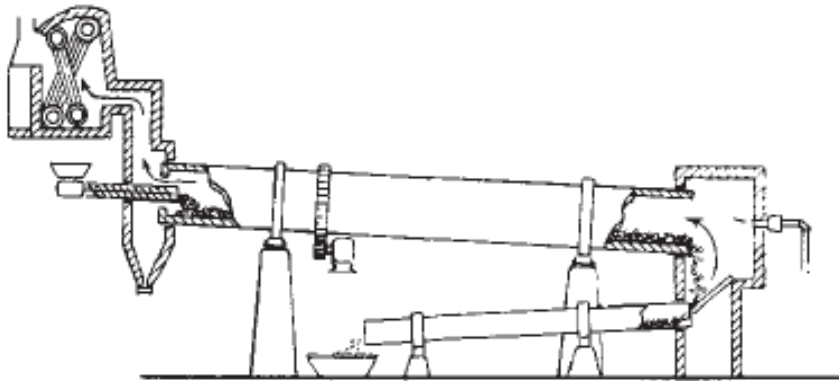


Figura 7.6.1. Esquema de un horno rotatorio

- Tratamiento térmico en horno de crisoles: En el cual, el polvo o mezcla que se debe de tratar es introducido en crisoles de material refractario y estos a su vez introducidos en el horno. Se trata de un proceso discontinuo, así como costoso.

El horno a instalar en la planta debe ser capaz de producir 500 kg/h, en continuo, y además, no debe generar una cantidad de polvo considerable.

Aunque existen muchos fabricantes de hornos, se ha decidido que el horno sea proporcionado por la empresa SACMI Iberica, debido a las buenas referencias suministradas por los técnicos cerámicos.

### **7.7. Etapa de ensacado y almacenamiento**

El producto acabado es introducido en big-bags de 1000 kg de capacidad para su almacenaje y posterior venta como materia prima para la fabricación tanto de esmaltes como de fritas.

Para el desplazamiento de material ensacado por el interior de la planta, se utilizarán una carretilla elevadora, transpaletas eléctricas y un bulldozer.

Para la adquisición de estos vehículos se han consultado diversas empresas como pueden ser STILL, JUNGHEINRICH y CAT. Todas estas empresas disponen de modelos válidos para su posible adquisición.

## 8. RESULTADOS FINALES

Tras haber citado tanto las etapas del proceso, como la maquinaria necesaria para llevarlas a cabo, se detallan en este apartado las características de las materias primas y de la maquinaria seleccionada.

### 8.1. Materias primas

El objetivo del proceso es la obtención de una calcina de carácter borácico, fabricada a partir de barros provenientes de líneas de esmaltado. Estos barros son de una composición que se mezclan con otros componentes para así obtener una calcina de composición adecuada. La composición de los barros residuales de esmaltes, según la bibliografía consultada es la que se observa en la Tabla 8.1.1., en la que también se puede observar la composición final de la calcina y de las restantes materias primas. (Los % son en peso).

Tabla 8.1.1. Composición de barros residuales, materias primas y composición final de la calcina

	Fango medio (%)	Cuarzo (%)	Borato Sódico (%)	Composición Final (%)
SiO <sub>2</sub>	54,70	99,20	0,00	54,89
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,10	0,48	0,00	7,88
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,81	0,00	49,00	11,34
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,56	0,05	0,00	0,32
CaO	6,55	0,03	0,00	3,61
MgO	1,03	0,10	0,00	0,59
Na <sub>2</sub> O	1,29	0,01	21,80	5,07
K <sub>2</sub> O	2,57	0,05	0,00	1,43
TiO <sub>2</sub>	0,25	0,02	0,00	0,14
ZnO	4,94	0,00	0,00	2,71
BaO	0,86	0,00	0,00	0,47
PbO	2,58	0,00	0,00	1,42
ZrO <sub>2</sub>	6,55	0,00	0,00	3,60
NiO	0,02	0,00	0,00	0,01
CuO	0,01	0,00	0,00	0,01
CoO	0,05	0,00	0,00	0,02
MnO	0,03	0,00	0,00	0,01
SnO <sub>2</sub>	0,01	0,00	0,00	0,01
SrO	0,05	0,00	0,00	0,02
CdO	0,01	0,00	0,00	0,01
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	0,00	0,00	0,04
ppc	3,85	0,26	29,20	8,02

Como se puede observar, la composición media del fango tiene un bajo contenido en  $B_2O_3$  que la composición de la calcina borácica que se desea obtener. Para obtener la composición deseada se emplearan como aditivos el Borato de Sodio pentahidrato (B) y el Cuarzo (Q).

Tanto la composición final como los aditivos a introducir, han sido elegidos tras el cálculo de distintas composiciones por parte del autor, eligiendo aquella que mejor se adecuaba al objetivo final.

Estos cálculos se pueden consultar en el Documento 2. Anexos.

El cuarzo será proporcionado por la empresa "SIBELCO MINERALES", cuya composición química se observa en la Tabla 8.1.2.:

Tabla 8.1.2. Composición química del cuarzo utilizado

	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>TiO<sub>2</sub></b>	<b>PPC</b>
<b>% en peso</b>	99,2	0,48	0,05	0,03	0,01	< 0,01	0,05	0,02	0,26

Por otra parte, el segundo aditivo es el borato de sodio pentahidrato, proporcionado por la empresa "BORAX" y comercialmente conocido con el nombre Neobor, cuya composición química es la que se muestra en la Tabla 8.1.3.:

Tabla 8.1.3. Composición química del borato de sodio

	<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>PPC</b>
<b>% en peso</b>	49,0	21,8	29,2

Los aditivos se reciben en sacas de 1000 kg y se almacenan en estanterías de paletización de varios niveles de almacenaje, cada nivel capaz de soportar 3000 kg de carga.

Se cuenta con 2 estanterías, una para cada materia prima sólida, que tienen unas dimensiones de, en mm y en formato alto x ancho x fondo, 5000 x 5648 x 1100,

presentando la estantería de cuarzo un módulo adicional, de la misma altura y fondo, con una anchura de 1883 mm. Estas estanterías cuentan con cuatro niveles (nivel del suelo + 3) y admiten europalets de 800 x 1200 mm, permitiendo así el almacenaje de materias primas para el trabajo, aproximadamente, de una semana (16 sacas en el caso del cuarzo y 12 sacas en el caso del borato).

Por su parte, los barros se reciben en camiones cisterna de unos 25 m<sup>3</sup> de capacidad con un contenido en sólidos de un 7%.

Para la realización del proyecto se han considerado los siguientes datos:

- Cuota de mercado objetivo: 35%
- Producción: 500 kg/h
- Contenido en m<sup>3</sup> de un camión cisterna normal: 25 m<sup>3</sup> aproximadamente
- Contenido en sólidos de los fangos a tratar al inicio del proceso: 7%
- Contenido en sólido y agua en un camión (kg): 1.825,25 kg sólido ; 24.249,75 kg agua (la densidad inicial de los fangos en el Documento 2. ANEXOS)
- Densidad del sólido (fango seco): 2.500 kg/m<sup>3</sup>
- Densidad del agua: 1.000 kg/m<sup>3</sup>
- Días trabajados en la empresa: 235 días/año ; 47 semanas/año de L a V

## **8.2. Conjunto concentración de fangos**

En el apartado 7. Análisis de soluciones, y más concretamente en los puntos 7.2. Espesado de fangos y 7.3. Filtrado de fangos, se cita que el objetivo principal tanto del espesador como del filtro es aumentar el contenido en sólidos de la suspensión lo máximo posible. También, se han nombrado distintas empresas y suministradores de maquinaria válida para la realización de estos trabajos, así como los modelos exactos de dichas empresas o suministradores.

Por lo que se refiere al espesado, se ha decidido realizar un espesado por gravedad por el caudal de barro residual, aumentando el contenido en sólidos desde el contenido inicial en que se reciben los fangos, aproximadamente del 7%, hasta una concentración en sólidos en la salida del mismo del 14 %.

Aunque ambos modelos citados en apartados anteriores cumplen con los requisitos de diseño, finalmente, el modelo elegido ha sido el FRC-20 de la empresa TORO Equipment, en detrimento del espesador de HIDROMETÁLICA, basándose en las ventajas que se presentaban.

En cuanto al filtrado, de los distintos tipos existentes, se ha decidido utilizar un filtro prensa, ya que con este tipo de filtrado se consigue una menor humedad de los fangos retenidos.

El aumento de la concentración en sólidos que se quiere conseguir mediante el filtro prensa va desde un 14 % en la entrada del filtro hasta un 75 % de contenido en sólidos a la salida del mismo.

El modelo elegido, entre las dos opciones que se barajaban ha sido el filtro FPA-AR 1200, también de la empresa TORO Equipment.

El motivo principal de la selección del equipamiento de la empresa TORO es puramente económico, ya que, tras la consulta con las respectivas empresas, la seleccionada resultaba notablemente más económica si se adquirían ambos equipos (espesador y filtro), disminuyendo, de este modo, el coste de la inversión.

Como ya se ha indicado anteriormente, antes del proceso de espesado, y antes del proceso de filtrado, existen sendas balsas que funcionan de almacén de suspensión para aportar una alimentación constante al espesador y en la operación carga del filtro.

Estas balsas están constantemente agitadas en para evitar sedimentaciones, para ello, se necesitan sendos agitadores. El agitador elegido, para las dos balsas, será el modelo AMD, suministrado por la empresa GRUNDFOS.

En lo que se refiere a las bombas, el caudal de alimentación del espesador es de 20 m<sup>3</sup>/h de suspensión, por lo que se necesitará una bomba que cumpla este requisito y que además sea capaz de elevar la suspensión desde 2,5 m. VERDERFLEX ofrece una solución, también para ambas balsas, la bomba peristáltica VF65, capaz de bombear

hasta 25,5 m<sup>3</sup>/h y con una elevación máxima de hasta 9,5 metros. Además esta bomba, según el fabricante, asegura que puede bombear suspensiones de hasta un 80% de contenido en sólidos.

Por lo que se refiere al filtro prensa, el tiempo de ciclo completo, es decir, carga, compresión y vuelta a la posición inicial es de aproximadamente 1 hora. Según el fabricante, el tiempo de carga del filtro es de aproximadamente 15 minutos, por lo que la bomba antes citada puede realizar dicho trabajo. (Documento 2. Anexos.)

### **8.3. Secado de los barros**

Para el secado al aire de las tortas resultantes de la filtración, se ha decidido construir un edificio anexo a la planta principal, cubierta con muros de 3 metros de altura y dejando 3 metros sin muro hasta el techo para favorecer la renovación del aire húmedo.

Las principales motivaciones del secado en eras han sido la reducción en el coste de inversión en maquinaria y el reaprovechamiento del recinto como almacén de barros secos.

La era ha sido diseñada para albergar en su interior 10 días de trabajo del filtro, es decir, hay un stock de seguridad de 10 días de barros secos. Las dimensiones de la era, así como el grosor de capa de la era se encuentra en el Documento 2. Anexos.

La estancia de las tortas de filtrado en las eras de secado, será aproximadamente de 2-3 días.

#### **8.4. Etapa de trituración y mezclado de las materias primas**

Una vez las tortas estén secas, el siguiente paso es la trituración de los mismos para romper los grandes aglomerados formados durante el proceso de secado.

Para la realización de ésta etapa se ha decidido adquirir una trituradora de sólidos de tipo rodillo, de la empresa China, HENAN HONGJI, capaz de tratar el material requerido para 1 día de producción en la planta.

El fango seco ya triturado, se introduce en sacas de 1000 kg y es conducido a la zona de pesaje de materias primas, junto con las sacas de borato de sodio y cuarzo. Estos 3 elementos conforman los 3 componentes de la mezcla para la obtención de la calcina.

Para el pesaje de materias primas se empleará una báscula industrial con capacidad para 1.500 kg y unas dimensiones de 1200 x 1200, concretamente el modelo K3-XBENGAL 1212-1,5, suministrada por la empresa FLINTEC SCALES.

En el pesaje, se colocará sobre la báscula una saca de 1000 kg vacía, y un operario irá introduciendo consecutivamente las 3 materias primas en las cantidades necesarias para crear una saca de mezcla. La mezcla se introducirá en la mezcladora LODIGE, de tipo discontinuo, modelo FKM 3000D.( Documento 2. Anexos.). La duración del ciclo de la mezcladora, según el fabricante, es aproximadamente de unos 30 minutos entre carga, mezclado y descarga.

El material ya mezclado, se descarga en sacas de 1000 kg. Para disponer de un stock de seguridad se habilitará una zona al lado del horno, donde se podrán almacenar aproximadamente unas 30 sacas equivalentes a 2 días y medio de trabajo, aproximadamente.



### **8.5. Tratamiento térmico y ensacado del producto acabado**

El tratamiento térmico se realizará en un horno de tipo rotativo, suministrado por la empresa SACMI Iberica. La elección de este horno está basada en la información suministrada por técnicos cerámicos del sector al autor de esta memoria.

El horno adquirido tiene una capacidad de producción de hasta 2000 kg/h (cuatro veces la mínima requerida), lo que permite una ampliación de la producción sin tener que realizar una nueva inversión en otro horno. Por supuesto, el horno de la planta es capaz de operar a temperaturas superiores a la de trabajo (1000 °C).

El motivo que ha decidido la elección de este tipo de horno continuo y rotatorio es su alta eficacia energética y económica respecto al de tipo discontinuo.

El producto acabado, la calcina resultante de la cocción de la mezcla, se pesa y se introduce en sacas de 1000 kg para su almacenaje y posterior venta.

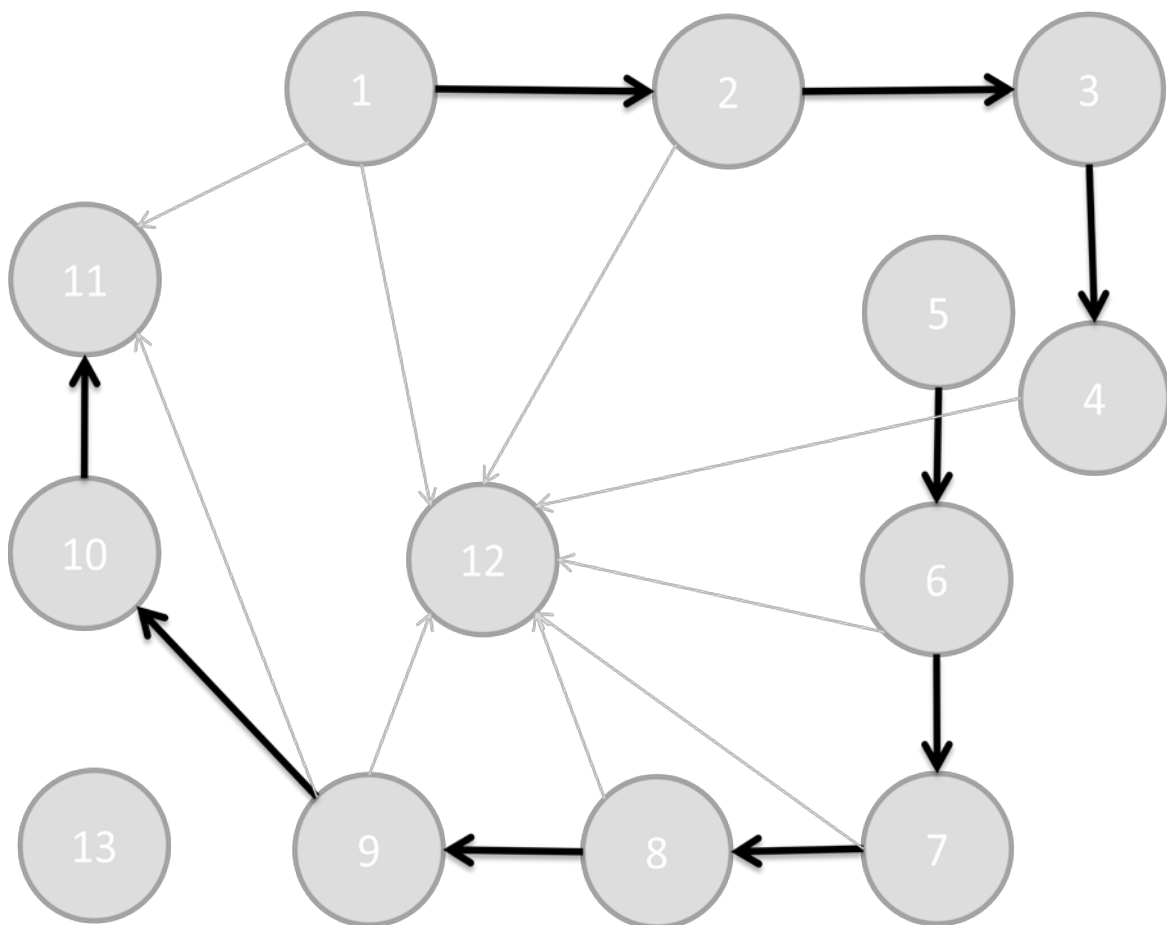
Los gases de combustión, debido a su alta temperatura, se deberán circular hacia el precipitador electrostático de la empresa que adhiera esta planta a su planta de producción, recuperándose los residuos que pudieran ser recuperados y, en caso afirmativo, reintroducirlos en el proceso de nuevo.

Para la realización del trabajo de ensacado se ha elegido la ensacadora modelo BIG PN 2000/GR con capacidad para el llenado de sacas de hasta 2000 mm de altura, suministrada por la empresa MFTECNO.

### 8.6. Distribución en planta

Por lo que se refiere a la distribución en planta, el método utilizado es el denominado "SystematicLayoutPlanning" o SLP que consiste en una metodología organizada y sistemática para enfocar los problemas que puedan surgir en la implantación. En la Figura 8.6.1. se puede encontrar la distribución en planta final del proceso.

Figura 8.6.1. Distribución en planta final del proceso



Al analizar el resultado obtenido de la aplicación del método SLP, se observa que la distribución en planta sigue el orden de tratamiento de los fangos y posterior producción de la calcina sin ningún problema, tratándose de una distribución en línea o en cadena, ya que la maquinaria está fija y es el producto el que se mueve a través de la planta para la fabricación final deseada.

El taller de mantenimiento se sitúa en el centro de la planta para poder atender a todas y cada una de las máquinas de la forma más eficiente.

Por otra parte, también se ha tenido en cuenta en la distribución de la maquinaria que una carretilla elevadora Rx20-16 y transpaletas EXU, deben moverse libremente por toda la planta, por lo que los espacios entre maquinaria y entre la maquinaria a la pared deben ser superiores a una distancia mínima.

Las conexiones necesarias entre maquinaria se realizarán hacer por la parte trasera de las máquinas, para que el personal de la planta trabaje lo más cómodamente posible. La motivación de esta distribución en planta y la aplicación del método SLP se encuentra en el Documento 2. Anexos.

### **8.7. Personal necesario para el buen funcionamiento de la planta y planificación**

El personal necesario para el buen funcionamiento de la planta viene dado por las actividades a realizar. A grandes rasgos, la siguiente lista muestra las actividades principales que se van a realizar en la planta y entre paréntesis, el tiempo aproximado que se tarda en cada operación:

- Espesado de fangos : 1h (60min)
- Filtrado: 1h (60min)
- Transporte barro filtrado a eras secado: 0,1h (6min)
- Secado en eras: 72h (4.320 min)
- Transporte barro seco y aditivos a zona pesaje: 0,1h (6min)
- Pesado premezcla: 0,1h (6min)
- Mezclado Lödige: 0,5h (30min)
- Tratamiento térmico: 1h (60min)
- Ensacado: 0,2h (12min)

Una vez conocidos los tiempos de cada estación, se ha realizado el diagrama gráfico de Gant, para determinar así los recursos necesarios de los que se ha de disponer para conseguir que el proceso funcione correctamente. El diagrama de Gant y los recursos necesarios se observan en las siguientes Figura 8.7.1 y Figura 8.7.2.

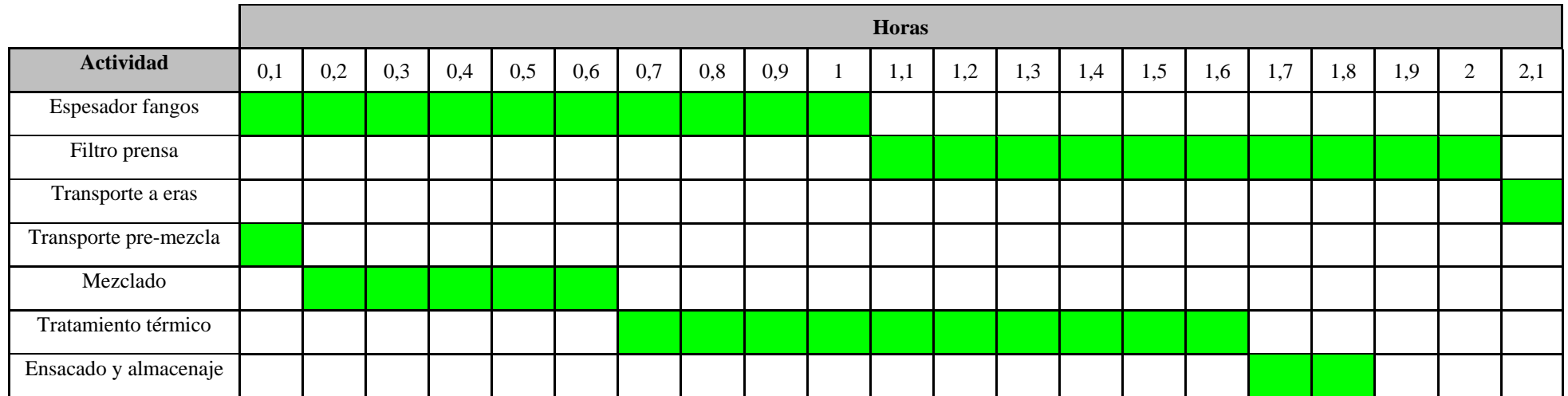


Figura 8.7.1. Diagrama de Gant

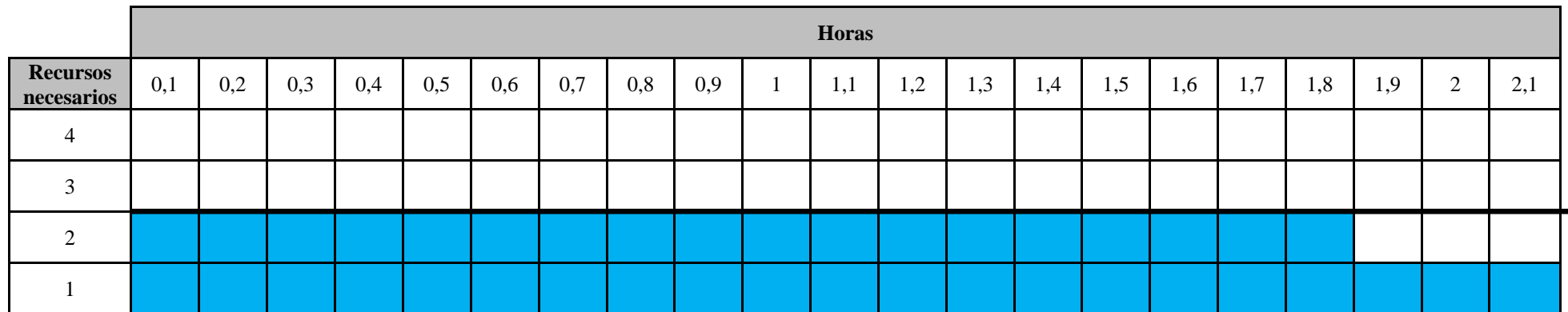


Figura 8.7.2. Recursos necesarios

Se puede observar que el número máximo de recursos que se necesitará, a la vez, serán 2 recursos, en este caso operarios a turnos.

Así pues, la plantilla necesaria para el correcto funcionamiento de la planta contará con: 2 operarios a turnos las 24 horas del día, lo que se traduce en 6 operarios. Sus funciones serán las de transporte de materias primas y producto acabado, realización de mezcla final, ensacado/embalado, mantenimiento básico de la maquinaria y control de la fabricación; 1 químico o ingeniero químico, encargado del laboratorio, control de calidad de materia prima, proceso y producto acabado, desarrollo de nuevos productos ó mejora de los existentes; 1 responsable de mantenimiento, encargado del buen funcionamiento de toda la maquinaria de la planta y realizando tareas de mantenimiento preventivo de las mismas; 1 técnico comercial para poder dar salida fácilmente al producto y encontrar nuevos mercados alrededor del mundo y 1 administrativo.

En la Tabla 8.7.1. se detalla el sueldo y coste de cada persona contratada, así como el gasto total al año en personal, que habrá que tener en cuenta para el posterior estudio económico.

Tabla 8.7.1. Relación de costes de personal al año

<b>Personal</b>	<b>Numero</b>	<b>Salario bruto (€año)</b>	<b>SS (€año)</b>	<b>Coste total(€/año)</b>
<b>Administración</b>	1	15.840,00	4.752,01	20.592,01
<b>Laboratorio</b>	1	21.962,00	6.588,01	28.550,01
<b>Mantenimiento</b>	1	19.000,00	5.890,06	24.890,06
<b>Operario</b>	6	17.400,00	5.220,01	135.720,04
<b>Comercial</b>	1	22.080,00	6.624,01	28.704,01
<b>Total: 238.456,13 €año</b>				

### **8.8. Consumo eléctrico y de agua en la planta**

Los cálculos que hacen referencia al consumo eléctrico de cada máquina de la planta y del conjunto de la planta, detallan en el Documento 2. Anexos. Los consumos eléctricos estimados son aproximados y en su cálculo se ha tenido en cuenta que no toda la maquinaria trabaja las 24 horas del día. El consumo anual eléctrico estimado es de unos 313.057 kWh/año.

El precio utilizado para estimar el coste de el consumo eléctrico ha sido de 0,15 €/kWh.

El consumo de agua será bajo, éste únicamente se requiere para la limpieza de la planta, por lo que se establece un consumo medio de aproximadamente 1 m<sup>3</sup>/día, lo que se traduce en 400 €anuales.





## 9. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

El estudio de la viabilidad económica de un proyecto es indispensable para determinar la inversión propuesta para su puesta en marcha y su rentabilidad.

El análisis de la rentabilidad de un proyecto cualquiera se realiza a partir de una serie de parámetros como son la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), el Flujo de Caja (FC) o el Valor Actual Neto (VAN). El primer punto de este estudio económico será la inversión inicial, que normalmente suele contener los costes más elevados, los cuales deben de amortizarse a lo largo de los años.

### 9.1. Inversión inicial

La inversión inicial que se debe realizar, por norma general, se refiere a los costes fijos del proceso, es decir, aquellos costes que no dependen de la producción.

El valor del suelo industrial en Castellón y alrededores varía en función de la zona donde se pretenda situar la planta, por tanto, se ha optado por utilizar un valor medio entre las distintas zonas de la provincia de Castellón, obteniéndose así un valor de 175 €/m<sup>2</sup>. Para calcular el coste de obra civil se han empleado valores calculados por cualquier colegio de arquitectos o ingenieros. El valor obtenido es de 143 €/m<sup>2</sup>.

La amortización del terreno y de la obra civil se ha previsto para los 30 años. En la Tabla 9.1.1. y la Tabla 9.1.2. se detallan los costes anuales del terreno y de la obra civil, respectivamente.

Tabla 9.1.1. Costes del terreno

Terreno	
Superficie del terreno (m <sup>2</sup> )	3.500
Coste del m <sup>2</sup> (€)	175,00
Coste total terreno (€)	612.500
Coste anual terreno (€/año)	20.416,7

Tabla 9.1.2. Costes de la obra civil

Obra Civil	
Superficie de la planta (m <sup>2</sup> )	2.736
Coste del m <sup>2</sup> (€)	143,00
Coste total obra civil (€)	391.248
Coste anual obra civil (€/año)	13.041,60

En las Tablas 9.1.3 y 9.1.4 se detallan los costes de adquisición de la maquinaria necesaria para el buen funcionamiento de la planta. La amortización de toda la maquinaria se ha calculado para 10 años.

Otro coste a tener en cuenta es el de la instalación eléctrica, tuberías y materiales de los principales equipos que conforman la planta.

Estos costes se suelen calcular de la misma manera que la obra civil, empleando estimaciones, generalmente se calcula como el 20% del coste de los equipos principales.

Tabla 9.1.3. Costes de la maquinaria en el proceso de fangos en la planta

Elemento	Unidades	Precio unitario (€)	Importe (€)
Espesador de fangos	1	30.000	30.000
Filtro prensa	1	70.000	70.000
Cinta transportadora	1	5.000	5.000
Agitador AMD	2	1.500	3.000
Bomba VF65	2	4.000	8.000
		<b>TOTAL coste equipos (€)</b>	<b>116.000</b>
20% coste equipos (€)			<b>23.200</b>
<b>Coste total equipo + instalaciones (€)</b>			<b>139.200</b>
Coste anual (€/año)			<b>13.920</b>

Tabla 9.1.4. Costes de la maquinaria en el proceso de tratamiento térmico

Elemento	Unidades	Precio unitario (€)	Importe (€)
Trituradora barro	1	3.900,00	3.900,00
Mezcladora	1	150.000	150.000
Horno + Kits	1	165.000	165.000
Ensacadora	1	40.000	40.000
Báscula	1	405,00	405,00
		<b>TOTAL coste equipos (€)</b>	<b>359.305</b>
20% coste equipos (€)			<b>71.861</b>
<b>Coste total equipo + instalaciones (€)</b>			<b>431.166</b>
Coste anual (€/año)			<b>43.116,60</b>

El montante de la inversión inicial necesaria, se detalla en la Tabla 9.1.5.

Tabla 9.1.5. Costes de la inversión inicial total

Inversión inicial	
Coste del terreno (€)	612.500
Coste de la obra civil (€)	391.248
Coste de los equipos de fangos (€)	139.200
Coste de los equipos de tratamiento térmico (€)	431.166
<b>Inversión inicial total (€)</b>	<b>1.574.114</b>

La suma de las amortizaciones, a las cuales se les aplica un incremento del 3% debido al IPC, se detallan en la Tabla 9.1.6.:

Tabla 9.1.6. Coste de las amortizaciones

Amortizaciones	
Terreno (€/año)	13.432,85
Obra civil (€/año)	21.029,20
Equipo de fangos (€/año)	14.337,60
Equipo tratamiento térmico (€/año)	44.410,10
<b>Coste de las amortizaciones (€/año)</b>	<b>93.209,75</b>

## 9.2. Gastos directos

Se definen como gastos directos, aquellos que tienen una relación directa con el producto, y que por tanto se consideran proporcionales a la cantidad producida. Ejemplos de gastos directos son los costes de producción, consumo eléctrico, materias primas.

Los costes de producción de la calcina se refieren al consumo eléctrico de la maquinaria de la planta, a la adquisición de las materias primas, al consumo de gas del horno, así como el transporte por el interior de la planta de las materias primas y la compra de palets y sacas Big-bags para la correcta distribución del producto acabado.

Por lo que se refiere al coste de la electricidad, en el Documento 2. Anexos. se encuentra desglosado el consumo de cada máquina aproximado, determinándose así un consumo anual de unos 301.590 kWh/año; teniendo en cuenta que el precio del kWh se sitúa en 0,15 €/kWh, el coste que supone el consumo eléctrico asciende, aproximadamente, a unos 45.238,45 €/año. En el caso del horno, aparte de electricidad también se consume gas, el cálculo se encuentra en el Documento 2.Anexos. El coste anual asciende a unos 46.760,93 €/año.

Las partidas de materia prima (332.756,50 €/año), transporte interior y almacenamiento de las materias primas (65.315 €, coste de adquisición de la maquinaria y estanterías) y la compra de palets y big-bags para el almacenamiento y venta del producto acabado (25.500 €/año), se encuentran desglosados en el Documento 2.Anexos. Así pues, la suma de los gastos directos se puede ver en la Tabla 9.2.1.1.:

Tabla 9.2.1.1. Gastos directos

<b>Gastos directos</b>	
Electricidad (€/año)	45.238,45
Gas (€/año)	46.760,93
Materias primas (€/año)	332.756,50
Transporte y almacenamiento (€/año)	65.315,00
Material laboratorio (€)	4.277,77
Palets + Big-bags (€/año)	25.500,00
<b>Total gastos directos (€/año)</b>	<b>519.848,65</b>

### **9.3. Gastos indirectos**

Son aquellos gastos que, sin ser imputables al producto, son necesarios para la producción, y su cuantía, dentro de ciertos límites, no depende de la cantidad producida. Son gastos indirectos los trabajadores de la planta, el personal de limpieza; el material de oficina y laboratorio, las amortizaciones del terreno, la obra civil, los equipos y la instalación de éstos.

Como se ha indicado anteriormente, la planta contará con 6 operarios (a turnos las 24 horas del día, es decir, 2 operarios pro turno), un comercial para dar salida al producto, 1 persona encargada de la administración, así como un encargado del laboratorio existente (empresa que amplía su producción) y un encargado de mantenimiento de la maquinaria. El trabajo de los distintos puestos es:

- Operarios: a turnos rotativos las 24 horas del día de lunes a viernes, operaciones de transporte de materias primas y producto acabado, realización del mezclado, ensacado/embalado, mantenimiento básico de la maquinaria y control general de fabricación.

- Laboratorio: persona con horario de jornada partida, de lunes a viernes (8:00-13:30 y 15:00-18:00), cuyo trabajo reside en realizar el control de calidad a la materia prima, proceso y producto acabado, así como desarrollo de nuevos productos o mejora del producto existente. Ésta persona será proporcionada por la empresa que decida instalar esta planta en sus instalaciones existentes en caso de que fuese así.

- Responsable de mantenimiento: horario de jornada partida de lunes a viernes, encargado de hacer un mantenimiento preventivo a todos los equipos de la planta, así como realizar las reparaciones necesarias.

- Comercial: horario jornada partida de lunes a viernes o si fuera necesario fuera de ese horario, su objetivo es dar salida al producto fabricado en el sector de fritas y esmaltes.

- Administración: horario de media jornada (8:00-14:00), encargado de realizar el papeleo relativo a la planta. En caso de pertenecer la planta a una empresa, dicha

empresa proporcionará una persona para que se dedique exclusivamente al papeleo de esta planta.

En la Tabla 9.3.1.1. se observan los gastos indirectos (en personal se incluyen las pagas extras y la seguridad social):

Tabla 9.3.1.1. Gastos indirectos

<b>Gastos indirectos</b>	
Personal (€año)	238.456,13
Material oficinas (€año)	6.000,00
Teléfono, fax (€año)	1.000,00
Limpieza (€año)	15.000,00
Suministros agua (€año)	400
Sistema contra incendios	1.770,82
<b>Total gastos indirectos (€año)</b>	<b>262.626,95</b>

La suma de los gastos directos e indirectos en la planta al año ascienden a un total de 782.475,60 €año.

Si se le añade el coste anual de las amortizaciones, esta cifra asciende a 875.685,35 € año.

Para calcular el coste unitario de producción de la calcina, se dividen los costes anuales totales entre la producción anual total 2.820 Tm/año, resultando un valor de 310,53 €/Tn.

#### **9.4. Beneficios**

Para continuar con el análisis económico de la planta, se debe establecer un precio de venta de la calcina. Tras consultar con profesionales del sector, se consideró que un precio competitivo en el mercado era 0,43 €/kg.

Así pues, considerando el precio de venta asignado, los ingresos anuales que reportaría la planta serían de 1.212.600 €año.

En consecuencia, el beneficio bruto, que se obtiene al restarle a los ingresos anuales los gastos totales, sería de 336.914,65 €/año. Aplicando el impuesto sobre sociedades del 35%, los beneficios netos resultan en 218.994,52 €/año.

### **9.5. Flujo de Caja (FC), Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)**

El Flujo de Caja (FC) o ‘Cash Flow’ representa los flujos de entrada y salida de dinero en una empresa en un determinado periodo de tiempo. Es un parámetro que permite calcular el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), indicadores que muestran la viabilidad económica de un proyecto. Se obtiene mediante la suma del beneficio neto y las amortizaciones.

El VAN es un parámetro que considera los flujos de caja esperados en un periodo de tiempo, pero actualizándolos en función del interés real, que es el cociente entre el interés nominal y el IPC. Si el valor del VAN es positivo, indica que la inversión realizada produce excedentes; si es negativo indica que hay pérdidas y si es cero no se obtienen ni beneficios ni pérdidas.

Se calcula mediante la expresión:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=0}^N \frac{FC_n}{(1 + i_r)^n}$$

Donde  $I_0$  es la inversión inicial,  $n$  es el año considerado e  $i_r$  es el interés real.

El TIR es un parámetro relacionado con el VAN. Representa el valor del interés que hace que el VAN sea cero, por lo que si se financia la planta con un interés nominal inferior al TIR, la planta generará beneficios.

Se calcula mediante la expresión:

$$TIR = -I_0 + \sum_{n=0}^N \frac{FC_n}{(1 + i_r)^n} = 0$$

En el apartado de Anexos se han calculado estos parámetros teniendo en cuenta un IPC del 3%, un interés nominal del 4% para un periodo de 10 años.

Así pues, el VAN calculado es de 1.813.219,73 € el cual supera con creces el valor de cero, indicando que es un proyecto rentable. El TIR estimado para este VAN es del 17 %, y puesto que es superior al interés nominal, refuerza la viabilidad económica del proyecto.

Una vez confirmada la viabilidad del proyecto, falta estimar los años que se tardarán en recuperar la inversión. Para ello, se utiliza el Periodo de Retorno (PR) o 'Pay-Back', el cual se calcula dividiendo entre la inversión inicial y el beneficio promedio anual, resultando en 6,27 años.





---

## ***DOCUMENTO 2. ANEXOS***

---

# ***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR DE BARROS DE ESMALTES***

**Trabajo Fin de Grado**

Autor

Javier Redón Cerdà

Tutor

José Luis Amorós Albaro



## Índice

<b>1. CÁLCULOS RELATIVOS A LOS BARROS .....</b>	<b>5</b>
<b>2. CÁLCULOS RELATIVOS A LA MAQUINARIA Y AL PROCESO.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Consideraciones generales y cálculos en relación al espesador.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Consideraciones generales y cálculos en relación al filtro prensa.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3. Consideraciones generales y cálculos en relación a las eras de secado..</b>	<b>14</b>
<b>2.4. Consideraciones generales y cálculos en relación a la mezcladora.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5. Consideraciones generales y cálculos en relación al horno.....</b>	<b>18</b>
<b>2.6. Consideraciones generales y cálculos en relación a la ensacadora.....</b>	<b>20</b>
<b>2.7. Consideraciones generales y cálculos de bombas y agitadores.....</b>	<b>21</b>
<b>3. CÁLCULOS RELATIVOS A LAS MATERIAS PRIMAS.....</b>	<b>23</b>
<b>4. CÁLCULOS RELATIVOS AL SISTEMA CONTRAINCENDIOS.....</b>	<b>25</b>
<b>5. MOTIVACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....</b>	<b>27</b>
<b>6. CÁLCULOS RELATIVOS AL ESTUDIO ECONÓMICO.....</b>	<b>31</b>
<b>7. CATÁLOGOS Y FICHAS DE LA MAQUINARIA EMPLEADA.....</b>	<b>33</b>



## 1. CÁLCULOS RELATIVOS A LOS BARROS

La producción del sector cerámico de baldosas y revestimiento en los últimos años ha sido, según datos de ASCER se obtiene la Tabla 1.:

Tabla 1. Producción media del sector

AÑO	PRODUCCIÓN (millones m <sup>2</sup> /año)
2009	324
2010	366
2011	392
2012	404
2013	420

Por tanto, el valor que se tomará de referencia para la realización del proyecto será la media de los últimos años de los que se tienen datos en ASCER:

$$\text{Producción media} = \frac{324 + 366 + 392 + 404 + 420}{5} = 381,2 \text{ millones m}^2$$

Una vez obtenido el valor medio de la producción durante los últimos años, se debe de calcular la cantidad de fangos residuales que se producen al año en el sector, para ello se tomará como referencia el estudio del Dr Monfort "Caracterización de residuos de la industria azulejera", en el cual aparece el dato necesario para el desarrollo del proyecto:

$$\text{Producción de fangos} = 150 \text{ kg fango} / 1000 \text{ m}^2 \text{ de producto}$$

Por tanto, la cantidad de fango a tratar durante el año.

$$\frac{\text{kg fango}}{\text{año}} = \frac{150 * 381.200.000}{1000} = 57.180.000 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Eso significa que al día, suponiendo que al año se trabajan 47 semanas, o lo que es lo mismo, 235 días, se deben de procesar:

$$\frac{\text{kg fango}}{\text{día}} = \frac{57.180.000 \frac{\text{kg}}{\text{año}}}{235 \frac{\text{días}}{\text{año}}} = 243.319,1 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Del estudio antes citado también se conoce que la fracción másica de sólidos o contenido en sólidos (Cs) de estos fangos se sitúa alrededor del 7 kg sólido/100 kg totales.

En las siguientes Tabla 2 y Tabla 3 se muestran los kg de fango a tratar diariamente en función del porcentaje de cantidad total de barros que se producen en el sector (cuota de mercado):

Tabla 2. Cantidad de fangos a tratar en función de la cuota de mercado (I)

<b>Cuota de mercado (%)</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>
<b>Kg de fango/día</b>	24331,91	48663,82	60829,78	72995,73	85161,69	97327,64

Tabla 3. Cantidad de fangos a tratar en función de la cuota de mercado (II)

<b>Cuota de mercado (%)</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>
<b>Kg de fango/día</b>	121659,55	145991,46	170323,37	194655,28	218987,19	243319,10

Para el desarrollo del proyecto se considerará una cuota de mercado del 35%. Se ha decidido de acuerdo el tutor.

Una vez decididos los componentes de la mezcla y conocidas sus composiciones químicas, se ha procedido al cálculo de las composiciones de la calcina que resultan al variar la proporción de los componentes. Se ha seleccionado aquella que permite un contenido en  $B_2O_3$  entre el 10-12% y que en su fórmula intervenga al menos un 50% en peso del fango.

Para una saca de 1000 kg de mezcla, la cantidad de cada uno de los componentes es de:

550 kg de fango seco  
250 kg de cuarzo  
200 kg de borato sódico

El cálculo de la composición de la mezcla se realiza aplicando la ecuación (A1), siendo  $\chi_F$ ,  $\chi_Q$  y  $\chi_B$  la fracción másica de fango seco, cuarzo y borato sódico en la mezcla.

$$\% \left( \begin{array}{c} \text{Óxido } i \\ \text{en mezcla} \end{array} \right) = \% \left( \begin{array}{c} \text{Óxido } i \\ \text{en fango} \end{array} \right) * \chi_F + \% \left( \begin{array}{c} \text{Óxido } i \\ \text{en cuarzo} \end{array} \right) * \chi_Q + \% \left( \begin{array}{c} \text{Óxido } i \\ \text{en borato} \end{array} \right) * \chi_B \quad (A1)$$

La composición de la mezcla seleccionada y la de sus compuestos se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición final de la mezcla y de sus compuestos

	<b>Fango medio (%)</b>	<b>Cuarzo (%)</b>	<b>Borato Sódico (%)</b>	<b>Composición Final (%)</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	54,70	99,20	0,00	54,89
<b>AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	14,10	0,48	0,00	7,88
<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2,81	0,00	49,00	11,34
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,56	0,05	0,00	0,32
<b>CaO</b>	6,55	0,03	0,00	3,61
<b>MgO</b>	1,03	0,10	0,00	0,59
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	1,29	0,01	21,80	5,07
<b>K<sub>2</sub>O</b>	2,57	0,05	0,00	1,43
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,25	0,02	0,00	0,14
<b>ZnO</b>	4,94	0,00	0,00	2,71
<b>BaO</b>	0,86	0,00	0,00	0,47
<b>PbO</b>	2,58	0,00	0,00	1,42
<b>ZrO<sub>2</sub></b>	6,55	0,00	0,00	3,60
<b>NiO</b>	0,02	0,00	0,00	0,01
<b>CuO</b>	0,01	0,00	0,00	0,01
<b>CoO</b>	0,05	0,00	0,00	0,02
<b>MnO</b>	0,03	0,00	0,00	0,01
<b>SnO<sub>2</sub></b>	0,01	0,00	0,00	0,01
<b>SrO</b>	0,05	0,00	0,00	0,02
<b>CdO</b>	0,01	0,00	0,00	0,01
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,08	0,00	0,00	0,04
<b>ppc</b>	3,85	0,26	29,20	8,02





## 2. CÁLCULOS RELATIVOS A LA MAQUINARIA Y EL PROCESO

### 2.1. Consideraciones generales y cálculos en relación al espesador de fangos

El espesador es capaz de aumentar el contenido en sólidos, expresado como  $\left(\frac{\text{kg sólido seco}}{\text{kg totales}}\right)$ , de un 7% a la entrada hasta un 14% a la salida del mismo.

Así pues, la fracción másica a la entrada y la salida será:

$$X_1 = \left(\frac{m_{\text{sólido}}}{m_T}\right)_1 = 0,07 \quad ; \quad X_2 = \left(\frac{m_{\text{sólido}}}{m_T}\right)_2 = 0,14 \quad (\text{A2})$$

Siendo  $m_{\text{sólido}}$  y  $m_T$  el caudal másico de sólido y de fango a la entrada 1 y la salida 2. Teniendo en cuenta que el caudal másico de sólido que entra al espesador  $m_1$  es igual al que sale  $m_2$  se tiene:

$$m_{\text{sólido } 1} = m_{\text{sólido } 2} \quad (\text{A3})$$

De A2 y A3 se llega a:

$$m_{T2} = 0,5m_{T1} \quad (\text{A4})$$

Suponiendo como se ha realizado anteriormente diversas cuotas de mercado se obtiene la Tabla 5.

Tabla 5. Caudales en función de la cuota de mercado a la entrada y salida del espesador

<b>Cuota mercado (%)</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>
<b>Kg hum/día (<math>m_{T1}</math>)</b>	24331,91	48663,82	60829,78	72995,73	<u>85161,69</u>	97327,64
<b>Kg hum/día (<math>m_{T2}</math>)</b>	12165,96	24331,91	30414,89	36497,87	<u>42580,84</u>	48663,82
<b>Cuota mercado (%)</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>
<b>Kg hum/día (<math>m_{T1}</math>)</b>	121659,55	145991,46	170323,37	194655,28	218987,19	243319,10
<b>Kg hum/día (<math>m_{T2}</math>)</b>	60829,78	72995,73	85161,69	97327,64	109493,60	121659,55

Para el cálculo de las densidades de las suspensiones,  $\rho_i$ , a partir de las fracciones másicas,  $\chi_i$ , se ha recurrido a la ecuación:

$$\rho_i = \frac{1}{\frac{\chi_i}{\rho_{\text{Sólido}}} + \frac{(1 - \chi_i)}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}} \quad (\text{A5})$$

Tomando como densidad real del sólido,  $\rho_{\text{Sólido}} = 2.500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  y la del agua  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  resultan para los barros a la recepción o entrada al espesador un valor de  $\rho_1 = 1.043 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  y para la salida del espesador  $\rho_2 = 1.091 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Como ya se ha citado, los barros llegan en camiones cisterna de  $25 \text{ m}^3$  de capacidad y a un contenido en sólidos de  $7 \left( \frac{\text{kg sólido seco}}{100 \text{ kg totales}} \right)$ , por lo que teniendo en cuenta la densidad de la suspensión  $\rho_1$ , el número necesario de camiones que se deben recibir y tratar al día, considerando un 35% de cuota, son:

$$\frac{\text{Camiones}}{\text{día}} = \frac{85.161,69 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{\frac{25 \text{ m}^3}{\text{camión}} + \frac{1.043 \text{ kg}}{\text{m}^3}} = 3,27 \frac{\text{camión}}{\text{día}}$$

Debido a que no se puede partir la carga de un camión, se redondea al entero mayor, obteniendo así un valor de 4 camiones/día.

Así pues, lo que diariamente hay que tratar realmente será:

$$(m_{T_1})_{\text{real}} = \frac{4 \text{ camiones}}{\text{día}} * \frac{25 \text{ m}^3}{\text{camión}} * \frac{1.043 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 104.300 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

El caudal  $(m_{T_1})_{\text{real}} = 104.300 \text{ kg barro/día}$ , es el que se ha utilizado para los cálculos de toda la maquinaria de la planta.

Por tanto, el caudal real a la salida del espesador  $(m_{T_2})_{\text{real}}$  será:

$$(m_{T_2})_{\text{real}} = (m_{T_1})_{\text{real}} * 0,5 = 52.150 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{día}}$$

Este valor es el equivalente a tratar  $100 \text{ m}^3$  de fango.

Debido a que el espesador solo tiene que tratar 4 camiones al día y el espesador es capaz de tratar 20m<sup>3</sup>/h, solo es necesario que trabajase durante 5 horas al día. Las características del espesador se encuentran en la Tabla 6.

Tabla 6. Características del espesador

<b>Modelo</b>	FRC-20 de TORO Equipment
<b>Caudal (m<sup>3</sup>/h)</b>	20
<b>Largo x Ancho x Alto (mm)</b>	5735 x 3224 x 2980
<b>Consumo eléctrico (kW)</b>	5,3
<b>Precio (€)</b>	30.000

Para el cálculo del consumo eléctrico, se ha tenido en cuenta que llegan 4 camiones al día a la fábrica, equivalentes a 104.300 kg de barro/día y que el espesador trabaja 5 horas/día por lo que el coste por hora de trabajo del espesador será:

$$m_{T_1} = 104.300 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{5 \text{ horas de trabajo espesador}} = 20.860 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{h de trabajo}}$$

Una vez conocida la producción por hora y el consumo de la máquina, se procede al cálculo de los kWh que se consumen para tratar 1 kg de material:

$$\text{consumo eléctrico específico} = \frac{5,3 \text{ kW}}{20.860 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{h}}} = 0,000254 \frac{\text{kWh}}{\text{kg suspensión}}$$

Asumiendo un precio del kWh = 0,15€

$$\text{coste específico} = 0,000254 \frac{\text{kWh}}{\text{kg suspensión}} * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,0000381 \frac{\text{€}}{\text{kg suspensión}}$$

El coste anual debido al espesador de energía eléctrica será:

$$\frac{\text{coste eléctrico espesador}}{\text{año}} = 0,0000381 \frac{\text{€}}{\text{kg susp}} * 104.300 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 3,974 \frac{\text{€}}{\text{día}} = \mathbf{933,85 \frac{\text{€}}{\text{año}}}$$

## 2.2. Consideraciones generales y cálculos en relación al filtro prensa

Para calcular la capacidad se debe de tener en cuenta el filtro prensa se alimenta con una suspensión de  $X_2 = 0,14 \left( \frac{\text{kg sólido}}{\text{m}^3} \right)$  y que a su salida la fracción másica de la suspensión será de  $X_3 = 0,75 \left( \frac{\text{kg sólido}}{\text{m}^3} \right)$ , por todo esto, debe calcular el caudal a la salida del mismo, para así saber los kg de suspensión que se tienen una vez hayan pasado por el filtro.

Así pues:

$$X_2 = \left( \frac{m_{\text{sólido}}}{m_T} \right)_2 = 0,14 \quad ; \quad X_3 = \left( \frac{m_{\text{sólido}}}{m_T} \right)_3 = 0,75 \quad (\text{A6})$$

Teniendo en cuenta que en el filtro sólo se separa agua, se tiene:

$$m_{\text{sólido } 2} = m_{\text{sólido } 3} \quad (\text{A7})$$

De A6 y A7 resulta:

$$(m_{T_3})_{\text{real}} = 0,1866 * (m_{T_2})_{\text{real}} \quad (\text{A8})$$

Por tanto:

$$(m_{T_3})_{\text{real}} = 0,1866 * \left( 52.150 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) = 9.734,67 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{día}}$$

Por otra parte, la densidad de la suspensión a la salida del filtro prensa,  $\rho_3$ , de acuerdo con la ecuación (A5) y teniendo en cuenta los valores de  $X_3 = 0,75$ ;  $\rho_{\text{sólido}} = 2.500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  y  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  resulta:

$$\rho_3 = 1.818 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Las características del filtro prensa se pueden ver en la Tabla 7.

Tabla 7. Características del filtro prensa

<b>Modelo</b>	FPA-AR 1200 de TORO Equipment
<b>Caudal (L/Prensada)</b>	4.445
<b>Largo x Ancho x Alto (mm)</b>	12400 x 1900 x 2400
<b>Consumo eléctrico (kW)</b>	7,5
<b>Tiempo de ciclo completo (h)</b>	1
<b>Precio (€)</b>	70.000

La cantidad diaria de agua que hay que separar por filtrado será:

$$\left[ 52.150 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{día}} \right]_{\text{entrada}} - \left[ 9.734,67 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{día}} \right]_{\text{salida}} = 42.415,33 \frac{\text{kg agua}}{\text{día}}$$

Teniendo en cuenta que la cantidad de agua separada por prensada es de  $4.445 \frac{\text{kg agua}}{\text{prensada}}$  el número de prensadas diarias será:

$$\frac{\text{número de prensadas}}{\text{día}} = \frac{42.415,33 \frac{\text{kg agua clara}}{\text{día}}}{4.445 \frac{\text{kg agua}}{\text{prensada}}} = 9,54 \frac{\text{prensadas}}{\text{día}} = \mathbf{10 \frac{\text{prensadas}}{\text{día}}}$$

Para el cálculo del consumo eléctrico se utilizan las mismas ecuaciones que el apartado anterior y así se realizará con toda la maquinaria del proceso.

$$m_{T_2} = 52.150 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{10 \text{ horas de trabajo filtro}} = 5.215 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{h de trabajo}}$$

Conocida la producción, el consumo por kg, o consumo específico:

$$\text{consumo eléctrico específico} = \frac{7,5 \text{ kW}}{5.215 \frac{\text{kg suspensión}}{\text{h}}} = 0,00144 \frac{\text{kWh}}{\text{kg suspensión}}$$

Así pues, el coste específico será de:

$$\text{coste específico} = 0,00144 \frac{\text{kWh}}{\text{kg suspensión}} * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,000216 \frac{\text{€}}{\text{kg suspensión}}$$

Con un coste anual de:

$$\frac{\text{Coste eléctrico filtro}}{\text{año}} = 0,000216 \frac{\text{€}}{\text{kg susp}} * 52.150 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 11,25 \frac{\text{€}}{\text{día}} = \mathbf{2.643,75 \frac{\text{€}}{\text{año}}}$$

### **2.3. Consideraciones generales y cálculos en relación a las eras de secado**

Una vez filtrado el fango, éste todavía contiene un 25% de agua, por lo que deberá secarse en eras durante un periodo de entre 3-5 días hasta alcanzar grado de humedad próximo a 0.

Teniendo en cuenta que la producción diaria de fango filtrado es  $m_{T3} = 9.734,67$  kg/día y que las eras de secado tendrán una capacidad aproximada de unos 10 días de trabajo, resulta que estas deben de tener una capacidad de 97.346,7 kg.

Dicha cantidad ocupa un volumen de:

$$V_{\text{fango}} = 97.346,7 \text{ kg filtrado} * \frac{1 \text{ m}^3}{1.818 \text{ kg}} = 53,5 \text{ m}^3$$

Se esparcirá el barro por toda la superficie disponible, formando una capa de un grosor de 5 cm aproximadamente, ya que con tal grosor de capa no se levantará polvo durante el proceso de secado. La superficie necesaria para formar una capa de 5 cm de espesor será:

$$\text{Superficie} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Altura}} = \frac{53,5 \text{ m}^3}{0,05 \text{ m}} = 1.070 \text{ m}^2$$

Si la forma de las eras es cuadrada:

$$S = l^2$$

$$l^2 = \sqrt{1.070} = 32,7 = 33 \text{ m de lado}$$

$$S = 1.089 \text{ m}^2 \text{ de era de secado}$$

La producción diaria de barro seco de la era será:

$$9.734,67 \frac{\text{kg barro húmedo}}{\text{día}} * \frac{0,75 \text{ kg sólido seco}}{\text{kg húmedo}} = 7.301,25 \frac{\text{kg barro seco}}{\text{día}}$$

Las características de la cinta se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Características de la cinta

<b>Modelo</b>	CM-4/400 de TUSA
<b>Largo x Ancho x Alto (mm)</b>	4700 x 400 ancho de banda
<b>Consumo eléctrico (kW)</b>	1,1
<b>Precio (€)</b>	5.000

El coste eléctrico de la cinta para extender el barro filtrado, trabajando 24 h/día será:

$$m_{T_3} = 9.734,67 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas de trabajo cinta}} = 405,61 \frac{\text{kg}}{\text{h de trabajo}}$$

El consumo por kilogramo se calcula como sigue:

$$\text{consumo eléctrico específico} = \frac{1,1 \text{ kW}}{405,61 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 0,00271 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

Obteniéndose un coste específico de:

$$\text{coste específico} = 0,00271 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,000407 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

Y un coste anual de:

$$\frac{\text{Coste eléctrico cinta}}{\text{año}} = 0,000407 \frac{\text{€}}{\text{kg}} * 9.734,67 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 3,96 \frac{\text{€}}{\text{día}} = \mathbf{930,60 \frac{\text{€}}{\text{año}}}$$

A parte de la cinta, inmediatamente después de las eras de secado se encuentra una trituradora para hacer pasar por ella el fango seco por la posible formación de algunos aglomerados. En la Tabla 9 se detallan sus características.

Tabla 9. Características de la trituradora

<b>Modelo</b>	2P6 400*250 de HENAN HONGJI
<b>Largo x Ancho x Alto (mm)</b>	1215 x 835 x 830
<b>Consumo eléctrico (kW)</b>	11
<b>Capacidad (Tn/h)</b>	3-8
<b>Precio (€)</b>	3.900

Dada la capacidad de la trituradora (3-8 Tn/h), con 3 horas de trabajo es suficiente por lo que la producción será:

$$7.301,25 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{3 \text{ horas de trabajo trituradora}} = 2.433,75 \frac{\text{kg}}{\text{h de trabajo}}$$

Lo que supone un consumo eléctrico específico:

$$\text{consumo eléctrico específico} = \frac{11 \text{ kW}}{2.433,75 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 0,00452 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

Y un coste específico:

$$\text{coste específico} = 0,00452 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,000678 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

Y un coste anual de:

$$\frac{\text{Consumo eléctrico trituradora}}{\text{año}} = 0,000678 \frac{\text{€}}{\text{kg}} * 7.301,25 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 4,95 \frac{\text{€}}{\text{día}} = \mathbf{1.163,30} \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

#### **2.4. Consideraciones generales y cálculos en relación a la mezcladora**

Una vez los fangos estén secos y se hayan pasado por la trituradora y cargado en Big-bags de fango seco, éstos son transportados a la zona de pesaje y mezclado junto con los aditivos necesarios a añadir para obtener la composición deseada.

Los trabajos de transporte, levantamiento etc de las Big-bags de 1000 kg, serán realizadas con la ayuda de una carretilla elevadora de segunda mano STILL, modelo RX 20-16, 2 transpaletas eléctricas nuevas también de STILL, modelo EXU20 y un Bulldozer CAT 242D también de segunda mano, todo ello valorado en unos 63.000 € en total.



La producción de calcina a la salida del horno es de 500 kg/h, teniendo en cuenta el % de la pérdida por calcinación que se produce en el horno, el caudal de entrada de mezcla será de 540 kg/h ó 12.960 kg/día, lo que se traduce en 13 Big-bags de mezcla al día. En la Tabla 10 se presentan las características de la mezcladora.

Tabla 10. Características de la mezcladora

<b>Modelo</b>	FKM 3000D de Lödige
<b>Largo x Ancho x Alto (mm)</b>	3300 x 1100 de diámetro
<b>Consumo eléctrico (kW)</b>	75 motor principal; 4 x 5kW (cuchilla lateral)
<b>Precio (€)</b>	150.000

Para calcular la producción de la mezcladora, se parte de la siguiente premisa:

- capacidad real de la mezcladora =  $V_{\text{aparente de la mezcladora}} * \rho_{\text{aparente del polvo}}$
- volumen aparente de la mezcladora =  $3 \text{ m}^3 * 0,4 = 1,2 \text{ m}^3$

Suponiendo que la compacidad del lecho de polvo es de 0,5, ya que los gránulos no han sido molturados en exceso y que la densidad de la mezcla es aproximadamente  $2.500 \text{ kg/m}^3$ :

$$\rho_{\text{aparente}} = \rho_{\text{real del sólido}} * \varnothing_{\text{Empaquetamiento}} = 2.500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,5 = 1.250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Por tanto, se obtiene la capacidad real de carga de la mezcladora por ciclo de carga:

$$\text{capacidad real de la mezcladora} = V_{\text{aparente}} * \rho_{\text{aparente}} = 1,2 \text{ m}^3 * 1.250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.500 \text{ kg}$$

Dado que la duración del tiempo de ciclo es de 30 min, entre carga, mezcla y descarga, su producción horaria será de 3.000 kg/h lo que se traduce a 3 sacas a la hora.

$$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ mezclas}}{\text{día}} = \frac{12.960 \text{ kg}}{1.500 \frac{\text{kg}}{\text{mezcla}}} = 8,64 \frac{\text{mezclas}}{\text{día}} = \mathbf{9 \frac{\text{mezclas}}{\text{día}}}$$

Así pues, la mezcladora trabajará:

$$9 \frac{\text{mezclas}}{\text{día}} * \frac{0,5 \text{ h}}{\text{mezcla}} = 4,5 \text{ h}$$

Su producción será de:

$$\text{producción horaria} = 12.960 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{4,5 \text{ horas de trabajo}} = 2.880 \frac{\text{kg}}{\text{h de trabajo}}$$

Lo que supone un consumo eléctrico específico:

$$\text{consumo eléctrico específico} = \frac{95 \text{ kW}}{2.880 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 0,0329 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

Y un coste específico:

$$\text{coste eléctrico específico} = 0,0329 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,00494 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

Y un coste anual de:

$$\text{coste eléctrico anual} = 0,00494 \frac{\text{€}}{\text{kg}} * 12.960 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 63,96 \frac{\text{€}}{\text{día}} = \mathbf{15.030,60 \frac{\text{€}}{\text{año}}}$$

## **2.5. Consideraciones generales y cálculos en relación al horno**

El material resultante de la mezcladora, mezcla, se introduce en Big-bags de 1.000 kg, que se transportan y descargarán al dosificador del horno en su entrada, que introducirá el material a un caudal de 540 kg/h. Sus características se pueden ver en la Tabla 11.

Tabla 11. Características del horno rotatorio

<b>Modelo</b>	SM 12 de SACMI Iberica
<b>Largo x Ancho x Alto (mm)</b>	14000 x 1500 de diámetro
<b>Consumo eléctrico (kW)</b>	Max. 25
<b>Consumo de gas (kW)</b>	Max. 1700
<b>Consumo específico (kcal/kg)</b>	465
<b>Temperatura Max. (°C)</b>	1.250
<b>Capacidad de producción (kg/h)</b>	Hasta 2000
<b>Precio (€) *con Kits y dosificador</b>	165.000

La empresa fabricante del horno ofrece a los clientes una serie de kits o packs de mejora para el horno, lo que lo hace más económico a la hora de los consumos, tanto de gas como de electricidad, aparte de solucionar el problema ambiental que presentan los gases de combustión con la introducción de la microgeneración RANK.

Se ha optado por adquirir el horno con todos los packs ofrecidos, consiguiéndose así un ahorro del 10-15% en el consumo del gas y de hasta un 40% en el consumo eléctrico, ya sea en el horno o en cualquier otro punto del proceso o fábrica.

### CONSUMO ELÉCTRICO

$$\text{consumo eléctrico específico} = \frac{25 \text{ kW}}{540 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 0,0463 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

Lo que se traduce en un coste específico de:

$$\text{coste específico} = 0,0463 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,00694 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

Con un coste anual de:

$$\text{coste eléctrico anual} = 0,00694 \frac{\text{€}}{\text{kg}} * 12.960 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 90 \frac{\text{€}}{\text{día}} = 21.150 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Teniendo en cuenta que con la microgeneración RANK se ahorra un 15% del consumo eléctrico del horno, el coste eléctrico anual es de **17.977,5 € año**.

### CONSUMO DE GAS

De las características del horno se obtiene que se consumen 465 kcal por kg, por tanto:

$$\text{consumo diario} = 465 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} * 12.960 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 6.026.400 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

Lo que supone un consumo específico de:

$$\text{consumo específico} = 6.026.400 \frac{\text{kcal}}{\text{día}} * 0,0001111 \frac{\text{Nm}^3}{\text{kcal}} * \frac{1 \text{ día}}{12.960 \text{ kg}} = 0,051 \frac{\text{Nm}^3}{\text{kg}}$$

Equivalente a:

$$\text{consumo específico} = 0,051 \frac{\text{Nm}^3}{\text{kg}} * 10,7056 \frac{\text{kWh}}{\text{Nm}^3} = 0,54 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

Teniendo en cuenta que el precio del kWh del gas es de 0,030905€

$$\text{coste específico} = 0,54 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} * 0,030905 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,0167 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

Por tanto, con el precio por kg y sabiendo la cantidad de kg que trata el horno al día, se puede calcular el gasto por día y al año del horno en gas:

$$\text{Coste del gas anual} = 0,0167 \frac{\text{€}}{\text{kg}} * 12.960 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 216,3 \frac{\text{€}}{\text{día}} = 50.827,1 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Al haberse adquirido el horno con los kits de mejora, el kit de los quemadores permite ahorrar un 8% en el consumo de gas anual, por tanto, el coste de gas anual baja hasta los **46.760,93 €/año**.

## **2.6. Consideraciones generales y cálculos en relación a la ensacadora**

La calcina obtenida, con una producción de 500 kg/h, se empaqueta directamente en big bags de 1000 kg aproximadamente, obteniéndose al día una producción de 12 Big-bag/día, lo que supone una producción anual de 2.820 Big-bags/año.

Las Big-bags son sacas estándar del tipo válvula-válvula, para así minimizar las pérdidas de material tanto a la hora de llenar el big bag, como a la hora de descargarlo. El precio unitario de las big bags es de unos 5€/saca, teniendo en cuenta las 2.820 sacas de producto acabado, y las necesarias para manejar producto intermedio resultan 3.000 sacas en la inversión inicial. En la siguiente Tabla 12 se observan las características de la ensacadora.

Tabla 12. Características de la ensacadora

<b>Modelo</b>	Big PL 2000/GR de MFTecno
<b>Largo x Ancho x Alto (mm)</b>	7820 x 3200 x 5310
<b>Consumo eléctrico (kW)</b>	4
<b>Extracción del palet</b>	Manual ó automática
<b>Precio (€)</b>	40.000

La ensacadora funcionará las 24 horas del día, su consumo anual será:

$$\text{consumo eléctrico específico} = \frac{4 \text{ kW}}{500 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 0,008 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}$$

Con un coste específico de:

$$\text{coste específico} = 0,008 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,0012 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

Aumentando anualmente a:

$$\text{coste eléctrico anual} = 0,0012 \frac{\text{€}}{\text{kg}} * 12.000 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 14,4 \frac{\text{€}}{\text{día}} = \mathbf{3.384 \frac{\text{€}}{\text{año}}}$$

## **2.7. Consideraciones generales y cálculos en relación a las bombas y agitadores de las balsas**

Para el proceso de agitación, así como para el de bombeo se necesitan sendos agitadores y bombas.

Las bombas serán las mismas para ambas balsas, ya que las dos requieren un caudal prácticamente igual. La bomba elegida es de tipo peristáltico, para ser exacto el modelo VF65 de la empresa VERDERFLEX. Ésta bomba se adapta a ambos casos ya que en la primera balsa, el caudal que debe bombear al espesador es de 20 m<sup>3</sup>/h.

Por su parte, para el bombeo de la segunda balsa solo es necesaria durante la carga del filtro, de unos 15 minutos de duración, en los cuales tiene que cargar 5.215 kg de suspensión aproximadamente, por tanto:

$$\text{caudal} = 5.215 \text{ kg} * \frac{1 \text{ m}^3}{1.091 \text{ kg}} = 19,12 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

El coste eléctrico de las dos bombas y los dos agitadores asciende a **3.174,85 €**, teniendo en cuenta que no trabajan durante las 24 horas del día.

### 3. CÁLCULOS RELATIVOS A LAS MATERIAS PRIMAS

La zona de almacenamiento de aditivos será delimitada por las estanterías que se utilizarán para el almacenaje.

Al día se utilizan las siguientes cantidades:

- Cuarzo (25% en cada saca de mezcla, 250 kg/saca):

$$12.960 \frac{\text{kg de mezcla}}{\text{día}} * 0,25 \frac{\text{kg cuarzo}}{\text{kg mezcla}} = 3.240 \frac{\text{kg cuarzo}}{\text{día}} = 16.200 \frac{\text{kg}}{\text{semana}}$$

Lo que supone al año aproximadamente unas 762 sacas de cuarzo, a un precio de 42 € cada tonelada, supone un gasto de 32.004 € al año.

- Borato de sodio (20% en cada saca de mezcla, 200 kg/saca):

$$12.960 \frac{\text{kg de mezcla}}{\text{día}} * 0,20 \frac{\text{kg borato}}{\text{kg mezcla}} = 2.592 \frac{\text{kg borato}}{\text{día}} = 12.960 \frac{\text{kg}}{\text{semana}}$$

Lo que supone al año aproximadamente unas 610 sacas de borato sódico, a un precio de 400 € cada tonelada, supone un gasto de 244.000 € al año.

De fango llegan 4 camiones al día, lo que supone al año una media de 940 camiones. El precio medio de transporte de una tonelada desde el puerto de Castellón hasta una media de unos 30 km es de 2,3 €/Tn. Sabiendo que un camión transporta 26,08 Tn, el precio de cada camión es de 60 € lo que traducido a un gasto anual con 945 camiones es de 56.752,5 € año.

Para la zona de almacenaje se emplearán 2 estanterías de la casa Mecalux, con suelo + 3 pisos, capaz cada piso de aguantar hasta 3 toneladas de peso (3 sacas de 1000 kg). Para el borato, al necesitarse 13 sacas a la semana, se podrán almacenar 12 sacas debido a las dimensiones de la estantería, y ésta tendrá un precio de 950 €

Para el cuarzo, se necesitará más espacio de almacenaje, por lo que se pedirá un módulo adicional a la estantería, con lo que supondrá un precio de 1.365 € y se podrán almacenar hasta 16 sacas.

Estas cantidades de almacenaje permiten trabajar cerca de una semana sin recibir ningún tipo de materia prima, es decir, el stock de seguridad sería de aproximadamente 5 días de trabajo.

Las dimensiones de las estanterías se pueden ver en los planos.



## 4. CÁLCULOS EN RELACIÓN AL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Nivel de riesgo intrínseco para cada sector:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$$

### Sector 1: Planta de producción

$q_{s1} = 200 \text{ MJ/m}^2$  ;  $S_1 = 0,6 \times 1468,39 = 881,03 \text{ m}^2$  ;  $C=1,3$  ;  $A_1= 1.468,39 \text{ m}^2$  ;  
 $R_a = 1,5$

$$Q_s = 234 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

Nivel Riesgo Intrínseco **BAJO, tipo 1**

### Sector 2: Laboratorio

$q_{s1} = 500 \text{ MJ/m}^2$  ;  $S_1 = 0,6 \times 68 = 40,8 \text{ m}^2$  ;  $C=1,3$  ;  $A_1= 68 \text{ m}^2$  ;  $R_a = 1,5$

$$Q_s = 585 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

Nivel Riesgo Intrínseco **BAJO, tipo 2**

Para el cálculo del NRI para el conjunto de la planta de producción:

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} = \frac{(234 * 1.468,39) + (585 * 68)}{1.468,39 + 68} = 249,54 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

Nivel Riesgo Intrínseco **BAJO, tipo 1**



## **5. MOTIVACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

Consiste básicamente en fijar un cuadro operacional de fases y una serie de procedimientos que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

Para ello se sigue la lista que se observa a continuación y se establece una relación entre ellos mediante la Tabla Relacional de Actividades (TRA) que consiste en un cuadro organizado en el cual se plasman las relaciones entre las actividades, evaluando la necesidad de proximidad entre las diferentes actividades.

1. Espesado de fangos
2. Filtrado de fangos
3. Secado de fangos
4. Trituración y ensacado de fangos
5. Zona almacenamiento materias primas sólidas
6. Zona de pesaje y mezclado
7. Zona almacenamiento sacas de mezcla
8. Tratamiento térmico
9. Ensacado producto acabado
10. Zona producto acabado
11. Muelle carga producto acabado
12. Taller mantenimiento
13. Laboratorio control

Cabe destacar que el contenido de esta tabla refleja la relación entre cada actividad, por lo que primero, antes de mostrar la tabla TRA, se muestra una leyenda, la Tabla 13, que fija la importancia de la relación entre actividades.

Tabla 13. Relación entre actividades

Relación entre actividades
Relación fuerte: A
Relación media: B
Relación escasa: C

La relación fuerte indica que las actividades dependen una de la otra para poder llevar a cabo el proceso de producción correctamente en la planta, la relación media indica que hay algún tipo de relación entre las actividades y la relación escasa indica que no hay ninguna relación entre actividades para que la actividad de la planta se lleve a cabo correctamente.

A continuación se puede observar en la Tabla 14, la tabla TRA o tabla relacional de actividades, citada anteriormente.

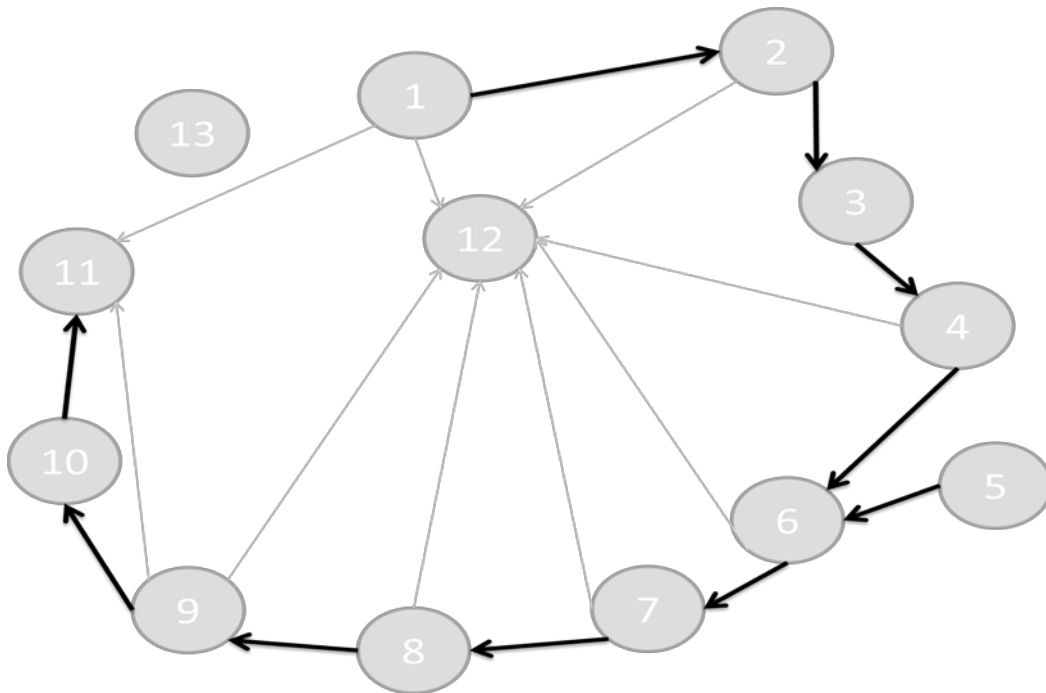
Tabla 14. Tabla Relacional de Actividades

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-	A	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	B
2	A	-	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B
3	C	A	-	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C
4	C	C	A	-	C	A	C	C	C	C	C	C	B
5	C	C	C	C	-	A	C	C	C	C	C	C	C
6	C	C	C	A	A	-	A	C	C	C	C	C	B
7	C	C	C	C	C	A	-	A	C	C	C	C	B
8	C	C	C	C	C	C	A	-	A	C	C	C	B
9	C	C	C	C	C	C	C	A	-	A	B	C	B
10	C	C	C	C	C	C	C	C	A	-	A	C	C
11	B	C	C	C	C	C	C	C	B	A	-	C	C
12	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-	C
13	B	B	C	B	C	B	B	B	B	C	C	C	-

Una vez establecidas las relaciones entre actividades, el siguiente paso es el de pasar la tabla TRA a un gráfico visual para establecer el orden y posición de las actividades.

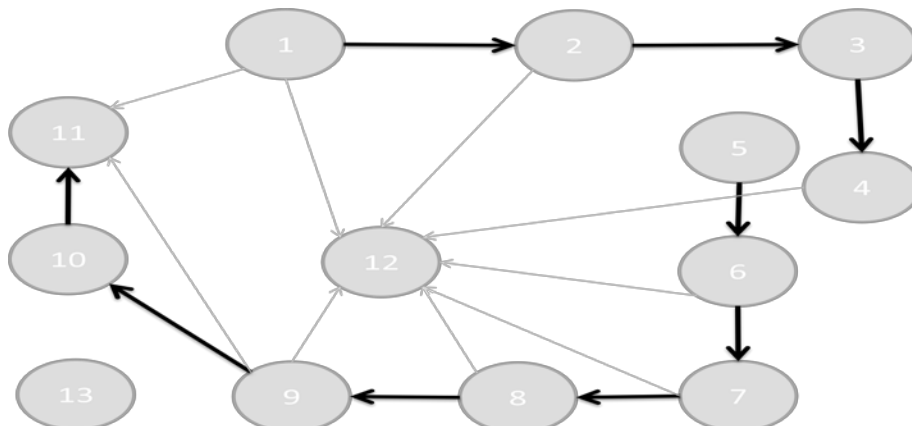
La Figura 1 muestra las relaciones obtenidas en la tabla TRA, siendo las flechas negras relaciones fuertes A y las negras más delgadas relaciones medias B, obviando la representación de las relaciones escasas C.

Figura 1. Distribución en planta inicial



El último paso para finalizar la realización del método SLP, es reordenar las actividades haciendo que las flechas que indican relación entre cada actividad sea lo más corta posible y se crucen lo menos posible, siendo prioritaria ésta última condición en las relaciones fuertes A. En la Figura 2 se observa la distribución en planta final.

Figura 2. Distribución en planta final





## 6. CÁLCULOS RELATIVOS AL ESTUDIO ECONÓMICO

Como se ha citado anteriormente, las ganancias anuales ascienden a 1.212.600 € con un beneficio neto de 218.994,52 €/año. En la Tabla 15 se pueden observar las amortizaciones de los primeros 10 años y en la Tabla 16 se pueden observar los datos necesarios para el cálculo del VAN al décimo año.

Tabla 15. Amortizaciones en los 10 primeros años

Año	Obra civil (€)	Terreno (€)	Maquinaria fangos (€)	Maquinaria trat. térmico (€)
1	13.432,85	21.029,20	14.337,60	44410,10
2	13.835,83	21.660,08	14.767,73	45742,40
3	14.250,91	22.309,88	15.210,76	47114,67
4	14.678,44	22.979,18	15.667,08	48528,11
5	15.118,79	23.668,55	16.137,10	49983,96
6	15.572,35	24.378,61	16.621,21	51483,48
7	16.039,52	25.109,97	17.119,84	53027,98
8	16.520,71	25.863,26	17.633,44	54618,82
9	17.016,33	26.639,16	18.162,44	56257,38
10	17.526,82	27.438,34	18.707,32	57945,10

Tabla 16. Tabla de beneficios y flujo de caja

Año	Beneficio neto (€)	Amortizaciones (€)	Flujo de Caja (€)
1	218.994,52	96.006,04	312.204,27
2	225.564,36	98.886,22	321.570,40
3	232.331,29	101.852,81	331.217,51
4	239.301,23	104.908,39	341.154,03
5	246.480,26	108.055,64	351.388,66
6	253.874,67	111.297,31	361.930,32
7	261.490,91	114.636,23	372.788,23
8	269.335,64	118.075,32	383.971,87
9	277.415,71	121.617,58	395.491,03
10	285.738,18	125.266,11	407.355,76
<b>Beneficio neto promedio</b>	<b>251.052,68 (€)</b>		

Aplicando la fórmula del VAN, se puede obtener el valor del mismo para el décimo año de la implantación de la planta, por ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{VAN} = & -1.574.114 + \frac{312.204,27}{(1 + 0,01)} + \frac{321.570,40}{(1 + 0,01)^2} + \frac{331.217,51}{(1 + 0,01)^3} + \frac{341.154,03}{(1 + 0,01)^4} \\ & + \frac{351.388,66}{(1 + 0,01)^5} + \frac{361.930,32}{(1 + 0,01)^6} + \frac{372.788,23}{(1 + 0,01)^7} + \frac{383.971,87}{(1 + 0,01)^8} \\ & + \frac{395.491,03}{(1 + 0,01)^9} + \frac{407.355,76}{(1 + 0,01)^{10}} = \mathbf{1.813.219,73} \end{aligned}$$

Para obtener el valor del TIR se debe igualar el VAN a cero de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{TIR} = & -1.574.114 + \frac{312.204,27}{(1 + x)} + \frac{321.570,40}{(1 + x)^2} + \frac{331.217,51}{(1 + x)^3} + \frac{341.154,03}{(1 + x)^4} \\ & + \frac{351.388,66}{(1 + x)^5} + \frac{361.930,32}{(1 + x)^6} + \frac{372.788,23}{(1 + x)^7} + \frac{383.971,87}{(1 + x)^8} \\ & + \frac{395.491,03}{(1 + x)^9} + \frac{407.355,76}{(1 + x)^{10}} = 0 \end{aligned}$$

$$\mathbf{x = 0,174}$$

Por tanto, el TIR, en tanto por cien tiene un valor de **17%** aproximadamente.

El cálculo final que se debe realizar es el del periodo de retorno de la inversión, para ello se utiliza la fórmula:

$$\text{Periodo de retorno} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficio neto promedio}} = \frac{1.574.114}{251.052,68} = \mathbf{6,27 \text{ años}}$$

Es decir, a partir del sexto año se recuperaría la inversión realizada en la planta.



## **7. CATÁLOGOS Y FICHAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA EMPLEADA**



## Especificaciones Técnicas



  
**anaconda**<sup>®</sup>

  
**fatflot**<sup>®</sup>

  
**sludgeway**<sup>®</sup>

Anaconda<sup>®</sup>: Sistema de Flotación por Aire Disuelto para tratamientos físico-químicos.

Avanzada tecnología en Flotación FADAR<sup>®</sup>. Rendimientos de hasta el 99% de remoción de sólidos.

Anaconda<sup>®</sup> se fabrica en PRFV con resinas de alta resistencia química y mecánica.

Accesibilidad y seguridad.

# Anaconda® FRC-10, FRC-20



## Caudales y Medidas



MODELO	Caudal	Anchura max. A (mm)	Altura máx. B (mm)	Longitud L (mm)	Potencia Total (kW)		Entrada Agua	Salida Agua	Salida fangos	Purga fondo	Consumo aire comprimido (NI/min) *	
					SCP-BPS	BALÓN					SCP-BPS	BALÓN
FRC-10	10 m³/h	2.509	2.902+100	4.201	4,5-7	4,5	DN100	DN125	DN125	DN65	67	52
					SCP-BPS	BALÓN					SCP-BPS	BALÓN
FRC-20	20 m³/h	3.224	2.880+100	5.735	4,5-7,63	5,43	DN100 DN150	DN150	DN150	DN80	83	64
					SCP-BPS	BALÓN	SCP-BPS	BALÓN				



MODELO	Caudal	Anchura max. A (mm)	Altura máx. B (mm)	Longitud L (mm)	Potencia Total (kW)	Entrada Agua	Salida Agua	Salida fangos	Purga fondo	Consumo aire comprimido (NI/min) *
FSG-10	10 m³/h	2.415	2.902+100	3.414	4,5	DN100	DN125	DN125	DN65	52
FSG-20	20 m³/h	2.859	2.880+100	4.814	5,43	DN150	DN150	DN150	DN80	64

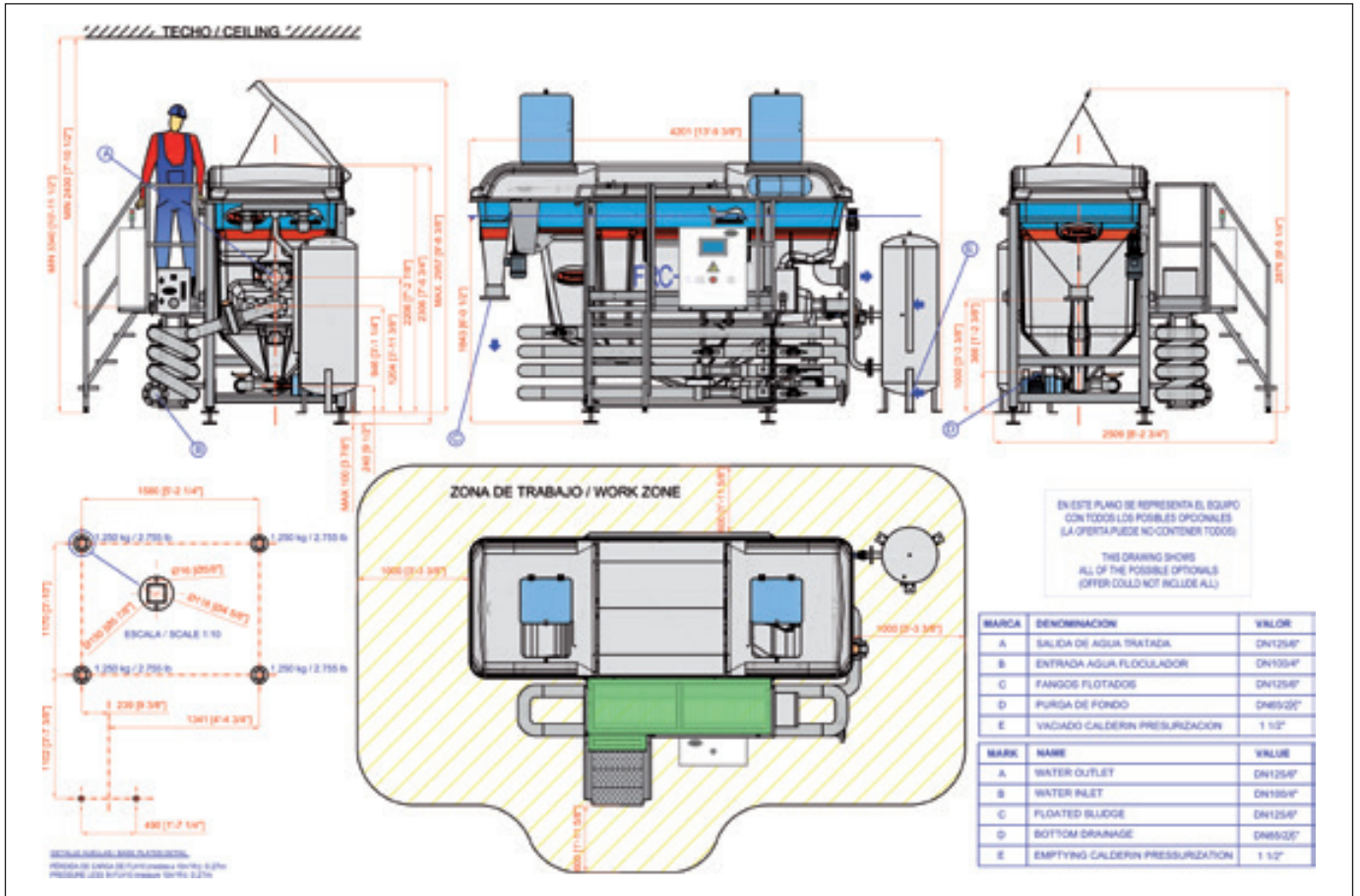


MODELO	Caudal	Anchura max. A (mm)	Altura máx. B (mm)	Longitud L (mm)	Potencia Total (kW)		Entrada Agua	Salida Agua	Salida fangos	Purga fondo	Consumo aire comprimido (NI/min) *	
					SCP-BPS	BALÓN					SCP-BPS	BALÓN
FRC-10	10 m³/h	2.509	2.902+100	4.201	4,5-7	4,5	DN100	DN125	DN125	DN65	67	52
					SCP-BPS	BALÓN					SCP-BPS	BALÓN
FRC-20	20 m³/h	3.224	2.880+100	5.735	4,5-7	4,5	DN100 DN150	DN150	DN150	DN80	83	64
					SCP-BPS	BALÓN	SCP-BPS	BALÓN				

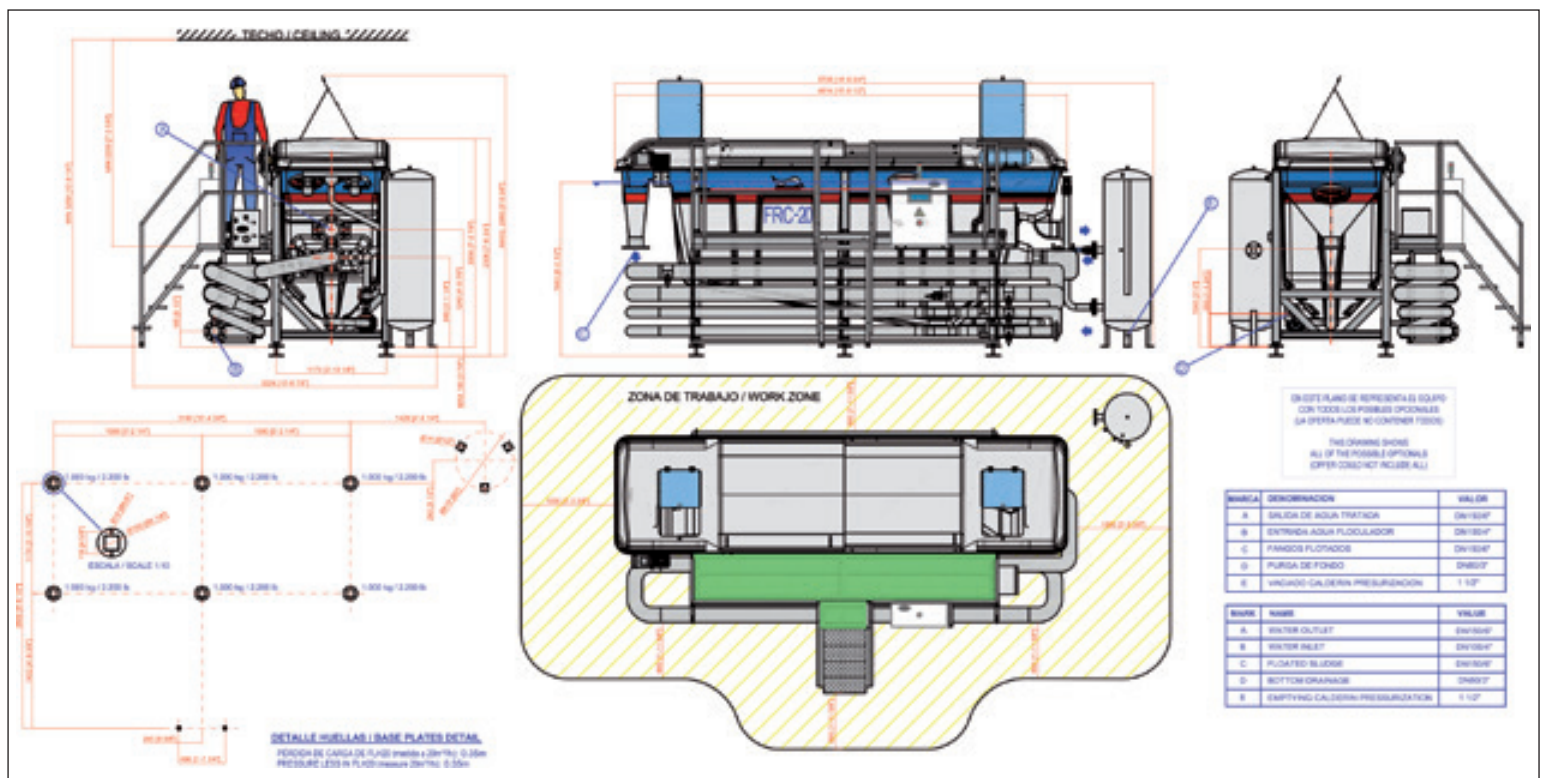
\* La presión del aire comprimido estará entre 6-8 bar en todos los modelos

Las dimensiones y especificaciones técnicas pueden variar ligeramente debido al normal desarrollo de los productos por parte del equipo técnico de Toro Equipment S.L. Al realizar su pedido solicite plano de especificaciones. Puede encontrar valores más específicos en nuestra página web, [www.toroequipment.com](http://www.toroequipment.com)

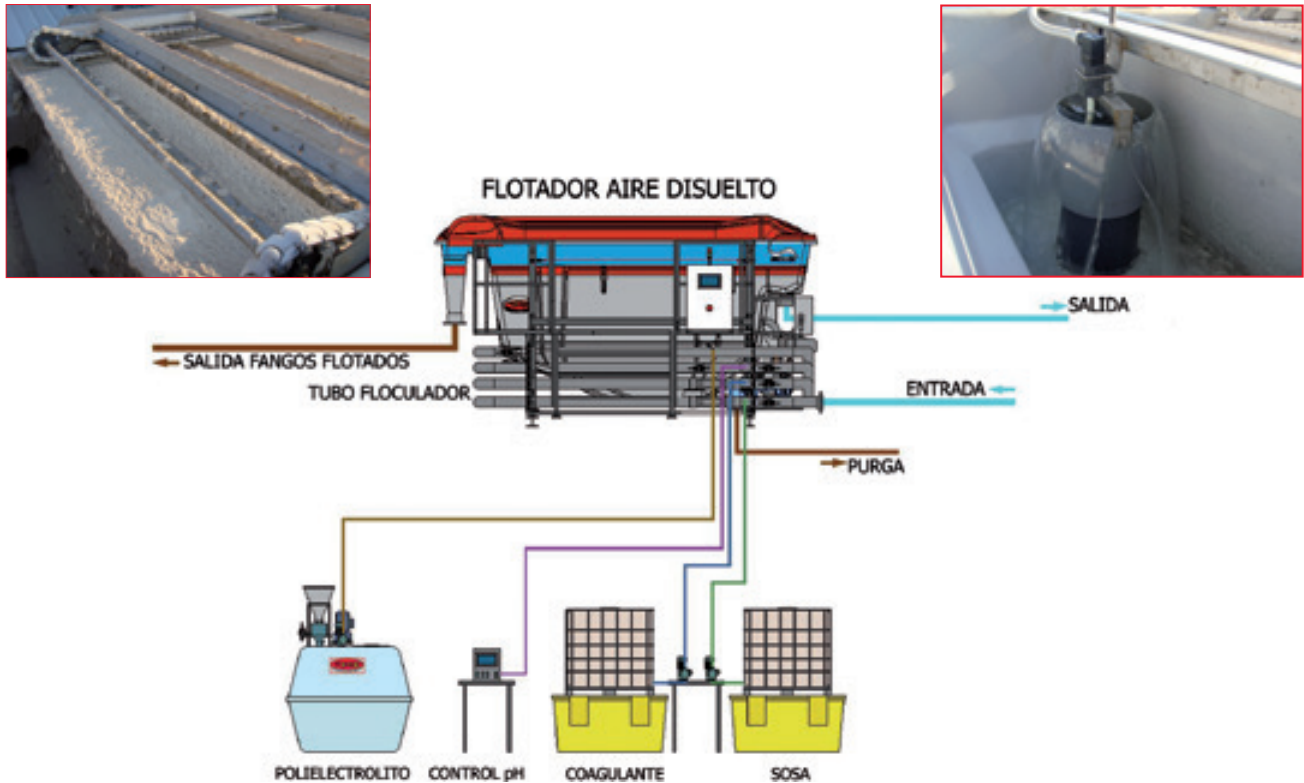
## Anaconda® FRC-10



## Anaconda® FRC-20



## Descripción del Proceso



## Aplicaciones

- Pretratamiento: Anaconda®.
  - En aguas residuales urbanas e industriales. En urbanas, reducción de aceites y grasas hasta del 60% de carga contaminante.
  - Aguas potables e industriales de proceso.
- Físico-químico: Anaconda®.
  - En aguas urbanas el rendimiento depende de la aplicación, volumen y tipo de homogeneización previa.
  - En aguas industriales, como separadores de sólido-líquido:

Mataderos	Tratamiento de superficies
Lácteas	Industria de la madera
Papeleras	Biocombustibles
Precocinados	Textil
Minería	Aceites vegetales
Farmacéutica	Conservas de pescado
- Espesado de lodos: Sludgeway®.
- Separación de grasas: Fatflot®.





Equipamiento

DE SERIE



OPCIONAL



ESTRUCTURA:		OTROS:	
Estructura AISI-304	<input checked="" type="checkbox"/>	Cámara previa de contacto aire-fango	<input checked="" type="checkbox"/>
Pasarela	En 2 y 5 <input type="checkbox"/> resto <input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de refloculación en cámara de flotación	<input checked="" type="checkbox"/>
Escalera de acceso	En 2 y 5 <input type="checkbox"/> resto <input checked="" type="checkbox"/>	Lamas espesamiento de fango	<input checked="" type="checkbox"/>
Conexiones para bridas PRFV, DIN 2501	<input checked="" type="checkbox"/>	Cadenas de arrastre en acetal	<input checked="" type="checkbox"/>
Tramex pasarela en PRFV	<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de rascadores rígidos en PRFV	<input checked="" type="checkbox"/>
Tapa de protección y seguridad	<input type="checkbox"/>	Purga de fondo automática	<input checked="" type="checkbox"/>
Modificación pasarela respecto a estándar	<input type="checkbox"/>	Regulación del nivel de capa de fango	<input checked="" type="checkbox"/>
Regulador de altura 0-100 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Cuadro neumático de control.	<input checked="" type="checkbox"/>
Estructura de elevación (1 m)	<input type="checkbox"/>	Parada de emergencia	<input checked="" type="checkbox"/>
Estructura AISI-316	<input type="checkbox"/>		
Estructura pintada epoxi	<input type="checkbox"/>	<b>TUBO FLOCULADOR, INCLUYE:</b>	<input type="checkbox"/>
Acero en contacto agua AISI-316	<input type="checkbox"/>	- Toma inyección reactivos 2 ud	<input checked="" type="checkbox"/>
Acero en contacto agua Acero DUPLEX	<input type="checkbox"/>	- Toma inyección polielectrolito 1 ud	<input checked="" type="checkbox"/>
Cambio de color en depósito	<input type="checkbox"/>	- Sistema flóculo esponja	<input checked="" type="checkbox"/>
		- Grifos toma muestras 3 ud	<input checked="" type="checkbox"/>
		- Niveladores en patas	<input checked="" type="checkbox"/>
		- Fabricación en inox AISI-304/PVC	<input checked="" type="checkbox"/>
		- Sustitución en inox AISI-304-316	<input type="checkbox"/>
		- Sustitución en PVC-P.E.H.D.	<input type="checkbox"/>
		- Sustitución en PVC-PP	<input type="checkbox"/>
		<b>CUADRO ELÉCTRICO INTEGRADO INCLUYE:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
		- Integración cuadro eléctrico	<input checked="" type="checkbox"/>
		- Pantalla táctil color	<input checked="" type="checkbox"/>
		- Software dinámico	<input checked="" type="checkbox"/>
		<b>SEÑALIZACIÓN:</b>	
		Alarma por señal luminosa	<input checked="" type="checkbox"/>
		Conectividad ethernet	<input checked="" type="checkbox"/>
		Recepción señal mando	<input checked="" type="checkbox"/>
		Cableado eléctrico a caja de conexiones (sin cuadro eléctrico).	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>SISTEMA DE PRESURIZACIÓN:</b>			
Bomba SCP fundición+cuerpo bomba repuesto	<input checked="" type="checkbox"/>		
Bomba SCP AISI-304, sin cargo	<input type="checkbox"/>		
Balón, sin cargo	<input type="checkbox"/>		
BPS (Bach Pressurization System), sin cargo	<input type="checkbox"/>		
Doble bomba SCP (1 en reserva)	<input type="checkbox"/>		
Doble bomba centrífuga (1 en reserva)	<input type="checkbox"/>		
Bomba SCP en bronce marino	<input type="checkbox"/>		
Bomba SCP en AISI-316	<input type="checkbox"/>		
Limpieza automática inyectoros	<input checked="" type="checkbox"/>		
Calderín PRFV	<input type="checkbox"/>		
Calderín PP	<input type="checkbox"/>		
Presurización PP	<input type="checkbox"/>		
Compresor	<input type="checkbox"/>		

\* Caudal nominal para condiciones de temperatura y salinidad normales. Temperatura de 15-25°C, carga de sólidos hasta 3.000 ppm en modelos FRC-2 y FRC-5, resto hasta 5.000 ppm; salinidad hasta 5.000 µS

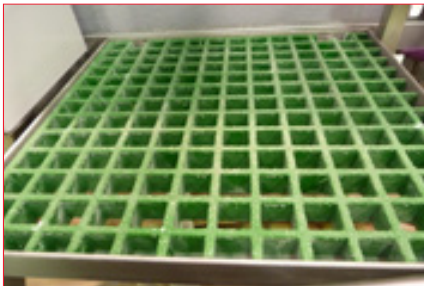
\* Caudales mayores o menores dependiendo de la aplicación y ratio aire/sólido. Consúltenos.

Las dimensiones y especificaciones técnicas pueden variar ligeramente debido al normal desarrollo de los productos por parte del equipo técnico de Toro Equipment S.L. Al realizar su pedido solicite plano de especificaciones. Puede encontrar más información en [www.toroequipment.com](http://www.toroequipment.com)

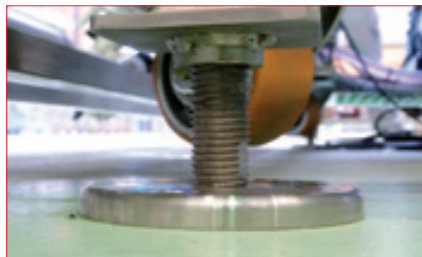
## Estructura y Materiales

- En la construcción del Anaconda® pueden ser utilizados otros materiales:

- Los equipos están contruidos con resinas de poliéster reforzado en fibra de vidrio isoftálicas de gran resistencia química (solicitar tabla). Resistencia química muy superior a la del acero inoxidable.
- De forma estándar los elementos en acero son en AISI 304, disponibles otras opciones.
- Temperaturas de trabajo hasta 50°C en continuo. En lo que se refiere a resistencia de materiales puede construirse para mayor temperatura. Solicitar más información en nuestra web, [www.toroequipment.com](http://www.toroequipment.com) o consultar a nuestros técnicos.



Tramex pasarela

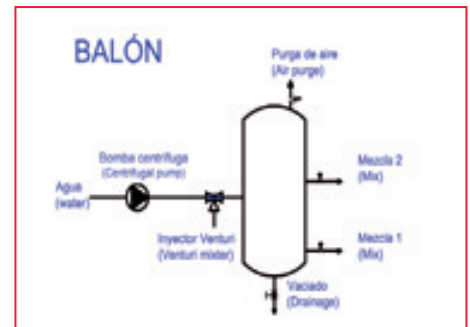
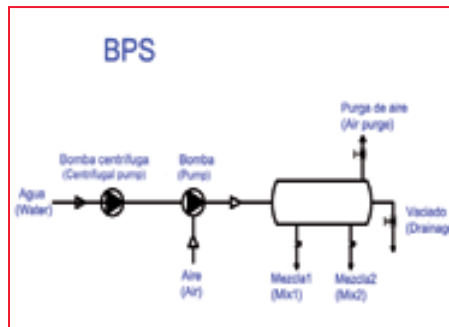
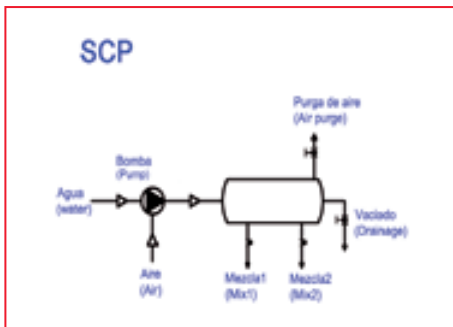


Regulador de altura



Escalera de acceso

## Sistemas de Presurización



## Otros



Rascadores rígidos en P.R.F.V.



Purga de fondo automática



Parada de emergencia



## Tubo Floculador

- El equipo floculador fabricado por Toro Equipment, está compuesto por tubos de PVC, polipropileno, polietileno o inox, dependiendo de la aplicación.
- El equipo floculador FLH, es un sistema que permite la dosificación en línea de productos químicos en el agua.
- En cada sección aparece una toma de muestra que permite controlar la cantidad de químico inyectado.



FLH en Polipropileno



FLH en PVC

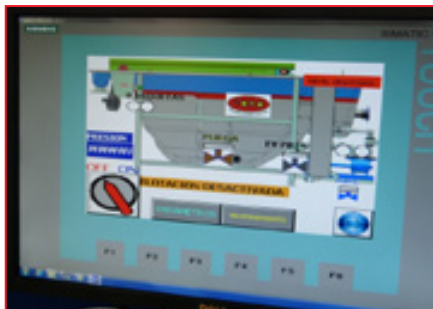


FLH en Polietileno



FRC y FLH en Acero Inoxidable

## Cuadro Eléctrico y Señalización



- Cuadro dinámico por gráficos:
- Histórico de alarmas
  - Estados
  - Cuentahoras



Señal luminosa de aviso

## Embalaje y Transporte

- Equipo FRC-2 y FRC-5 su puede embalar en caja de madera.
- Plastificación de todos los equipos para transporte marítimo.
- Modelos FRC 2/5/10/20 transportable en contenedor marítimo 20'.
- Modelos FRC 30/60/90 transportable en contenedor marítimo 40' High Cube.



Equipo FRC-2 embalaje de madera



Embalaje de madera



Transporte intermodal  
Contenedor marítimo 40' H.C.



Plastificación de equipos

## Plantas Compactas

- A solicitud del cliente, se contenerizan plantas compactas, (consúltenos).



- Contenedor 40' High cube, con suelo en P.R.F.V.



- Contenedores aislados con panel sándwich. Chapa de acero lacado 0,4mm. Espuma PUR 30mm. Acondicionamiento por bomba de calor, iluminación y ventilación.

- Implantar el Anaconda® en una planta elevada permite que los lodos caigan por gravedad en el TAF (Tanque Acondicionador de Fangos), ahorrando así un bombeo. (Ver ficha TAF).
- Para instalaciones a la intemperie solicite opciones de tapa y tubería en polipropileno.
- Tenga en cuenta los problemas de congelación de reactivos y agua de proceso especialmente en la parada.
- Para agua caliente o agua salada consulte la aplicación, pues la solubilidad del aire en el agua decrece. El sistema de presurización deberá sobredimensionarse.
- La purga de fondo retorna al bombeo previo a homogeneización. Es conveniente hacerlo a través de una pequeña arqueta arenoso, que recoja sólidos densos de gran tamaño.
- El agua bruta previo a la flotación tendrá que ser tamizada mínimo a 1mm de luz. Ver gama Defender® en nuestra Web **www.toroequipment.com**
- Es conveniente instalar sistemas de bombeo a caudal constante y regulable. Esto se logra mediante caudalímetro y variador de frecuencia que accione sobre la bomba.
- Las balsas previas a la flotación deberán estar agitadas. En muchas aplicaciones el agitar con aire será una gran ventaja para el proceso (Ver ficha DBF).
- El volumen acumulado en esas balsas variará de unos procesos a otros. Es recomendable un mínimo de 6 a 10 horas. También es recomendable que se disponga de un volumen fijo ó esclavo de 2 a 4 horas.
- Si la balsa previa está a mayor altura que el equipo Anaconda®, deberá disponerse de válvula de corte automático.
- Solicite a nuestro departamento comercial o en nuestra web, **www.toroequipment.com** plano dwg.



# Presencia Mundial



Alemania  
Arabia Saudí  
Argentina  
Bélgica  
Brasil  
Bulgaria  
Canadá  
Chile  
Croacia  
Egipto  
EAU  
España  
Estonia  
Francia  
Grecia  
Holanda  
Hungría  
India  
Jordania  
Letonia  
Marruecos  
México  
Pakistán  
Polonia  
Portugal  
Reino Unido  
Rumania  
Rusia  
Túnez  
Ucrania  
Venezuela



TORO EQUIPMENT S.L.  
C/ Sauce s/n. 47193 La Cistérniga  
Valladolid-España

Tel +34 983 403047 Fax +34 983 403048  
toro@toroequipment.com  
www.toroequipment.com



© TORO EQUIPMENT 2013  
ANACONDA® FLOTADOR POR AIRE DISUELTO  
FATFLOT® SEPARADOR DE GRASAS  
SLUDGEWAY® ESPESADOR DE FANGOS



**draco**<sup>®</sup>



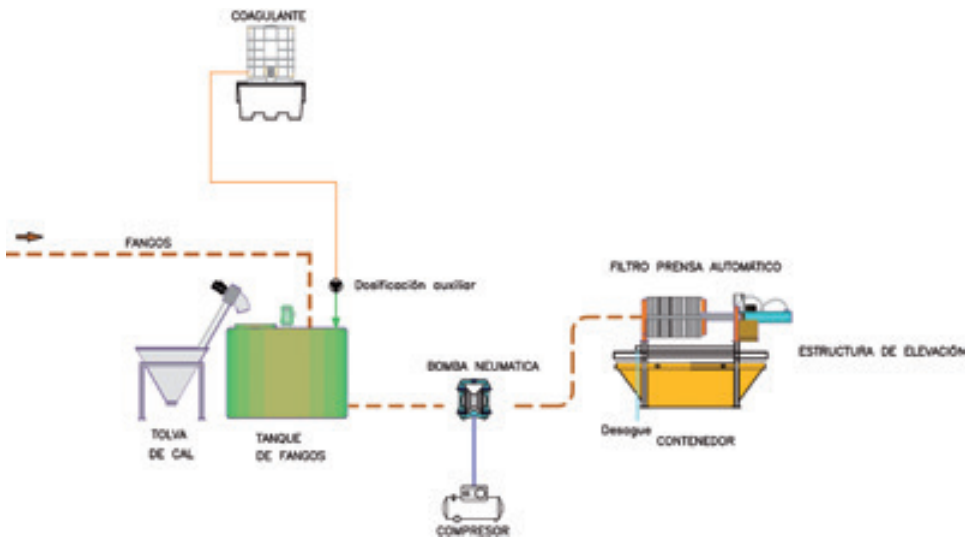
**draco**

Draco<sup>®</sup> le ofrece el mayor grado de sequedad.

Posibilidad de operar de forma totalmente automática, FPA, de forma semiautomática FPSA o de forma totalmente manual FPM.

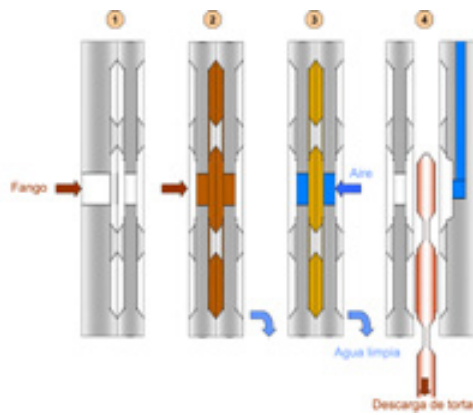
Draco<sup>®</sup> le ofrece una gama de equipos de alto rendimiento para aplicaciones especiales.

# Descripción del Proceso



## Funcionamiento del filtro prensa:

- 1-Cierre filtro prensa
- 2-Llenado
- 3-Filtración
- 4-Apertura



## Ventajas y Aplicaciones:

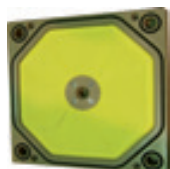
- Altas concentraciones de sólido en la torta.
  - Gran superficie de filtración en poco espacio.
  - Sistema de control automático.
  - Bajo consumo de productos químicos.
  - Asistencia técnica post-venta.
  - Versatilidad de uso. Toleran variaciones de la calidad del líquido a tratar.
  - Fácil funcionamiento. Operativa sencilla y fiable.
- Industria química.
  - Industria minera.
  - Aguas residuales industriales.
  - Aguas residuales urbanas.
  - Aplicaciones especiales.



**Telas y placas filtrantes:** Cada filtro prensa, incorpora la tela filtrante más adecuada para cada aplicación concreta, con la finalidad de obtener el máximo rendimiento del equipo.



Telas especiales para tratamiento de áridos



Telas para placa estanca



Tela antigoteo

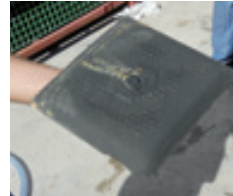
### Tipos de Telas

- Telas estándar.
- Telas antigoteo.
- Telas para placas estancas.
- Telas especiales para tratamiento de áridos.
- Telas para otros tratamientos específicos.

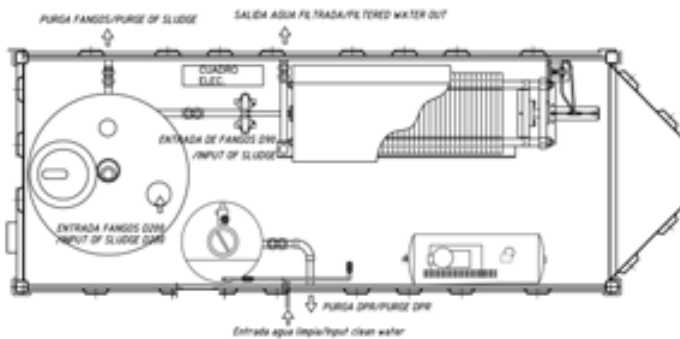
## Equipo Draco® Piloto:



Toro Equipment fabrica un filtro prensa Draco® de tamaño reducido. Este filtro generalmente es demandado para atender necesidades puntuales, para la realización de ensayos y estudios.



## Equipo Draco® Premontado:



Ventajas de un Equipo Draco® premontado:

- Rapidez de instalación.
- Facilidad de transporte.
- Reducido espacio.
- Mínimo impacto visual.



Contenerizado en:

- Contenedores de 20".
- Contenedores de 40".
- Contenedores isoterma.



## Opcionales:

- Cuadro eléctrico.
- Tolva dosificadora de cal, (TDC).
- Estructura de elevación.
- SCADA.
- Sistema de lavado.
- Protector de pistón.
- Cinta transportadora de tortas.
- Soporte recogida de tortas.
- Tanque acondicionador de fangos, (TAF).
- Maniflow en inox, polipropileno y ejecuciones especiales.



Cuadro eléctrico



Prensa móvil FPA 120/115



Transporte en caja de madera



Cinta transportadora

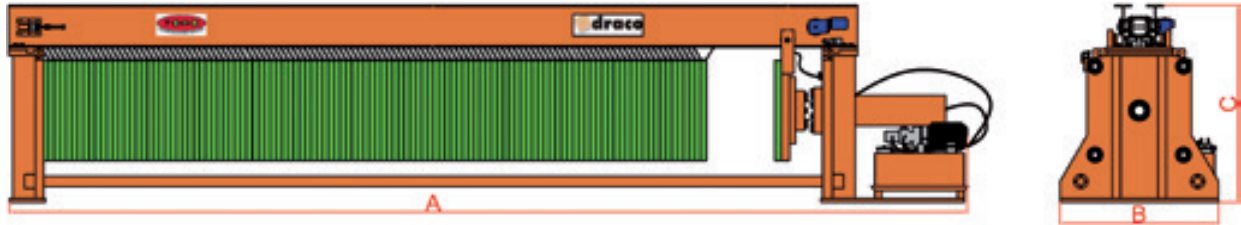


SCADA



TAF y TDC

# Especificaciones Técnicas FPA de Alto Rendimiento (Ejecución Cerrada)



MODELO	Nº máximo de placas	Longitud máxima mm (A)	Anchura máxima mm (B)	Altura máxima mm (C)	Superficie máxima filtrante (m <sup>2</sup> )	Volumen máximo filtrado (l)
<b>FPA-AR 1000</b>	125	11.000	1.400	2.100	215	3.220
Tipo de bomba: Cilindros de 23 cm <sup>3</sup> Potencia: 7,5 Kw		Volumen depósito (l): 150				
<b>FPA-AR 1200</b>	125	12.400	1.900	2.400	310	4.445
Tipo de bomba: Cilindros de 23 cm <sup>3</sup> Potencia: 7,5 Kw		Volumen depósito (l): 150				
<b>Bastidor: Material ST-52/AISI-304, Acabado: Pintura Epoxi. Accionamiento: Automático.</b>						

## Opcionales:

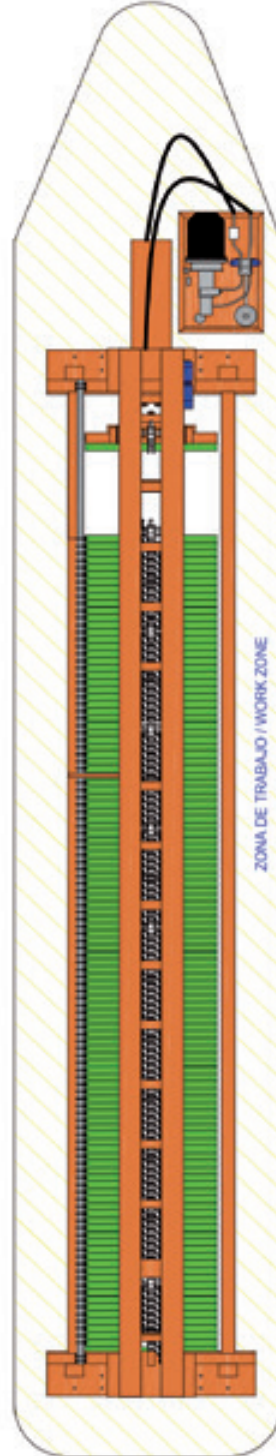
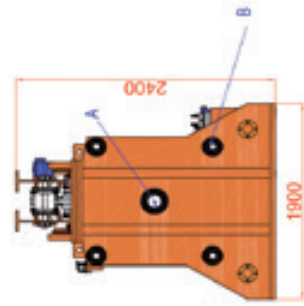
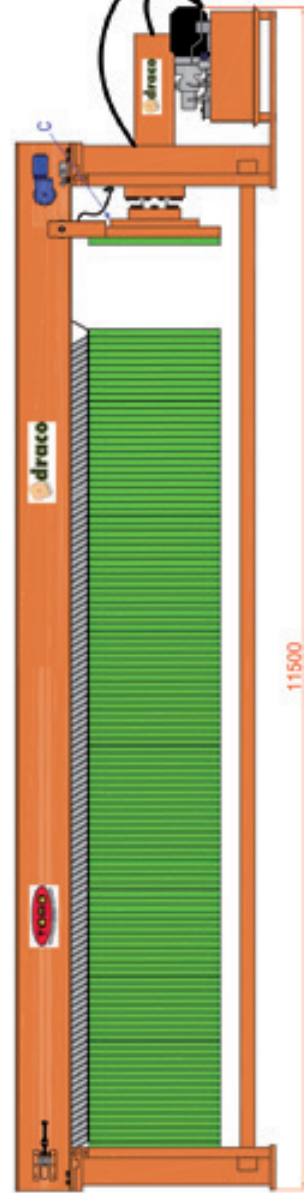
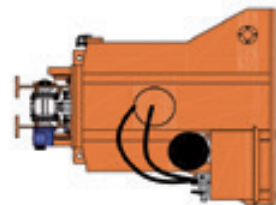
- Bandeja de escurrido.
- Sistema de limpieza automática.
- Instalación de pasarelas y techos.
- Cinta transportadora de tortas.
- Tolva de recogida de fangos.



(Bandeja de escurrido)







**FPA-AR 120-115**

DESCRIPCIÓN	VALOR
A. MOTOR/COMBUSTIBLE	120/115
B. ANCHO MÁQUINA	2400
C. ANCHO ROLLO	11500

DESCRIPCIÓN	VALOR
A. MOTOR/COMBUSTIBLE	120/115
B. ANCHO MÁQUINA	2400
C. ANCHO ROLLO	11500

1. No fumar.  
 2. No beber alcohol ni consumir drogas.  
 3. No operar la máquina si está cansado o si ha consumido alcohol o drogas.  
 4. No operar la máquina si no está debidamente capacitado para ello.  
 5. No operar la máquina si no se ha leído el manual de instrucciones.  
 6. No operar la máquina si no se ha leído el manual de mantenimiento.  
 7. No operar la máquina si no se ha leído el manual de seguridad.  
 8. No operar la máquina si no se ha leído el manual de transporte.

# Presencia Mundial



Alemania  
Arabia Saudí  
Argentina  
Bélgica  
Brasil  
Bulgaria  
Canadá  
Chile  
Croacia  
Egipto  
EAU  
España  
Estonia  
Francia  
Grecia  
Holanda  
Hungría  
India  
Jordania  
Letonia  
Marruecos  
México  
Pakistán  
Polonia  
Portugal  
Reino Unido  
Rumania  
Rusia  
Túnez  
Ucrania  
Venezuela



TORO EQUIPMENT S.L.  
C/ Sauce s/n. 47193 La Cisterniga  
Valladolid-España

Tel +34 983 403047 Fax +34 983 403048  
toro@toroequipment.com  
www.toroequipment.com



© TORO EQUIPMENT 2012  
DRACO® FILTRO PRENSA

# Póngalas a trabajar y olvídense de ellas



## CINTAS

- ▶ INDUSTRIA
- ▶ OBRAS PÚBLICAS
- ▶ AGRICULTURA
- ▶ MINERÍA
- ▶ CONSTRUCCIÓN
- ▶ CANTERAS



Carbón, cereales, azucareras, canteras, cerámicas, cooperativas, desmonte, asfatos, abonos, carburos, cemento, frutas, cereales, conservas, piensos, turrone, textiles, vidrio, minas, almacenes, salineras, panaderías, papelerías, puertos, siderúrgicas, tabacaleras, astilleros, escombros, mataderos, correos, centrales eléctricas, etc.

### SUPERFICIES DE ARRASTRE



### TRES POSICIONES DE RODILLOS



▶ **CABEZA TENSORA**

- Provista de **TOLVA** abatible y desmontable.
- **TENSOR DE BANDA** por husillo.
- **RASCADOR** para la autolimpieza de la banda.

▶ **TRAMOS INTERMEDIOS**

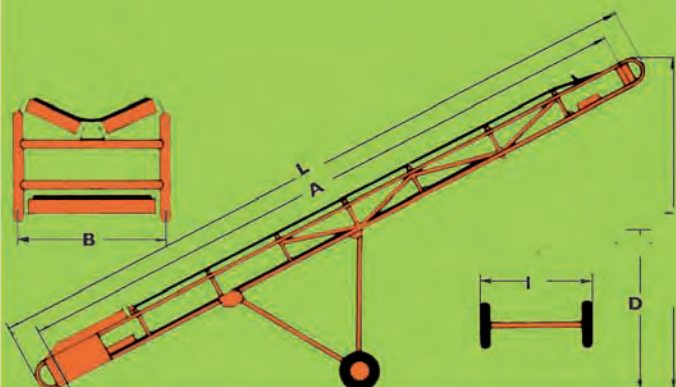
- Posibilidad de intercambiar tramos de 2, 3 y 4 m. para variar la longitud total.

▶ **CABEZA MOTRIZ**

- **TAMBOR MOTRIZ** bombeado para el autocentrado de la banda.
- **REDUCTOR** extraplano en baño de aceite, completamente estanco.

▶ **TREN DE RODAJE Y ELEVACIÓN** desmontable.

### GAMA y características



Modelo	L Longitud total m.	A Longitud entre ejes tambores m.	B Ancho banda mm.	C Altura máxima de descarga m.		D Altura mínima descarga m.	E Distancia entre ruedas m.	Rendimiento* con inclinación de 20°		Motor eléctrico	Motor Diesel	Peso Kg.
				Cinta nervada	Cinta lisa			Tm.	M <sup>3</sup>			
cm. - 4/400	4,70	4	400	2,40	1,75	1,30	1,0	70	45	1	3/6	330
cm. - 4/500	4,70	4	500	2,40	1,75	1,30	1,1	60	70	1,5	3/6	370
cm. - 4/600	4,70	4	600	2,40	1,75	1,30	1,2	40	90	1,5	3/6	415
cm. - 6/400	6,70	6	400	3,60	2,60	1,50	1,2	55	45	1,5	3/6	390
cm. - 6/500	6,70	6	500	3,60	2,60	1,50	1,3	40	70	1,5	3/6	430
cm. - 6/600	6,70	6	600	3,60	2,60	1,50	1,4	60	90	2	3/6	475
cm. - 8/400	8,70	8	400	4,70	3,50	1,70	1,4	70	45	2	3/6	450
cm. - 8/500	8,70	8	500	4,70	3,50	1,70	1,5	60	70	2	3/6	490
cm. - 8/600	8,70	8	600	4,70	3,50	1,70	1,6	100	90	3	4/7	535
cm. - 10/400	10,70	10	400	5,75	4,25	1,80	1,6	60	45	2	3/6	550
cm. - 10/500	10,70	10	500	5,75	4,25	1,80	1,7	90	70	3	4/7	610
cm. - 10/600	10,70	10	600	5,75	4,25	1,80	1,8	85	90	3	4/7	655
cm. - 12/400	12,70	12	400	6,45	5,00	2,10	1,8	90	45	3	4/7	690
cm. - 12/500	12,70	12	500	6,45	5,00	2,10	1,9	80	70	3	4/7	780
cm. - 12/600	12,70	12	600	6,45	5,00	2,10	2,0	110	90	4	5/10	870
cm. - 15/400	15,70	15	400	7,90	6,10	2,50	2,1	110	45	4	-	910
cm. - 15/500	15,70	15	500	7,90	6,10	2,50	2,2	100	70	4	-	1.020
cm. - 15/600	15,70	15	600	7,90	6,10	2,50	2,3	95	90	4	-	1.130

\* El rendimiento de la cinta está determinado por la columna más desfavorable

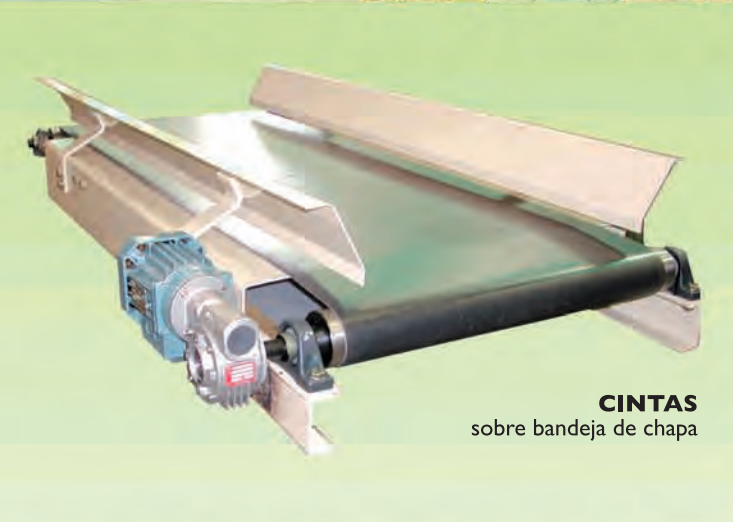
**INSTALACIÓN**  
tratamiento de áridos



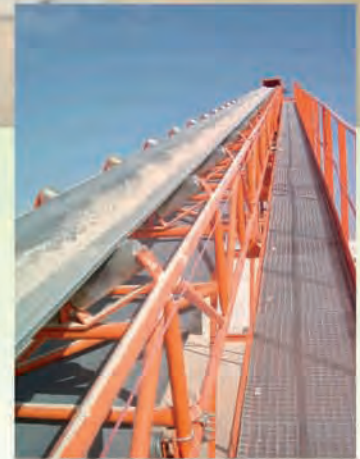
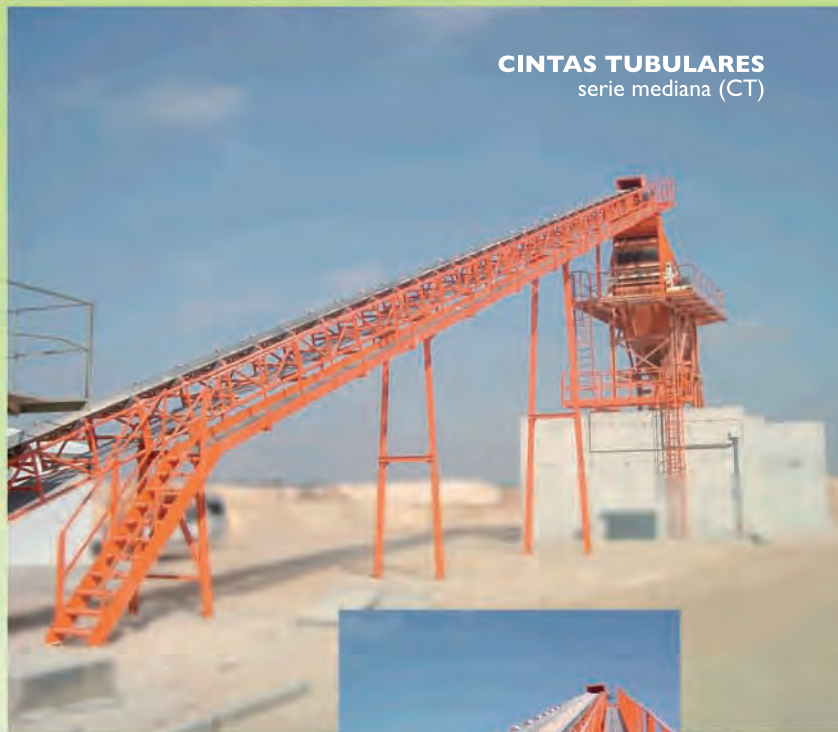
**BANDAS CON  
CANJILONES**  
para gran inclinación



**CINTAS TUBULARES**  
serie mediana (CT)



**CINTAS**  
sobre bandeja de chapa



**CINTAS**  
serie pesada

**MANUTENCIÓN  
Y TRIAJE**  
de productos



Polígono Malpica, calle E, nº 70. 50016 ZARAGOZA (España)  
Tel. +34 976 57 11 12 / Fax +34 976 57 07 77  
e-mail: tusa@tusa.es  
[www.tusa.es](http://www.tusa.es)



# GRUNDFOS UNA AMPLIA GAMA DE BOMBAS DE CALIDAD 50 Hz



BE > THINK > INNOVATE >

GRUNDFOS 



## Un negocio de expansión global

Con más de 14.000 empleados y una producción anual de aproximadamente 10 millones de bombas, Grundfos es uno de los fabricantes líderes de bombas en todo el mundo. Más de 73 compañías en todos los continentes suministran bombas a cada rincón del mundo, desde suministro de agua potable a expediciones en el Antártico, riego de tulipanes en Holanda, control del agua subterránea por debajo de vertederos en Alemania, hasta aire acondicionado en hoteles de Egipto.

### Productos eficaces y competitivos

Grundfos se esfuerza constantemente para que sus productos sean más fáciles de usar y más fiables, y para que también ahorren energía y sean eficaces, permitiendo que tanto los usuarios como el medio ambiente se beneficien de sus mejoras.

Las bombas de Grundfos incorporan componentes electrónicos de la última generación, que les permiten regular su rendimiento a las necesidades en cada momento. Esto no sólo garantiza la conveniencia para el usuario, sino que ahorra también mucha energía.

### Investigación y desarrollo

Para mantener su posición de líder, Grundfos pone constantemente gran énfasis en la investigación y desarrollo orientados hacia el cliente; los clientes son consultados cuando se desarrollan nuevos productos o cuando se mejoran productos ya existentes.



En investigación y desarrollo utilizan las últimas tecnologías dentro de la industria de bombas, colaborando con universidades y escuelas superiores en la búsqueda de soluciones nuevas y mejores para el diseño y funcionamiento de los productos.

### Valores corporativos

El Grupo Grundfos está basado en valores tales como sinceridad, fiabilidad y responsabilidad, así como participación con los clientes, proveedores y toda nuestra sociedad, con enfoque en lo humano relacionado con nuestros propios empleados, así como las muchas millones de personas que se benefician del agua que se obtiene, que se utiliza y que se elimina como agua residual con la ayuda de las bombas Grundfos.

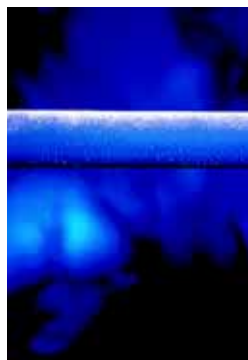
## Bombas para todas las aplicaciones

Grundfos ofrece una solución de alta calidad y ahorro energético para cualquier aplicación.



### Sistemas de calefacción y agua caliente

Bombas circuladoras para circulación de agua caliente en sistemas de calefacción central y de distritos, así como circulación en sistemas de agua caliente sanitaria.



### Sistemas de refrigeración y aire acondicionado

Bombas circuladoras para circulación de agua fría y otros líquidos en sistemas de refrigeración y aire acondicionado.



### Aplicaciones industriales

Una amplia gama de bombas multicelulares para el trasiego de agua, lubricantes de refrigeración y otros líquidos en sistemas industriales y de procesos.



### Aumento de presión y trasiego de líquidos

Bombas centrífugas verticales y horizontales y sistemas de aumento de presión para el trasiego de líquidos y aumento de presión de agua caliente y fría.



### Suministro de agua subterránea

Bombas sumergibles para suministro de agua subterránea, riego y descenso del agua subterránea.



### Suministro de agua doméstica

Bombas sumergibles, bombas jet, bombas centrifugas multicelulares y sistemas compactos para suministro de agua en viviendas, jardines y aplicaciones para aficionados.



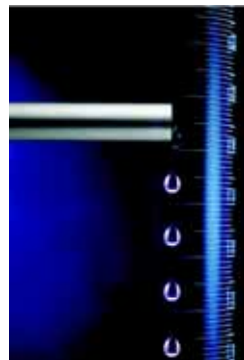
### Aguas residuales y fecales

Bombas de achique, efluentes y aguas fecales para una amplia gama de aplicaciones en la construcción, así como trasiego de aguas fecales brutas en sistemas municipales de aguas fecales.



### Aplicaciones medioambientales

Bombas sumergibles fabricadas para aplicaciones determinadas para la eliminación de agua subterránea contaminada y toma de muestras de agua subterránea para análisis de la calidad del agua.



### Dosificación

Bombas dosificadoras para sistemas de tratamiento de aguas residuales, piscinas e industria.



### Sistemas de energías renovables

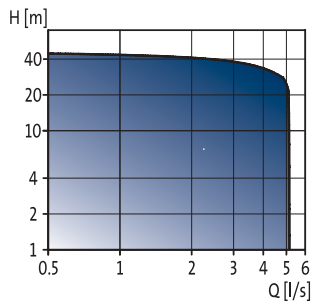
Sistemas de suministro de agua basado en energías renovables para lugares remotos donde no hay electricidad.





## SEG

Bombas trituradoras



### Datos técnicos

Caudal, Q: máx. 5 l/s  
 Altura, H: máx. 47 m  
 Temp. líquido: 0°C a +40°C

### Aplicaciones

Las bombas son adecuadas para el bombeo de aguas residuales con descargas de inodoros a través de tuberías de un diámetro mínimo de 40 mm.

### Características y ventajas

- Mantenimiento fácil
- Instalación en un soporte o con autoacoplamiento
- Funcionamiento continuo con la bomba totalmente sumergida
- Protección del motor integrada
- SmartTrim
- Sistema triturador mejorado
- Clavija de cable estanca.

### Opcional

- Amplia gama de accesorios
- Control y regulación de una o varias bombas.



## AMD, AMG, AFG

Agitadores y aceleradores de corriente

### Datos técnicos

Temp. líquido: +5°C a +40°C  
 Valor pH: 4 a 10  
 Empuje axial: 160 a 3931 N  
 Viscosidad dinámica máx.: 500 mPa s  
 Densidad máx.: 1060 kg/m<sup>3</sup>  
 Profundidad máx. instal.: 20 m

### Aplicaciones

Los agitadores y aceleradores de corriente están diseñados para la mezcla (homogeneización y suspensión) de líquidos en

- Sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales
- Procesos industriales
- Sistemas de tratamiento de fangos
- Agricultura
- Planta de biogas

Los agitadores y aceleradores de corriente vienen equipados con hélices de acero inoxidable o de material estructural con agentes reforzadores con un diámetro entre 180 mm y 2300 mm y una velocidad de rotación comprendida entre 22 min<sup>-1</sup> y 1400 min<sup>-1</sup>.

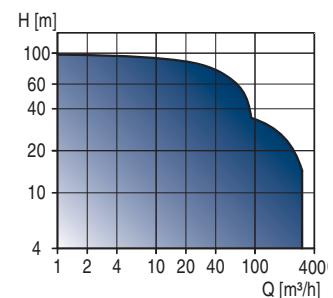
### Características y ventajas

- Amplia gama de accesorios de instalación flexible
- Fácil mantenimiento sin necesidad de herramientas especiales
- Sensor electrónico de fugas en caja de engranaje/cámara del cierre
- Cierre mecánico protegido contra materiales abrasivos
- Impulsores auto-limpiantes en acero inoxidable o poliamida.



## DW

Bombas de drenaje



### Datos técnicos

Caudal, Q: máx. 300 m<sup>3</sup>/h  
 Altura, H: máx. 100 m  
 Temp. líquido: 0°C a +40°C

### Aplicaciones

Las bombas son adecuadas para el traspaso de líquidos en

- Túneles
- Minas
- Canteras
- Graveras
- Estanques de peces
- Edificaciones.

### Características y ventajas

- Trabajo en condiciones muy desfavorables gracias a materiales especialmente seleccionados
- Instalación sencilla
- Mantenimiento fácil.

**Argentina**

Bombas GRUNDFOS de Argentina S.A.  
Ruta Panamericana km. 37.500 Lote 34A  
1619 - Garin  
Pcia. de Buenos Aires  
Phone: +54-3327 414 444  
Telefax: +54-3327 411 111

**Australia**

GRUNDFOS Pumps Pty. Ltd.  
P.O. Box 2040  
Regency Park  
South Australia 5942  
Phone: +61-8-8461-4611  
Telefax: +61-8-8340 0155

**Austria**

GRUNDFOS Pumpen Vertrieb Ges.m.b.H.  
Grundfosstraße 2  
A-5082 Grödig/Salzburg  
Tel.: +43-6246-883-0  
Telefax: +43-6246-883-30

**Belgium**

N.V. GRUNDFOS Bellux S.A.  
Boomssesteenweg 81-83  
B-2630 Aartselaar  
Tél.: +32-3-870 7300  
Télécopie: +32-3-870 7301

**Belorussia**

Представительство ГРУНДФОС в Минске  
220090 Минск ул.Олешева 14  
Телефон: (8632) 62-40-49  
Факс: (8632) 62-40-49

**Bosnia/Herzegovina**

GRUNDFOS Sarajevo  
Paromlinska br. 16,  
BiH-71000 Sarajevo  
Phone: +387 33 713290  
Telefax: +387 33 231795

**Brazil**

Mark GRUNDFOS Ltda.  
Av. Humberto de Alencar Castelo Branco, 630  
CEP 09850 - 300  
São Bernardo do Campo - SP  
Phone: +55-11 4393 5533  
Telefax: +55-11 4343 5015

**Bulgaria**

GRUNDFOS Pumpen Vertrieb  
Representative Office - Bulgaria  
Bulgaria, 1421 Sofia  
Lozenetz District  
105-107 Arsenalski blvd.  
Phone: +359 2963 3820, 2963 5653  
Telefax: +359 2963 1305

**Canada**

GRUNDFOS Canada Inc.  
2941 Brighton Road  
Oakville, Ontario  
L6H 6C9  
Phone: +1-905 829 9533  
Telefax: +1-905 829 9512

**China**

GRUNDFOS Pumps (Shanghai) Co. Ltd.  
51 Floor, Raffles City  
No. 268 Xi Zang Road. (M)  
Shanghai 200001  
PRC  
Phone: +86-021-612 252 22  
Telefax: +86-021-612 253 33

**Croatia**

GRUNDFOS predstavništvo Zagreb  
Cebini 37, Buzin  
HR-10000 Zagreb  
Phone: +385 1 6595 400  
Telefax: +385 1 6595 499

**Czech Republic**

GRUNDFOS s.r.o.  
Čajkovského 21  
779 00 Olomouc  
Phone: +420-585-716 111  
Telefax: +420-585-716 299

**Denmark**

GRUNDFOS DK A/S  
Martin Bachs Vej 3  
DK-8850 Bjerringbro  
Tlf.: +45-87 50 50 50  
Telefax: +45-87 50 51 51  
E-mail: info\_GDK@grundfos.com  
www.grundfos.com/DK

**Estonia**

GRUNDFOS Pumps Eesti OÜ  
Peterburi tee 92G  
11415 Tallinn  
Tel: + 372 606 1690  
Fax: + 372 606 1691

**Finland**

OY GRUNDFOS Pumput AB  
Mestariintie 11  
FIN-01730 Vantaa  
Phone: +358-3066 5650  
Telefax: +358-3066 56550

**France**

Pompes GRUNDFOS Distribution S.A.  
Parc d'Activités de Chesnes  
57, rue de Malacombe  
F-38290 St. Quentin Fallavier (Lyon)  
Tél.: +33-4 74 82 15 15  
Télécopie: +33-4 74 94 10 51

**Germany**

GRUNDFOS GMBH  
Schlüterstr. 33  
40699 Erkrath  
Tel.: +49-(0) 211 929 69-0  
Telefax: +49-(0) 211 929 69-3799  
e-mail: infoSERVICE@grundfos.de  
Service in Deutschland:  
e-mail: kundendienst@grundfos.de

**Greece**

GRUNDFOS Hellas A.E.B.E.  
20th km. Athinon-Markopoulou Av.  
P.O. Box 71  
GR-19002 Peania  
Phone: +0030-210-66 83 400  
Telefax: +0030-210-66 46 273

**Hong Kong**

GRUNDFOS Pumps (Hong Kong) Ltd.  
Unit 1, Ground floor  
Siu Wai Industrial Centre  
29-33 Wing Hong Street &  
68 King Lam Street, Cheung Sha Wan  
Kowloon  
Phone: +852-27861706 / 27861741  
Telefax: +852-27858664

**Hungary**

GRUNDFOS Hungária Kft.  
Park u. 8  
H-2045 Törökbálint,  
Phone: +36-23 511 110  
Telefax: +36-23 511 111

**India**

GRUNDFOS Pumps India Private Limited  
118 Old Mahabalipuram Road  
Thoraipakkam  
Chennai 600 096  
Phone: +91-44 2496 6800

**Indonesia**

PT GRUNDFOS Pompa  
Jl. Rawa Sumur III, Blok III / CC-1  
Kawasan Industri, Pulogadung  
Jakarta 13930  
Phone: +62-21-460 6909  
Telefax: +62-21-460 6910 / 460 6901

**Ireland**

GRUNDFOS (Ireland) Ltd.  
Unit A, Merrywell Business Park  
Ballymount Road Lower  
Dublin 12  
Phone: +353-1-4089 800  
Telefax: +353-1-4089 830

**Italy**

GRUNDFOS Pompe Italia S.r.l.  
Via Gran Sasso 4  
I-20060 Truccazzano (Milano)  
Tel.: +39-02-95838112  
Telefax: +39-02-95309290 / 95838461

**Japan**

GRUNDFOS Pumps K.K.  
Gotanda Metalion Bldg., 5F,  
5-21-15, Higashi-gotanda  
Shiogawa-ku, Tokyo  
141-0022 Japan  
Phone: +81 35 448 1391  
Telefax: +81 35 448 9619

**Korea**

GRUNDFOS Pumps Korea Ltd.  
6th Floor, Aju Building 679-5  
Yeoksam-dong, Kangnam-ku, 135-916  
Seoul, Korea  
Phone: +82-2-5317 600  
Telefax: +82-2-5633 725

**Latvia**

SIA GRUNDFOS Pumps Latvia  
Deglava biznesa centrs  
Augusta Deglava ielā 60, LV-1035, Rīga,  
Tālr.: + 371 714 9640, 7 149 641  
Fakss: + 371 914 9646

**Lithuania**

GRUNDFOS Pumps UAB  
Smolensko g. 6  
LT-03201 Vilnius  
Tel: + 370 52 395 430  
Fax: + 370 52 395 431

**Malaysia**

GRUNDFOS Pumps Sdn. Bhd.  
7 Jalan Peguam U1/25  
Glenmarie Industrial Park  
40150 Shah Alam  
Selangor  
Phone: +60-3-5569 2922  
Telefax: +60-3-5569 2866

**México**

Bombas GRUNDFOS de México S.A. de C.V.  
Boulevard TLC No. 15  
Parque Industrial Stiva Aeropuerto  
Apodaca, N.L. 66600  
Phone: +52-81-8144 4000  
Telefax: +52-81-8144 4010

**Netherlands**

GRUNDFOS Netherlands  
Veluwezoom 35  
1326 AE Almere  
Postbus 22015  
1302 CA ALMERE  
Tel.: +31-88-478 6336  
Telefax: +31-88-478 6332  
e-mail: info\_gnl@grundfos.com

**New Zealand**

GRUNDFOS Pumps NZ Ltd.  
17 Beatrice Tinsley Crescent  
North Harbour Industrial Estate  
Albany, Auckland  
Phone: +64-9-415 3240  
Telefax: +64-9-415 3250

**Norway**

GRUNDFOS Pumper A/S  
Strømsveien 344  
Postboks 235, Leirdal  
N-1011 Oslo  
Tlf.: +47-22 90 47 00  
Telefax: +47-22 32 21 50

**Poland**

GRUNDFOS Pompy Sp. z o.o.  
ul. Klonowa 23  
Baranowo k. Poznania  
PL-62-081 Przeźmierowo  
Tel: (+48-61) 650 13 00  
Fax: (+48-61) 650 13 50

**Portugal**

Bombas GRUNDFOS Portugal, S.A.  
Rua Calvet de Magalhães, 241  
Apartado 1079  
P-2770-153 Paço de Arcos  
Tel.: +351-21-440 76 00  
Telefax: +351-21-440 76 90

**România**

GRUNDFOS Pompe România SRL  
Bd. Biruintei, nr 103  
Pantelimon county Ilfov  
Phone: +40 21 200 4100  
Telefax: +40 21 200 4101  
E-mail: romania@grundfos.ro

**Russia**

ООО Грундфос  
Россия, 109544 Москва, ул. Школьная 39  
Тел. (+7) 495 737 30 00, 564 88 00  
Факс (+7) 495 737 75 36, 564 88 11  
E-mail grundfos.moscow@grundfos.com

**Serbia**

GRUNDFOS Predstavništvo Beograd  
Dr. Milutina Ivkovića 2a/29  
YU-11000 Beograd  
Phone: +381 11 26 47 877 / 11 26 47 496  
Telefax: +381 11 26 48 340

**Singapore**

GRUNDFOS (Singapore) Pte. Ltd.  
24 Tuas West Road  
Jurong Town  
Singapore 638381  
Phone: +65-6865 1222  
Telefax: +65-6861 8402

**Slovenia**

GRUNDFOS PUMPEN VERTRIEB Ges.m.b.H.,  
Podružnica Ljubljana  
Blatnica 1, SI-1236 Trzin  
Phone: +386 1 563 5338  
Telefax: +386 1 563 2098  
E-mail: slovenia@grundfos.si

**Spain**

Bombas GRUNDFOS España S.A.  
Camino de la Fuentecilla, s/n  
E-28110 Algete (Madrid)  
Tel.: +34-91-848 8800  
Telefax: +34-91-628 0465

**Sweden**

GRUNDFOS AB  
Lunnagårdsgatan 6  
431 90 Mölndal  
Tel.: +46-0771-32 23 00  
Telefax: +46-31 331 94 60

**Switzerland**

GRUNDFOS Pumpen AG  
Bruggacherstrasse 10  
CH-8117 Fällanden/ZH  
Tel.: +41-1-806 8111  
Telefax: +41-1-806 8115

**Taiwan**

GRUNDFOS Pumps (Taiwan) Ltd.  
7 Floor, 219 Min-Chuan Road  
Taichung, Taiwan, R.O.C.  
Phone: +886-4-2305 0868  
Telefax: +886-4-2305 0878

**Thailand**

GRUNDFOS (Thailand) Ltd.  
947/168 Moo 12, Bangna-Trad Rd., K.M. 3,  
Bangna, Phraakanong  
Bangkok 10260  
Phone: +66-2-744 1785 ... 91  
Telefax: +66-2-744 1775 ... 6

**Turkey**

GRUNDFOS POMPA San. ve Tic. Ltd. Sti.  
Gebze Organize Sanayi Bölgesi  
İhsan dede Caddesi,  
2. yol 200. Sokak No. 204  
41490 Gebze/ Kocaeli  
Phone: +90 - 262-679 7979  
Telefax: +90 - 262-679 7905  
E-mail: satis@grundfos.com

**Ukraine**

ТОВ ГРУНДФОС УКРАЇНА  
01010 Київ, Вул. Московська 86,  
Тел.: (+38 044) 390 40 50  
Факс.: (+38 044) 390 40 59  
E-mail: ukraine@grundfos.com

**United Arab Emirates**

GRUNDFOS Gulf Distribution  
P.O. Box 16768  
Jebel Ali Free Zone  
Dubai  
Phone: +971-4- 8815 166  
Telefax: +971-4-8815 136

**United Kingdom**

GRUNDFOS Pumps Ltd.  
Grovebury Road  
Leighton Buzzard/Beds. LU7 8TL  
Phone: +44-1525-850000  
Telefax: +44-1525-850011

**U.S.A.**

GRUNDFOS Pumps Corporation  
17100 West 118th Terrace  
Olathe, Kansas 66061  
Phone: +1-913-227-3400  
Telefax: +1-913-227-3500

**Usbekistan**

Представительство ГРУНДФОС в Ташкенте  
700000 Ташкент ул.Усмана Носира 1-й  
тупик 5  
Телефон: (3712) 55-68-15  
Факс: (3712) 53-36-35

Addresses revised 11.01.2008

**Bombas GRUNDFOS España S.A.**  
Camino de la Fuentecilla, s/n  
28110 Algete (Madrid)

Teléf.: +34 918 488 800  
Fax.: +34 916 280 465

**DELEGACIONES:**

**ESTE:**

Salvador Espriu, 39  
08005 Barcelona

Teléf. +34 932 215 242  
Fax: +34 932 212 273

**NORTE:**

Villarías, 10, 6º Dto. 603  
48001 Bilbao

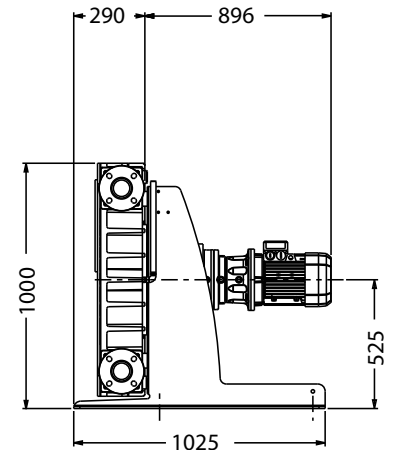
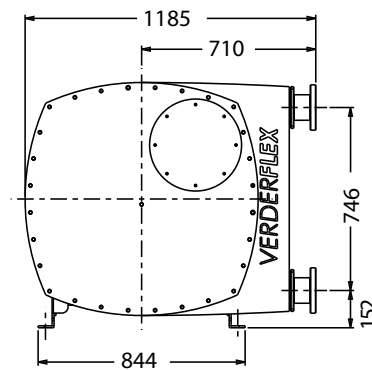
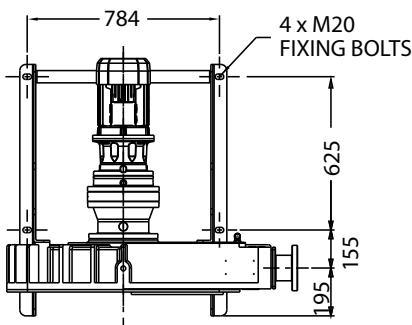
Teléf. +34 944 236 621  
Fax +34 944 236 383

# Verderflex VF65



VERDERFLEX®

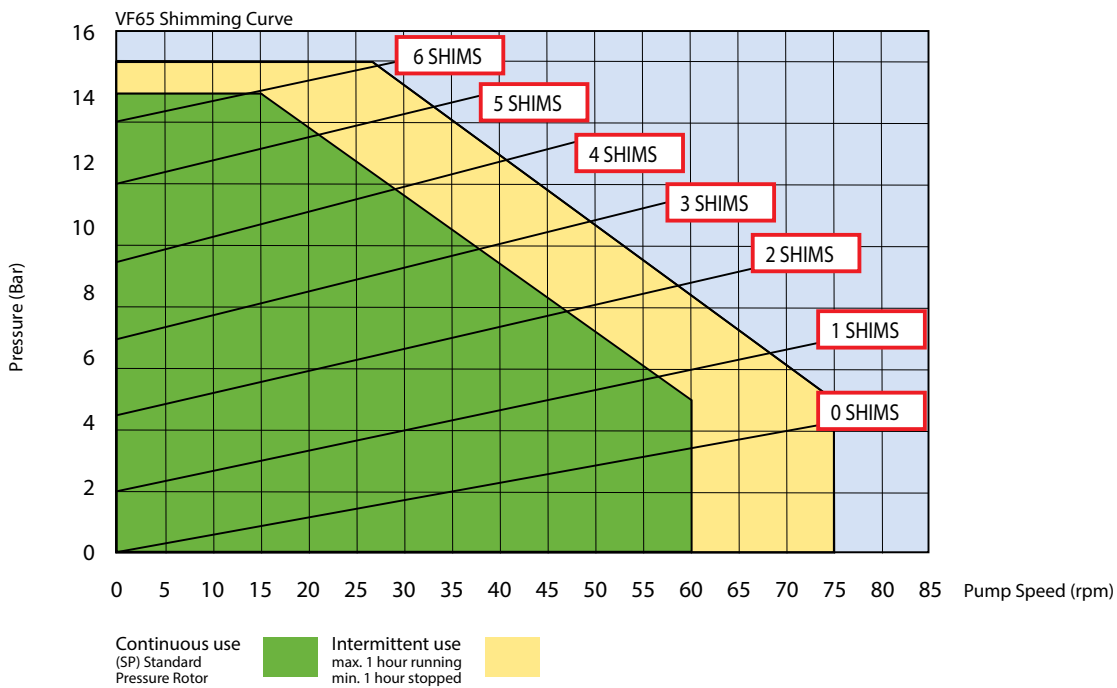
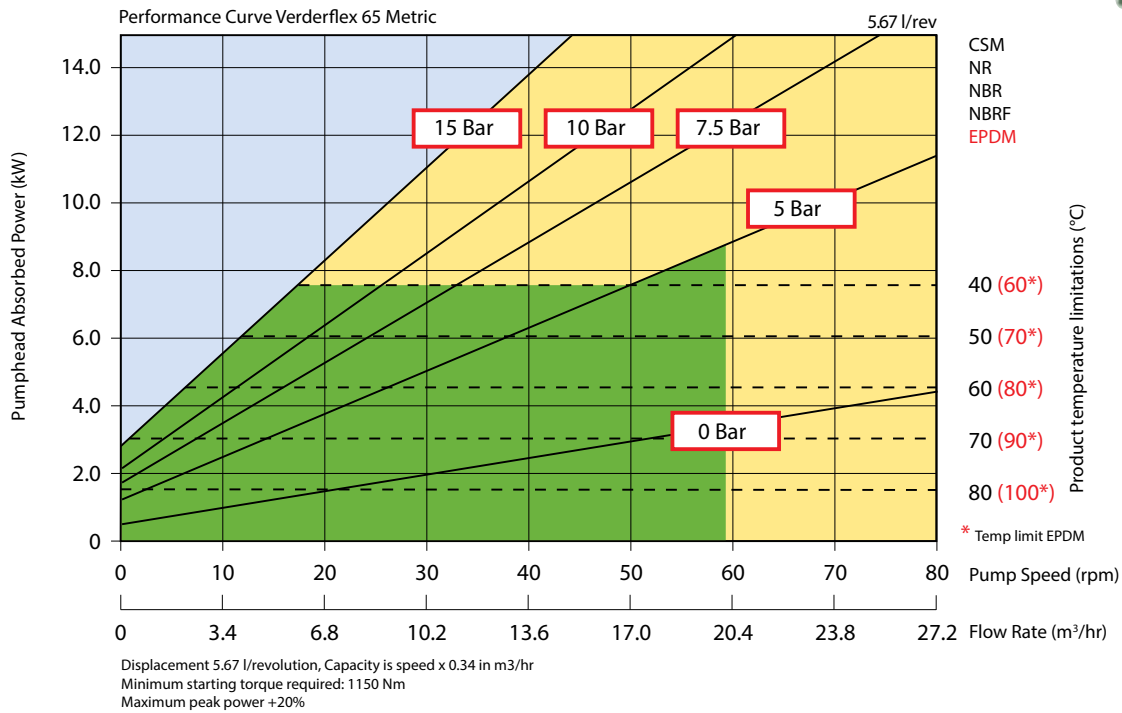
Description	Material	Paint Detail
Pump Housing	Cast Iron (GG25)	Green Powder Coated
Front Cover	Carbon Steel with Perspex Inspection Window	Powder Coated
Rotor	Cast Iron (GG25)	
Rotor Shoes	Aluminium (6082T6)	
Port Flange	304 Stainless Steel Universal slotted design fits with 65 mm 2 1/2" DIN PN16, ANSI 150# & JIS10K Hygienic Flanges available on request to special order	
Inserts	Stainless Steel (316L) Options: Polypropylene, P.V.D.F. Inserts	
Mounting Frame	Carbon Steel	Powder Coated
Lubricant	Verderlube - Glycerine based compound Verdersil - Silicone oil	
Hose	Natural Rubber (NR) Options: Nitrile Buna Rubber (NBR) Ethylene Propylene Diene Mono-mer (EPDM), Food Grade Nitrile Buna (NBRF) and Hypalon® (CSM)	
Typical Pump Unit Weight	879 - 910 kg	



All dimensions are in mm.  
All dimensions and weights are for guidance only.



# Verderflex VF65



For product temperatures above 65°C and/or viscosity above 2000 mPas use one shim less than shown

Flows are typical and were measured with water at 20°C with no suction lift or discharge pressure. Actual flows will vary according to suction conditions, discharge pressure and normal component production tolerances.

VF\_Techno\_Rev03\_2014\_(eu)\_VF

Find your local supplier  
at [www.verderflex.com](http://www.verderflex.com)

For construction installation and floor mounting drawings  
please contact your local authorised Verderflex® distributor.

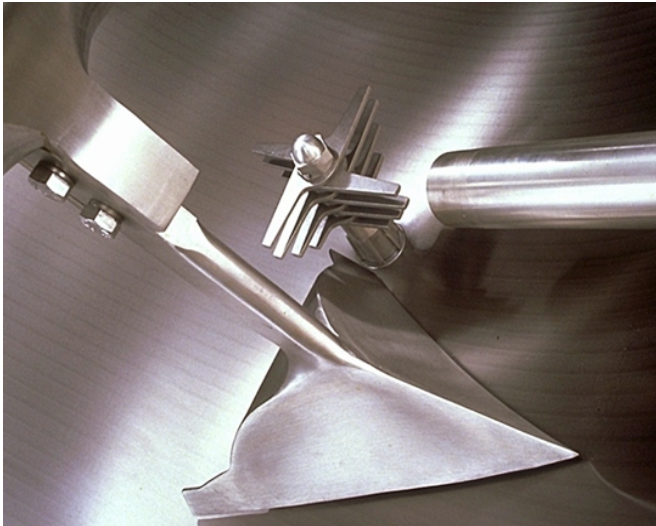
**VERDER**  
passion for pumps



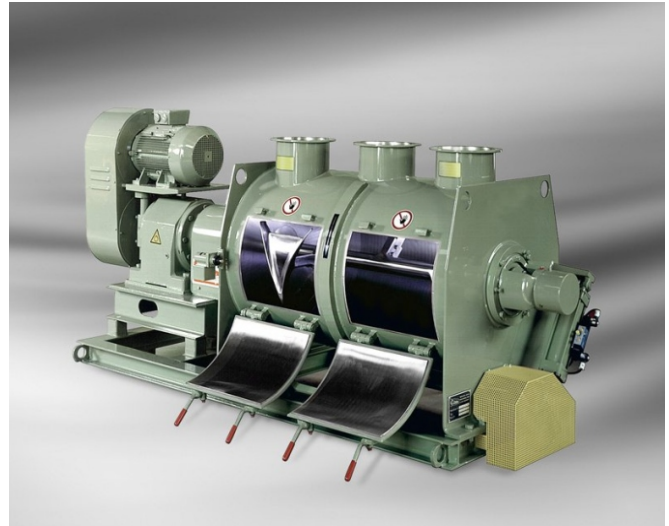
## Ploughshare® – Batch Mixer

- Highest quality mixes
- Short mixing times
- Reproduceable batches
- Gentle treatment of the product
- Maximum availability
- Low maintenance mixer concept
- Easy accessibility to all inside parts of the mixer

# Ploughshare® - Batch Mixer



Ploughshare®-Shovel -Chopper -Injection Lance  
Liquid supply straight into the area in which the chopper operates



Ploughshare® Batch Mixer FKM 600 D

## Batch Mixer

Batch mixers operate on the hurling and whirling principle introduced by Lödige to mixing technology. Equipped with mixing elements which can be adapted to individual requirement, the mixes produced in these machines are of the highest quality.

## Range of Application

- Processing bulk materials (powdery, granular, fibrous)
- Supply of liquids to the dry solid materials (moistening + granulating)
- Processing pumpable materials

## Sizes

Type	Drum Volume in liter	Working Capacity in liter
FKM 130 D	130	50 - 90
FKM 300 D	300	100 - 210
FKM 600 D	600	200 - 420
FKM 1200 D	1200	400 - 850
FKM 1600 D	1600	550 - 1100
FKM 2000 D	2000	800 - 1400
FKM 3000 D	3000	1200 - 2100
FKM 4200 D	4200	1500 - 3000
FKM 6000 D	6000	2100 - 4200
FKM 8000 D	8000	3000 - 5500
FKM 10000 D	10000	4000 - 7000
FKM 13500 D	13500	5000 - 10000
FKM 15000 D	15000	6000 - 11000
FKM 20000 D	20000	8000 - 14000
FKM 25000 D	25000	10000 - 17000
FKM 30000 D	30000	12000 - 21000

## Mode of Operation

Ploughshare® shovels rotate as mixing elements in special arrangement on the mixer shaft in a horizontal, cylindrical drum. The size, number and positioning, geometric shape and peripheral speed of the mixing elements are coordinated in such a way that they produce a three-dimensional movement of the components. The resultant turbulence in the mix, whereby all the product is constantly involved in the mixing process, prevents the formation of deadspots or low-movement zones in the mixing drum and ensures high speed, precision mixing. To prevent particles from being squashed against the drum wall, the mixing elements are specially shaped to lift product from the wall within the radial movement of the mix.

In some cases additional assistance for the mixing elements to obtain the desired mixing effect is required. Separately driven, high-speed choppers can be installed to disperse agglomerations and control granulation during the mixing process in coordination with the mixing elements.

## Optional Equipment

- Surfaces with maximum wear resistance
- Heavy duty constructional steels, stainless steels and special materials
- Chopper units
- Heated/cooled drum, endplates and shaft
- Equipment for liquid supply

**Gebrüder Lödige  
Maschinenbau GmbH**

Elsener Straße 7-9  
33102 Paderborn

Telefon: +49 5251 309-0  
Telefax: +49 5251 309-123

E-Mail: info@loedige.de  
www.loedige.de



**LÖDIGE**  
PROCESS TECHNOLOGY

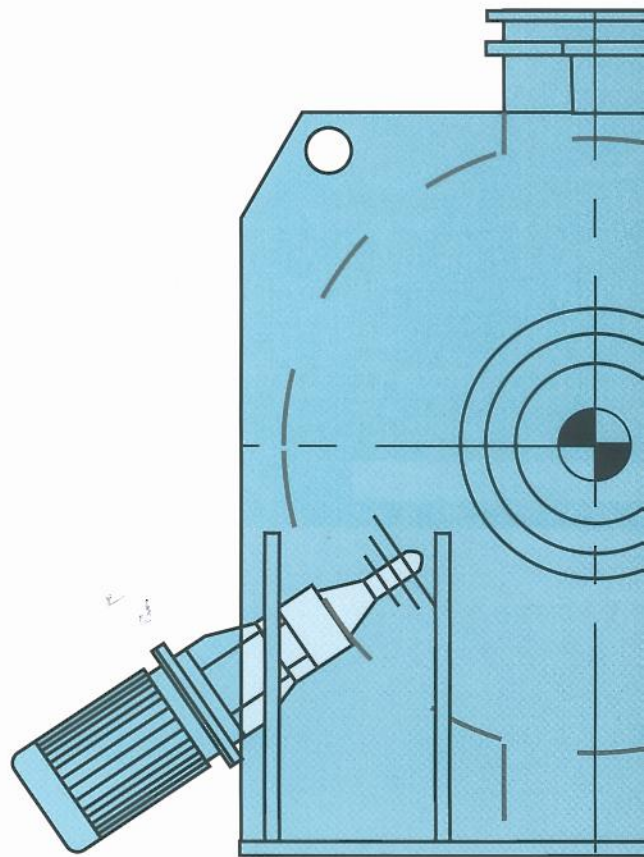


**Lödige Pflugschar®-Mischer  
für Chargenbetrieb,  
Typ FKM**

**Ploughshare® Mixer for  
Batch Operation,  
Type FKM**

**Mélangeur à soc de charrue  
pour opération discontinue,  
Type FKM**

**Mezclador de vertederas de  
arado para procesos  
discontinuos, Tipo FKM**



Datenblatt  
Data sheet  
Fiche technique  
Hoja de datos técnicos

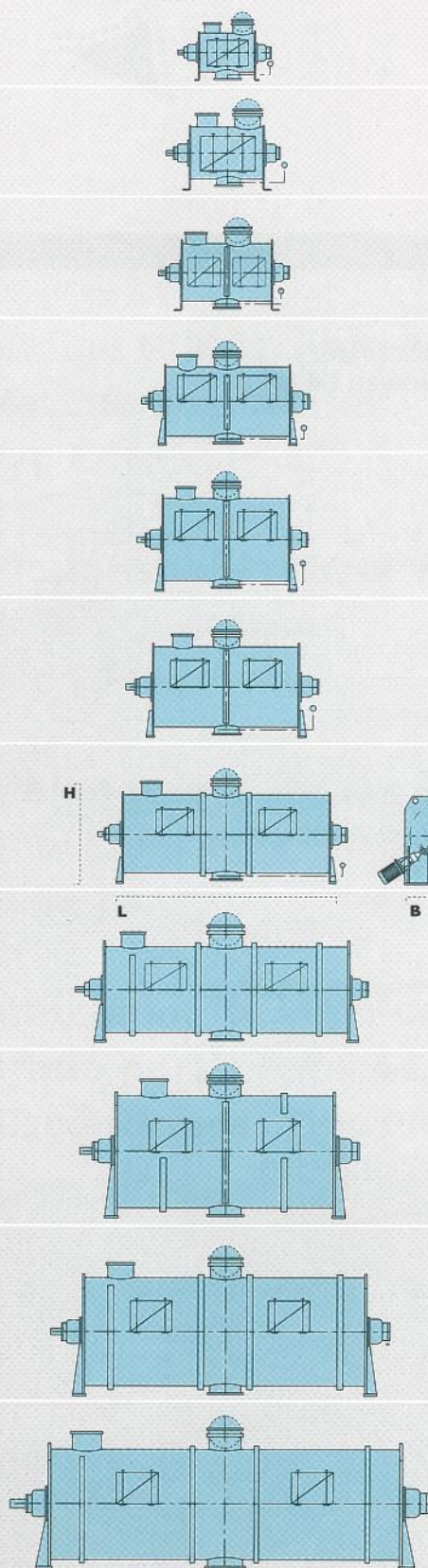
**LÖDIGE – ALWAYS THE RIGHT MIX**

## Lödige Pflugschar® - Mischer für Chargenbetrieb, Typ FKM

## Ploughshare® Mixer for Batch Operation, Type FKM

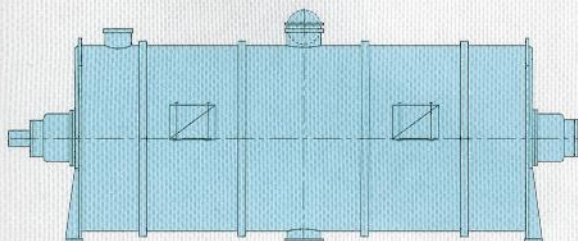
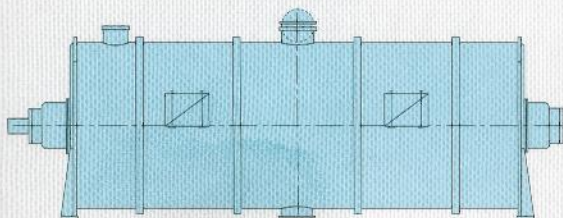
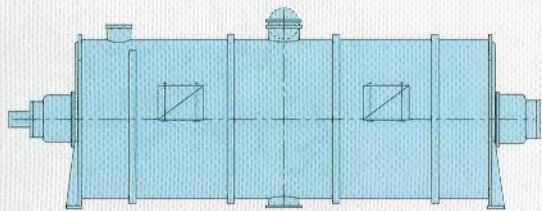
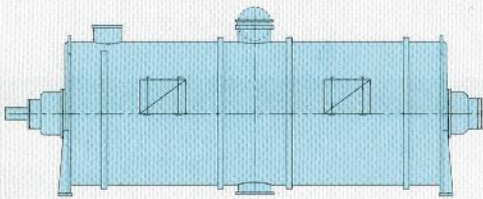
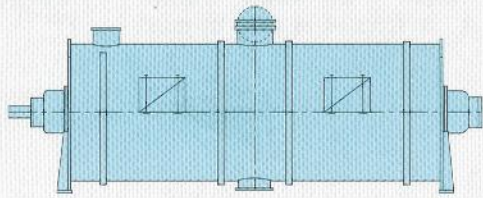
## Mélangeur à soc de charrue pour opération discontinue, Type FKM

## Mezclador de vertederas de arado para procesos discontinuos, Tipo FKM



TYP	Max. Nutzvolumen ca.	Antrieb		Mischerlänge am Fuß bei max. Antrieb		Kopfstück	Breite m. Messerkopfmotor	Höhe bei normalem Stützen	Gewicht netto	
TYPE	Max. Working capacity approx.	Drive		Mixer Length on foot-plate at max. drive		Endplate	Breadth with chopper motor	Height with standard branch	Net weight	
TIPO	Volumen utilie enw.	Entrainement		Longeur du mélangeur au pied avec entrainement max.		partie frontale	Largeur avec moteur de coupe rotatif	Hauteur avec tubulure standard	Poids net	
TIPO	Volumen máximo útil aprox.	Motriz		Longitud del mezclador con una potencia instalada máxima		Ancho del Anchura cabezal	mezclador con cuchilla y motor instalado máximo	Altura con tubos normalizados	Peso Neto	
FKM	US gallon ltr.	kW		L	inch mm	B	inch mm	H	inch mm	lb kg
130	23.78 90	2,2	18,5	31.89 810	88.58 2250	23.23 590	49.02 1245	29.72 755	772-1875 350-850	
300	55.48 210	2,2	30,0	44.88 1140	124.02 3150	27.56 700	53.15 1350	34.65 880	882-2205 400-1000	
600	110.96 420	4,0	75,0	55.51 1410	157.48 4000	34.64 880	66.63 1540	41.93 1065	1765-3085 800-1400	
1200	224.57 850	7,5	160,0	75.59 1920	204.72 5200	40.94 1040	69.69 1770	48.23 1225	2425-4410 1100-2000	
1600	303.83 1150	11,0	200,0	75.59 1920	218.50 5550	48.03 1220	73.23 1860	54.92 1395	2865-6615 1300-3000	
2000	369.88 1400	11,0	200,0	87.40 2220	230.31 5850	48.03 1220	73.23 1860	54.92 1395	3970-9920 1800-4500	
3000	554.82 2100	15,0	200,0	125.20 3180	269.68 6850	48.03 1220	73.23 1860	54.92 1395	4630-11025 2100-5000	
4200	792.60 3000	18,5	200,0	146.85 3730	285.43 7250	54.33 1380	77.56 1970	62.40 1585	7495-15435 3400-7000	
6000	1109.64 4200	30,0	315,0	132.28 3360	283.46 7200	67.32 1710	90.55 2300	75.59 1920	12125-19840 5500-9000	
8000	1479.52 5600	37,0	315,0	171.65 4360	322.83 8200	67.32 1710	90.55 2300	75.59 1920	13230-20945 6000-9500	
10000	1849.40 7000	45,0	400,0	211.02 5360	379.92 9650	67.32 1710	90.55 2300	75.59 1920	16315-32630 7400-14800	

TYP	Max. Nutzvolumen ca.	Antrieb		Mischerlänge am Fuß bei max. Antrieb		Breite m. Messerkopfmotor		Höhe bei normalem Stützen	Gewicht netto
TYPE	Max. Working capacity approx.	Drive		Mixer Length at max. drive		Breadth with Chopper motor		Height with standard branch	Net weight
TYPE	Volumen utile env.	Entrainement		Longueur du mélangeur au pied avec entraînement max.		Largeur avec moteur de couteau rotatif		Hauteur avec tubulure standard	Poids net
TIPO	Volumen máximo útil aprox.	Motriz		Longitud del mezclador con una potencia instalada máxima		Ancho del mezclador con cuchilla y motor instalado máximo.		Altura con tubos normalizados	Peso Neto
FKM	US gallon ltr.	kW		L	inch mm	B	inch mm	H inch mm	lb kg
<b>13500</b>	2509.91			211.02	385.83	77.95	98.43	86.42	19620-41450
	9500	55	400	5360	9800	1980	2500	2195	8900-18800
<b>15000</b>	2774.11			211.02	385.83	81.89	101.97	90.35	26460-49600
	10500	55	400	5360	9800	2080	2590	2295	12000-22500
<b>20000</b>	3698.81			234.25	405.51	92.52	110.83	98.23	33730-59530
	14000	55	400	5950	10300	2350	2815	2495	15300-27000
<b>25000</b>	4623.51			253.94	437.01	98.43	116.14	104.33	43210-74520
	17500	55	400	6450	11100	2500	2950	2650	19600-33800
<b>30000</b>	5548.22			253.94	437.01	107.09	124.41	112.99	50930-78930
	21000	55	400	6450	11100	2720	3160	2870	23100-35800



1. Die Maß-, Gewichts- und Leistungsangaben sind verbindlich.
2. Die Gesamtlänge ist abhängig von Lagergröße und Antrieb.
3. Die Antriebsgröße beeinflusst die Ausführung der Mischerwelle. Die Antriebsleistung ist abhängig von produkt- und verfahrenstechnischen Parametern.
4. Das Ausbaumaß des Messerkopfmotors beträgt im Normalfall 100 mm.
5. Heiz- und kühlbare Ausführungen auf Anfrage.
6. Baugrößen über 30.000 ltr. auf Anfrage.
7. Die Typen 130 bis 4200 benötigen zusätzlich seitlich ca. 350 mm Bedienraum.

1. The measurements, weights and throughput data are without obligation.
2. The total length depends upon the size of the bearing and the drive.
3. The size of the drive has an influence on the construction of the shaft. The drive power depends upon the product and process technology parameters.
4. The dismounting space for the chopper motor is usually 100 mm.
5. Construction for heating and cooling is available on demand.
6. Sizes larger than 30.000 litres are available on demand.
7. Machine types 130 to 4200 require an additional space of approx. 350 mm at the side for operation.

1. Les indications de mesure, de poids et de puissance sont sans engagement.
2. La longueur totale est dépendante de la taille du logement et de l'entraînement.
3. La taille de l'entraînement influe sur l'exécution de l'arbre du mélangeur. La puissance d'entraînement est dépendante des paramètres concernant la produit et le procédé.
4. La dimension de démontage du couteau rotatif est normalement 100 mm.
5. Exécutions chauffables et refroidissables sur demande.
6. Tailles des construction qui excèdent 30.000 l sur demande.
7. Les types 130 à 4200 ont besoin d'une aire d'opération additionnelle située sur le côté d'environ 350 mm.

1. Las indicaciones de las dimensiones, pesos y producciones son indicativos.
2. La longitud total depende del tamaño del soporte y de la motriz.
3. La potencia instalada influye en la ejecución y en el dimensionado del eje del mezclador. El dimensionado de la potencia instalada depende de los parámetros y de la técnica de procedimiento del producto.
4. La medida para el desmontaje del motor de cuchillas es en casos normales de 100 mm.
5. Ejecución para enfriamiento y calentamiento de la máquina según requerimiento.
6. Tamaños constructivos superiores a 30.000 ltrs, según su petición.
7. Los modelos 130 hasta 4200 necesitan adicionalmente espacio de manipulación de cerca de 350 mm.





## Presupuesto Horno Serie SM12

### Detalles Técnicos

Temp max	1250 °C
Consumo específico	465 Kcal/Kg
Dimensiones en m (longitud x diámetro)	14 x 1,5
Consumo eléctrico max	25 KW
Consumo max gas	1700 KW (comb gaseoso)
Dosificador caudal de entrada	Sí
Regulación aire/gas	Sí, con quemadores LPS

### Listado de precios

Precio horno + Dosificador	105.000 €
Kit Quemadores LPS	32.000 €
Kit Variadores Ventilación	12.000 €
Microgeneración (RANK)	16.000 €





**PACKAGING SYSTEMS**



# **BIG BAG**

**BIG PL 2000/A**



[www.mftecno.it](http://www.mftecno.it)

## Instalación semiautomática de dosificación y relleno BIG BAG con plataforma de elevación para desenganche BIG BAG y separador paletas automático.

*Equipamento semiautomático de dosagem e enchimento BIG BAG com plataforma de elevação para liberação da BIG BAG e desfolhador automático de paletes*

### OPCIONES

- Insuflado de aire para facilitar la apertura de los Big Bag
- Plataforma vibrante para facilitar el asentamiento dentro del Big Bag
- Grupo de aspiración polvos

### OPÇÕES

- Sopro de ar para facilitar a abertura dos Big Bag
- Plataforma vibrante para facilitar o ajuste dentro do Big Bag
- Grupo de aspiração de pó

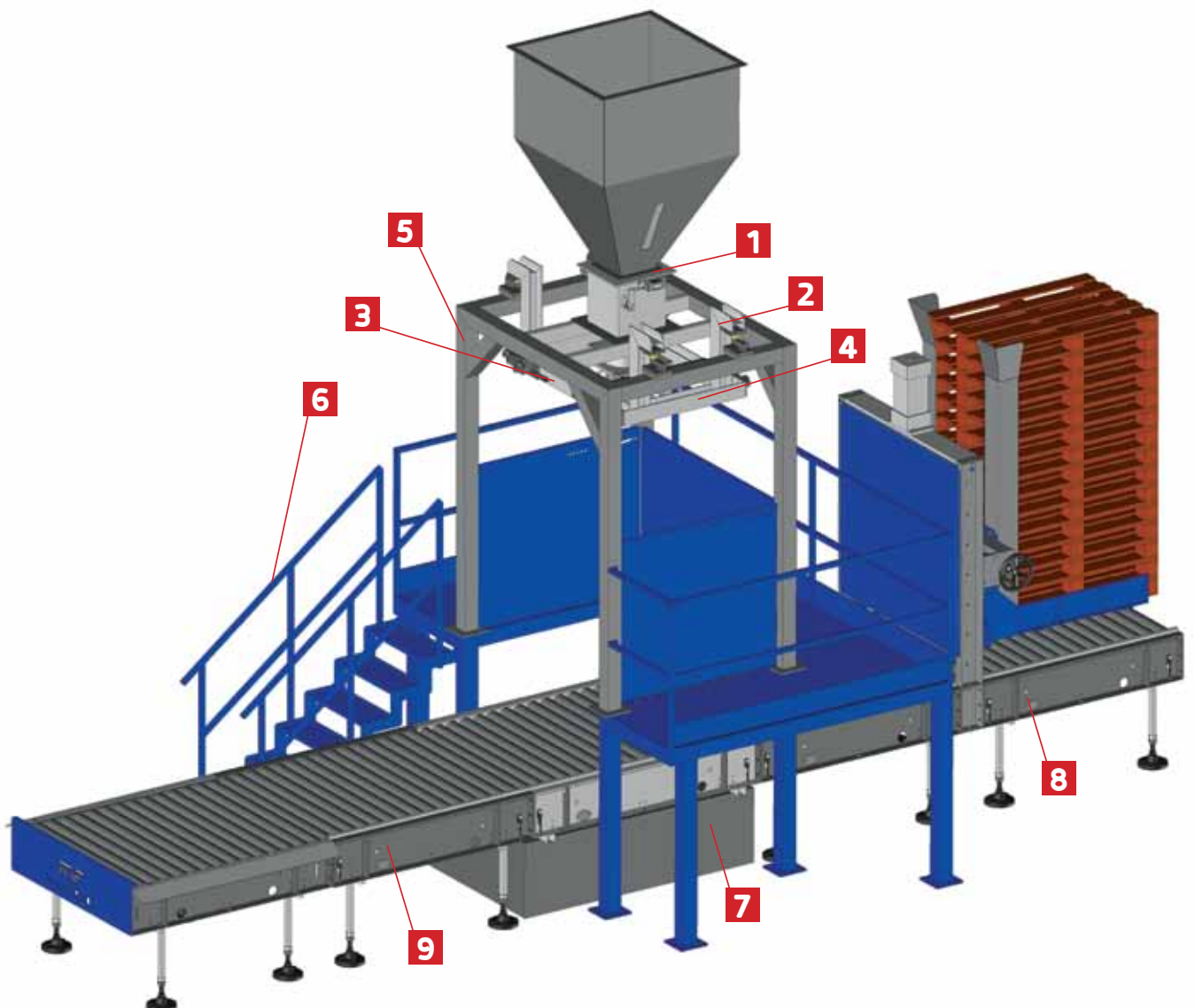


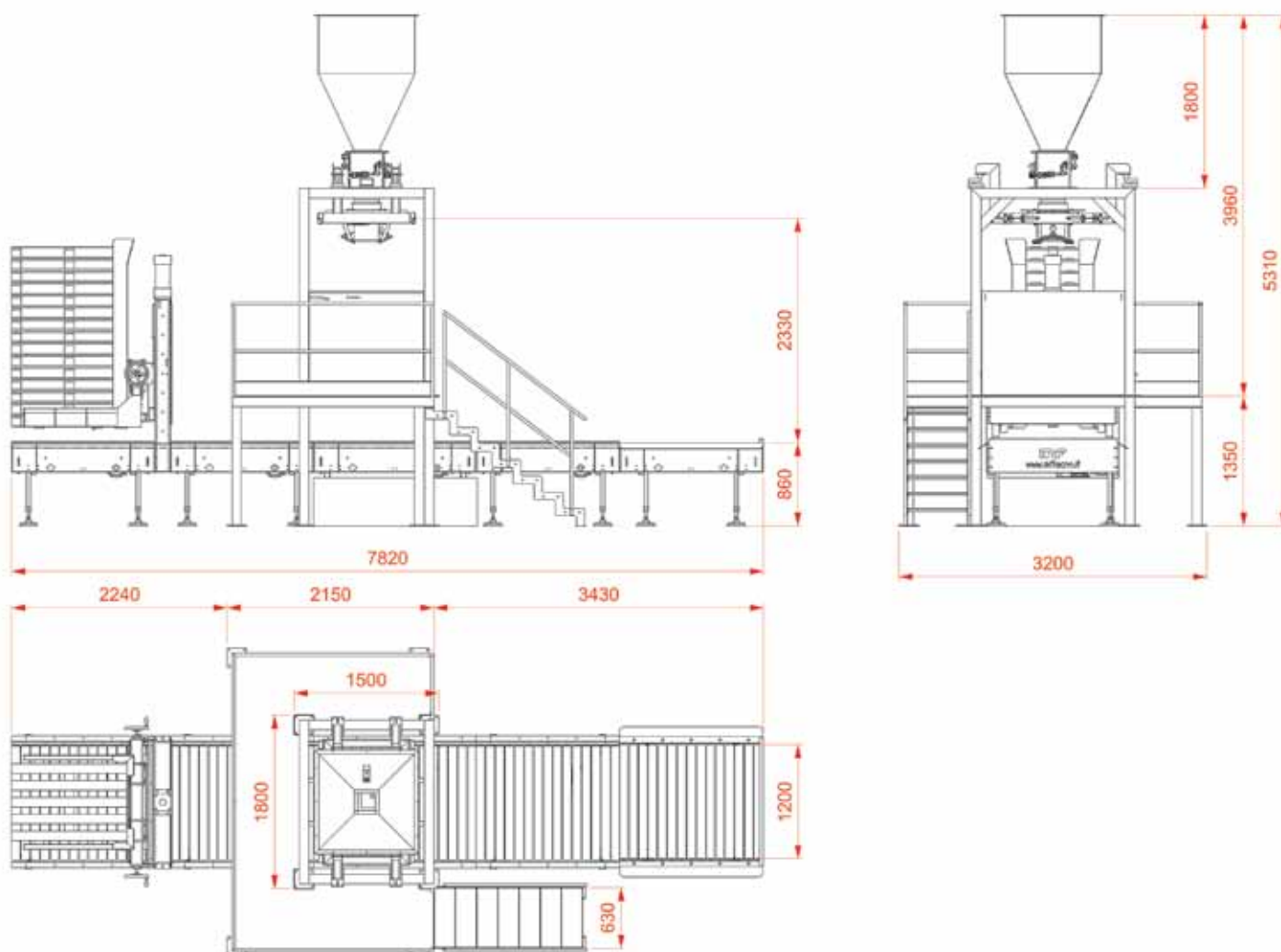
Algunos sistemas de seguridad como protecciones y seguros pueden haber sido quitados por los aparatos en algunas fotografías para mostrar mejor los componentes. Alguns sistemas de segurança, como proteções e guardas, podem ter sido removidos do equipamento em algumas fotos para mostrar melhor os componentes.





- |  |   |
|--|---|
| <p><b>1</b> Dosificador de gravedad con tolva<br/><i>Dosador por gravidade com tremonha</i></p> <p><b>2</b> Balanza con 4 celdas de carga<br/><i>Balança com 4 células de carga</i></p> <p><b>3</b> Boca de ensacado inox. con sistema de seguridad<br/><i>Tubo de descarga de inox com sistema de segurança</i></p> <p><b>4</b> Sistema electropneumático para enganche manijas<br/><i>Sistema eletropneumático para engate das cintas</i></p> <p><b>5</b> Armazón en robusta carpintería<br/><i>Estrutura de suporte em metal resistente</i></p> | <p><b>6</b> Galería con escalera de acceso para operador con protecciones<br/><i>Plataforma com escada de acesso com proteções para operador</i></p> <p><b>7</b> Plataforma hidráulica con pantógrafo de elevación doble<br/><i>Plataforma hidráulica com duplo pantógrafo de elevação</i></p> <p><b>8</b> Separador paletas neumático automático<br/><i>Desfolhador de paletes pneumático automático</i></p> <p><b>9</b> Transportadora de rodillos motorizados de alimentación paletas vacías y evacuación palés llenos<br/><i>Grupo de rolos motorizado de alimentação de paletes vazios e evacuação de paletes cheios</i></p> |
|--|---|





### DATOS TÉCNICOS

Producción	30/50 BIG BAG/H
Altura BIG BAG	900-2000 mm
Sistema de gestión	PLC
Alimentación eléctrica	400 V - 50 Hz
Consumo aire comprimido	15 NI/ciclo
Tipo BIG BAG	2 ó 4 manijas, tanto de caramelo como de boca abierta

### DADOS TÉCNICOS

Produção	30/50 BIG BAG/H
Altura BIG BAG	900-2000 mm
Sistema de gestão	PLC
Alimentação elétrica	400 V - 50 Hz
Consumo de ar comprimido	15 NI/cycle
Tipo BIG BAG	2 ou 4 cintas, com boca para amarrar ou aberta



## PESO BRUTO

### *Peso Bruto*

Instalación semiautomática de dosificación y relleno big bag para bolsas grandes de 300 a 900 mm

*Equipamento semiautomático de dosagem e enchimento de big bag para sacos de 300 mm a 900 mm*

## **BIG PL 900/GR**



Instalación semiautomática de dosificación y relleno big bag para bolsas grandes de 900 a 2000 mm

*Equipamento semiautomático de dosagem e enchimento de big bag para sacos de 900 mm a 2000 mm*

## **BIG PL 2000/GR**

## PESO NETO

### *Peso Liquido*

Instalación semiautomática de dosificación y relleno big bag para bolsas grandes de 300 a 900 mm

*Equipamento semiautomático de dosagem e enchimento de big bag para sacos de 300 mm a 900 mm*

### **BIG PN 900/GR**



Instalación semiautomática de dosificación y relleno big bag para bolsas grandes de 900 a 2000 mm

*Equipamento semiautomático de dosagem e enchimento de big bag para sacos de 900 mm a 2000 mm*

### **BIG PN 2000/GR**



# SOLUZIONI INTELLIGENTI PER IL PACKAGING



PACKAGING SYSTEMS

mancinellidesign.com



**MF Tecno s.r.l.**

Via Porziuncola, 28 - 06081 Tordandrea di Assisi (PG) - Italy

**Tel. +39 075 8043623 +39 075 7827487 - Fax +39 075 7827493**

[www.mftecno.it](http://www.mftecno.it) - [info@mftecno.it](mailto:info@mftecno.it)



# Neobor<sup>®</sup>

## Borax Pentahydrate

### Technical Granular

Disodium Tetraborate Pentahydrate

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

CAS No. 12179-04-3

*Neobor* borax pentahydrate is a free-flowing, colorless crystalline product manufactured in the USA by U.S. Borax Inc.

#### Chemical Specification

Analyte	Guarantee
$\text{B}_2\text{O}_3$ %	48.6-49.3
Equivalent $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ %	101.7-103.1
$\text{Na}_2\text{O}$ %	21.6-21.9
$\text{SO}_4$ ppm	≤100
Cl ppm	≤120
Fe ppm	≤10
Water insolubles ppm	≤400

#### Sieve Specification

U.S. Sieve	Mesh Size (mm)	% Retained Guarantee
No. 8	2.36 mm	≤1.0

Notes: All data in the above specifications are determined by U.S. Borax analytical methods.





## RX 20 Datos Técnicos Carretillas eléctricas

---

[RX 20-14](#)

[RX 20-15](#)

[RX 20-16](#)

[RX 20-18](#)

[RX 20-20](#)





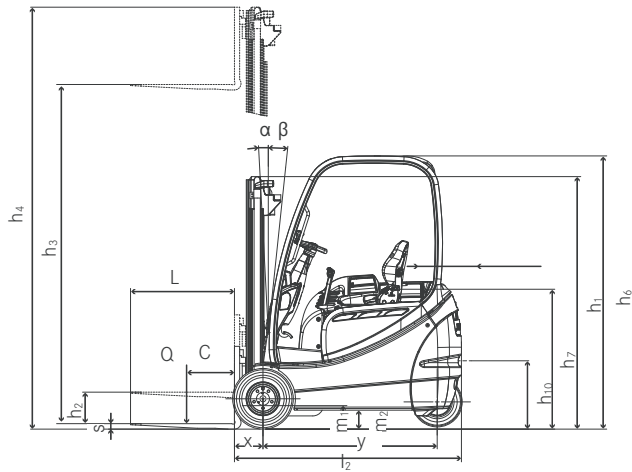
		STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	
Identificación	1.1	Fabricante			STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	
	1.2	Denominación de tipo del fabricante			<b>RX 20-14</b>	<b>RX 20-15</b>	<b>RX 20-16</b>	<b>RX 20-16P</b>	<b>RX 20-18</b>	<b>RX 20-18P/h</b>	<b>RX 20-20</b>	<b>RX 20-20 P</b>	<b>RX 20-20 P/h</b>
	1.2.1	Número de tipo del fabricante			6209	6210	6211	6212	6213	6214	6215	6216	6217
	1.3	Accionamiento			Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico
	1.4	Manejo			Asiento	Asiento	Asiento	Asiento	Asiento	Asiento	Asiento	Asiento	Asiento
	1.5	Capacidad de carga nominal/carga	Q	kg	1400	1500	1600	1600	1800	1800	2000	2000	2000
	1.6	Distancia del centro de gravedad de la carga	c	mm	500	500	500	500	500	500	500	500	500
	1.8	Distancia de carga	x	mm	355	355	355	355	355	355	365	365	365
	1.9	Distancia entre ejes	y	mm	1341	1341	1341	1410	1441	1448	1540	1469	1448
	Pesos	2.1	Peso con batería			kg	2736	2763	2884	2916	3044	3343	3212
2.2		Carga sobre los ejes con carga delante			kg	3577	3758	3933	3915	4288	4442	4667	4888
2.2		Carga sobre los ejes con carga detrás			kg	559	505	550	602	556	701	545	565
2.3		Carga sobre los ejes sin carga delante			kg	1294	1302	1314	1345	1421	1580	1544	1693
2.3		Carga sobre los ejes sin carga detrás			kg	1442	1461	1570	1571	1623	1763	1668	1760
Ruedas   Chasis	3.1	Ruedas				Súper elásticas	Súper elásticas	Súper elásticas	Súper elásticas	Súper elásticas	Súper elásticas	Súper elásticas	Súper elásticas
	3.2	Tamaño de ruedas delante		mm	180/70-8 (18 x 7-8)	180/70-8 (18 x 7-8)	180/70-8 (18 x 7-8)	180/70-8 (18 x 7-8)	200/50-10	200/50-10	200/50-10	200/50-10	200/50-10
	3.3	Tamaño de ruedas detrás		mm	125/75-8 (15 x 4 1/2 -8)	125/75-8 (15 x 4 1/2 -8)	125/75-8 (15 x 4 1/2 -8)	150/75-8 (16 x 6-8)	125/75-8 (15 x 4 1/2 -8)	150/75-8 (16 x 6-8)	125/75-8 (15 x 4 1/2 -8)	150/75-8 (16 x 6-8)	150/75-8 (16 x 6-8)
	3.5	Ruedas, cantidad delante (x = propulsadas)			2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x
	3.5	Ruedas, cantidad detrás (x = propulsadas)			2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3.6	Ancho de vías, delante	b <sub>10</sub>	mm	932	932	932	932	942	942	942	942	942
	3.7	Ancho de vías, detrás	b <sub>11</sub>	mm	168	168	168	865	168	865	168	865	865
	4.1	Inclinación mástil/porta horquillas, adelante	α	°	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	4.1	Inclinación mástil/porta horquillas, atrás	β	°	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Dimensiones básicas	4.2	Altura mástil repliegado	h <sub>1</sub>	mm	2160	2160	2160	2160	2160	2160	2160	2160
4.3		Elevación libre	h <sub>2</sub>	mm	150	150	150	150	150	150	150	150	150
4.4		Elevación*	h <sub>3</sub>	mm	3230	3230	3230	3230	3230	3230	3150	3150	3150
4.5		Altura mástil desplegado	h <sub>4</sub>	mm	3805	3805	3805	3805	3805	3805	3805	3805	3805
4.7		Altura sobre el tejadillo de protección (cabina)	h <sub>6</sub>	mm	2082	2082	2082	2084	2082	2240	2082	2082	2240
4.8		Altura del asiento	h <sub>7</sub>	mm	1015	1015	1015	1015	1015	1173	1015	1015	1173
4.12		Altura de gancho de remolcado	h <sub>10</sub>	mm	490	490	490	460	490	460	490	460	460
4.19		Largo total	l <sub>1</sub>	mm	2683	2683	2683	2861	2783	2908	2892	2930	2918
4.20		Longitud, incl. parte posterior de la horquilla	l <sub>2</sub>	mm	1883	1883	1883	2061	1983	2108	2092	2130	2118
4.21		Anchura total	b <sub>1</sub>	mm	1099	1099	1099	1099	1138	1138	1138	1138	1138
4.22		Grosor de horquilla	s	mm	40	40	40	40	40	40	40	40	40
4.22		Anchura de horquilla	e	mm	80	80	80	80	80	80	80	80	80
4.22		Longitud de horquilla	l	mm	800	800	800	800	800	800	800	800	800
4.23		Porta horquillas ISO 2328, clase/forma A, B			ISO II/A	ISO II/A	ISO II/A	ISO II/A	ISO II/A	ISO II/A	ISO II/A	ISO II/A	ISO II/A
4.24		Anchura del porta horquillas	b <sub>3</sub>	mm	980	980	980	980	980	980	980	980	980
4.31		Altura sobre el suelo con carga debajo del mástil	m <sub>1</sub>	mm	90	90	90	90	90	90	90	90	90
4.32		Altura sobre el suelo centro distancia entre ejes	m <sub>2</sub>	mm	123	123	123	123	123	123	123	123	123
4.34.1		Anchura del pasillo con paleta 1000 x 1200 transversal	A <sub>st</sub>	mm	3209	3209	3209	3408	3309	3439	3418	3473	3449
4.34.2		Anchura del pasillo con paleta 800 x 1200 longitudinal	A <sub>st</sub>	mm	3333	3333	3333	3607	3433	3638	3542	3672	3648
4.35		Radio de giro	W <sub>a</sub>	mm	1528	1528	1528	1852	1628	1883	1727	1907	1883
4.36	Distancia mínima al punto de giro	b <sub>13</sub>	mm	-	-	-	533,0	-	538,5	-	541,0	538,5	
Datos de rendimiento	5.1	Velocidad de traslación con carga (Blue-Q/Normal/Sprint)		km/h	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20
	5.1	Velocidad de traslación sin carga (Blue-Q/Normal/Sprint)		km/h	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20	16/16/20
	5.2	Velocidad de elevación con carga (Blue-Q/Normal/Sprint)		m/s	0.43/0.43/0.56	0.43/0.43/0.55	0.42/0.43/0.55	0.42/0.42/0.55	0.42/0.42/0.50	0.42/0.42/0.50	0.38/0.38/0.44	0.38/0.38/0.44	0.38/0.38/0.44
	5.2	Velocidad de elevación sin carga (Blue-Q/Normal/Sprint)		m/s	0.55/0.55/0.60	0.55/0.55/0.60	0.55/0.55/0.60	0.55/0.55/0.60	0.53/0.53/0.58	0.53/0.53/0.58	0.48/0.48/0.55	0.48/0.48/0.55	0.48/0.48/0.55
	5.3	Velocidad de descenso con carga		m/s	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52	0.53	0.53	0.53
	5.3	Velocidad de descenso sin carga		m/s	0.47	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49
	5.5	Fuerza de tracción con carga		N	4500	4500	4500	4500	4300	4500	4200	4200	4200
	5.5	Fuerza de tracción sin carga		N	4600	4600	4500	4500	4500	4500	4500	4400	942
	5.6	Fuerza de tracción máx. con carga		N	12200	12200	12200	12200	11900	11900	11900	11900	11800
	5.6	Fuerza de tracción máx. sin carga		N	7400	7500	7600	7800	8300	9300	9400	8900	10300
5.7	Rampa superable con carga		%	13.5	12.8	12.8	12.7	11.4	10.7	10.5	10.5	10.0	
5.7	Rampa superable sin carga		%	20.1	20.1	20.1	19.9	19.0	18.1	17.9	17.8	16.5	
5.8	Rampa máxima superable con carga		%	28.5	28.5	27.4	27.2	24.6	23.0	22.0	22.4	21.4	
5.8	Rampa máxima superable sin carga		%	23.0	26.5	26.6	26.6	26.7	27.1	27.0	26.5	26.5	
5.9	Tiempo de aceleración con carga (Blue-Q/Normal/Sprint)		s	4.3/4.1/4.1	4.3/4.1/4.1	4.3/4.1/4.1	4.3/4.1/4.1	4.5/4.2/4.2	4.5/4.3/4.3	4.6/4.3/4.3	4.6/4.3/4.3	4.7/4.4/4.4	
5.9	Tiempo de aceleración sin carga (Blue-Q/Normal/Sprint)		s	4.2/4.0/4.0	4.2/4.0/4.0	4.2/4.0/4.0	4.2/4.0/4.0	4.2/4.0/4.0	4.3/4.1/4.1	4.3/4.1/4.1	4.3/4.1/4.1	4.5/4.2/4.2	
5.10	Freno de servicio			Eléctrico/mecánico	Eléctrico/mecánico	Eléctrico/mecánico	Eléctrico/mecánico	Eléctrico/mecánico	Eléctrico/mecánico	Eléctrico/mecánico	Eléctrico/mecánico	Eléctrico/mecánico	
Motor eléctrico	6.1	Motor de traslación, potencia S2 60 min		kW	2 x 5,5	2 x 5,5	2 x 5,5	2 x 5,5	2 x 5,5	2 x 5,5	2 x 5,5	2 x 5,5	
	6.2	Motor de elevación, potencia con S3 15%		kW	9	9	9	9	9	9	9	9	
	6.3	Batería según DIN 43531/35/36 A, B, C, no			DIN 43531 B	DIN 43531 B	DIN 43531 B	DIN 43531 B	DIN 43531 B	DIN 43531 B	DIN 43531 B	DIN 43531 B	
	6.4	Tensión de la batería	U	V	48	48	48	48	48	48	48	48	
	6.4.1	Capacidad de la batería K <sub>s</sub>		Ah	575 (-625)	575 (-625)	575 (-625)	575 (-625)	575 (-625)	700 (-800)	575 (-625)	575 (-625)	700 (-800)
	6.5	Peso de la batería		kg	856	856	856	856	856	1119	856	856	1119
6.6	Consumo energético 60 ciclos de trabajo VDI/hora		kWh/h	4.2	4.3	4.4	4.4	4.7	5.2	5.0	5.0	5.4	
Otros	10.1	Presión de trabajo para accesorios		bar	250	250	250	250	250	250	250	250	
	10.2	Caudal de aceite para accesorios		l/min	30	30	30	30	30	30	30	30	
	10.7	Nivel de presión acústica L <sub>PAZ</sub> (puesto del conductor)**		dB (A)	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	
	10.8	Vibración en el cuerpo humano: aceleración según EN 13059		m/s <sup>2</sup>	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	
10.8	Gancho de remolque, clase/tipo DIN			Perno	Perno	Perno	Perno	Perno	Perno	Perno	Perno		

\* La elevación nominal indicada tiene en cuenta la compresión de los neumáticos y las tolerancias del diámetro de los neumáticos.

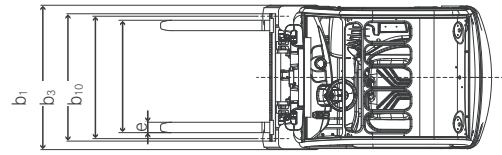
\*\* Sin cabina. Los valores varían con cabina.

\*\*\* Sin tener en cuenta el brazo de horquilla sobresaliente.

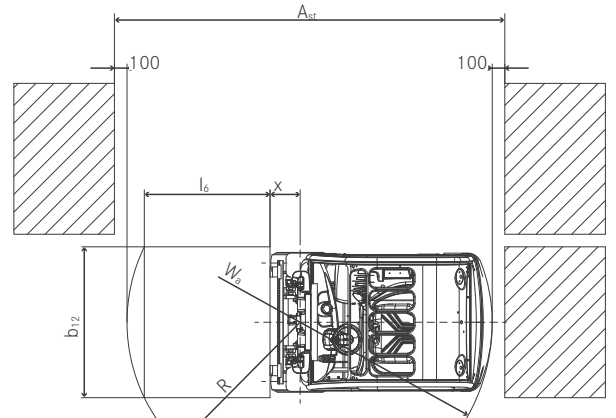
RX 20 Carretilla eléctrica  
Dibujos técnicos



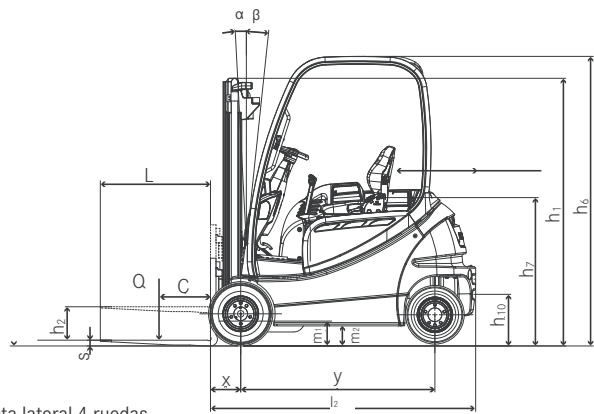
Vista lateral 3 ruedas



Vista superior 3 ruedas

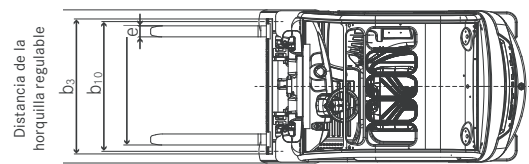


Vista superior 3 ruedas



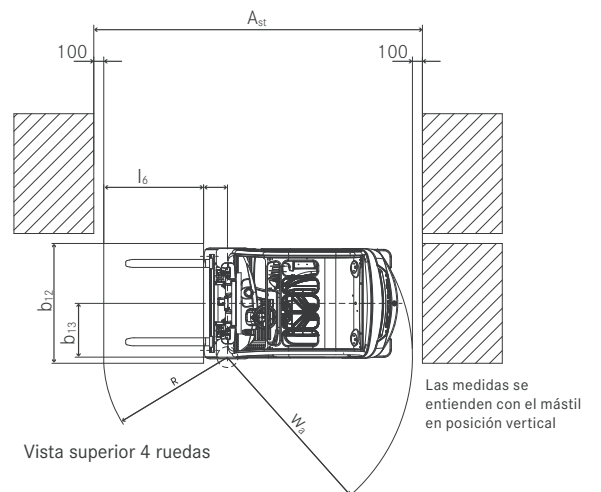
Vista lateral 4 ruedas

Asiento regulable  $\pm 90$



Distancia de la horquilla regulable

Vista superior 4 ruedas



Las medidas se entienden con el mástil en posición vertical

Vista superior 4 ruedas

—— Mástil - - - - - Desplazamiento lateral integrado

RX 20 Carretilla eléctrica  
Tabla de mástiles

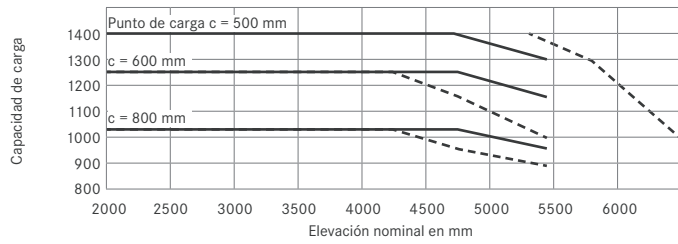


				Mástil telescópico		Mástil NiHo	Mástil triple	
RX 20-14/15/16	Elevación nominal	$h_3$	mm	2830-4230	4730-5430	2975-3975	4320-5220	5620-7870
	Altura de construcción	$h_1$	mm	1960-2660	2910-3260	1960-2460	1960-2260	2460-3210
	Elevación libre	$h_2/h_5$	mm	150	150	1362-1862	1362-1662	1862-2612
	Altura total desplegado	$h_4$	mm	3473-4873	5273-6073	3593-4593	4938-5838	6238-8488
	Inclinación hacia delante	$\alpha$	°	3		3	3	
	Inclinación hacia atrás	$\beta$	°	8		6	6	
	Enclavamiento de la horquilla centro-centro		mm	216 368 445 521	673 670			
	Anchura máxima	$b_1$	mm	1099	1188	1099	1099	1188
	Largo total	$l_2$	mm	1883		1883	1903	
	Distancia de la carga	$x$	mm	355		355	375	
	Anchura del pasillo	$A_{st}$	mm	(1000 x 1200) 3209 (1200 x 800) 3333			(1000 x 1200) 3228 (1200 x 800) 3353	
	Ruedas delante			18 x 7-8	200/50-10	18 x 7-8	18 x 7-8	200/50-10
	Ruedas detrás			15 x 4 1/2-8				
	Ancho de vías delante/detrás		mm	932/168	990/168	932/168	932/168	990/168
RX 20-14/15/16	Largo total	$l_2$	mm	2061		2061	2081	
	Anchura del pasillo	$A_{st}$	mm	(1000 x 1200) 3408 (1200 x 800) 3607			(1000 x 1200) 3428 (1200 x 800) 3627	
	Ruedas delante/detrás			18 x 7-8 / 16 x 6-8				
	Ancho de vías delante/detrás		mm	932/865	990/865	932/865	932/865	990/865
	Largo total	$l_2$	mm	1983		1983	2003	
	Distancia de la carga	$x$	mm	355		355	375	
RX 20-18	Elevación nominal	$h_3$	mm	2830-4230	4730-5430	2875-3875	4170-5070	5470-7720
	Altura de construcción	$h_1$	mm	1960-2660	2910-3260	1960-2460	1960-2260	2460-3210
	Elevación libre	$h_2/h_5$	mm	150	150	1312-1812	1312-1612	1812-2562
	Altura total desplegado	$h_4$	mm	3473-4873	5273-6073	3543-4543	4838-5738	6138-8388
	Inclinación hacia delante	$\alpha$	°	3		3	3	
	Inclinación hacia atrás	$\beta$	°	8		6	6	
	Anchura máxima	$b_1$	mm	1138	1188	1138	1138	1188
	Largo total	$l_2$	mm	1983		1983	2003	
	Distancia de la carga	$x$	mm	355		355	375	
	Anchura del pasillo	$A_{st}$	mm	(1000 x 1200) 3309 (1200 x 800) 3433			(1000 x 1200) 3327 (1200 x 800) 3452	
	Ruedas delante/detrás			200/50-10 / 16 x 6-8				
	Ancho de vías delante/detrás		mm	942/168	990/168	942/168	942/168	990/168
	Largo total	$l_2$	mm	2108		2108	2128	
	Anchura del pasillo	$A_{st}$	mm	(1000 x 1200) 3439 (1200 x 800) 3638			(1000 x 1200) 3459 (1200 x 800) 3658	
Ruedas delante/detrás			200/50-10 / 16 x 6-8					
Ancho de vías delante/detrás		mm	942/865	990/865	942/865	942/865	990/865	
RX 20-20	Elevación nominal	$h_3$	mm	2750-4150	4630-5330	2870-3870	4165-5065	5665-7915
	Altura de construcción	$h_1$	mm	1960-2660	2910-3260	1960-2460	1960-2260	2460-3210
	Elevación libre	$h_2/h_5$	mm	150	150	1405-1905	1405-1705	1905-2655
	Altura total desplegado	$h_4$	mm	3325-4725	5225-5925	3445-4445	4755-5655	6255-8505
	Inclinación hacia delante	$\alpha$	°	3		3	3	
	Inclinación hacia atrás	$\beta$	°	8		6	6	
	Anchura máxima	$b_1$	mm	1138	1188	1138	1138	1188
	Largo total	$l_2$	mm	2092		2092	2114	
	Distancia de la carga	$x$	mm	365		365	387	
	Anchura del pasillo	$A_{st}$	mm	(1000 x 1200) 3418 (1200 x 800) 3542			(1000 x 1200) 3438 (1200 x 800) 3563	
	Ruedas delante/detrás			200/50-10 / 16 x 6-8				
	Ancho de vías delante/detrás		mm	942/168	990/168	942/168	942/168	990/168
	Largo total	$l_2$	mm	2130		2130	2152	
	Anchura del pasillo	$A_{st}$	mm	(1000 x 1200) 3473 (1200 x 800) 3672			(1000 x 1200) 3495 (1200 x 800) 3694	
Ruedas delante/detrás			200/50-10 / 16 x 6-8					
Ancho de vías delante/detrás		mm	942/865	990/865	942/865	942/865	990/865	
Largo total	$l_2$	mm	2118		2118	2140		
Anchura del pasillo	$A_{st}$	mm	(1000 x 1200) 3449 (1200 x 800) 3648			(1000 x 1200) 3471 (1200 x 800) 3670		
Ruedas delante/detrás			200/50-10 / 16 x 6-8					
Ancho de vías delante/detrás		mm	942/865	990/865	942/865	942/865	990/865	

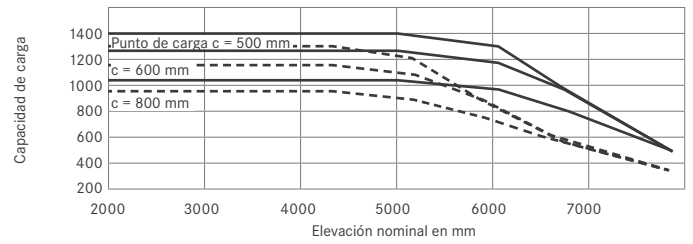
# RX 20 Carretilla eléctrica

## Capacidades de carga básicas

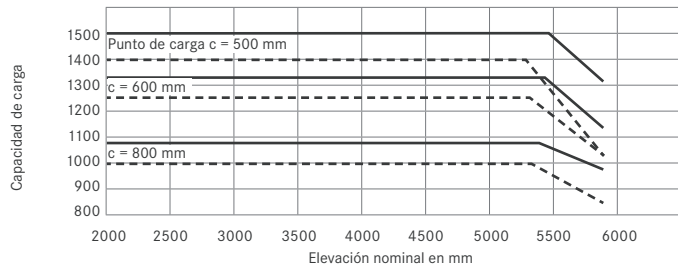
Capacidades de carga RX 20-14 mástil telescópico/NiHo



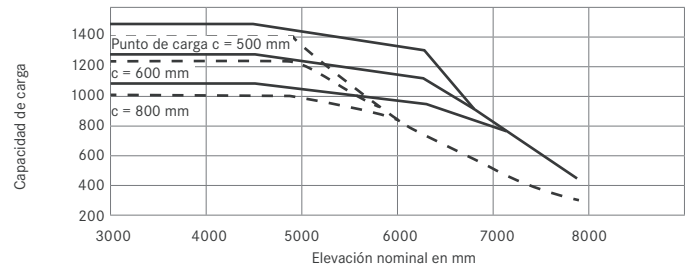
Capacidades de carga RX 20-14 mástil triple



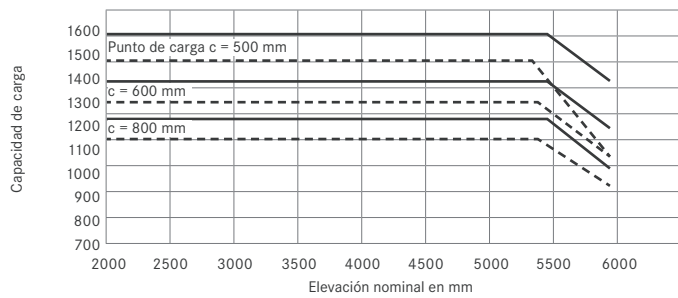
Capacidades de carga RX 20-15 mástil telescópico/NiHo



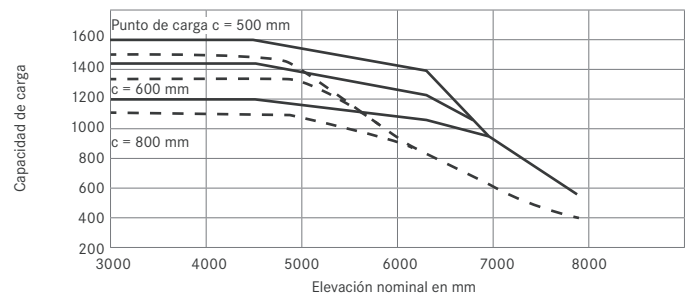
Capacidades de carga RX 20-15 mástil triple



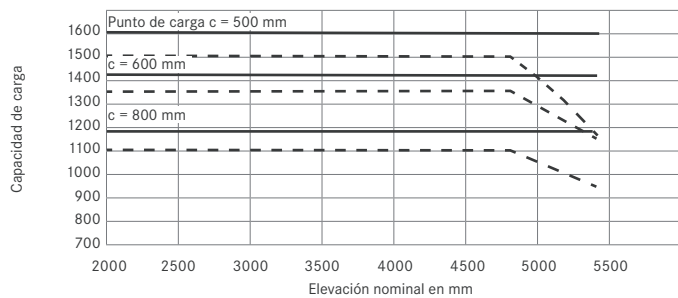
Capacidades de carga RX 20-16 mástil telescópico/NiHo



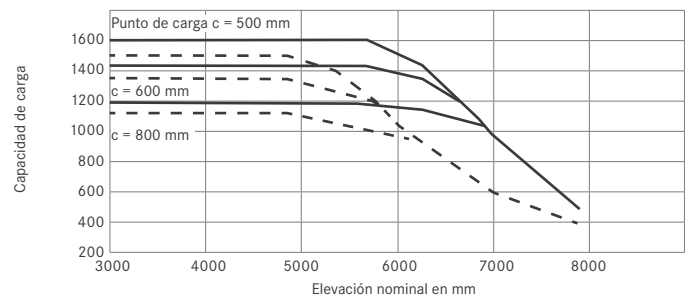
Capacidades de carga RX 20-16 mástil triple



Capacidades de carga RX 20-16P mástil telescópico/NiHo



Capacidades de carga RX 20-16P mástil triple



———— Mástil    - - - - - Desplazador lateral integrado

Rampas: recorrido máximo que se puede realizar en 60 minutos.

Ejemplo: con una carga de 1600 kg y una rampa del 16,7%, un modelo RX 20-16 puede realizar un recorrido de 247 m 10 veces por hora.

	RX 20-16	RX 20-16 P	RX 20-18 P/h	RX 20-20 P/h
4,7%	20000	20000	20000	20000
10,5%	10783	10530	9222	8811
20,1%	4855	4792	3354	3026
25,5%	2766	2754	1895	1666
6,0%	10445	10400	9547	8933
13,0%	4559	4523	3255	2709
16,7%	2470	2456	1825	1504
21,2%	1477	1476	1010	292

(calzada seca de hormigón natural = coeficiente de fricción 0,8)

(Batería: de serie según las indicaciones en la hoja de datos)

RX 20 Carretilla eléctrica  
Fotos detalladas



Información para el operador disponible de manera centralizada (p.ej., indicación del consumo energético)



Joystick 4Plus con reposabrazos para el trabajo relajado con equipos auxiliares



Iluminación LED opcional



Puesto de trabajo del operador agradable y de alta calidad



Amplio equipamiento fabricado a medida

## RX 20 Carretilla eléctrica



Cabina del conductor para el uso en el exterior



Acceso lateral rápido a la batería



## RX 20 Carretilla eléctrica

### Uso sin interrupciones

---

Máxima disponibilidad: cambio de la batería lateral

Programa de ahorro de energía Blue-Q

Indicación de la autonomía restante con la carga actual de la batería



La carretilla elevadora más vendida de la familia RX, con más de 50,000 unidades producidas, es ahora mejor que nunca: después de una extensa revisión, esta carretilla eléctrica inteligente marca nuevas pautas en la rotación de mercancías con un peso de entre 1,4 y 2 toneladas.

En lo que respecta al consumo energético: nunca ha sido tan fácil controlarlo, ya que un display indica cuántas horas le quedan al vehículo en el programa de funcionamiento actual. El modelo RX 20

es una solución universal para el transporte rápido de mercancías, también en recorridos largos, por lo cual es idóneo para el uso combinado en el interior y el exterior. Así, el RX 20 es el vehículo ideal para una gran variedad de lugares de uso: desde almacenes de bebida, fruta y verdura en la industria alimentaria, establecimientos de artes gráficas y la entrada y salida de mercancías en empresas de transporte hasta el uso en régimen de varios turnos en la industria del automóvil, p. ej. como vehículo de abastecimiento en cadenas de producción.

## Equipamiento amplio

---

### Potencia

---

- Eleva hasta 2 toneladas con un centro de gravedad de la carga de 500 mm
- Alta potencia: accionamiento por corriente trifásica exento de mantenimiento en tecnología de 48 V
- Rotación de mercancías efectiva: velocidad de traslación hasta 20 km/h
- Suficiente energía para el uso en régimen de varios turnos: batería de alta capacidad y cambio de batería desde el lateral
- Dosificación óptima de la potencia: indicación de la autonomía restante de la carretilla elevadora con el estado de carga actual de la batería

### Precisión

---

- Los programas de conducción permiten elegir entre el máximo rendimiento de rotación o la máxima eficiencia
- Adaptable a todas las aplicaciones: velocidad, aceleración y comportamiento de frenado ajustables individualmente
- Manejo sensible y control sin escalonamiento de la velocidad de elevación: tecnología de válvulas proporcionales sumamente moderna y control intuitivo con pedal único
- Manejo preciso de la carga: la columna de dirección y el asiento del conductor desplazados lateralmente ofrecen una visión óptima de las cargas

### Ergonomía

---

- Cabina del conductor espaciosa y cómoda con posibilidad de equipamiento personalizado y numerosas bandejas portaobjetos

- Aún más confort: el asiento del conductor Premium, disponible como opción, ofrece la máxima ergonomía en la postura sentada
- Bienvenido a casa: concepto de mando uniforme y fácilmente accesible en toda la serie RX
- Comodidad: subida y bajada cómoda y segura
- Opciones de mando seleccionables individualmente: palanca múltiple, minipalanca, fingertip o joystick 4Plus

### Dimensiones compactas

---

- Ideal para espacios restringidos: las medidas exteriores compactas del vehículo y su increíble facilidad de maniobra permiten trabajar en los pasillos más estrechos
- El bastidor estrecho del vehículo posibilita el apilado eficiente en bloques

### Seguridad

---

- Vista panorámica perfecta: amplias ventanas en todos los lados, incluso en el tejadillo protector
- Máxima estabilidad gracias al centro de gravedad bajo del vehículo
- Excelente estabilidad en trayectos con curvas

### Responsabilidad medioambiental

---

- Gastos de explotación reducidos: bajo consumo energético y largos intervalos de mantenimiento (1000 horas de servicio)
- Propulsión sin emisiones
- Pulsando simplemente un botón, el modo de eficiencia Blue-Q ahorra hasta un 20% de energía sin mermas del rendimiento
- Más del 95% de los materiales utilizados son reciclables



## RX 20 Carretilla eléctrica

### Variantes de equipamiento

	RX 20-14/-15/-16/-18/-20	RX 20-16P/-20P	RX 20-18P/h/-20P/h
Puesto del conductor	Gastos de explotación reducidos gracias al bajo consumo energético en todos los ciclos de trabajo y los intervalos de trabajo largos	●	●
	Control por doble pedal	○	○
	Cabina de protección contra la intemperie, con toldo o integral	○	○
	Tejadillo protector Drive-in con cubierta de Makrolon	○	○
	Cabina del conductor para la carga de contenedores (altura aprox. 2154 mm)	○	○
	Parabrisas tintado, luna trasera y techo parasol de vidrio compuesto de seguridad tintado de color verde o de Makrolon, limpia parabrisas	○	○
	Bandejas porta objetos integradas y porta bebidas	●	●
	Unidad de visualización y manejo con display y teclas de función, protegida contra salpicaduras	●	●
	Soporte para escribir con carpeta sujeta papeles (extraíble para llevar)	○	○
	Grammer MSG 65 con revestimiento de cuero sintético	●	●
	Revestimiento textil, suspensión neumática, revestimiento de cuero sintético, apoyo lumbar, prolongación regulable del respaldo, calefacción de asiento	○	○
	Asiento orientable con posibilidad de giro de 20 grados hacia la derecha	○	○
	Asidero en el tejadillo protector	●	●
	Placa amortiguadora horizontal para el asiento del conductor, para reducir al mínimo las vibraciones en el cuerpo humano	○	○
	Bolsillo para documentos en el respaldo del asiento	○	○
	Tejadillo interior con iluminación interior	○	○
	Radio/reproductor de MP3 con conexión USB	○	○
	Visera parasol y persiana	○	○
	Calefacción eléctrica de 1500 W incl. tobera de deshielo	○	○
	Ventana en el tejadillo inclinable para agilizar la renovación del aire en la cabina	○	○
Versión para cámaras frigoríficas, display y aceite hidráulico aptos para el uso hasta -30 grados	○	○	
Mástil	Mástil con buena visibilidad en versión telescópica, NiHo o triple	○	○
	Rejilla protectora para la carga	○	○
	Posición vertical del mástil	○	○
	Acumulador hidráulico en el circuito de elevación para la amortiguación de asientos de presión en el sistema hidráulico	○	○
	Protección de los cilindros de inclinación contra polvo y humedad por medio de fuelles	○	○
	Desconexión de la elevación mediante pulsador	○	○
Neumáticos	Protección contra el desgaste de la horquilla	○	○
	Ruedas simples, súper elásticas, sistema SIT	●	●
Sistema hidráulico	Ruedas simples, color natura, súper elásticas, Sistema SIT	○	○
	Bomba hidráulica silenciosa	●	●
	Tecnología de válvulas proporcionales para movimientos especialmente sensibles	●	●
	Posibilidades de parametrización de las funciones hidráulicas	○	○
	Manejo con palanca múltiple	●	●
	Minipalanca con reposabrazos, 2, 3 o 4 palancas, fingertip o joystick	○	○
	5 programas de conducción	●	●
	Modo de ahorro de energía Blue-Q	●	●
	Indicación del consumo energético y del tiempo de funcionamiento restante con el estado de carga actual de la batería	●	●
	Motores exentos de mantenimiento para traslación, dirección y elevación, Componentes encapsulados para la protección contra el polvo y la humedad	●	●
Freno	Contador de horas de funcionamiento únicamente con el motor de traslación y de elevación en marcha	●	●
	Freno de láminas en baño de aceite, exento de desgaste	●	●
	Recuperación de energía durante el frenado	●	●
	Freno de estacionamiento mecánico	●	●
Seguridad	Freno de estacionamiento electromecánico	○	○
	Centro de gravedad bajo del vehículo y eje de dirección con cojinete oscilante elevado para la máxima estabilidad	●	●
	Rejilla protectora en el tejadillo	○	○
	Sistema de retención EasyBelt para la colocación y la retirada rápida del cinturón de seguridad	○	○
	Sistema de retención Sauerermann tipo HRS-E / ERS o sistema de retención IWS con puerta con estribo a la izquierda	○	○
	Faro de trabajo y luces en versión LED	○	○
	Limitación de velocidad ajustable según los deseos del conductor	●	●
	Dispositivo de advertencia STILL Safety Light, punto luminoso azul	○	○
	Sistema de asistencia (ATC - Assistance Truck Control): salida/estacionamiento seguros, control del cinturón en el asiento	○	○
	Sistema de asistencia (ATC - Assistance Truck Control): limitación de velocidad en función del ángulo de dirección	○	○
	Sistema de asistencia (ATC - Assistance Truck Control): reducción de la velocidad con el mástil elevado	○	○
	Medición de la carga con una precisión de ±2%	○	○
	Retrovisor panorámico	○	○
	Miniconsola para la conmutación del sentido de marcha con la mano derecha e izquierda	○	○
	FleetManager: autorización de acceso, detección de impactos informes	○	○

● Estándar ○ Opcional — No disponible



**STILL, S.A.**

Pol. Ind. Gran Vía Sud

c/Primer de Maig, 38-48

E-08908 L'HOSPITALET LL.

Teléfono: +34/933 946 000

Fax: +34/933 946 019

info@still.es

**Para más información véase:**

**www.still.es**

Se certifica a STILL en las siguientes áreas: Gestión de la calidad, seguridad ocupacional, protección medioambiental y utilización de la energía.



first in intralogistics

## EXU Datos Técnicos Transpaleta eléctrica

---

[EXU 16](#)

[EXU 16 Li-Ion](#)

[EXU 18](#)

[EXU 18 Li-Ion](#)

[EXU 20](#)

[EXU 20 Li-Ion](#)

[EXU 22](#)

[EXU-H 18](#)

[EXU-H 20](#)





				STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL		
Marcas distintivas	1.1	Fabricante			STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL	STILL		
	1.2	Denominación de tipo del fabricante			<b>EXU 16</b>	<b>EXU 16 Li-Ion</b>	<b>EXU 18</b>	<b>EXU 18 Li-Ion</b>	<b>EXU 20</b>	<b>EXU 20 Li-Ion</b>	<b>EXU 22</b>	<b>EXU-H 18</b>	<b>EXU-H 20</b>	
	1.3	Accionamiento			Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	
	1.4	Tipo de operario			Acompañante	Acompañante	Acompañante	Acompañante	Acompañante	Acompañante	Acompañante	Acompañante	Acompañante	
	1.5	Capacidad nominal/carga nominal	Q	kg	1600	1600	1800	1800	2000	2000	2200	800/1800	800/2000	
	1.6	Centro de gravedad de la carga	c	mm	600	600	600	600	600	600	600	600	600	
	1.8	Distancia de carga, centro del eje motriz a la horquilla	bajada/subida	x	mm	963/883 <sup>1</sup>	963/883 <sup>1</sup>	963/883 <sup>1</sup>	963/883 <sup>1</sup>	963/883 <sup>1</sup>	963/883 <sup>1</sup>	950/890 <sup>1</sup>	950/890 <sup>1</sup>	
	1.9	Distancia entre ejes	bajada/subida	y	mm	1304/1228 <sup>1</sup>	1304/1228 <sup>1</sup>	1304/1228 <sup>1</sup>	1381/1301 <sup>1</sup>	1381/1301 <sup>1</sup>	1381/1301 <sup>1</sup>	1449/1370 <sup>1</sup>	1404/1338 <sup>1</sup>	1404/1338 <sup>1</sup>
	Pesos	2.1	Peso en servicio, batería incluida		kg	430	357/372	430	357/372	495	385/426	606	558	603
2.2		Carga por eje con carga	lado de conducción/lado de carga	kg	680/1350	680/1350	746/1542	746/1542	789/1699	789/1699	908/1833	822/1539	937/1664	
2.3		Carga de eje en vacío	lado de conducción/lado de carga	kg	384/104	384/104	384/104	384/104	384/104	384/104	384/104	411/145	458/145	
Ruedas/chasis	3.1	Ruedas			Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	
	3.2	Tamaño de ruedas	lado de conducción	mm	∅ 230 x 75	∅ 230 x 75	∅ 230 x 75	∅ 230 x 75	∅ 230 x 75	∅ 230 x 75	∅ 230 x 75	∅ 230 x 75	∅ 230 x 75	
	3.3	Tamaño de ruedas	lado de carga	mm	∅ 85 x 105	∅ 85 x 110	∅ 85 x 100	∅ 85 x 100	∅ 85 x 100	∅ 85 x 100	∅ 85 x 100	2x ∅ 85 x 65 (sencillo: ∅ 85 x 90)	2x ∅ 85 x 65 (sencillo: ∅ 85 x 90)	
	3.4	Tamaño rodillo de apoyo		mm	∅ 125 x 40	∅ 125 x 40	∅ 125 x 40	∅ 125 x 40	∅ 125 x 40	∅ 125 x 40	∅ 125 x 40	2x ∅ 125 x 40	2x ∅ 125 x 40	
	3.5	Número de ruedas (x = tracción)	lado de conducción/lado de carga			1x + 2/2	1x + 2/2	1x + 2/4	1x + 2/4	1x + 2/4	1x + 2/4	1x + 2/4	1x + 2/4	
	3.6	Ancho de vías	lado de conducción	b <sub>10</sub>	mm	482	482	482	482	482	482	482	482	
	3.7	Ancho de vías	lado de carga	b <sub>11</sub>	mm	395	395	395	395	395	395	380 (340)	380 (340)	
Dimensiones	4.4	Elevación		h <sub>3</sub>	mm	130	130	130	130	130	130	675	675	
	4.9	Altura timón en posición de conducción	mín./máx.	h <sub>14</sub>	mm	740/1250	740/1250	740/1250	740/1250	740/1250	740/1250	720/1240	720/1240	
	4.15	Altura de horquilla, en reposo		h <sub>13</sub>	mm	85	85	85	85	85	85	85	85	
	4.19	Longitud total		l <sub>1</sub>	mm	1660	1650	1660	1650	1730	1730	1820	1807	1882
	4.20	Longitud hasta frontal de horquillas		l <sub>2</sub>	mm	510	510	510	510	580	580	670	617	692
	4.21	Anchura total		b <sub>1</sub> /b <sub>2</sub>	mm	720	720	720	720	720	720	720	720	720
	4.22	Dimensiones de horquillas	DIN ISO 2331	s/e/l	mm	55/165/1150	55/165/1150	55/165/1150	55/165/1150	55/165/1150	55/165/1150	55/165/1150	180/50/1190	180/50/1190
	4.25	Anchura exterior de horquillas		b <sub>5</sub>	mm	520/560/680	520/560/680	520/560/680	520/560/680	520/560/680	520/560/680	560 (520)	560 (520)	
	4.32	Altura libre al suelo, centro de la distancia entre ejes		m <sub>2</sub>	mm	36/166	36/166	36/166	36/166	36/166	36/166	20/145	20/145	
	4.34.1	Ancho de pasillo para palés 1000 x 1200 transversalmente		A <sub>st</sub>	mm	1947/1962 <sup>1</sup>	1947/1962 <sup>1</sup>	1947/1962 <sup>1</sup>	1947/1962 <sup>1</sup>	1997/2017 <sup>1</sup>	1997/2017 <sup>1</sup>	2060/2055 <sup>1</sup>	2045	2120
	4.34.2	Ancho de pasillo para palés 800 x 1200 longitudinalmente		A <sub>st</sub>	mm	1997/2012 <sup>1</sup>	1997/2012 <sup>1</sup>	1997/2012 <sup>1</sup>	1997/2012 <sup>1</sup>	2047/2067 <sup>1</sup>	2047/2067 <sup>1</sup>	2110/2105 <sup>1</sup>	2095	2170
4.35	Radio de giro		W <sub>a</sub>	mm	1560/1495 <sup>1</sup>	1560/1495 <sup>1</sup>	1560/1495 <sup>1</sup>	1560/1495 <sup>1</sup>	1610/1550 <sup>1</sup>	1610/1550 <sup>1</sup>	1670/1585 <sup>1</sup>	1645/1585 <sup>1</sup>	1720/1660 <sup>1</sup>	
Datos de prestaciones	5.1	Velocidad de traslación	con/sin carga	km/h	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	
	5.2	Velocidad de elevación	con/sin carga	m/s	0,040/0,060	0,040/0,060	0,040/0,060	0,040/0,060	0,040/0,060	0,040/0,060	0,034/0,043	0,115/0,184	0,115/0,184	
	5.3	Velocidad de descenso	con/sin carga	m/s	0,071/0,065	0,071/0,065	0,071/0,065	0,071/0,065	0,071/0,065	0,071/0,065	0,070/0,063	0,326/0,130	0,326/0,130	
	5.8	Rampa superable máx. kB 5	con/sin carga	%	14/24	14/24	13/24	13/24	11/24	11/24	10/24	12/24	10/24	
	5.9	Tiempo de aceleración sobre 10 m	con/sin carga	s	7,58/6,50	7,58/6,50	7,65/6,50	7,65/6,50	8,04/6,50	8,04/6,50	8,04/6,50	8,45/7,10	8,45/7,10	
	5.10	Freno de servicio				Electromagnético	Electromagnético	Electromagnético	Electromagnético	Electromagnético	Electromagnético	Electromagnético	Electromagnético	
Motor eléctrico	6.1	Régimen del motor de traslación S2 60 min		kW	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	6.2	Régimen del motor de elevación a S3 15 %		kW	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,2	1,2	
	6.3	Batería conforme a DIN 43531/35/36 A, B, C, no				Estándar británico	Estándar británico	Estándar británico	Estándar británico	2PzS	2PzS	3PzS	Estándar británico	2PzS
	6.4	Tensión/capacidad nominal de batería K <sub>s</sub>		V/Ah	24/150	23/83 - 23/166	24/150	23/83 - 23/166	24/250	23/205 - 23/410	24/375	24/150	24/250	
	6.5	Peso de batería ±5% (depende del fabricante)		kg	141	56 - 71	141	56 - 71	213	110 - 141	301	144	191	
	6.6	Consumo de energía conforme al ciclo VDI		kWh/h	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	
Varios	8.1	Control de accionamiento			Control de CA	Control de CA	Control de CA	Control de CA	Control de CA	Control de CA	Control de CA	Control de CA	Control de CA	
	8.4	Nivel de presión acústica en el asiento del conductor		dB (A)	68,7	68,7	68,7	68,7	68,7	68,7	68,7	62,0	62,0	

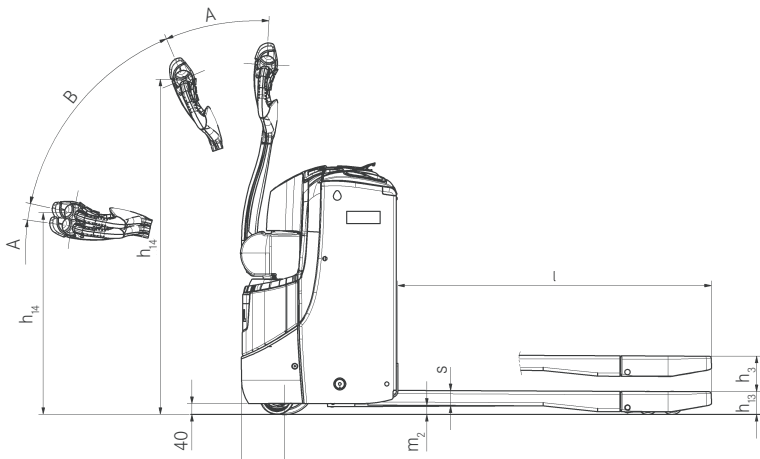
<sup>1</sup> Elevación inicial descendida/Elevación inicial subida

### Plataforma de pie opcional (acompañante/montado)

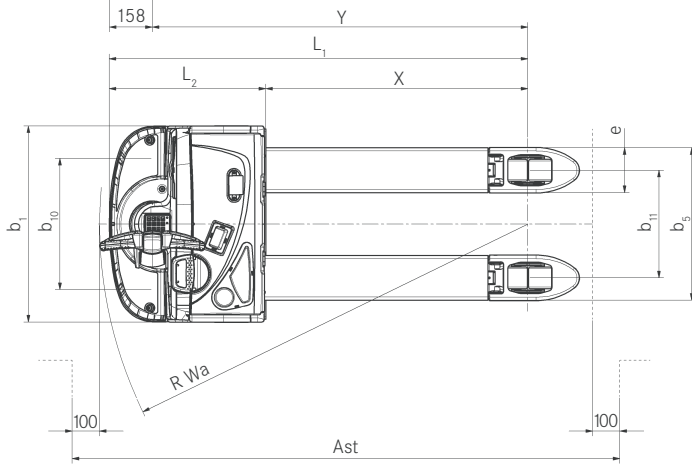
				EXU 20 S	EXU 22 S
1.2	Denominación de tipo del fabricante			EXU 20 S	EXU 22 S
1.4	Tipo de operario			De pie	De pie
2.1	Peso en servicio, batería incluida		kg	610	659
2.2	Carga por eje con carga	lado de conducción/lado de carga	kg	896/1689	934/1851
2.3	Carga de eje en vacío	lado de conducción/lado de carga	kg	384/104	384/104
4.9	Altura de timón en posición de conducción	mín./máx.	h <sub>14</sub>	mm	740/1250
4.19	Longitud total	acompañante/montado	l <sub>1</sub>	mm	1890/2270 <sup>1</sup>
4.20	Longitud hasta frontal de horquillas	acompañante/montado	l <sub>2</sub>	mm	740/1140 <sup>1</sup>
4.34.1	Ancho de pasillo para palés 1000 x 1200 transversalmente	acompañante/montado	A <sub>st</sub>	mm	1987/2162 <sup>1</sup>
4.34.2	Ancho de pasillo para palés 800 x 1200 longitudinalmente	acompañante/montado	A <sub>st</sub>	mm	2037/2212 <sup>1</sup>
4.35	Radio de giro/elevación inicial descendida	acompañante/montado	W <sub>a</sub>	mm	1600/1775 <sup>1</sup>
	Radio de giro/elevación inicial levantada	acompañante/montado	W <sub>a</sub>	mm	1520/1695 <sup>1</sup>
5.1	Velocidad de traslación	con/sin carga	km/h	6/6	6/6

<sup>1</sup> Elevación inicial descendida/Elevación inicial subida

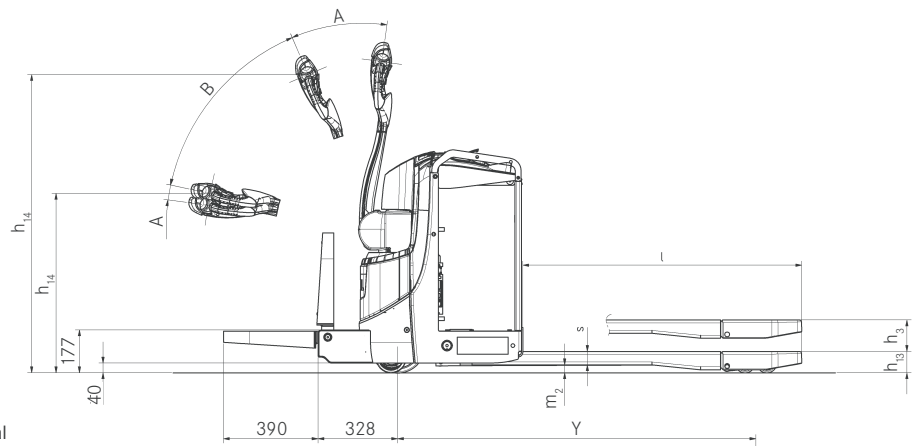
EXU Transpaleta eléctrica  
 Dibujos técnicos



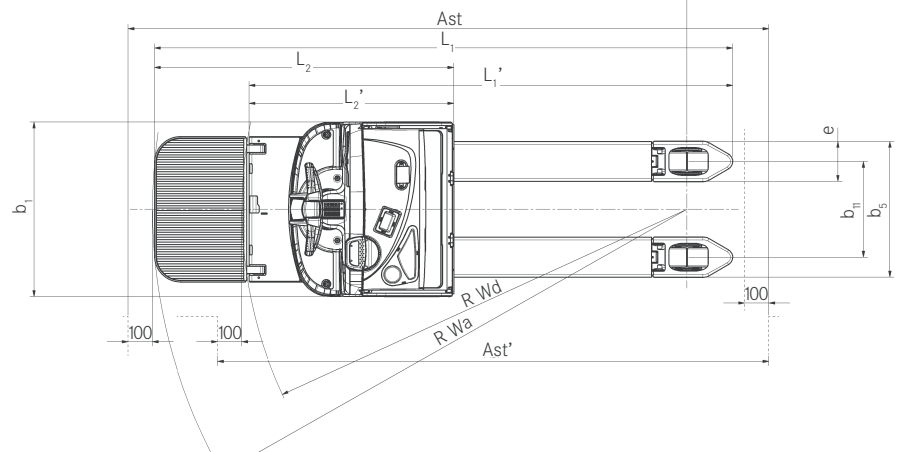
Vista lateral



Vista superior



Vista lateral EXU con plataforma abatible opcional



Vista superior EXU con plataforma abatible opcional

## EXU Transpaleta eléctrica Carretilla polivalente para aplicaciones exigentes

---

### EXU

---

¿Busca una potente transpaleta para transportar cargas con un peso de hasta 2,200 a cortas distancias? ¿Un asistente de almacén que pueda maniobrar con precisión y seguridad incluso en espacios angostos? ¿Entonces, debería echar un vistazo a la EXU! Gracias a su tamaño compacto está perfectamente indicada para lugares de espacio limitado, desde pasillos de almacén estrechos hasta la carga y descarga de camiones y el trabajo en pasillos de supermercados. Inteligente: el exclusivo timón OPTISPEED adapta automáticamente la velocidad de la carretilla al ángulo del timón, garantizando así un transporte seguro y rápido de los productos. A su vez, con los programas de marcha ECO y BOOST, puede elegir entre potencia máxima y eficiencia óptima con tan sólo pulsar un botón. ¿Quiere, además de transportar productos, proteger la salud de sus empleados en la preparación de pedidos? El modelo EXU-H tiene una impresionante altura de trabajo ajustable de forma variable hasta 760 mm que garantiza una posición corporal ergonómicamente óptima para todos los operarios. La función opcional de elevación automática ofrece aún más comodidad: un sensor detecta el borde superior de los productos cargados y adapta automáticamente la altura de trabajo. Si se añade o se retira otra capa de productos, las horquillas suben o bajan ellas solas una fracción.

### EXU Li-Ion

---

La EXU Li-Ion es una poderosa carretilla eficiente y compacta que garantiza una disponibilidad óptima. Además de permitir una carga intermedia de la batería, el proceso de carga en sí mismo es mucho más rápido que el de las baterías de carga convencionales: la batería de iones de Litio se puede cargar al 60% en tan solo 40 minutos. Pero estas no son todas las ventajas de esta moderna tecnología de accionamiento: con hasta 2.500 ciclos de carga, la batería de iones de Litio dura unas dos veces más que una batería de Plomo y también se puede utilizar en un almacén frigorífico. Esta tecnología innovadora también marca nuevos estándares en cuanto a la seguridad. Cada célula de la batería se controla en tiempo real. Gracias al extremadamente preciso indicador de carga, la potencia también puede utilizarse de modo totalmente eficiente. Dado que las baterías de iones de Litio concentran una gran cantidad de energía en un espacio reducido, la EXU Li-Ion es también la máquina más compacta en la gama de productos EXU. En pocas palabras, es la transpaleta ideal para amplios periodos de funcionamiento en la industria, el mercado minorista y la logística.

## Equipamiento amplio

---

### Potencia

---

- Elevada capacidad de manipulación: motor de traslación potente, fiable y que apenas requiere mantenimiento
- Incremento del rendimiento: se puede activar el modo BOOST para tareas especialmente exigentes
- Extremadamente compacta y disponible: la batería de iones de Litio concentra una gran cantidad de energía en un espacio reducido y permite una carga intermedia rápida y sencilla

### Precisión

---

- Dirección muy precisa y suave
- Funcionamiento preciso: aceleración suave y sensible

### Ergonomía

---

- Funcionamiento eficiente e intuitivo: los procesos de conducción, elevación y dirección pueden controlarse de manera simultánea con una sola mano sin tener que cambiar de asidero
- Tangiblemente mejor: los elementos de control se pueden diferenciar fácilmente por sus características táctiles
- Manos libres: compartimentos prácticos de almacenamiento y un pupitre con sujeta papeles integrado

### Dimensiones compactas

---

- Compacta y móvil: trabaja con rapidez incluso en espacios angostos y pasillos estrechos
- No puede ser más compacta: la versión de iones de litio ofrece las dimensiones más compactas

### Seguridad

---

- Protección máxima del conductor: pulsador de contramarcha sensible en la posición óptima
- Seguridad en espacios angostos: la forma curvada del timón protege al conductor de ser atrapado en la parte delantera
- Se evita la rodadura accidental: función de parada automática incluso en rampas
- OPTISPEED 3.0: la velocidad de traslación se adapta automáticamente al ángulo del timón
- Seguridad integral: protección completa para las manos integrada en el timón

### Responsabilidad medioambiental

---

- Muy pocas emisiones de ruidos
- Programa de conducción ECO: eficiencia energética máxima con tan solo pulsar un botón
- El 95% de los materiales utilizados son reciclables

# EXU Transpaleta eléctrica

## Carretilla polivalente para aplicaciones exigentes

OPTISPEED 3.0: la velocidad se adapta al ángulo del timón

Motor potente, fiable y de bajo mantenimiento

Batería de iones de litio: es extraordinariamente compacta y ofrece una excelente disponibilidad



### Variantes de equipamiento

	EXU 16	EXU 18	EXU 20	EXU 22	EXU-H 18	EXU-H 20	EXU Li-Ion	
Generalidades	Versión con ruido minimizado: con certificación PIEK	○	○	—	—	○	○	
	2 programas de conducción: ECO y BOOST	●	●	●	●	●	●	
	Timón de agarre sencillo para operarios diestros y zurdos	●	●	●	●	●	●	
	Accionamiento de CA que apenas requiere mantenimiento	●	●	●	●	●	●	
	Plataforma abatible	—	—	○	○	—	○	
	Diferentes longitudes de horquilla	○	○	○	○	○	○	
	Versión frigorífica	○	○	○	○	○	○	
	Pupitre ajustable de tamaño DIN A4	○	○	○	○	○	○	
	Ruedas motrices, poliuretano, 230 x 75 mm	●	●	●	●	●	●	
	Ruedas motrices, poliuretano, 230 x 75 mm, perfiladas	○	○	○	○	○	○	
Ruedas	Ruedas motrices, poliuretano blando, 72 Shore, 230 x 75 mm	○	○	○	○	○	○	
	Ruedas motrices, poliuretano blando, 72 Shore, 230 x 75 mm, color natural	○	○	○	○	○	○	
	Ruedas motrices, poliuretano blando, 72 Shore, 230 x 75 mm, color natural, perfilados	○	○	○	○	○	○	
	Ruedas motrices, poliuretano blando, 72 Shore, 230 x 75 mm, perfilados	○	○	○	○	○	○	
	Rodillos de carga, poliuretano, sencillos, 85 x 110 mm	●	○	○	○	—	—	●
	Rodillos de carga, poliuretano, tándem, 85 x 85 mm	●	●	●	●	—	—	○
	Rodillos de carga, poliuretano, sencillos, 85 x 110 mm, ejes y enganche de elevación lubricados	○	○	○	○	—	—	○
	Rodillos de carga, poliuretano, tándem, 85 x 85 mm, ejes y enganche de elevación lubricados	○	○	○	○	—	—	○
	OPTISPEED: controla la velocidad según el ángulo del timón	●	●	●	●	●	●	●
	FleetManager: Autorización de acceso	○	○	○	○	○	○	○
Seguridad	FleetManager: Detección de impactos	○	○	○	○	○	○	
	FleetManager: Informes	○	○	○	○	○	○	
	Acceso por código PIN	○	○	○	○	○	○	
	Soporte de accesorios en el lado de carga	○	○	○	○	○	○	
	Red de protección	○	○	○	○	○	○	
	Cambio de batería mediante grúa	●	●	●	●	●	●	—
Sistema de batería	Compartimento de batería para baterías de plomo-ácido de 134 Ah a 150 Ah	●	●	—	—	●	—	
	Compartimento de batería para baterías de plomo-ácido de 200 Ah a 250 Ah	○	○	●	—	—	—	
	Compartimento de batería para baterías de plomo-ácido de 300 Ah a 375 Ah	—	—	—	●	—	—	
	Compartimento de batería para baterías de plomo-ácido de 200 Ah a 250 Ah, para cambio de batería lateral	—	○	○	—	—	○	
	Compartimento de batería para baterías de plomo-ácido de 300 Ah a 375 Ah, para cambio de batería lateral	—	—	—	○	—	—	
	Cargador incorporado para baterías de gel	○	○	○	○	○	○	—
	Cargador incorporado para baterías húmedas	○	○	○	○	○	○	—
	Batería STILL de 83 Ah de iones de Litio para la EXU 16+18 Li-Ion	—	—	—	—	—	—	●
	Batería STILL de 166 Ah de iones de Litio para la EXU 16+18 Li-Ion	—	—	—	—	—	—	○
	Batería STILL de 205 Ah de iones de Litio para la EXU 20 Li-Ion	—	—	—	—	—	—	●
Batería STILL de 410 Ah de iones de Litio para la EXU 20 Li-Ion	—	—	—	—	—	—	○	
Cargador de iones de litio externo, carga completa en 90 minutos	—	—	—	—	—	—	●	

● Estándar ○ Opcional — No disponible



**STILL, S.A.**

Pol. Ind. Gran Vía Sud

c/Primer de Maig, 38-48

E-08908 L'HOSPITALET LL.

Teléfono: +34/933 946 000

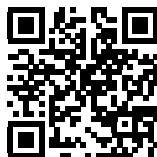
Fax: +34/933 946 019

info@still.es

**Para más información véase:**

**www.still.es**

Se certifica a STILL en las siguientes áreas: Gestión de la calidad, seguridad ocupacional, protección medioambiental y utilización de la energía.



first in intralogistics





---

## ***DOCUMENTO 3. PLANOS***

---

# ***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR DE BARROS DE ESMALTES***

**Trabajo Fin de Grado**

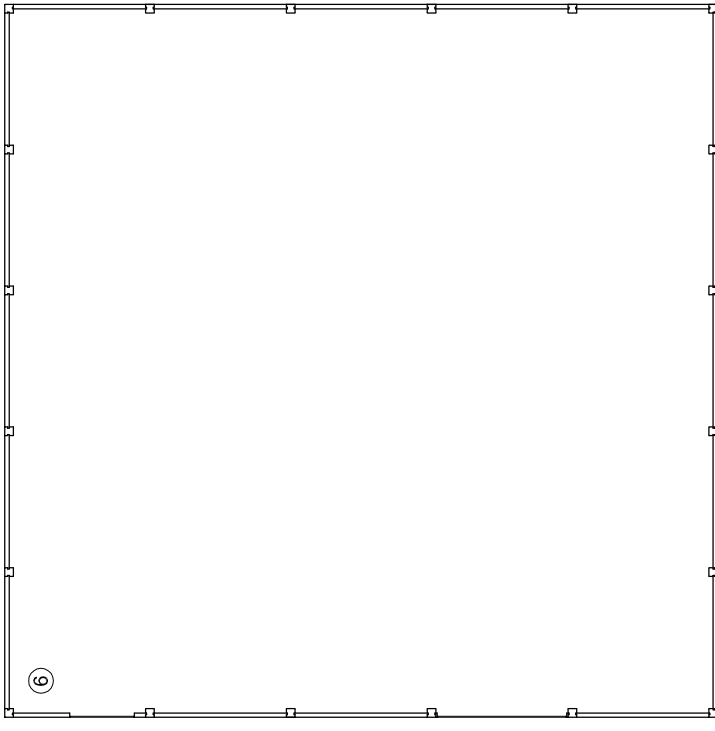
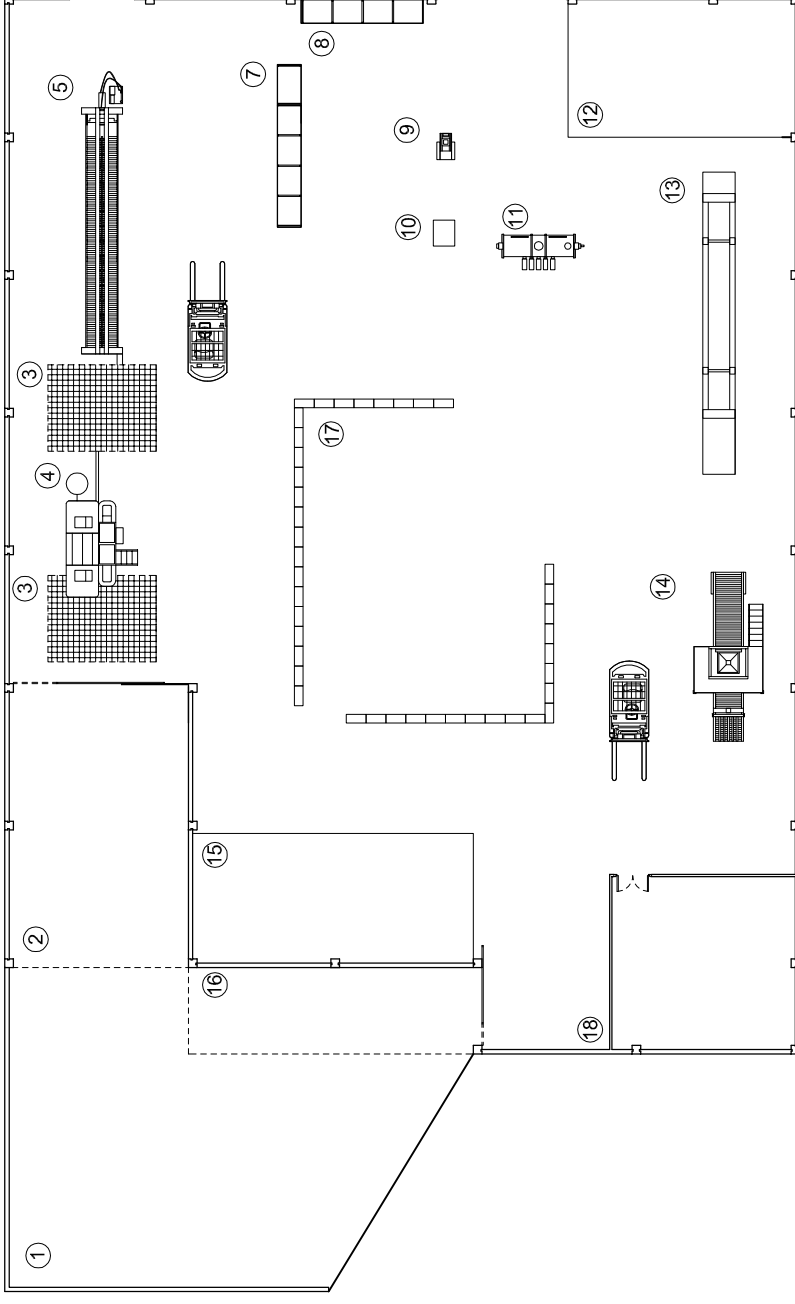
Autor

Javier Redón Cerdà

Tutor

José Luis Amorós Albaro



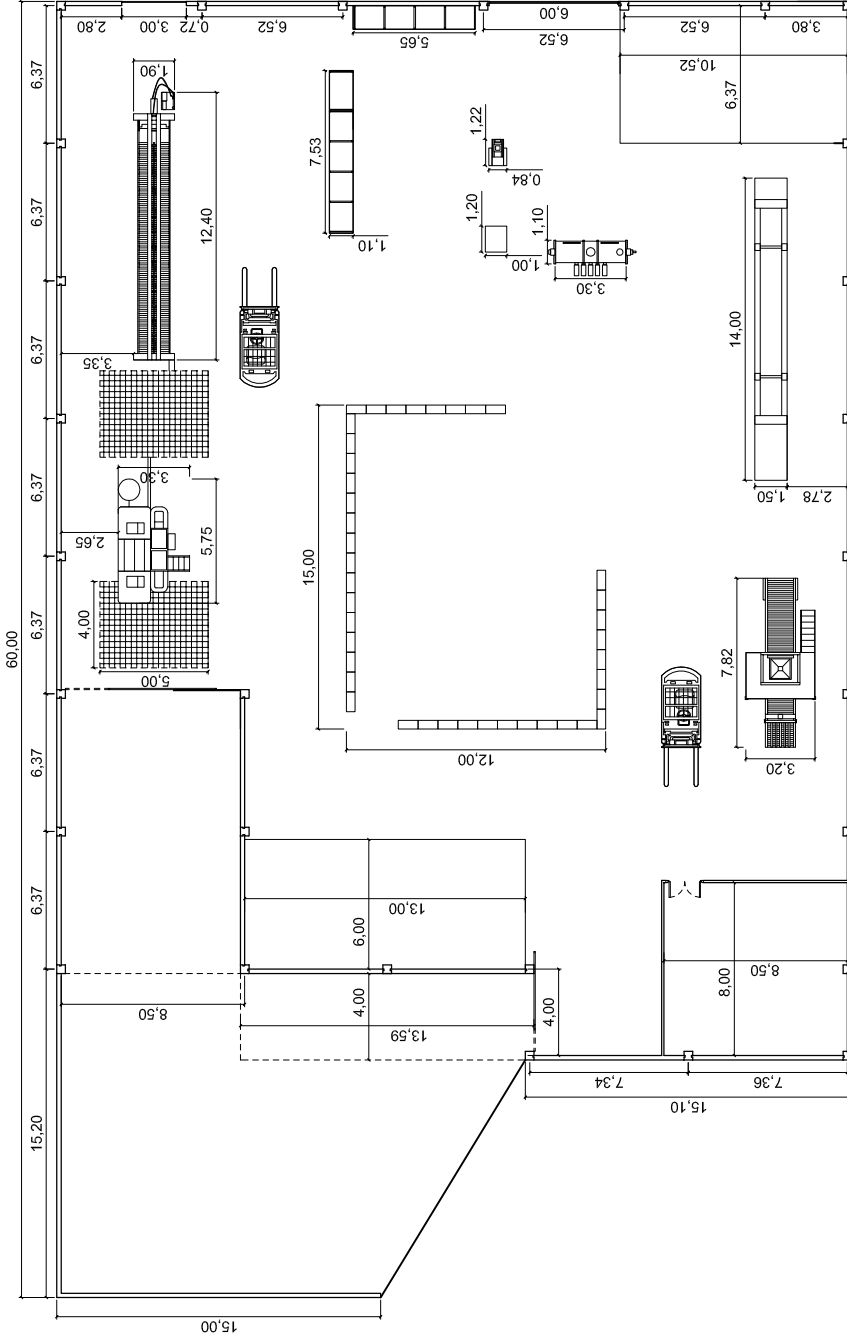
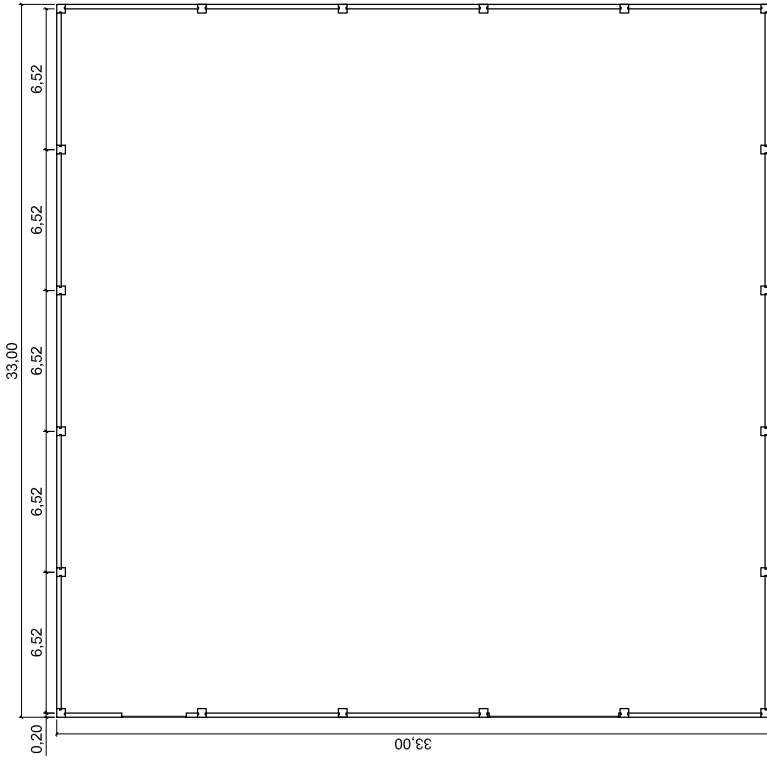


**LEYENDA**

- 1. Zona de maniobra para camiones
- 2. Muelle de descarga
- 3. Balsa
- 4. Espesador de fango
- 5. Filtro prensa
- 6. Eras de secado
- 7. Estanterías de cuarzo
- 8. Estanterías de borato
- 9. Trituradora
- 10. Báscula
- 11. Mezcladora
- 12. Zona de almacenamiento de mezclas
- 13. Horno rotatorio
- 14. Ensacadora
- 15. Zona de producto acabado
- 16. Muelle de carga
- 17. Taller de mantenimiento
- 18. Laboratorio

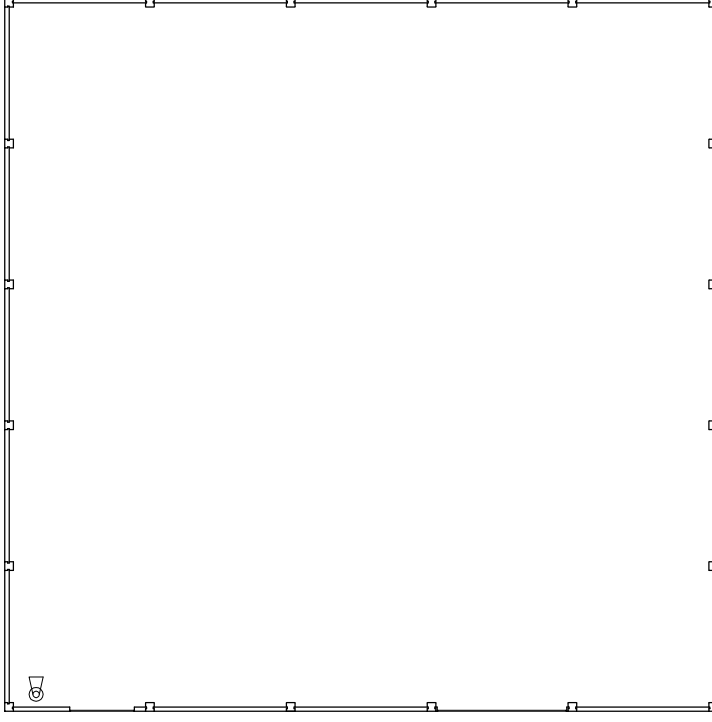
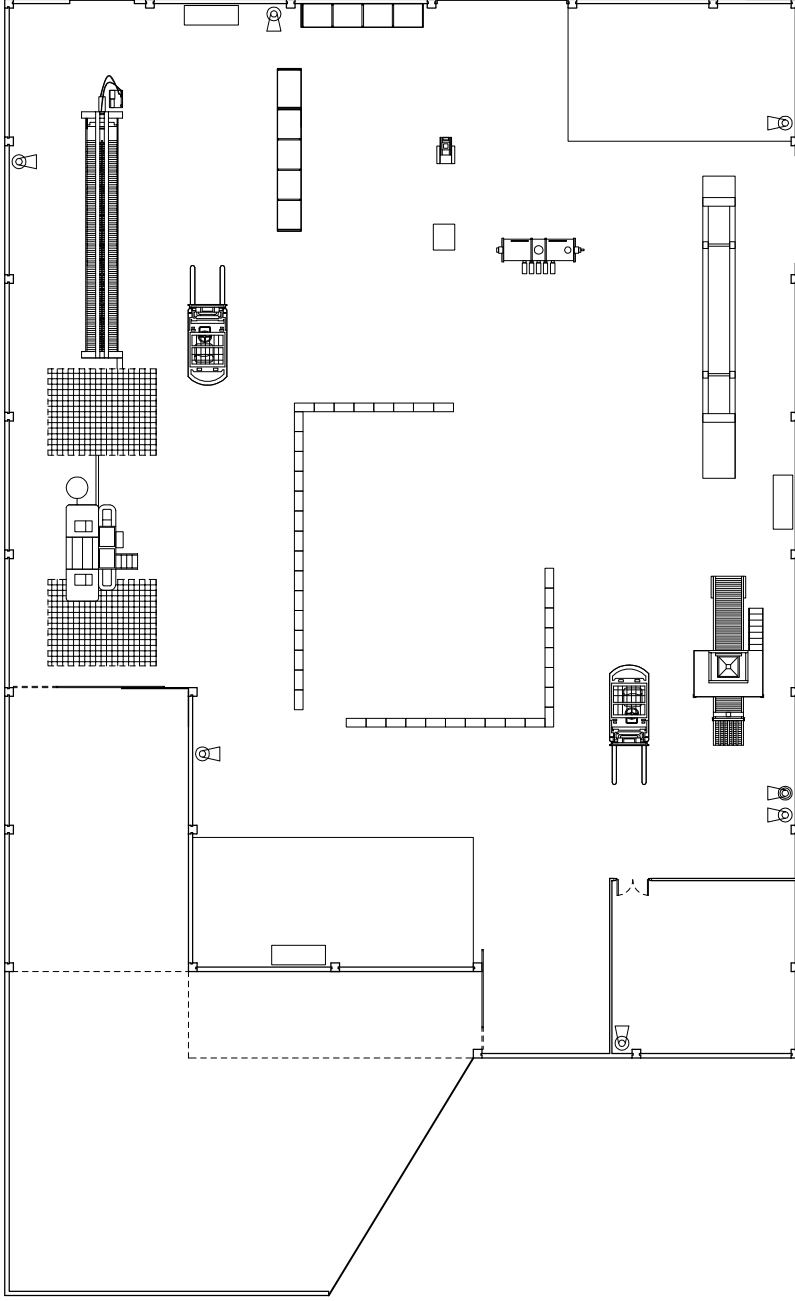
Escala 1:350	Unidades	A4	Distribución en plano planta	Nº Plano 1
	m			





Escala 1:350	Unidades	Distribución en planta detallada	Nº Plano 2
	m		
A4			





**LEYENDA**




Extintor polvo ABC; 21A 113 B-C



Extintor CO2; Fuegos tipo B



B.I.E. Manguera contraincendios

Escala 1:350	Unidades	Sistema contraincendios	
	m	Javier Redón Cerdà	
		A4	Nº Plano 3







---

***DOCUMENTO 4. PLIEGO DE  
CONDICIONES***

---

***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR  
DE BARROS DE ESMALTES***

**Trabajo Fin de Grado**

Autor

Javier Redón Cerdà

Tutor

José Luis Amorós Albaro



## Índice

<b>1. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA PLANTA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.INSTALACIONES DE LAS OBRAS.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Especificaciones generales sobre las obras.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Instalación eléctrica.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Instalaciones de agua o fontanería.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4. Medidas de seguridad.....</b>	<b>12</b>
<b>3. CONDICIONES FACULTATIVAS, LEGALES Y ADMINISTRATIVAS.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Responsabilidad del contratista.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. El contrato.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1. Modificaciones, interrupciones, suspensiones y precios nuevos.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.2. Rescisión del contrato.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.3. Cumplimiento del contrato.....</b>	<b>20</b>
<b>4. ESPECIFICACIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....</b>	<b>21</b>



## 1. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA PLANTA

Los materiales que se van a usar para la puesta en marcha de la planta son los que se citan en la siguiente lista:

- Componentes de fabricación para la calcina (materias primas sólidas compradas, barro seco tratado)
- Estanterías de paletización
- Espesador de fangos y filtro prensa
- Trituradora y mezcladora de sólidos
- Báscula de pesaje industrial
- Dosificador y horno rotatorio
- Ensacadora de Big-Bags
- Bombas y agitadores
- Big-Bags de 1000 kg de capacidad y palets para su transporte y carga
- Torito y transpaletas eléctricas

Para la correcta manipulación de las materias primas sólidas deberán seguirse las especificaciones de uso y manipulación que se encuentren en la ficha técnica de cada sustancia.

Para las materias primas sólidas se deben tener en cuenta:

- *Precauciones individuales*: recoger el producto llevando guantes.
- *Precauciones para el medio ambiente*: no dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

- *Métodos de limpieza:* Usar métodos de recogida que eviten la generación de polvo en el ambiente. Depositar en contenedores adecuados.
- Utilizar maquinaria conveniente y evitar el derrame accidental del producto, y la generación de polvo. Almacenar en un lugar seco, y lejos de comida y bebida.
- Para evitar el polvo en el ambiente, utilizar aspiraciones apropiadas. Para la protección de los ojos usar gafas de protección, y evitar áreas con polvo en el aire. Para la protección de la piel usar guantes y ropa de trabajo adecuada.
- Someterse a las reglamentaciones locales y nacionales. Depositar el material en un vertedero industrial homologado. Los envases vacíos y limpios pueden ser reutilizados, reciclados o eliminados según dispongan las reglamentaciones locales.

Estas consideraciones entre muchas otras que se encuentran en la ficha técnica del producto, son las que se deben adoptar para una correcta manipulación y almacenaje de material.

El resto de materiales utilizados, se trata de maquinaria, no materias primas. La maquinaria será instalada como lo indique el catálogo o los documentos aportados por el suministrador y/o fabricante de dicha máquina para su correcto funcionamiento.

Todas las partes de la maquinaria que deben estar en contacto con los elementos a tratar, serán de material inalterable, con superficie lisa y fácil de limpiar. De la misma manera, el exterior de la maquinaria deberá estar esmaltado o cubierto de material inalterable y sin ángulos entrantes que impidan una limpieza perfecta.

En ningún caso se podrán modificar los componentes internos de ningún elemento de forma que se altere su funcionamiento o las características de serie aportadas por el fabricante. Dichas modificaciones serán realizadas bajo la responsabilidad del instalador y con la correspondiente pérdida de las condiciones de garantía.

Los elementos móviles deberán estar provistos de los debidos dispositivos de protección para el manejo del operador. Los rendimientos de cada máquina se ajustarán

a los que se han fijado en el Proyecto. Si en condiciones de trabajo normales una máquina, con fuerza de acondicionamiento suficiente y manejada de acuerdo con las instrucciones, no diera el rendimiento garantizado, se comunicará a la casa vendedora para que comunique las deficiencias y haga las modificaciones oportunas.

Si en el plazo de un mes, estas deficiencias no fueran subsanadas, la empresa se hará cargo de la maquinaria, puesta, embalada en la estación más próxima a la residencia del cliente, devolviendo el mismo importe que haya pagado, o suministrándole a elección de éste, en sustitución de la maquinaria retirada, otra de rendimiento correcto.

En el caso de que el fabricante no suministre normas de montaje, los elementos se montarán conforme a este documento y en caso de ausencia de dichas pautas se deberá realizar conforme a la experiencia que se disponga en el montaje de elementos similares.

Todos los materiales que entren en la formación de la obra, y para los cuales existan disposiciones oficiales que reglamenten la recepción, transporte, manipulación o empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor durante la ejecución de las obras.

Serán de cuenta de la empresa suministradora el transporte, embalaje, derechos de aduanas, riesgos, seguros e impuestos hasta que la maquinaria se encuentre en el lugar de su emplazamiento. El montaje será por cuenta de la casa vendedora, si bien el promotor proporcionará las escaleras, instalación eléctrica, herramienta gruesa y material de albañilería, carpintería y cerrajería necesaria para el montaje, así como personal auxiliar para ayudar al especializado que enviará la empresa suministradora.

El plazo que para la entrega de maquinaria pacte el promotor con el vendedor de la misma, no podrá ser ampliado más que por causa de fuerza mayor, como huelgas, lockout, movilización del ejército, guerra o revolución. Si el retraso es imputable a la casa vendedora, el promotor tendrá derecho a un 1% de rebaja en el precio por cada semana de retraso como compensación por los perjuicios ocasionados.

Será por cuenta de la entidad vendedora suministrar los aparatos y útiles precisos para ejecutar las pruebas de las máquinas y verificar las comprobaciones necesarias, siendo de su cuenta los gastos que originen éstas.

En cada máquina o grupo de máquinas, se establecerá una fecha de prueba con el objeto de poder efectuar la recepción provisional, para el plazo mínimo de garantía de un año, en el cual su funcionamiento ha de ser perfecto, comprometiéndose la empresa suministradora a reponer por su cuenta las piezas que aparezcan deterioradas a causa de una defectuosa construcción o instalación y a subsanar por su cuenta las anomalías o irregularidades de funcionamiento que impidan su uso normal.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que cualquier documento del presente proyecto cite o exija una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Aparejador o Arquitecto Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Todos los materiales que entren en la formación de la obra, y para los cuales existan disposiciones oficiales que reglamenten la recepción, transporte, manipulación o empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor durante la ejecución de las obras.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otra prueba o ensayo que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Serán necesarios los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.



## **2. ESPECIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES DE LAS OBRAS**

### **2.1. Especificaciones generales sobre las obras**

La importancia de la Seguridad y Salud laboral en los últimos años ha experimentado un interés creciente en todos los ámbitos, tanto a nivel legislativo, de formación, de publicaciones, etc. Con cambios muy importantes en el enfoque que se le ha dado a estos asuntos en varios niveles.

Los materiales que se emplean en las obras objeto de este Proyecto, y que no hayan sido específicamente tratados en el presente capítulo, serán de probada calidad entre los de su clase, en armonía con las aplicaciones que hayan de recibir y con las adecuadas características que exige su correcta conservación, utilización y servicio.

Deberán cumplir las exigencias que figuran en la Memoria así como las condiciones que, aún figurando explícitamente, sean necesarias para cumplir y respetar el espíritu en intención del proyecto. En todo caso, estos materiales serán sometidos al estudio y aprobación, si procede, del Director de Obras, quién podrá exigir cuantos catálogos, referencias, muestras, informes y certificados que los correspondientes fabricantes estimen necesarios. Si la información no se considerase suficiente, podrán exigirse los ensayos oficiales oportunos de los materiales a utilizar.

Todas las obras comprendidas en el presente proyecto, se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obras, quien resolverá las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquellos y de las condiciones de ejecución. El Director de la Obra suministrará al Contratista cuanta información precise para que las obras puedan ser realizadas.

El orden de ejecución de los trabajos deberá ser aprobado por el Director de Obras y será compatible con los plazos programados. Antes de iniciar cualquier obra, deberá el contratista ponerlo en conocimiento del Director y recabar su autorización.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los equipos necesarios para ejecutar las obras en los apartados del presente Pliego, todos

los equipos que se empleen en la ejecución de las obras deberán cumplir, en todo caso, las condiciones generales siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente antelación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y aprobados, en su caso, por el Director de Obras.
- Después de aprobado un equipo por el Director de Obras, deberá mantenerse en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias, haciendo las sustituciones o reparaciones necesarias para ello.
- Si durante la ejecución de las obras, el Director observa, que por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, el equipo o equipos aprobados no son idóneos al fin propuesto, deberán ser sustituidos por otro u otros que lo sean.

## **2.2. Instalación eléctrica**

Para el montaje eléctrico y el suministro de material, se seguirá el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002, 2 de Agosto.

Las instalaciones eléctricas serán ejecutadas por la empresa especializada, en posesión de todos los requisitos que establece la legislación vigente. Toda la documentación acreditativa será presentada por el Director de las Obras para que pueda emitir la oportuna autorización de comienzo de los trabajos.

Todo el personal que intervenga en cualquier ejecución en cualquier parte de las instalaciones eléctricas, aunque sea accesoria, deberá estar en posesión de los oportunos certificados de calificación profesional. Será condición necesaria para que la dirección autorice su intervención en los trabajos, la entrega de una copia, autenticada por la empresa especializada, de los certificados mencionados, así como la justificación de estar de alta en el Libro de Matrícula.

Antes de iniciar la obra, el Contratista presentará unos planos de detalle que indiquen preferentemente una situación real de los recorridos de canalizaciones y

conductores. Al finalizar la obra, presentará los mismos planos corregidos en la forma como se hizo.

El Contratista realizará, firmará y presentará el proyecto eléctrico oficial a su cargo, para su redacción usará sus propios planos, pudiendo incorporar y usar los planos y documentos restantes que le son facilitados para la licitación y para idea general de la instalación a realizar. Por tanto el Contratista considera en sus precios unitarios, el coste de la documentación y trámites que se le solicitan.

El Contratista eléctrico coordinará con los suministradores de maquinaria en relación con la situación definitiva y con los accesorios de protección y mando que están incluidos con las máquinas, para que la instalación eléctrica en lace con la propia de la maquinaria, en función de las unidades de obra consideradas en electricidad.

Se cumplirán todas las precauciones necesarias para evitar accidentes durante las pruebas parciales o totales de las instalaciones eléctricas. No se permitirá que existan conductores o elementos que puedan transmitir energía eléctrica, sin los oportunos aislamientos, aun cuando no estén conexiados o fuentes en servicio.

### **2.3. Instalaciones de agua o fontanería**

Las tuberías cumplirán las especificaciones contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua vigente.

Las piezas especiales, serán capaces de soportar presiones de prueba y trabajo iguales a las tuberías en que hayan de instalarse. El cuerpo principal de estos elementos, será del material indicado en los Planos, y si no se especificase en éstos, serán del material que garantice el fabricante de reconocida solvencia nacional, previa aprobación del Director de las Obras, quien también ha de autorizar los modelos a utilizar. En todo caso, el acabado de las piezas especiales, será perfecto y de funcionamiento, durabilidad y resistencia. Deberán acreditarse mediante los oportunos certificados oficiales.

La superficie interior de cualquier elemento, sea tubería o pieza especial, será lisa, no pudiendo admitirse otros defectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas y que no representen ninguna

merma de la calidad de circulación de agua. La reparación de tales desperfectos no se realizará sin la previa autorización del Director de Obras.

Los tubos y demás elementos de las conducciones y redes, estarán bien terminados, con espesores regulares y cuidadosamente trabajados y deberán resistir sin daños todos los esfuerzos que estén llamados a soportar en servicio y durante las pruebas. Los elementos que conduzcan agua potable, no producirán en ella, ninguna alteración de las cualidades organolépticas, físicas, químicas o bacteriológicas.

#### **2.4. Medidas de seguridad**

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes sobre Seguridad e Higiene en el trabajo. Como elemento primordial de seguridad se establecerá toda la señalización necesaria, tanto durante el desarrollo de las obras, como durante su explotación, haciendo referencias bien a peligros existentes o a las limitaciones de las estructuras. Para ello se utilizarán, cuando existan, las correspondientes señales vigentes establecidas por el Ministerio de Obras y Urbanismo y en su defecto, por otros Departamentos Nacionales y Organismos Internacionales.

Para todo aquello no detallado expresamente en los apartados anteriores, y en especial sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se empleen en la obra, así como la ejecución de cada unidad de obra y las normas para su medición y valoración, regirá el Pliego de Condiciones Técnicas de la dirección General de Arquitectura.

### **3. CONDICIONES FACULTATIVAS, LEGALES Y ADMINISTRATIVAS**

#### **3.1. Responsabilidades del contratista**

Es el agente que asume, contractualmente con el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y Contrato de obra.

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de Seguridad Social y de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El Contratista deberá constituir el órgano necesario con función específica de velar por el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre Seguridad y Salud en el Trabajo y designará el personal técnico de seguridad que asuma las obligaciones correspondientes en cada centro de trabajo.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista, o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la propiedad.

En cualquier momento, la dirección facultativa podrá exigir del Contratista la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de la Seguridad Social de los Trabajadores ocupados en la ejecución de las obras objeto del Contrato.

El adjudicatario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras. Asimismo, será obligación del contratista el recabar toda la información necesaria sobre la existencia y ubicación de canalizaciones subterráneas de agua potable, electricidad, teléfonos, telégrafos, gas, alumbrado público, semaforizadas, de saneamiento, etc., a fin de tomar todas las precauciones oportunas para evitar causarlas ningún daño.

Además, será cuenta del adjudicatario las indemnizaciones a que hubiera lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros, por interrupción de servicios públicos o

particulares, daños causados en sus bienes por apertura de zanjas o desvíos de cauces, habilitación de caminos provisionales, explotación de canteras, toma de préstamos, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de maquinaria y materiales y cuantas operaciones requiera la ejecución de la obra, siempre que no se hallen comprendidas en el presente Proyecto, o se deriven de una actuación culpable o negligente del adjudicatario. El adjudicatario vendrá obligado a realizar, con carácter de urgencia todas aquellas actuaciones que la Dirección Técnica de la obra ordene por considerarlas necesarias para evitar peligros o aumentar la seguridad del propio personal de obra o del tráfico.

El Contratista deberá disponer del equipo técnico necesario para la correcta interpretación de los planos, para elaborar los planos de detalle, para efectuar los replanteos que le correspondan, y para la ejecución de la obra de acuerdo con las normas establecidas en el presente Pliego y en el de Condiciones Particulares.

El Director podrá exigir la retirada de la obra del empleado u operario del Contratista que incurra en insubordinación, falta de respeto a él mismo o a sus subalternos, o realice actos que comprometan la buena marcha o calidad de los trabajos, o por incumplimiento reiterado de las normas de seguridad.

El Contratista entregará a la Dirección, cuando ésta lo considere oportuno, la relación de personal adscrito a la obra, clasificado por categorías profesionales y tajos. También es responsable de las malversaciones o fraudes que sean cometidos por su personal en el suministro o en el empleo de los materiales.

El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto del contrato, por lo que deberá adoptar a su cargo y bajo su responsabilidad las medidas que le sean señaladas por las Autoridades competentes, por los Reglamentos vigentes y por el Director.

En casos de conflictos de cualquier clase que afecten o estén relacionados con la obra, que pudieran implicar alteraciones de orden público, corresponderá al Contratista la obligación de ponerse en contacto con las Autoridades competentes y colaborar con ellas en la disposición de las medidas adecuadas para evitar dicha alteración, manteniendo al Director debidamente informado.

Se pondrá un especial cuidado en la adopción de las medidas necesarias para la protección de instalaciones eléctricas y telefónicas, en el almacenamiento y empleo de explosivos, carburantes, gases y cualquier material inflamable, deflagrante o detonante que pueda representar peligro para las personas de obra o ajenas a la misma.

Se prestará particular atención a la vigilancia, por parte de los operarios responsables de la empresa constructora, de la protección reglamentaria de huecos o aberturas en suelos, al mantenimiento y reposición de vallados, barandillas y señalizaciones, y a la inspección diaria de la maquinaria y medios auxiliares que se utilicen en la Obra. Asimismo deberán efectuarse reconocimientos del terreno durante la ejecución de las obras, cuando bien por causas naturales o por efectos de los propios trabajos de obra, sean posibles los movimientos del terreno no controlados. En este último caso el Contratista adoptará de inmediato las protecciones, entibaciones y las medidas de seguridad que la actual tecnología ofrezca, sin perjuicio de que la Dirección proponga las medidas a tomar a medio y largo plazo.

Los documentos, tanto del Proyecto como otros complementarios, que la Administración entrega al Contratista, pueden tener valor contractual o meramente informativo.

### **3.2. El contrato**

La Propiedad y el Contratista formalizarán contrato mediante documento privado o público, a petición de cualquiera de las partes, con arreglo a las disposiciones legales vigentes. Ambos, antes de firmar el Contrato, aceptarán y firmarán el Pliego de Condiciones. En el Contrato se acordarán y especificarán las condiciones y particularidades que convengan ambas partes, y todas aquellas que sean necesarias como complemento de este Pliego: plazos, porcentajes, causas de rescisión, liquidación por rescisión, arbitrajes, etc.

El Proyecto que define y especifica las obras objeto del Contrato se considerará anejo inseparable de éste. El Proyecto está integrado por los siguientes documentos:

- Memoria

- Planos
- Pliego de Condiciones
- Presupuesto

También formará parte del Contrato, aquella documentación técnica que se incorpore a los documentos de adjudicación o de formalización del contrato, que vengan a definir la obra a ejecutar al nivel de detalle posible en el momento de la licitación. Todos los documentos técnicos deberán disponer del visto bueno del Director.

El Contratista está obligado, también, a presentar para su aprobación los planos, las prescripciones técnicas y la información complementaria para la ejecución y el control de los trabajos que hayan de ser realizados por algún subcontratista especializado, tales como sondeos, inyecciones, cimentaciones indirectas, trabajos subacuáticos, obras realizadas por procedimientos patentados u otros trabajos de tecnología especial.

Los errores materiales que puedan contener los documentos del Proyecto podrán dar lugar a revisión de las condiciones estipuladas en el Contrato si son denunciadas, por cualesquiera de las partes, dentro del primer mes computado a partir de la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo y afecten, además, al importe de la obra, al menos en un veinte por ciento. En caso contrario, sólo darán lugar a su rectificación, con independencia del criterio de abono.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo los trabajos de acuerdo con los criterios expuestos en ambos documentos, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en Planos y Pliego de Condiciones. Con independencia del criterio que se utilice para su abono.



*3.2.1 Modificaciones, interrupciones, suspensiones y precios nuevos*

Cuando se produzca una paralización de las obras cuya duración se prevea que puede exceder de seis meses o de la quinta parte del plazo total de ejecución, se extenderá un Acta de interrupción firmada por la Dirección Facultativa y el Contratista o su Delegado. En la referida Acta se enumeran, exhaustivamente, las causas de la interrupción. Una vez que puedan reanudarse las obras, la reanudación se documentará y tramitará con las mismas formalidades que las previstas para su interrupción.

Si la interrupción fuera motivada por causa imputable al Contratista, el incumplimiento de los plazos parciales o del total deja en suspenso la aplicación de la cláusula de revisión de precios y, en consecuencia, el derecho a la liquidación por revisión de obra ejecutada en mora, que se abonará a los precios primitivos del contrato. Sin embargo, cuando restablezca el ritmo de ejecución determinado por los plazos parciales, recuperará, a partir de ese momento, el derecho a la revisión en las certificaciones sucesivas.

Cuando se produjera la interrupción por causas no imputables al Contratista, si éste solicitara dentro del plazo contractual de ejecución de la obra prórroga del mismo, podrá concedérsele un plazo igual al de interrupción, salvo que solicite uno menor.

Si la Propiedad acordara paralizar la ejecución del contrato, se formalizará mediante Acta de Suspensión firmada por la Dirección Facultativa y el Contratista, en la que se reflejarán las causas motivadoras de la suspensión.

Si por causas no imputables al Contratista o por decisión de la Propiedad se produjese la suspensión definitiva de las obras, el Contratista tendrá derecho al valor de las efectivamente realizadas, a la revisión de precios prevista por la parte de obra ejecutada, en su caso, y al beneficio industrial del resto. En el caso de que la suspensión fuese de carácter temporal, por tiempo superior a la quinta parte del plazo total del contrato, el Contratista tendrá derecho a revisión de precios de la obra ejecutada y a la indemnización de los daños y perjuicios que se le hubieren producido por esta causa. Si la suspensión fuese por plazo inferior no tendrá derecho a los mismos.

Cuando sea necesario modificar alguna característica o dimensión de los materiales a emplear en la ejecución de alguna unidad de obra de la que figura precio en

el contrato y ello no suponga un cambio en la naturaleza ni en las propiedades intrínsecas de las materias primas que lo constituyen, por lo que dicha modificación no implica una diferencia sustancial de la unidad de obra, la Dirección Facultativa fijará Precio Nuevo a la vista de la propuesta y de las observaciones del Contratista.

Estos Precios Nuevos se calcularán por interpolación o extrapolación entre los precios de unidades de obra del mismo tipo que figuren en los Cuadros de Precios del Contrato, en función de los precios de mercado del material básico que se modifica.

Cuando las modificaciones del Proyecto supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en el contrato o cuyas características difieran sustancialmente de las incluidas en el mismo, los precios de aplicación serán fijados contradictoriamente entre ambas partes.

En cualquier caso, para la fijación de los Precios Contradictorios se utilizarán los costes de mano de obra, materiales, maquinaria y demás precios auxiliares incorporados al contrato, los que determine el Director de obra y en su defecto los que correspondan a la fecha en que tuvo lugar la licitación.

Los Precios Nuevos o Contradictorios, una vez aceptados por la Propiedad, se considerarán incorporados, a todos los efectos, a los Cuadros de Precios del Proyecto que sirvió de base para el contrato.

### 3.2.2. Rescisión del contrato

La rescisión, si se produjera, se regirá por el Reglamento General de Contratación para la aplicación de la Ley de Contratos del Estado, por el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales y demás disposiciones vigentes.

En caso de rescisión por incumplimiento del Contrato por parte del Contratista, los medios auxiliares de éste podrán ser utilizados gratuitamente, por la entidad a cuyo cargo se realizan las obras, para la terminación de las mismas. Todos estos medios auxiliares quedarán en poder del Contratista, una vez terminadas las obras, quien no

tendrá derecho a reclamación alguna por los desperfectos a que su utilización haya dado lugar.

Serán causas de rescisión las siguientes: la muerte o incapacitación del Contratista, la quiebra del Contratista, las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

- La modificación del Proyecto en tal forma que represente alteraciones fundamentales a juicio del Director de Construcción, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o en menos del 25% como mínimo del importe de aquél.
- Las modificaciones de unidades de obras siempre que éstas representen variaciones en más o menos del 40% como mínimo de algunas de las unidades que figuran en las mediciones del Proyecto, o en más de un 59% de unidades de Proyecto.
- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo, a la obra adjudicada en el plazo de tres meses a partir de la adjudicación en este caso, la devolución de fianza será automática.
- El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado. El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe con perjuicio de las obras. La terminación del plazo de la ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causa justificada
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena, a falta de cumplimiento del Contratista, se abonará a éste todas las obras ejecutadas con arreglo a las condiciones prescritas y todos los materiales a pie de obra pendiente de ejecución y aplicándose a éstos, los precios que fija el Ingeniero.

Cuando la rescisión de la contrata, sea por incumplimiento del Contratista se abonará la obra hecha si es de recibo, y los materiales acopiadas al pie de la misma, que reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma, sin que, mientras duren estas negociaciones pueda entorpecer la marcha de los trabajos.

Correrán por cuenta del Contratista los impuestos del timbre y Derechos Reales, que se devenguen por el contrato. Si se exigiese alguno de estos impuestos al propietario, le será, integrados por el Contratista, así como las multas e intereses por demora en el pago.

En todo caso, lo no especificado en el presente Pliego de Condiciones y siempre que no se contradiga al mismo, se atenderá en lo estipulado en el Pliego de Condiciones Varias de la Edificación, de la Dirección General de Arquitectura, así como la vigente Ley de Contratos del Estado, que por tanto se considera forma parte del presente Pliego de Condiciones.

Todo desacuerdo sobre las cláusulas de Contrato y del presente Pliego de Condiciones, que se promoviesen entre el Contratista y el Propietario, será resuelto con arreglo a los requisitos y en la forma prevista por la vigente Ley de Enjuiciamiento Civil.

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesta en ambos documentos. En caso de duda u omisión en cualquiera de los documentos del Proyecto, el Contratista se compromete a seguir en todo caso, las instrucciones de la Dirección facultativa, para que la obra se haga con arreglo a las buenas prácticas de las construcciones. El Contratista no queda eximido de la obligación de ejecutadas.

### *3.2.3. Cumplimiento del contrato*

El contrato se entenderá cumplido por el contratista cuando éste haya realizado la totalidad de su objeto, de conformidad con lo establecido en los documentos contractuales y se hubiera formalizado el correspondiente acta de recepción.

## **4. ESPECIFICACIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

Todas las unidades de obra se medirán y abonarán por volumen, superficie, longitud, peso o unidad, de acuerdo a como figuran especificadas en el Estado de Mediciones. Para las unidades nuevas que puedan surgir y para las que sea preciso la redacción de un precio contradictorio, se especificarán claramente al acordarse éste el modo de abono, en otro caso, se establecerá lo admitido en la práctica habitual o costumbre de la construcción.

Si el Contratista construye mayor volumen de cualquier clase de fábrica que el correspondiente a los dibujos que figuran en los Planos, o de sus reformas autorizadas (ya sea por efectuar mal la excavación, por error, por su conveniencia, por alguna causa imprevista o por cualquier otro motivo) no será de abono ese exceso de obra.

Si a juicio del Director de las Obras, ese exceso de obra resultase perjudicial, el Contratista tendrá la obligación de demoler la obra a su costa y rehacerla nuevamente con las dimensiones debidas. En caso de que se trate de un aumento excesivo de excavación, que no pueda subsanarse con la demolición de la obra ejecutada, el Contratista quedará obligado a corregir este defecto, de acuerdo con las normas que dicte el Director de Obras, sin que tenga derecho a exigir indemnización por estos trabajos.

Es obligación del Contratista la conservación de todas las obras y por consiguiente, la reparación o reconstrucción de aquellas partes que hayan sufrido daños o que se compruebe que no reúne las condiciones exigidas por este Pliego. Para estas reparaciones se atenderá estrictamente a las instrucciones que reciba del Director de las Obras.

Esta obligación del Contratista de la conservación de todas las obras, se extiende igualmente a los acopios que se hayan certificado, corresponden pues, al Contratista, el almacenaje y guardería de los acopios y reposición de aquellos que se hayan perdido, destruido o dañado, cualquiera que sea la causa. En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamar fundándose en insuficiencia de precios o en falta de expresión, en la

valoración de la obra o en el Pliego de Condiciones, explícita de algún material u operación necesaria para la ejecución de una unidad de obra.



---

***DOCUMENTO 5. ESTADO DE  
MEDICIONES***

---

***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR  
DE BARROS DE ESMALTES***

**Trabajo Fin de Grado**

Autor

Javier Redón Cerdà

Tutor

José Luis Amorós Albaro





## **Índice**

<b>1. ESTADO DE MEDICIONES.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Elementos presentes en el proceso de tratamiento de fangos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Elementos presentes en el proceso de tratamiento térmico.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Elementos presentes en el laboratorio de control.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Obra civil.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5. Sistema contraincendios.....</b>	<b>5</b>



## 1. ESTADO DE MEDICIONES

El Estado de Mediciones constituye uno de los documentos básicos del proyecto, y su objetivo es definir el conjunto de operaciones que se realizan sobre cada unidad de obra con el fin de obtener su cantidad. Recoge una serie de elementos como el número de unidades, modelos, características, dimensiones etc. de las unidades necesarias para la puesta en marcha y construcción de la planta.

### 1.1. Elementos presentes en el proceso de tratamiento de fangos

En la Tabla 1.1. se observa la relación de la maquinaria y elementos presentes en el primer proceso de la planta, el de tratamiento de fangos.

Tabla 1.1. Estado de mediciones para el proceso de tratamiento de fangos

Elemento	Unidades
Espesador de fangos, de dimensiones en metros 2,98x5,74x3,22; Modelo FRC-20 SludgeWay de TORO EQUIPMENT con capacidad para tratar 20 m <sup>3</sup> /h.	1
Filtro Prensa, de dimensiones en metros 2,4x12,4x1,9; Modelo FPA-AR-1200 Draco de TORO EQUIPMENT.	1
Bomba peristáltica VERDERFLEX VF65 con una conexión para los tubos de aspiración e impulsión de 65 mm con una capacidad de 20 m <sup>3</sup> /h.	2
Agitador AMD con palas de 2000 mm con un empuje de 3900 N de GRUNDFOS.	2
Cinta transportadora móvil de dimensiones en m 4,7 con un ancho de banda en mm de 400 y capacidad de giro de sus ejes de ruedas de TUSA Cintas.	1

## 1.2. Elementos presentes en el proceso de tratamiento térmico

A continuación, en la Tabla 1.2. se cita la relación de maquinaria y elementos necesarios para el segundo proceso de la planta de producción, el proceso de mezclado y tratamiento térmico.

Tabla 1.2. Estado de mediciones para el proceso de mezclado y tratamiento térmico

Elemento	Unidades
Trituradora de barro, de dimensiones en metros 1,22x0,84x0,83; Modelo 2P6 400*250 de Henan Hongji con una capacidad de trituración entre 3 y 8 Tn/h.	1
Estantería para paletización con niveles de carga en altura suelo +3, separación máxima entre niveles 1500 mm para europalets de 800 x 1200 mm para. Medidas 5000x5648x1100 mm y capacidad en cada nivel de 3000 kg. Referencia: RK9-24 de MECALUX.	1
Estantería para paletización con niveles de carga en altura suelo +3, separación máxima entre niveles 1500 mm para europalets de 800 x 1200 mm. Medidas 5000x5648x1100 mm y capacidad en cada nivel de 3000 kg. Referencia: RK9-24 de MECALUX. más un módulo extra para la colocación de un europalet más por balda.	1
Báscula de suelo con capacidad de 1500 kg. Referencia: K3-XBENGAL 1212-1,5 de FLINTEC SCALES SL.	1
Mezcladora de sólidos secos, de dimensiones en metros 3,3x1,1 de diámetro, modelo FKM 3000D de LÖDIGE con capacidad de mezcla de 1.500 kg aprox.	1
Horno de tipo rotatorio con capacidad de producción de 2000 kg/h, con kits de ahorro energético eléctrico y de combustible más dosificador en la entrada para una correcta alimentación, de dimensiones en metros 14x1,5 de diámetro proporcionado por SACMI Ibérica.	1
Ensambladora de Big-Bags de dimensiones en metros 7,82x3,2x5,31; modelo Big PL 2000/GR de MFTECNO.	1
Europalets con medidas en metros 1,2x0,8 para el producto acabado y los distintos trabajos en planta.	3000
Big-Bags para introducir el producto acabado, mezcla intermedia y materias primas, tipo V-V, válvula-válvula, proporcionadas por Big-Bags Nervión.	3000

### **1.3. Elementos presentes en el laboratorio de control**

El laboratorio de control dispondrá del siguiente material que se observa en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Estado de mediciones para el instrumental de laboratorio

<b>Elemento</b>	<b>Unidades</b>
Medidor de pH PCE-PH 22 de PCE Ibérica S.L.	1
Espectrofotómetro Spectro LFP.	1
Balanza de humedad PCE-MB 50 de PCE Ibérica.	1
Balanza básica PCE-BS 6000 de PCE Ibérica.	1
Estufa de laboratorio de TECNYLAB.	1

### **1.4. Obra civil**

Uno de los aspectos a tener en cuenta en este apartado del proyecto es la superficie que va a ser edificada y va a constituir un gasto de obra civil.

Tabla 1.4. Estado de mediciones para la obra civil

<b>Elemento</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>
Obra civil e instalaciones de la nave (cimentación, estructura, cubierta, cerramiento, instalación de agua, electricidad y aire acondicionado, red de saneamiento, pavimentación, etc).	2.736

### **1.5. Sistema contraincendios**

Tabla 1.5. Estado de mediciones contra incendios

<b>Elemento</b>	<b>Unidades</b>
Extintor portátil permanentemente presurizado con agente extintor polvo polivalente ABC, para la extinción de fuegos de tipo A, B y C con una eficacia 21A-113B-C.	7
Extintor portátil permanentemente presurizado con agente extintor CO <sub>2</sub> , para la extinción de fuegos de tipo B generalmente, con una eficacia 89B.	1
B.I.E o manguera contra incendios para fuegos de mayor intensidad contra los que los extintores no son eficientes.	3





---

## ***DOCUMENTO 6. PRESUPUESTO***

---

### ***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR DE BARROS DE ESMALTES***

**Trabajo Fin de Grado**

Autor

Javier Redón Cerdà

Tutor

José Luis Amorós Albaro





## **Índice**

<b>1. PRESUPUESTOS PARCIALES.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Presupuesto parcial 1: Maquinaria y gastos.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Presupuesto parcial 2: Obra civil y Terreno.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Presupuesto parcial 3: Mano de obra, montaje e instalaciones.....</b>	<b>5</b>
<b>2. PRESUPUESTO TOTAL.....</b>	<b>7</b>



## **1. PRESUPUESTOS PARCIALES**

El presupuesto de un proyecto tiene como finalidad reflejar el coste del proyecto, la inversión necesaria, pero no tiene en cuenta el análisis de rentabilidad.

El presupuesto se divide en capítulos o presupuestos parciales que hacen referencia a cada unidad constructiva. La suma de estos presupuestos parciales, es el Presupuesto de Ejecución Material (PEM), al cual una vez obtenido su valor, deben aplicarse los porcentajes de gastos generales, beneficio industrial e impuestos, debido a la necesidad de licencias para la obra.

En los siguientes apartados se especificarán los costes de los presupuestos parciales, y en los siguientes una evaluación y obtención de los costes del presupuesto total, aplicando los porcentajes correspondientes anteriormente dichos.

### 1.1. Presupuesto parcial 1: Maquinaria y gastos

En este presupuesto parcial, se observan dos tablas, Tabla 1 y Tabla 2, que muestran los precios para los equipos destinados a abastecer la línea de producción y otra con los del laboratorio de control.

Tabla 1. Equipos de producción

Elemento	Unidades	Precio unitario (€)	Importe (€)
Espesador de fangos	1	30.000	30.000
Filtro prensa	1	70.000	70.000
Cinta transportadora	1	5.000	5.000
Agitador AMD	2	1.500	3.000
Bomba VF65	2	4.000	8.000
Trituradora barro	1	3.900,00	3.900,00
Mezcladora	1	150.000	150.000
Horno + Kits	1	165.000	165.000
Ensacadora	1	40.000	40.000
Báscula	1	405,00	405,00
Big-bags	3.000	5,00	15.000
Palets	3.000	3,50	10.500
Carretillas interiores	1	63.000	63.000
<b>TOTAL (€)</b>			<b>563.805</b>

Tabla 2. Equipos de laboratorio

Elemento	Unidades	Precio unitario (€)	Importe (€)
Medidor de pH	1	69,00	69,00
Espectrofotómetro	1	2.000	2.000
Balanza de humedad	1	924,00	924,00
Balanza básica	1	59,00	59,00
Estufa de laboratorio	1	1.225,77	1.225,77
<b>TOTAL (€)</b>			<b>4.277,77</b>

Para saber el total de este presupuesto parcial, se suman los valores totales anteriormente calculados de las tablas de los equipos de producción y de laboratorio, obteniéndose la Tabla 3.

Tabla 3. Presupuesto parcial 1: Maquinaria y gastos

<b>Presupuesto parcial 1: Maquinaria y gastos</b>	
Total equipos de producción (€)	563.805
Total equipos de laboratorio (€)	4.277.77
<b>TOTAL PRESP PARCIAL 1 (€)</b>	<b>568.082.77</b>

### **1.2. Presupuesto parcial 2: Obra civil y terreno**

Este presupuesto está dedicado al coste que resulta de la obra civil realizada en la nave. Para calcular este valor, se hace referencia a una tabla de datos y estimaciones proporcionadas por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunitat Valenciana. El precio por m<sup>2</sup> será de 143 €/m<sup>2</sup>. El precio del terreno es de 175 €/m<sup>2</sup>. En la Tabla 4 se observa detalladamente.

Tabla 4. Presupuesto parcial 2: Obra civil

<b>Presupuesto parcial 2: Obra civil</b>	
Superficie total de la planta (m <sup>2</sup> )	2.736
Precio obra civil (€/m <sup>2</sup> )	143
Superficie total terreno (m <sup>2</sup> )	3.500
Precio terreno (€/m <sup>2</sup> )	175
<b>TOTAL PRESP PARCIAL 2 (€)</b>	<b>1.003.748</b>

### **1.3. Presupuesto parcial 3: Mano de obra, montaje e instalaciones**

Las instalaciones, mano de obra y montaje necesario así como los materiales, para el funcionamiento de la maquinaria principal de la planta se deben considerar como un coste a parte de la obra civil así como de la maquinaria.

Se estima un 20% del coste de los equipos anteriormente citados, para el valor de las instalaciones para la maquinaria las cuales engloban las instalaciones eléctricas necesarias, así como las conexiones y tuberías necesarias para el correcto funcionamiento del equipo y los materiales necesarios para las instalaciones dichas (calculado ya en el Documento 1. Memoria). En cuanto al porcentaje destinado a la mano de obra y montaje en general, será de 20%, sumando así el porcentaje de las instalaciones, mano de obra, montaje y materiales un 40% de los costes de los equipos principales. La Tabla 5 presenta lo citado.

Tabla 5. Presupuesto parcial 3: Mano de obra, montaje e instalaciones

<b>Elemento</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Importe (€)</b>
Espesador de fangos	1	30.000	30.000
Filtro prensa	1	70.000	70.000
Cinta transportadora	1	5.000	5.000
Mezcladora	1	150.000	150.000
Horno + Kits	1	165.000	165.000
Suma equipos principales (€)			420.000
Aplicando 20% de mano de obra y montaje (€)			84.000
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 3 (€)</b>			<b>84.000</b>

## 2. PRESUPUESTO TOTAL

El primer paso para la obtención del presupuesto total de la inversión del proyecto, es calcular la suma de todos los presupuestos parciales, como muestra la Tabla 6.

Tabla 6. Suma presupuestos parciales

<b>Suma presupuestos parciales</b>	
Presupuesto parcial 1 (€)	568.082,77
Presupuesto parcial 2 (€)	1.003.748,00
Presupuesto parcial 3 (€)	84.000,00
<b>TOTAL (€)</b>	<b>1.655.830,77</b>

Una vez calculada la suma de los presupuestos parciales, a esta cifra se le debe sumar el 20% por gastos generales y cargos fiscales, Tabla 7.

Tabla 7. Cargos fiscales

Suma presupuestos parciales	1.655.830,77
20% cargos fiscales	331.166,15
<b>TOTAL (€)</b>	<b>1.986.996,92</b>

A la suma obtenida de la aplicación del porcentaje de gastos y cargos fiscales, se le debe sumar el 6% de beneficio industrial, como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Beneficio industrial

Total cargos fiscales	1.986.996,92
6% Beneficio industrial	119.219,82
<b>TOTAL (€)</b>	<b>2.106.216,74</b>

Una vez aplicado el porcentaje del beneficio industrial, solo queda aplicar otro porcentaje que deriva de gastos de proyecto y dirección de obras que es de 7%, aplicándolo a la cifra anteriormente obtenida y sumándose se obtienen los datos de la Tabla 9.

Tabla 9. Gastos de proyecto y dirección de obras

Total beneficio industrial	2.106.216,74
7% Gastos de proyecto y dirección	147.435,17
<b>TOTAL (€)</b>	<b>2.253.651,91</b>

Por último, al total obtenido después de haber aplicado los porcentajes necesarios, se le debe sumar el último porcentaje, el IVA (21%), como muestra la Tabla 10.

Tabla 10. Aplicación del IVA

Total gastos de proyecto y dirección	2.253.651,91
21% IVA	473.266,90
<b>TOTAL (€)</b>	<b>2.726.918,81</b>

El presupuesto total de este Proyecto asciende a un total de : DOS MILLONES SETECIENTOS VEINTISEIS MIL NOVECIENTOS DIECIOCHO EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS.





---

***DOCUMENTO 7. ESTUDIOS CON  
ENTIDAD PROPIA***

---

***OBTENCIÓN DE UNA CALCINA A PARTIR  
DE BARROS DE ESMALTES***

**Trabajo Fin de Grado**

Autor

Javier Redón Cerdà

Tutor

José Luis Amorós Albaro



## **Índice**

<b>1. IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>3</b>
<b>2. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....</b>	<b>5</b>
<b>3. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN PLANTA.....</b>	<b>13</b>



## **1. IMPACTO AMBIENTAL**

Uno de los aspectos más importantes en la industria, así como los anteriores de seguridad e higiene, es el impacto ambiental que pueda causar la construcción de una nueva planta. Este debe ser mínimo y cumplir la legislación vigente para llevar a cabo un impacto mínimo en el medioambiente, normas como la norma ISO 14001 de gestión ambiental. El estudio específico del impacto ambiental será responsabilidad de la empresa que contrate la construcción de la planta objetivo del presente proyecto.

Unas ciertas normas generales son imprescindibles, como son la buena educación de los empleados de la planta tanto en el ámbito de seguridad e higiene, como para el ámbito ambiental, en el cual deberán ser conscientes de todas las consecuencias que las actividades de la planta tengan en el medio ambiente e intentar corregir cualquier actividad nociva o perjudicial tanto para la salud de los empleados de la planta como para el medio que la rodea.

Esta planta de producción de calcina, no se producen grandes cantidades de residuos.

Por una parte, en el procesado de fangos se generan aguas residuales que se vierten al alcantarillado. Estas aguas tendrán que ser depuradas por la depuradora más cercana, aunque, como provienen de una línea de tratamiento de fangos, ya tienen un tratamiento primario realizado, es decir, solo es necesario realizarles un tratamiento biológico para eliminar la presencia de contaminantes bactericidas.

En la etapa de tratamiento térmico se producen gases de combustión. Cabe destacar que la cantidad de gases de combustión generados no es muy elevada y que estos gases no transportan ningún contaminante muy nocivo para el medio que rodea a la planta, por lo tanto, se cumplirá en todo momento la legislación vigente en lo que se refiere a emisión de gases y contaminación térmica del ambiente.

Por otra parte, la planta en sí realiza una función en pro del medioambiente, ya que una de las materias primas utilizadas para la fabricación del producto acabado proviene de residuos que otras plantas de fabricación generan, es decir, la planta está

realizando un "favor" al medioambiente, reutilizando y reinsertando un residuo de nuevo en un proceso de fabricación, con la disminución del impacto ó contaminación ambiental que eso conlleva.

En resumen, se puede afirmar que la planta de fabricación de una calcina de carácter borácico no solo no contamina, sino que realiza una función de ayuda al medioambiente con el tratamiento primario de aguas residuales y con el uso de un residuo como materia prima.

## **2. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL**

La importancia de la Seguridad y Salud laboral en los últimos años ha experimentado un interés creciente en todos los ámbitos, tanto a nivel legislativo, de formación, de publicaciones, etc. Con cambios muy importantes en el enfoque que se le ha dado a estos asuntos en varios niveles.

Así, se ha pasado de considerar los temas de seguridad como algo marginal del que debe ocuparse sólo una o pocas personas, dedicando el mínimo coste para intentar evitar consecuencias graves de los accidentes, y en procesos más o menos considerados de alto riesgo como la industria de fabricación de explosivos, empresas que fabrican o manipulan productos tóxicos, centrales nucleares, etc., a una filosofía basada en que la seguridad es cosa de todos y cada uno de los trabajadores, de todas las actividades (desde la industria, servicios, etc.) y se debe actuar a prior, es decir, basar las actuaciones en una política preventiva.

Cabe destacar también, que el concepto de Salud Laboral, se ha ampliado desde el concepto inicial de la salud física u orgánica, hasta considerar la salud psíquica y la salud social o bienestar en la vida relacional del individuo.

Más concretamente, en España, este cambio se inició de forma importante, en el año 1995, con la publicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, también conocida por sus siglas como LPRL, en la que se establecen una serie de obligaciones en materia de seguridad y salud laboral para prácticamente todas las actividades.

El objetivo de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales es determinar el cuerpo básico de garantías y responsabilidades para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

A continuación se citan algunos aspectos resaltables del contenido de la LPRL:

- *Principios básicos:*
  - Principio de prevención
  - Principio de atenuación del riesgo inevitable
  - Principio de evaluación, adaptación y adecuación
  - Principio de seguridad integrada
  - Principio de preeminencia de la protección colectiva
  - Principio de primacía de la protección
  
- *Evaluación de los riesgos:* evaluación inicial de los riesgos por tal de planificar la acción preventiva de la empresa. Esta evaluación es obligatoria, planificada y documentada.
  
- *Formación:* se debe garantizar que el trabajador reciba una formación teórica y práctica adecuada en materia de prevención. El coste correrá siempre a cargo de la empresa y la formación se realizará en horario laboral.
  
- *Obligación de los fabricantes y suministradores:* los fabricantes o suministradores de EPI (equipos de protección individual) están obligados a suministrar la información que indique la manera correcta de utilización.
  
- *Vigilancia de la salud:* el empresario debe garantizar la vigilancia periódica del estado de salud de los trabajadores, aunque esta vigilancia sólo se efectuará cuando el trabajador preste su consentimiento.
  
- *Derechos del trabajador:* tener una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.



- *Obligaciones del trabajador:* velar para su propia seguridad y salud en el trabajo y para la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad. El incumplimiento de estas obligaciones tiene consideración de incumplimiento laboral.

Aparte de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, toda industria debe de cumplir una serie de mínimos requisitos de seguridad. Estos requisitos están recogidos en el Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.

A continuación se citan algunas de ellas:

- *Limpieza y Orden:*

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo deberán permanecer libres de obstáculos de manera que sea posible utilizarlas sin dificultad en todo momento.

Se limpiará periódicamente los lugares de trabajo y los equipos e instalaciones para mantener unas condiciones higiénicas adecuadas.

Se eliminarán inmediatamente los desperdicios, manchas de grasa, residuos de sustancias peligrosas que puedan generar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

- *Condiciones de la edificación:*

Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización. Los elementos estructurales deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgo para su seguridad y salud en condiciones ergonómicas aceptables.

Las escaleras de mano tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización no suponga un riesgo de caída por rotura o deslizamiento de las mismas.

Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación y las puertas de acceso se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

- Iluminación:

Cuando exista iluminación natural se evitarán, en lo posible, las sombras que dificulten las operaciones a ejecutar.

Se procurará que la intensidad luminosa en cada zona de trabajo sea uniforme, evitando los reflejos y deslumbramientos al trabajador.

Se realizará una limpieza periódica, y la renovación, en caso necesario, de las superficies iluminantes para asegurar su constante transparencia.

En las zonas de trabajo que carezcan de iluminación natural, ésta sea insuficiente o se proyecten sombras que dificulten las operaciones laborales, se empleará la iluminación artificial.

Se evitarán contrastes fuertes de luz y sombras para poder apreciar los objetos en sus tres dimensiones. Evitar deslumbramientos.

La iluminación artificial deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del local, ni presentar ningún peligro de incendio o explosión. En los locales con riesgo de explosión por el género de sus actividades, sustancias almacenadas o ambientes peligrosos, la iluminación será antideflagrante, reduciendo el peligro de explosión.

En todos los centros de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente.

- Instalación Eléctrica:

La instalación eléctrica deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso y salvo disposiciones específicas de dicha normativa, la instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión.

Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.

- Condiciones Ambientales:

En los locales de trabajo y sus anexos se mantendrán, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas adecuadas, evitando el aire viciado, exceso de calor y frío, humedad o sequía y los olores desagradables.

Las emanaciones de polvo, fibras, humos, gases, vapores o neblinas, desprendidos en locales de trabajo, serán extraídos, en lo posible, en su lugar de origen, evitando su difusión por la atmósfera.

En los centros de trabajo expuestos a altas y bajas temperaturas serán evitadas las variaciones bruscas por el medio más eficaz.

Cuando la temperatura sea extremadamente distinta entre los lugares de trabajo, deberán existir locales de paso para que los operarios se adapten gradualmente a unas y otras.

Se fijan como límites normales de temperatura y humedad en locales y para los distintos trabajos, siempre que el procedimiento de fabricación lo permita, los siguientes:

- Para trabajos sedentarios: De 17 a 22°C.
- Para trabajos ordinarios: De 15 a 18°C.
- Para trabajos que exijan acusado esfuerzo muscular: De 12 a 15 °C.

La humedad relativa de la atmósfera oscilará del 40 al 60%, salvo en instalaciones en que haya peligro por generarse electricidad estática, que deberá estar por encima del 50%.

Las instalaciones generadoras de calor o frío se situarán con la debida separación de los locales de trabajo para evitar en ellos peligros de incendio o explosión, el desprendimiento de gases nocivos, irradiaciones directas de calor o frío y las corrientes de aire perjudiciales al trabajador.

Todos los trabajadores estarán debidamente protegidos contra las irradiaciones directas y excesivas de calor. En los trabajos que hayan de realizarse en locales cerrados con extremado frío o calor se limitará la permanencia de los operarios estableciendo, en su caso, los turnos adecuados.

- Señalización:

La instalación eléctrica deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso y salvo disposiciones específicas de dicha normativa, la instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión.

Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.

La señalización es la información relativa a la seguridad que conviene que el trabajador reciba para evitar accidentes. Las señales:

- Se instalarán a una altura y posición apropiada en relación al ángulo visual teniendo en cuenta los posibles obstáculos.
- El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible.
- Con el fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

- Equipos de Protección Individual (EPI):

Se entiende por EPI cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de los riesgos que pueden amenazar su seguridad o salud.

Las protecciones deben estar homologadas por la legislación vigente, y se dividen en protecciones parciales, las cuales protegen partes o zonas concretas del cuerpo como el casco, los guantes o las gafas y en integrales, que protegen al individuo, como el cinturón de seguridad o ropa de trabajo.

Es fundamental mantener en buen estado los EPI, y en caso de notar alguna deficiencia se debe comunicar inmediatamente al jefe de planta.

- Riesgo de Incendio:

Para los riesgos de incendio, deben seguirse ciertas pautas que los empleados deberán conocer para poder controlar el fuego antes de la llegada de los servicios de extinción. Para ello, es conveniente formar a los empleados con cursos y buenos hábitos de seguridad, no solo en el ámbito de control de incendios, sino en todos los ámbitos que se refieren a la seguridad e higiene industrial. A continuación se muestran unas pequeñas pautas para el control de incendios:

- Los extintores son fáciles de utilizar, pero sólo si se conocen; enterarse de su funcionamiento.
- Conocer las causas que pueden provocar un incendio en el área de trabajo y las medidas preventivas necesarias para evitarlo.
- Tener a mano el número de teléfono de los bomberos.
- El buen orden y limpieza son los principios más importantes de prevención de incendios.
- No fumar en lugares prohibidos, ni tirar las colillas o cigarros sin apagar.
- Controlar las chispas de cualquier origen ya que pueden ser causa de muchos incendios.

- Ante un caso de incendio conocer las acciones inmediatas a tomarse.
- Si se manejan productos inflamables, prestar mucha atención y respetar las normas de seguridad.

### 3. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN PLANTA

Se consideran industrias, las actividades dirigidas a la obtención, reparación, mantenimiento y transformación o reutilización de productos industriales, el envasado y embalaje, así como el aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos o subproductos, cualquiera que sea la naturaleza de los recursos y procesos técnicos utilizados.

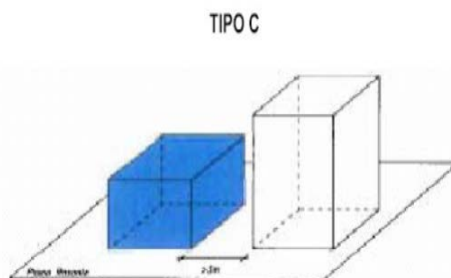
Es decir, al tratarse de una operación de transformación-reutilización de un producto industrial, como son los barros de esmalte, la planta de este Proyecto se define como un establecimiento industrial.

Las características que posee el establecimiento industrial objeto de análisis son las que siguen:

- Área de incendio: la cual comprende todo el conjunto del sistema industrial, es decir, tanto edificios como operaciones unitarias que se llevan a cabo. El área de incendio es de Tipo E, ya que ocupa un espacio abierto que puede estar cubierto (hasta un 50% de su superficie).
- Sector de incendio 1: la planta de producción
- Sector de incendio 2: laboratorio químico
- Sector de incendio 3: era de secado

Los tres sectores de incendio son de Tipo C, ya que la actividad industrial se lleva a cabo en un edificio y existe una separación mayor de 3 metros entre edificios.

Figura 1. Tipo de sector de incendio



Para la cálculo correcto del nivel de riesgo intrínseco que presenta cada sector, se necesita la fórmula que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de un sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$$

En donde  $q_{si}$  hace referencia al poder calorífico del combustible de cada sector,  $R_a$  y  $C_i$  son coeficientes adimensionales de corrección,  $S_i$  la superficie ocupada del sector (se supondrá un mínimo del 60% en cada sector, excepto en la era de secado que se considerará un 100% de superficie ocupada) y  $A$  el área total de cada sector.

En la Tabla 1 se observan los valores de los coeficientes para cada sector de incendio.

Tabla 1. Valores para cada sector

Sector	$q_{si}$ (MJ/m <sup>2</sup> )	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$C_i$	$R_a$	$A$ (m <sup>2</sup> )
1	200	881,03	1,3	1,5	1.468,39
2	500	40,8	1,3	1,5	68

Por tanto, el nivel de riesgo intrínseco de cada nivel, como se puede comprobar en el Documento 2. Anexos es de nivel BAJO tipo 1 y tipo 2 respectivamente para los sectores 1 y 2.

El sector 3 no se ha tenido en cuenta para la realización de los cálculos, ya sólo hay en ese sector un sólido totalmente inocuo, lo que no conlleva riesgo de incendio del mismo.

El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_e$ , de dicho edificio industrial:

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i}$$



Teniendo en cuenta los valores de las  $Q_s$  obtenidos y una vez calculado el valor de  $Q_e$ , siendo el mismo de  $Q_e = 249,54 \text{ MJ/m}^2$ , se puede afirmar que el Nivel de Riesgo Intrínseco de la planta es de nivel BAJO, tipo 1.

Para proteger la planta contra los posibles incendios se contará con la presencia de 8 extintores repartidos por los distintos sectores de incendio, siete de ellos serán extintores de polvo ABC polivalente de 6 kg de capacidad con una eficacia de 21A-119B-C, y uno será un extintor portátil con agente extintor  $\text{CO}_2$  y 5 kg de capacidad para extinción de fuegos de tipo B con eficacia de 89B.

Además, se dispondrá de tres mangueras contra incendios para dar cobertura en caso de que el incendio fuera grave. Éstas tres mangueras se encuentran distribuidas de manera que dan cobertura a los focos con más peligro como son el horno, el proceso de concentración de fangos y el taller y el laboratorio.

La planta también contará, por ley, con un pulsador de alarma de incendios ya que la superficie es mayor de  $1.000 \text{ m}^2$  y no se cuenta con un Sistema Automático de Detección de Incendios.

En el Documento 3.Planos, se puede encontrar la distribución de los extintores necesarios.

