



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# MÁSTER EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

## TRABAJO FINAL DE MÁSTER

---

Diseño del Sistema de Mantenimiento de la Línea  
de Producción en una Industria Cerámica

AUTOR: Luis Rodríguez Olmeda

DIRECTOR: Vicente Macián Martínez

Julio 2016

# ÍNDICE DE TEMAS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objeto.....	2
1.2 Desarrollo del Trabajo Fin de Master.....	3
CAPÍTULO 2: LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA CERÁMICA.....	4
2.1 Antecedentes.....	5
2.2 Situación actual.....	6
2.3 Proceso de fabricación cerámica.....	7
2.4 Secciones de la empresa.....	9
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES A MANTENER.....	10
3.1 Recepción y Almacenamiento de Materias Primas.....	11
3.1.1 Descripción y funcionamiento de la Recepción Materias Primas.....	11
3.1.2 Maquinaria característica de la Recepción de Materias Primas.....	12
3.2 Prensado y Secado.....	13
3.2.1 Descripción y funcionamiento del Prensado y Secado.....	13
3.2.2 Maquinaria característica del Prensado y Secado.....	15
3.3 Esmaltado y Decoración.....	22
3.3.1 Descripción y funcionamiento del Esmaltado y Decoración.....	22
3.3.2 Maquinaria característica del Esmaltado y Decoración.....	30
3.4 Horno.....	32
3.4.1 Descripción y funcionamiento del Horno.....	32
3.4.2 Maquinaria característica del Horno.....	36
3.5 Pulido y Rectificado.....	42
3.5.1 Descripción y funcionamiento del Pulido y Rectificado.....	42
3.5.2 Maquinaria característica del Pulido y Rectificado.....	44
3.6 Clasificadora.....	46
3.7 Empaquetadora y Paletizadora.....	47

<b>CAPÍTULO 4: CONSIDERACIONES SOBRE LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL MANTENIMIENTO A REALIZAR.....</b>	<b>48</b>
4.1 Finalidad del Mantenimiento.....	49
4.2 Estrategias de Aplicación a la Industria Cerámica.....	50
4.2.1 Mantenimiento centrado en la Fiabilidad (RCM).....	50
4.2.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	50
4.3 Mantenimiento en Proyecto.....	53
4.4 Especificaciones del Mantenimiento Preventivo.....	54
4.4.1 Introducción.....	54
4.4.2 Normas básicas de Mantenimiento.....	54
4.4.3 Sustitución de piezas estropeadas.....	56
4.4.4 Limpieza.....	56
4.4.5 Engrase.....	56
4.5 Mantenimiento Predictivo.....	57
4.5.1 Introducción.....	57
4.5.2 Técnicas utilizadas en la Producción Cerámica.....	58
4.5.2.1 Mantenimiento Predictivo empleando el análisis de vibraciones.....	58
4.5.2.3 Mantenimiento Predictivo basado en el análisis de aceite.....	59
4.5.2.4 Mantenimiento Predictivo empleando el análisis por termografía.....	60
4.5.2.5 Mantenimiento Predictivo de máquinas eléctricas.....	61
4.6 Contratación externa de los servicios de Mantenimiento.....	62
4.6.1 Introducción.....	62
4.6.2 Causas que impulsan la externalización.....	62
4.6.3 Ventajas e inconveniente de la contratación externa.....	63
4.6.4 Precauciones frente a la contratación externa.....	66
4.7 Clasificaciones del personal de Mantenimiento.....	68
4.7.1 Introducción.....	68
4.7.2 Operario de Producción.....	68
4.7.3 Mecánico.....	69
4.7.4 Electricista.....	70

CAPÍTULO 5: DISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	71
5.1 Plan de Mantenimiento Preventivo Línea de Producción.....	72
5.2 Recepción y Almacenamiento de Materias Primas.....	73
5.3 Prensado y Secado.....	74
5.4 Esmaltado y Decoración.....	76
5.5 Horno.....	77
5.6 Pulido y Rectificado.....	78
CAPÍTULO 6: AYUDAS INFORMÁTICAS A IMPLEMENTAR EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN....	89
6.1 Hoja Excel del Plan De Mantenimiento Preventivo.....	90
6.2 Hoja Excel Almacenamiento de Materias Primas.....	91
6.3 Hoja Excel Prensado y Secado.....	95
6.4 Hoja Excel Esmaltado y Decoración.....	99
6.5 Hoja Excel Horno.....	103
6.6 Hoja Excel Pulido y Rectificado.....	107
CAPÍTULO 7: CONCLUSIÓN.....	111
BIBLIOGRAFÍA.....	114
PLANO LÍNEA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIA CERÁMICA.....	115



# CAPÍTULO 1:

# INTRODUCCIÓN



## 1.1 OBJETO

La finalidad del presente Trabajo Fin de Máster es el estudio del actual sistema mantenimiento de la empresa cerámica G.R.E.S, y fruto de ese análisis, la elaboración de un Plan de Mantenimiento organizado y completo que permita sustituir al mantenimiento desestructurado y con muchas deficiencias que existe en esta empresa.

El objetivo fundamental se trata de elaborar y documentar de manera organizada las diferentes actividades técnicas de mantenimiento que se deben realizar en cada una de las áreas que componen la línea de producción de cerámica para tener un adecuado control por parte del Departamento de Mantenimiento. Así obtendremos máxima disponibilidad de las instalaciones, minimizando de forma relativa los costes de Mantenimiento.

Los principales objetivos de nuestro Sistema de Mantenimiento son:

- Maximizar la disponibilidad de equipos e instalaciones de producción.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximizar la vida útil de los equipos.
- Disminución de las paradas de producción debidas a los equipos, y los costes asociados.
- Evitar accidentes y aumentar la seguridad de los equipos.

En todo momento se pretende conseguir una mejora del sistema de Mantenimiento existente en la línea de producción, analizando minuciosamente cada uno de los equipos que forman dicha línea.

Este sistema de Mantenimiento permitirá que las tareas de Mantenimiento realizadas estén registradas y documentadas, así conseguiremos avanzar en estudios posteriores.



## 1.2 DESARROLLO DEL TRABAJO FIN DE MASTER

Este Trabajo Fin de Master se basa en el diseño del sistema de Mantenimiento de la línea de producción de cerámica que se desglosa en 6 apartados bien diferenciados.

En el primer apartado, se explica brevemente la finalidad y los objetivos que se persigue con este análisis para su posterior diseño del sistema de Mantenimiento.

En el segundo apartado, se habla de cómo se elaboraba la cerámica al principio de su aparición con procesos manuales y su evolución tanto en dicho proceso como en la tecnología utilizada en la actualidad.

El tercer apartado, se describe de forma detallada el funcionamiento de cada una de las secciones y su maquinaria utilizada para tal fin que componen la línea de producción de cerámica.

El cuarto apartado se detalla las consideraciones a tener en cuenta para llevar una gestión óptima del Mantenimiento y los diferentes tipos de Mantenimiento que se pueden implantar en la empresa.

En el quinto y sexto apartado se especifica el Plan de Mantenimiento Preventivo que se debe realizar en cada una de las secciones que componen la línea de producción, así como la introducción de una Hoja de Excel para llevar dicho mantenimiento de una forma organizada y documentada.

En el séptimo apartado se expone los aspectos que se tuvieron en cuenta en el estudio previo y los resultados conseguidos al introducir el diseño de nuestro nuevo Sistema de Mantenimiento en la línea de producción de cerámica.

Por último, situamos la Bibliografía que hemos utilizado para poder desarrollar el Trabajo Fin de Máster.

Se añade un PLANO N° 1 para visualizar de forma clara la Línea de producción cerámica.



## CAPÍTULO 2:

# LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA CERÁMICA

## 2.1 ANTECEDENTES

En el pasado, la obtención de baldosas cerámicas se realizaba bajo unos procesos manuales basados en la manipulación de la tierra y el agua, y el control del fuego. Estos procesos incluían:

- La selección de arcillas naturales, su trituración y mezcla.
- La preparación con agua de pastas para dar forma a las piezas en estado plástico (barro).
- La operación de modelado a partir de unos primitivos moldes de madera que conferían las dimensiones de la pieza en estado crudo.
- Un secado natural para eliminar la mayor parte del agua que se había aportado en la preparación de la pasta.
- Una primera cocción que confería la resistencia mecánica y la geometría definitiva del producto, así como la colocación superficial; en algunos casos, estas baldosas cerámicas, sin ningún tratamiento posterior, eran utilizadas como material de recubrimiento.
- Sobre el producto cocido se aplicaban engobes y vidriados para enmascarar el color del cuerpo cerámico, dar otra coloración en su cara vista o aportar impermeabilidad a un producto poroso.
- También podían aplicarse decoraciones y otros tratamientos superficiales, bien directamente sobre el bizcocho o cuerpo cerámico, bien sobre los engobes o vidriados.
- Tras estos tratamientos, se sometía a la baldosa cerámica a un nuevo proceso de cocción para alcanzar el estado final en todas sus partes, con la maduración de todos los elementos aplicados sobre la superficie del soporte.

Esas baldosas tradicionales se colocaban habitualmente con morteros de cal, que daban una buena adherencia y eran ligeramente deformables para adaptar el recubrimiento cerámico a los cambios térmicos o pequeños movimientos que se producían sobre el soporte o sobre las baldosas cerámicas una vez instaladas.

Sin la acción del agua, los alicatados y solados colocados con mortero de cal han resistido el paso del tiempo hasta llegar a nuestros días, en ocasiones en muy buenas condiciones de conservación.

A partir de mediados del siglo XIX se inician una serie de cambios en el proceso de elaboración que son la base de la tecnología cerámica actual y de las familias cerámicas que oferta la industria cerámica.

## 2.2 SITUACIÓN ACTUAL

### El proceso de fabricación actual

Ya hemos descrito en el punto anterior aunque de una forma muy resumida, las etapas del proceso de elaboración de una baldosa cerámica hasta mediados del siglo pasado.

De esas etapas cabe destacar tres fases fundamentales de cara a la obtención de una baldosa cerámica con unas características concretas: la selección y tratamiento de las materias primas, el proceso de modelado y la cocción.

Sobre estas tres fases se experimentaron diferentes innovaciones que han llevado a la tecnología cerámica actual, siguiendo unos procesos (Véase Figura 2.1).

De este cuadro se deducen los tres grandes bloques correspondientes a las fases antes aludidas, con unas pocas alternativas dentro de cada bloque para la tecnología actual y mayoritaria en la fabricación de baldosas cerámicas:

- Preparación de materias primas por vía seca o vía húmeda.
- Conformación o modelado en estado plástico (extrusión) o en estado semiseco (prensado). En nuestro caso prensado.
- Proceso de cocción único o doble. En nuestro caso proceso de cocción único.



Figura 2.1 Diagrama del proceso de fabricación

## 2.3 PROCESO DE FABRICACIÓN CERÁMICA

El proceso industrial destinado a la fabricación de Pavimento y Revestimiento cerámico de la empresa comienza con el aprovisionamiento de arcilla atomizada. Este material, sólido a base de granos esféricos huecos con un diámetro externo de alrededor de 500 micras, es transportado en camiones bañeras desde sus centros productivos, o centros de atomización.

Los camiones descargan sobre una tolva de recepción, desde la cual y por medio de una instalación compuesta de cintas transportadoras y elevadores a cangilones, la arcilla atomizada (material granular) es depositada en unos silos, a la espera de ser consumida en el proceso de prensado.

A continuación y por otro sistema de cintas transportadoras, elevadores, tolvas, pasa a los distribuidores que alimentan el carrillo del molde de la prensa.

De las prensas, el material sale con la forma definitiva (aunque con un tamaño mayor, del orden del 6% en longitud), pero con un exceso de humedad (sobre el 5 %). Esta humedad es excesivamente elevada y causaría problemas en las piezas por su elevada fragilidad (lo que provocaría tasas de roturas inadmisibles en los procesos siguientes). Asimismo esta humedad no es adecuada para el proceso de cocción.

Por tanto después del prensado, el material es secado en unos secaderos verticales, por aire caliente, que hay a continuación de la prensa. A la salida de éste la humedad es menor del 1 %.

A la salida del secadero el material es almacenado en un pulmón de boxes en espera del proceso de esmaltación y decoración.

La esmaltadora es alimentada con azulejos provenientes del stock almacenado de material seco. En la línea de esmaltado, de más de 120 metros lineales hay instaladas diversas maquinas, como lenguas de aplicación de esmalte, cabinas de aplicación de tratamientos diversos, así como de modernísimas impresoras de chorro de tinta para efectuar el decorado del pavimento porcelánico. Una vez se ha esmaltado y decorado es cargado en boxes por la máquina de carga y almacenado en un pulmón de boxes, listo para el siguiente proceso de cocción.

A continuación, desde el stock de material decorado, es descargado por la máquina correspondiente, y entrando en el horno monoestrato a rodillos cerámicos, con temperaturas máximas cercanas a los 1200°C, donde se realiza la cocción, vitrificándose en toda su masa. En el horno el material se contrae, sobre un 6%, adquiriendo finalmente el tamaño definitivo.

A la salida del horno se cargan en box, formando un stock de material ya cocido, para pasar a la clasificadora, empaquetadora y paletizadora, para su posterior almacenamiento en palets con varias alturas en un patio exterior adyacente. El material está listo para ser comercializado. Desde este almacén será finalmente cargado en camiones mediante el empleo de carretillas elevadoras. En la siguiente Figura 2.2 podemos ver el proceso detallado con anterioridad.

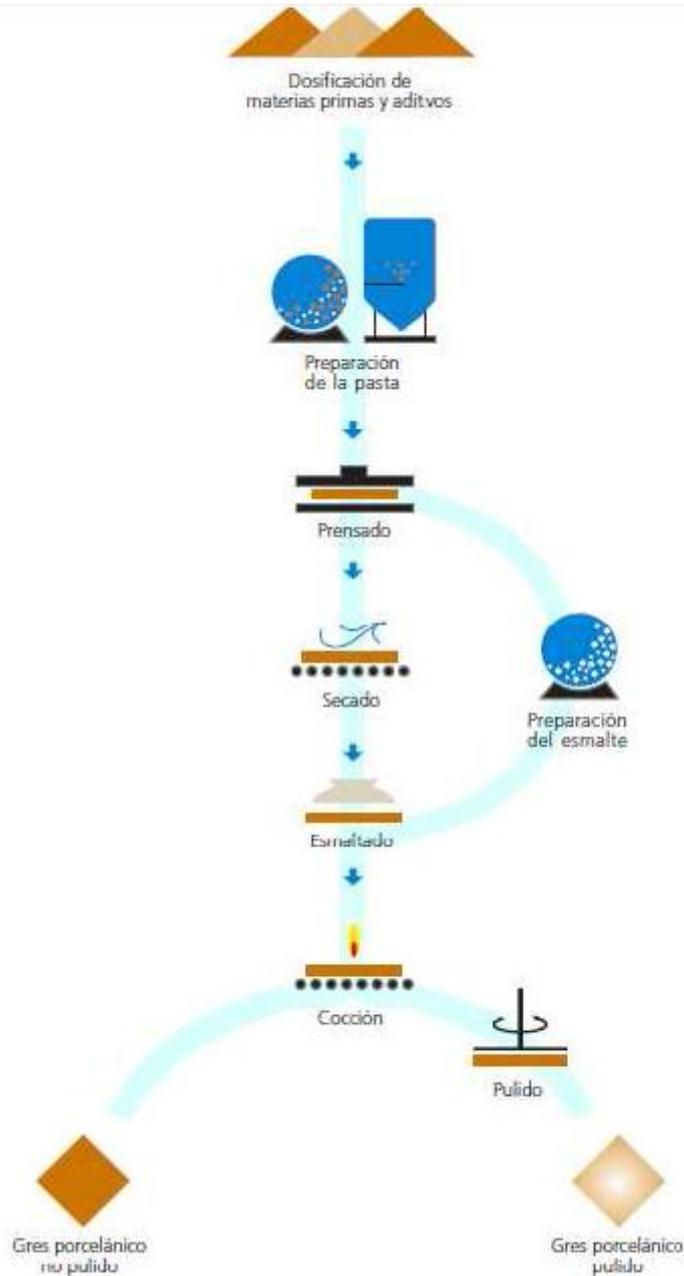


Figura 2.2 Proceso de fabricación gres porcelánico.



## 2.4 SECCIONES DE LA EMPRESA

Complementado el apartado anterior, pueden establecerse unas divisiones o secciones en la empresa claramente diferenciadas en cuanto a su función dentro del ámbito productivo, cada una de ellas con su encargado y operarios especializados.

- Silos almacenamiento atomizado.
- Almacenamiento de crudo y cocido.
- 4 Prensa-Secadero.
- 4 Líneas Decoración/Esmaltado.
- 2 Hornos.
- 4 Clasificadora-Paletizadora.
- Oficina de Mantenimiento.
- Taller de Mantenimiento.
- Almacén de Repuestos.
- Oficina Administración.

Nuestro análisis se centrará en la línea de producción que abarca las 6 primeras secciones de la empresa.



# CAPÍTULO 3:

## DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES A MANTENER

### 3.1 RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas utilizadas en la producción de gres porcelánico en industria cerámica es la arcilla atomizada (material granular) ya que una de sus funciones principales es proporcionar la plasticidad necesaria para obtener, por medio de la operación de prensado, recubrimientos con características mecánicas adecuadas para facilitar la manipulación del producto sin cocer.

Estas materias primas como se ha dicho anteriormente son transportadas en camiones bañeras desde sus centros de atomización.

Estos camiones descargan sobre una tolva de recepción y por medio de una instalación compuesta de cintas transportadoras y elevadores a cangilones, la arcilla atomizada es depositada en unos silos, a la espera de ser consumida en el proceso de prensado.

La preparación de los polvos consiste en una serie de operaciones dirigidas a la obtención de un material de composición homogénea y distribución de tamaño de partícula adecuada.

#### 3.1.1 Descripción y funcionamiento de la Recepción y Almacenamiento de las Materias Primas

En la industria cerámica podemos encontrar dos tipos de tecnologías bien diferenciadas que pueden ser usadas en esta etapa del proceso de producción del recubrimiento:

- Molienda en seco y humectación.
- Molienda en húmedo y atomizado.

A pesar de que la opción de molienda en húmedo y atomizado es la menos conveniente desde el punto de vista energético, y por tanto la más costosa, es la que se utiliza en la fabricación del gres porcelánico por los siguientes motivos:

- La molienda en húmedo nos permite alcanzar tamaños de partículas más finos con lo cual se puede obtener un recubrimiento homogéneo y denso durante la cocción.
- En la molienda en húmedo, debido a que se utilizan cantidades de agua del 35% - 40% se puede lograr una óptima homogeneización de las materias primas que conforman el polvo.
- El Atomizado produce polvos granulares con morfologías y distribuciones de tamaño de partículas apropiadas para el correcto llenado de los moldes en las prensas con lo cual es posible conseguir buenas compactaciones en el recubrimiento, y por tanto, favorecer la sinterización en la etapa de cocción.

### 3.1.2 Maquinaria característica de la Recepción y Almacenamiento de las Materias Primas

La maquinaria utilizada en el proceso de molienda en húmedo, se utilizan los llamados molinos de bolas (ver figura 3.1) en donde el elemento molturante consiste en esferas cerámicas. A la suspensión obtenida de la molienda en húmedo se le conoce como barbotina y contiene entre el 35% y el 40% de agua. La barbotina es inyectada a alta presión por medio de bombas hidráulicas a una serie de aspersores localizados en la parte superior de un equipo conocido como atomizador (ver figura 3.2) en donde entra en contacto con aire caliente a temperaturas del orden de los 500-600°C. El agua contenida en la barbotina es evaporada y se obtienen polvos granulares con distribución de tamaño de partícula y humedad apropiados para la etapa de prensado. El polvo atomizado es enviado a silos de almacenamiento (ver figura 3.3) por medio de bandas transportadas.

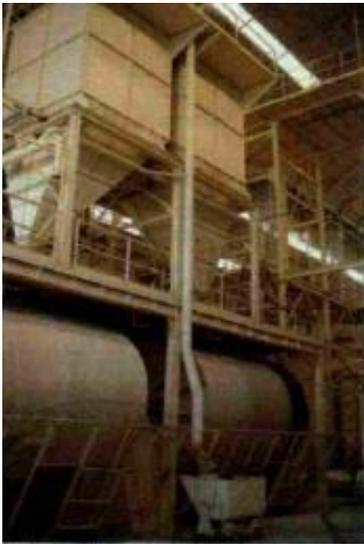


Figura 3.1 Molinos de bolas



Figura 3.2 Atomizador



Figura 3.3 Silos de Almacenamiento

## 3.2 PRENSADO Y SECADO

El prensado es la etapa del proceso donde se conforman los productos cerámicos mediante la compactación del atomizado (polvo granulado con una humedad en torno al 5 %). Después del prensado se realiza el secado para eliminar la humedad que existe en la baldosa.

### 3.2.1 Descripción y funcionamiento del Prensado y Secado

En el proceso de prensado se realizan 3 etapas bien diferenciadas:

- Conformación de la baldosa, dándole a esta una geometría dimensional bien definida.
- Compactación del atomizado para conseguir unas deseadas características mecánicas que permitan seguir con todo el proceso.
- Densificación del producto para restringir los huecos en el sólido prensado.

Existen otros sistemas alternativos para la conformación, tales como extrusión, colado. Sin embargo el proceso de prensado presenta las siguientes ventajas:

- Alta productividad
- Constancia elevada de los parámetros dimensionales.
- Control preciso de la contracción de cocido.

El proceso de prensado se realiza actualmente, en casi todas las empresas, mediante el uso de prensas hidráulicas.



Figura 3.4 Prensa hidráulica utilizada en la línea de producción.

Durante el prensado, para que se pueda obtener la compactación deseada es preciso que la humedad de los polvos cerámicos estén alrededor del 5%; posteriormente hay que eliminar en gran medida la humedad presente en la baldosa una vez prensada, principalmente por dos motivos:

- Una baldosa con menos humedad (a grosso modo pasamos del 5% al 1% en este proceso) es mecánicamente mucho más resistente, y por tanto posibilitan que puedan ser transportadas sobre líneas de correas y también admitir procesos en líneas de decoración, con un número muy reducido de bajas por despuntados.
- Los hornos monoestratos actuales empleados en la cocción, de alta producción y ciclos reducidos precisan que las baldosas que los alimentan tengan una humedad lo más baja posible; técnicamente sería imposible con la humedad que tenemos a la salida de la prensa.

Podemos considerar el secado como un proceso dependiente de tres factores:

- Poder secante del ambiente, humedad relativa, velocidad relativa del aire.
- Fuerzas actuantes a nivel capilar.
- Variaciones dimensionales debidas a la cesión de humedad.

El proceso de secado implica la transferencia de calor desde el ambiente a la baldosa cerámica a secar, así como la transferencia de vapor de agua en el sentido contrario. El calor -energía- necesario para esta transferencia puede ser aplicada a la pieza por convección, radiación o conducción; y normalmente se dan estos tres procesos.

Habitualmente, en la industria cerámica se consigue este secado por el empleo de aire caliente, y se desarrollan de forma consecutiva, las siguientes fases:

- Transferencia de calor del aire a la pieza.
- Transformación del agua de líquido a vapor.
- Separación de vapor desde la superficie de la prensa.
- Transporte de agua en estado líquido desde el interior de la pieza hasta la superficie.

### 3.2.2 Maquinaria característica del Prensado y Secado

En la sección de prensado la maquinaria utilizada por excelencia es la prensa hidráulica. Estas modernas prensas según el principio oleodinámico mediante la acción de un fluido -aceite hidráulico- que suministra una presión dentro de un cilindro que proporciona la fuerza necesaria de prensado. En función de la fuerza necesaria, que depende del tipo de producto a prensar, la sección total del material prensado en un ciclo, de la presión máxima admisible de trabajo, se tiene que dimensionar el diámetro del cilindro.

Dadas las necesidades actuales en cuanto a productividad y tamaño se necesitan prensas con fuerzas de prensado de más de 3000 T y hasta 10 golpes/minutos.

Resumiendo, la acción de prensado se consigue mediante la transformación de la presión hidráulica en fuerza de deformación aplicada, de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$F = S \times P$$

Donde:

F = Fuerza de prensado (en Kp).

S = Superficie del pistón (en cm<sup>2</sup>).

P = Presión del aceite (en Kp / cm<sup>2</sup>).

Las propiedades principales de una buena prensa hidráulica son:

- Distribución uniforme de la fuerza de prensado en el alveolo.
- Absoluta repetitividad de los ciclos de prensado.

Todos estos parámetros indicados hacen que las prensas hidráulicas sean las más usadas en la industria consiguiendo un alto grado de automatización, consiguiendo las elevadas exigencias técnicas de la baldosa, estando esta lista para el siguiente proceso de secado.

Los requisitos deseables a tener en cuenta para la adquisición de una prensa hidráulica son:

- Fiabilidad, economía de mantenimiento.
- Productividad.
- Automatización.
- Flexibilidad, particularmente en cambios de formato.
- Precisión en las diferentes fases individuales del ciclo de trabajo.
- Máximo ahorro energético.
- Versatilidad

Se desea la consecución de unos ciclos de trabajos elevados, con unas elevadas características mecánicas en el prensado, una alta constancia en el tiempo de esas características, y con una alta fiabilidad y con un coste de funcionamiento (energía eléctrica consumida) y de mantenimiento los más reducidos posibles.

La máquina para el prensado la forman la prensa propiamente dicha, y unos accesorios adicionales, igualmente necesarios para el prensado, como son:

- Dispositivos para la carga de polvo : carros de prensas
- Moldes.
- Recogida y distribución de las baldosas recién prensadas.

### Distintas tecnologías de Prensas

Dependiendo de las necesidades de producción de baldosas cerámicas, podemos dividir las prensas hidráulicas en tres tipos principales:

- *Prensas para pequeños formatos y piezas especiales.* Son máquinas que trabajan con pequeñas fuerzas de prensado ( $< 500 T_f$ ), disponen de controles sofisticados, con movimiento de la traviesa, del carro de alimentación. Los moldes son complicados y la extracción de la pieza conformada puede ocurrir, eventualmente, con movimiento de la matriz. Las potencias eléctrica instalada es pequeña,  $<$  de 30 kW.
- *Prensas para pieza de dimensiones medianas,* hasta 40x40 cm, empleadas principalmente para la monococción de pavimentos o revestimientos, son las más vendidas y usadas por las empresas y sus fuerzas de prensado varían desde 600 T hasta 4000 T; estas máquinas tienen una alta productividad (hasta 18 ciclos/minuto) y flexibilidad para adaptarse con facilidad a los cambios de formato.

Por esto deben de permitir la realización de las operaciones de cambio de molde, cambios en el carro de alimentación y regulación de la prensa, todo ello con la máxima sencillez, facilidad y rapidez. La carga de polvos mediante el carro con la parrilla tradicional se considera obsoleta y es reemplazado por parrillas flotantes, de esta forma el carro y el tolvin de carga es siempre el mismo; de este modo en el cambio de formato es suficiente con la sustitución de la parrilla.

El sistema oleodinámico es mucho más sofisticado, dotados de regulaciones mediante válvulas proporcionales, y no solamente con electroválvulas. Evidentemente, también exige sistemas electrónicos multiprocesador, con salidas y entradas analógicas con realimentación.

Se usan PLC última generación con programas SCADA adecuados para permitir fáciles modificaciones de los parámetros de funcionamiento, ayudas para la detección de averías, copias y recuperar archivos.

- *Prensas para formatos medio-grandes.* En la gama de este tipo de baldosas, por ejemplo 60x60 cm, 60x120 cm o superiores, o también para pavimento porcelánico, se realiza el prensado con ciclos más lentos con menos consumos específicos. La productividad se consigue con la elevada superficie total obtenida en cada ciclo, lo cual exige importantes fuerzas de prensado, de hasta 10000 T, y se consigue prensados específicos hasta 600 kg/cm<sup>2</sup>.

Se emplean no solo para fabricar baldosas sino también grandes láminas (por ejemplo 120x180). Los sistemas de alimentación tienen que estar diseñados para conseguir una buena homogeneidad en el reparto del atomizado; los moldes tienen que estar diseñados para su movimiento con carretillas elevadoras. Los ciclos de prensado bajan hasta valores inferiores a los 10 golpes/minuto.

### Accesorios de la máquina

- *Llenado del alveolo y extractor de piezas*

Los extractores modernos, hidráulicos, han contribuido decisivamente a aumentar las prestaciones y versatilidad de la máquina, y hemos pasado desde los tradicionales, con astas, instalados en el foso de la prensa a los montados sobre la bancada, directamente debajo del molde, obteniendo una mayor precisión de movimiento debido a los ejes más cortos; el sistema oleodinámico proporcional mejora la precisión y rapidez en el desarrollo de la operación de llenado de polvos y la extracción de la baldosa prensada.

- *Tipos de moldes empleados*

Los moldes empleados en las prensas cerámicas pueden subdividirse en dos tipos principales:

- *Moldes penetrantes*

Es la solución más empleada tradicionalmente. En el prensado, los punzones superiores que están sujetos a la traviesa móvil de la prensa, penetran dentro de los alveolos correspondientes de la matriz, que se encuentra fijada sólidamente en la parte inferior del molde. La extracción de la baldosa se produce con el alzamiento de los punzones inferiores.

Simplicidad constructiva, de lo que deriva costos de fabricación bajos, que unido a la alta productividad constituyen las mayores ventajas de este tipo de molde.

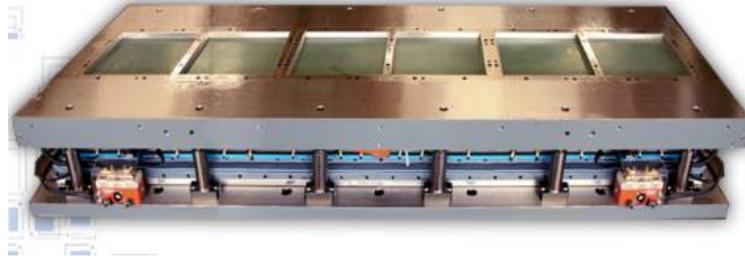


Figura 3.5 Molde penetrante utilizada en sección prensado.

- *Molde espejo*

Este tipo de molde consta de pistones hidráulicos en el que el punzón liso se encuentra magnetizado por la placa superior magnética, el cual se apoya sobre la matriz durante el proceso de prensado.

La compactación del polvo atomizado se produce cuando el punzón superior apoyado sobre la matriz desciende junto a ella, gracias a los pies hidráulicos.

Este molde obtiene la cara buena del azulejo arriba evitando de este modo el volteador, con las ventajas que ello conlleva de evitar tierra pegada en la cara buena y grietas producidas por el volteador cuando se trata de piezas de grandes dimensiones.

Este tipo de molde es más complicado mecánicamente; más caro, difícil de montaje y debido a su operación invertida la pieza tiene que ser rectificada.

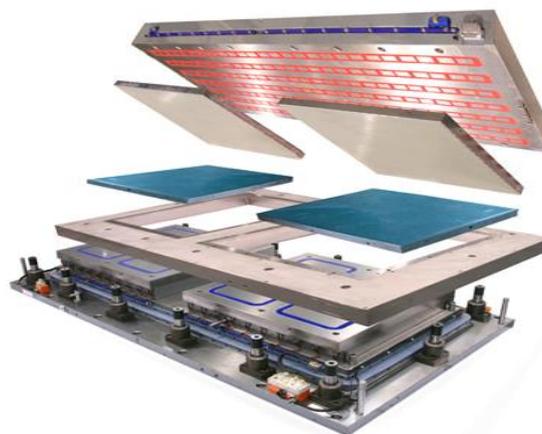


Figura 3.6 Molde espejo.

- *Molde de conformación superior*

Es preferible que en el prensado la cara vista tenga posición hacia arriba, entre otros motivos porque nos evitamos el mecanismo del volteador de piezas. El volteador de piezas, cuya misión es pasar la cara vista de la pieza al lado de arriba, es un mecanismo delicado que muchas veces si no es bien mantenido provoca muchas bajas de baldosas debido a roces y golpes (cuando sale de la prensa, la baldosa tiene muy poca resistencia mecánica y cualquier roce puede deteriorarla provocando despuntados y causando bajas en la calidad); por el motivo anterior la regulación de volteador es delicada, y frecuentemente obliga a ralentizar los golpes/minuto de la prensa, esto es se convierte en el eslabón débil del proceso de prensado.

Por todo esto hay una gran preferencia para que el posicionamiento de la cara vista esté hacia arriba en el mismo prensado, para evitar el volteador, y también para posibilitar la aplicación de la decoración en la propia prensa. Por esto han aparecido otros tipos de molde que posibilitan mediante un acoplamiento mecánico de los punzones y paredes del molde, conseguir fabricar baldosas con cara vista hacia arriba y espaciador lateral, donde el lado del pequeño borde está hacia arriba y por tanto no hay contacto con la matriz en la fase de extracción.

Este tipo de molde resuelve muchos problemas tecnológicos y estéticos, permitiendo la fabricación de productos avanzados como el gres porcelánico de gránulo grueso, en donde los granos grandes permanecen en las capas superiores.

- *Moldes Isostáticos*

En determinados productos, como es el caso del gres porcelánico, que tienen una alta contracción en cocido (alrededor del 9%), aparecen muchas bajas en la calidad debido a defectos dimensionales como el descuadre, así como también la aparición de varios calibres, lo cual complica la logística, ya que no se pueden colocar los calibres mezclados. Por tanto cada suministro individual debe de ser del mismo calibre; ello origina muchos residuos y desperdicios en el almacén de producto acabado.

Para evitar todo lo mencionado en el párrafo anterior, es necesario que la compactación sea muy constante en cada parte del plato. Las grandes prensas, las piezas se deforman elásticamente al prensar; también dificultan esta homogeneidad deseada en la compactación.

Para dar solución a toda esta problemática se han desarrollado unos tipos de moldes denominados isostáticos (ver Figura 3.7) con unos punzones dotado de un dorso rígido y una parte frontal (en contacto con el polvo a prensar) realizados con polímeros duros, pero deformables. Este polímero por una cara está en contacto con el material a prensar y por el otro lado en contacto con aceite.

Se basa en un sistema innovador de compensación de presión de prensado en la pieza mediante cámara de aceite. Este sistema soluciona los problemas de diferencias de compactación.

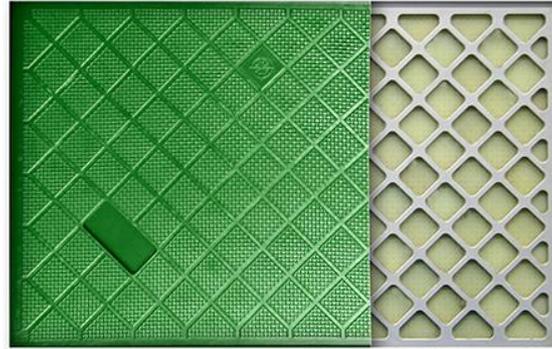


Figura 3.7 Molde isostáticos

En cuanto a la sección de secado, la máquina utilizada en el sector de la cerámica son los secaderos verticales

Los secaderos habitualmente empleados en la industria cerámica son de dos tipos: el horizontal y el vertical. Aunque los principios tecnológicos básicos son muy similares, la dinámica de secado es distinta al ser diferentes los ciclos de trabajo y por tanto variar notablemente los tiempos en que las mismas tensiones (contracción, aumento de la resistencia mecánica) se produce.

El secadero vertical presenta la ventaja del menor espacio requerido para su implantación en planta con ciclos de secado más largos, y por tanto permite la instalación con naves más pequeñas; en cambio desde el punto de vista del mantenimiento, este es más delicado, y las averías, caso de producirse, son más difíciles y requieren más tiempo para solucionarlas. Pero en conjunto las ventajas superan a los inconvenientes y los secaderos verticales son los más utilizados en la práctica (ver Figura 3.8).

Los secaderos verticales son las máquinas ideales a incorporar en las líneas automáticas de producción para la fabricación de pavimentos y revestimientos, y son unas instalaciones de secado de altas prestaciones; ya que se obtienen los máximos resultados tecnológicos: baja humedad residual, uniformidad de la temperatura en cada pieza y entre piezas, alta resistencia mecánica de las piezas, y bajos consumos energéticos.

Un secadero vertical está compuesto de una estructura vertical dentro de cual se mueven, ancladas a dos cadenas, las cestas compuestas por varios planos de rodillos en donde se ubican las baldosas que queremos secar.

En funcionamiento continuo, cuando un determinado plano de baldosas llega al denominado plano de trabajo, un mecanismo accionado eléctricamente y neumáticamente se pone en movimiento, y al mismo tiempo que van sacando el plano de azulejos ya secados, va entrando el nuevo plano procedente de las prensas; todo este procedimiento requiere una regulación precisa para evitar choques entre las diferentes filas de baldosas.

El secado se consigue por un flujo de aire caliente obtenido por ventiladores y quemadores, funcionando estos con gas natural como combustible. Este aire caliente transmite el calor a las baldosas fundamentalmente por convección, y se consigue, finalmente, la humedad y temperatura adecuadas, y obteniendo un importante incremento de la resistencia mecánica de las piezas.

La carga y descarga de baldosas se desarrollan sin golpes y con la máxima flexibilidad para los cambios de formatos, mediante el uso de rodillos en movimiento de entrada y salida; por el posicionamiento preciso de las cestas de las baldosas, por la motorización doble de los rodillos para evitar deslizamientos, y mediante el empleo de encoders, fotocélulas, variadores de frecuencia y uso de PLC de altas prestaciones para conseguir los movimientos precisos que son necesarios.

Así el movimiento de las cestas por un accionamiento de frecuencia variable en el moto-reductor del eje del mecanismo de cadenas, consigue la precisión del movimiento de rotación que es necesario. También existe un dispositivo de guiado de las cestas para conseguir un buen posicionamiento de estas.

Las cestas se sustentan a la cadena por medio de unos brazos para impedir roces con la armadura del secadero.



Figura 3.8 Secadero Vertical

### 3.3 ESMALTADO Y DECORACIÓN

En primer lugar, los esmaltes se emplean en diferentes estados físicos como suspensiones acuosas, no acuosas, granulados y polvos.

En la sección de esmaltado, los esmaltes se suelen encargar a los fabricantes de colores cerámicos la preparación de esmaltes en estado sólido, granulados y polvos. Las empresas cerámicas normalmente se ocupan principalmente de la preparación de esmaltes compuestos por medio de molienda y homogeneización para que puedan servir en el proceso delicado de aplicación.

#### 3.3.1 Descripción y funcionamiento de Esmaltado y Decoración

A la hora de la preparación de los esmaltes, es importante situarla entre el almacén de stocks y la sección de aplicación de esmalte para minimizar el transporte. El diseño de esta sección se ha realizado teniendo en consideración las normativas vigentes en materia de Seguridad y Salud; para conseguir un producto fiable y constante de acuerdo con las características óptimas para la siguiente fase de aplicación.

Es bastante usual que empleemos simultáneamente hasta 10 esmaltes distintos.

La molienda es la operación que más energía eléctrica consume de toda la sección, se estima que alrededor de un 10% de todo el consumo eléctrico de la fábrica, de ahí el interés que se haga en horario de tarifas eléctricas reducidas.

El agua es fundamental, y hay que controlar rigurosamente su calidad, en el caso usual de provenir de un pozo debe ser sometida a diferentes procesos dependiendo de sus impurezas: filtro de arena, de carbonos activos.

El empleo de aguas depuradas es totalmente inapropiada para la preparación de esmaltes: aunque clarificadas tienen una conductibilidad eléctrica muy elevada y por consiguiente una concentración muy excesiva de sales solubles activas y con propiedades tensoactivas.

Por otra parte, el empleo de aditivos para solucionar problemas derivados del empleo de aguas depuradas debe controlarse, ya que estos pueden arreglar un problema y crear otros en la fase siguiente de elaboración.

Si advertimos puntos oscuros en las baldosas que pudieran ser causados por contaminantes en el propio molino, será necesario vaciar este y comprobar la carga de molienda para encontrar cuerpos extraños origen de estas contaminaciones como restos de fritas excesivamente gruesas, metales como aluminio, bronce, hierro, cables eléctricos, maderas, plásticos.

Por seguridad, con periodicidad semestral deberá efectuarse un vaciado del molino y una comprobación rigurosa de la carga de molienda. No hay que modificar de ninguna manera la distribución granométrica de la carga de molienda, no hay que extraer mediante tamizado la parte más fina, ya que esto implicaría un cambio en los tiempos de molienda, estos tiempos vienen fijados

por unos cuantarrevoluciones que provocan la parada del molino, indicando la finalización de la molienda.

Hay que controlar especialmente la fase de arranque del molino, momento de máximo esfuerzo y sollicitación de la tensión de las correas de transmisión. Durante la primera media hora, el esfuerzo se puede incrementar y, si la tensión de reposo de las correas no es la adecuada, estas tienden a patinar y por consiguiente a calentarse, y destruirse irremisiblemente, y en casos extremos hasta incendiarse produciéndose graves perjuicios para la empresa. Así que resulta imprescindible que los molinos se arranquen manualmente y con la presencia de los empleados, nunca de forma automática.

El uso de sustancias antideslizantes que se extienden sobre la base de las correas debe evitarse en lo posible, solo para cuando no haya más remedio, ya que son perjudiciales para estas.

Una vez finalizada la molienda, hay que tomar determinadas precauciones para la apertura del molino, a efecto de las altas temperaturas alcanzadas, provocadas por el rozamiento entre los elementos y el esmalte, y que llegan a alcanzar hasta 50°C.

Se pueden producir sobrepresiones dentro del molino, que pueden provocar el salto de la tapa si se abre precipitadamente. Por tanto, accionar una válvula de purga para eliminar anticipadamente esta sobrepresión, y una vez despresurizado el molino proceder al desmontaje de la tapa. Dicha tapa, será sustituida con otra, la válvula de descarga, provista de bulbo y válvulas, las partes metálicas de esta tapa, para desaguar el molino, deben ser en acero inoxidable para evitar contaminaciones.

Luego se posiciona el molino con la válvula de descarga en posición inferior, y abriendo la válvula de purga situada en la parte superior para permitir la entrada de aire al molino, y una vez conectadas las mangueras flexibles que conducirán el esmalte hasta los depósitos de almacenaje, ya se puede efectuar la descarga del mismo.

Por tanto el esmalte se descarga en caliente, esto favorece el tamizado y desferretizado, en caso de ser necesario se bombean hasta los depósitos de almacenamiento. Para evitar contaminaciones en los esmaltes las bombas empleadas son de membrana y accionadas neumáticamente.

Para acelerar la descarga por gravedad, se puede presurizar el molino con aire comprimido, este es un proceso delicado ya que el molino no está diseñado como recipiente a presión, y por tanto la presión de presurización tiene que ser necesariamente bastante baja y por tanto se necesitan elementos de seguridad que impidan que esta presión pueda subir, así necesitaremos instalar un regulador de presión y válvulas de seguridad convenientemente dimensionadas para asegurar el escape de un caudal mínimo.

Después, una vez finalizada la descarga, hay que proceder al lavado del molino, que tiene la finalidad en primer lugar de recuperar el esmalte que ha quedado en

los medios molturantes y en segundo lugar dejar el molino limpio para permitir la molturación de otro esmalte sin que se produzca contaminación.

Normalmente para conseguir ambos objetivos se realizan dos lavados, el primero de ellos con poca cantidad de agua, unos 100 litros de agua, tiene un elevado porcentaje de esmalte y se agrega directamente al esmalte descargado, el segundo lavado se efectúa con mucha más cantidad de agua, del orden de 800 litros o más y este volumen va directamente a la una balsa para su posterior depuración. Este sistema es el más usual, pero en caso de esmaltes coloreados e intensos sería necesario un lavado más a fondo.

El embalse descargado es posteriormente bombeado a una balsa de almacenamiento desde donde se controla por una empresa privada especializada en este tipo de tratamientos.

Finalmente, este esmalte tendrá que ser llevado hasta la sección de esmaltado para su empleo en la decoración de las baldosas.

El esmalte se retira de las balsas de almacenamiento y son transportados con carretillas elevadoras hasta la sección de esmaltado, colocándose junto a su lugar de uso. Este sistema tiene el inconveniente de que requiere el empleo de carretillas y de la mano de obra consiguiente.

Otra posibilidad alternativa el trasladar el esmalte mediante bombeo a través de una instalación de tuberías, hasta unas balsas situadas en el lugar de consumo.

El inconveniente principal es que requiere frecuentes limpiezas de la instalación para evitar contaminaciones. El diseño de la instalación es delicado, ya que hay que dar las adecuadas pendientes a las canalizaciones para facilitar esta limpieza.

El almacenamiento de los esmaltes puede resultar problemático ya que muchos de ellos están sujetos a hidrólisis. Para muchos esmaltes las temperaturas elevadas, sobre todo en el verano, son una causa de deterioro de estos y la consiguiente aplicación.

Por tanto, hay que extremar las precauciones, en esmaltes que llevan cierto tiempo almacenado, y no fiarse aunque en el pasado hayan ido bien.

En la sección de esmaltado está normalmente entre la salida del secadero vertical posterior a la prensa y la máquina de carga. Este sistema tiene el grave problema que averías o enganchones de la esmaltadora provocan el paro de la prensa, y también el paro de la prensa deja sin alimentación y por tanto sin producción a la esmaltadora.

Por esto en muchas empresas la salida del secadero vertical alimenta directamente una máquina de carga, y el material seco, previo al proceso de esmaltado, se almacena en unos box. La sección de esmaltado empieza pues en una máquina de descarga. Con el empleo de este pulmón de almacenamiento de producto secado se consiguen independizar las dos secciones de prensado y esmaltado, incrementándose la producción media.

Una labor importante en la línea de esmaltado es el control riguroso de los defectos que se produzcan y un rápido flujo de la información en tiempo real, enterándose de los problemas casi al mismo tiempo que se producen proceder a su arreglo o en el peor de los casos interrumpir la producción para evitar stocks de baldosas defectuosas. Normalmente siempre hay una persona encargada de comprobar la calidad del material a la salida del horno así como de realizar las oportunas muestras, alimentando el horno de unas pocas baldosas que sirven para verificar la calidad del siguiente producto.

La sección de esmaltado requiere de los siguientes elementos:

- **INSTALACIÓN ELÉCTRICA.** Normalmente es trifásica a 400 V, con neutro. La tensión entre neutro y línea de 230 V. Está muy extendido el empleo de canalizaciones eléctricas prefabricadas. Dado que es una sección con presencia importante de humedad es conveniente instalar una buena protección contra los contactos indirectos y utilizar diferenciales inmunizados de alta sensibilidad. Es importante comprobar periódicamente el funcionamiento de estos diferenciales y comprobar el correcto valor, según diseño, de la resistencia de puesta a tierra.
- **AIRE COMPRIMIDO.** La demanda de aire comprimido es bastante variable, y suele estar comprendida entre los 100 y los 300 m<sup>3</sup>/hora por línea. El aire se emplea para los aerógrafos, para los actuadores neumáticos, para el soplado de la superficie para eliminación de impurezas. La presión del aire comprimido usual en la mayor parte de las empresas cerámicas está en torno a los 7 bares.
- **AGUA:** Normalmente se requieren dos circuitos distintos de agua. Uno de agua potable o procedente de pozo que sirve para la dilución de los esmaltes. El otro circuito de agua es de agua depurada, y se emplea solamente para la limpieza por agua a presión de la sección.
- **INSTALACIÓN DE ASPIRACIÓN.** Resulta imprescindible aspirar parte de los vapores y humos generados en determinadas aplicaciones para proteger la salud de los operarios y también para evitar defectos al impedir la formación de gotas, grumos. Los requisitos de aspiración se estiman en unos 10000 Nm<sup>3</sup>/h por línea de esmaltado.

### Aplicación de los esmaltes

Una vez listos, los esmaltes pueden aplicarse de diferentes maneras sobre las baldosas crudas, tecnología de monococción que es la escogida en prácticamente la totalidad de empresas de pavimento y revestimiento españolas.

El esmaltado en crudo está muy afectado por la correcta resistencia mecánica de la pieza prensada, y que debe ser suficiente para soportar, sin daños, las distintas aplicaciones y decoraciones.

En primer lugar se tiene la aplicación de engobe (composición arcillosa vitrificadora) previo a la aplicación del esmalte; esta aplicación tiene como objeto impedir el contacto con el esmalte de sustancias contaminantes que están presentes en el soporte.

Otra aplicación consiste en colocar una capa más o menos uniforme de engobe en la cara inferior del azulejo con el objeto de impedir un contacto directo de la baldosa con el rodillo e impedir el ensuciamiento prematuro de estos.

Una línea de esmaltado está formada por un dispositivo de transporte por poleas y correas trapezoidales. Las poleas van montadas sobre un bastidor metálico, normalmente de perfil angular. Los ejes de estas poleas suelen tener diámetros de 25 mm a 35 mm.

Esta motorización está dividida en tramos independientes, cada uno con su propio motor-reductor y variador de velocidad, por lo cual en función del requerimiento específico de cada tramo es posible seleccionar la velocidad requerida.

También hay giradores motorizados que permiten girar las piezas 90° y 180°; guías laterales para que las piezas estén bien alineadas y no se produzcan despuntados; dispositivos para limpiar los azulejos como sopladores, cepillos, aspiradores, rascadores.

En cuanto a la aplicación de los esmaltes, los principales componentes son:

- Campanas
- Hileras
- Discos rotatorios
- Aerógrafos
- Sistemas de goteo
- Aplicaciones en seco

### Campanas

Las campanas están compuestas por una lámina metálica de geometría esférica, en uno de cuyos bordes fluye el esmalte formando una cortina continua de esmalte que se deposita sobre la baldosa.

El esmalte es muy denso y viscoso, su viscosidad llega hasta los 2 Kg/litro. El esmalte tiene tendencia a depositarse en cantidades ligeramente mayores en los bordes. Es importante que la superficie de la campana esté perfectamente pulida, sin arañazos o imperfecciones que puedan modificar la homogeneidad y uniformidad de esta cortina, creando una especie rayado característico en la superficie de la baldosa, que provocarían serias faltas de calidad en el acabado final. En la siguiente figura 3.9 puede observarse el funcionamiento de dicha campana.

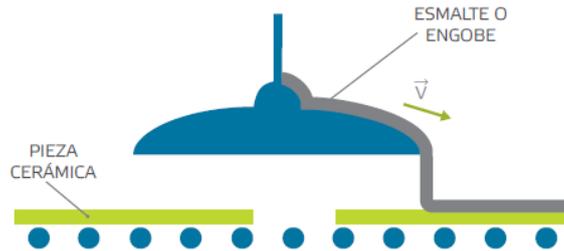


Figura 3.9 Esquema de funcionamiento de una campana

Estas campanas están montadas sobre pilares metálicos y deben ser cuidadosamente niveladas para conseguir las cortinas de esmalte lo más uniforme precisas. El tamaño, y el diámetro de la superficie esférica de las campanas dependen del tamaño de las baldosas a esmaltar.

La aplicación por campana, una vez regulada, es relativamente estable y no requiere una atención continuada. Pero son muchos los aspectos a tener en cuenta en la puesta en marcha. Una de las deficiencias más importantes es la formación de burbujas o depresiones en la superficie del esmalte. Las causas son difíciles de encontrar, pueden deberse a la aspiración y posterior emulsión de aire en el trasiego y en la agitación, así como también que las densidades y viscosidades no sean las correctas.

Las altas densidades dificulta el tamizado, imprescindible para eliminar grumos causantes de importantes defectos en el producto final. Y por tanto en la aplicación por campana es imprescindible el uso de vibrotamices.

Las aplicaciones basadas en la formación de cortina, como es el caso de las campanas, son extremadamente sensibles a las vibraciones, por lo que hay que procurar en el correcto aislamiento del pilar que soporta la campana del resto de componentes de la línea. En la siguiente Figura 3.10 se muestra el equipo mencionado.



3.10 Equipo a aplicación a campana

### Hilera

Formada por una tolva de sección triangular, en uno de cuyos ángulos se dispone de una hilera con ranuras para el paso de esmalte, con espesor regulable. Las dimensiones de la hilera dependen del tamaño de las baldosas a esmaltar.

El sistema de alimentación, es idéntico al de la campana: vibrotamiz. Los aspectos a cuidar también son los mismos que los de las campanas, hay que conseguir un flujo constante y homogéneo evitando los grumos de esmalte así como la presencia de burbujas de aire. Hay que controlar igualmente la densidad y viscosidad del esmalte. Un esmalte poco viscoso puede provocar defectos como la presencia de rayas irregulares con las consecuentes pérdidas de los porcentajes de calidad.

### Discos rotativos

Son equipos que aplican el esmalte por centrifugación, conseguida con el empleo de discos de distintos diámetros y que giran a velocidades adecuadas, y dispuestos a una determinada altura de la baldosa (en torno a 50 cm).

Esta aplicación se caracteriza por una gran flexibilidad de uso, y que es capaz de aplicar esmaltes en cantidades muy variables y con parámetros de densidad y viscosidad muy cambiantes. Los discos están formados por juegos de hojas, que son alimentadas axialmente a través de un tubo perforado. Es posible la variación de la velocidad de rotación de estos discos mediante el empleo de variadores de frecuencia, que permite regular con precisión la nebulización de la aplicación (ver Figura 3.11).



Figura 3.11 Funcionamiento de un disco giratorio

Es de destacar que la aplicación por disco produce una serie de defectos que son característicos de esta aplicación:

- Gotas: puede ser producida por el esmalte en malas condiciones; también se producen por condensaciones, falta de aspiración de la cabina, obstrucción de los agujeros.
- Grumos: pueden ser causados por una excesiva sequedad del esmalte, o por una aspiración con demasiada depresión. O también por una alimentación demasiado insuficiente de esmalte (cuando pretendemos aplicar poco gramaje), el caudal de esmalte resulta demasiado pequeño, para el espesor de juego de las hojas, por lo que el esmalte tiende a secarse sobre estas hojas.
- Rayas: peso demasiado escaso; rotación irregular del disco. Caudal irregular en la alimentación de esmalte.

### Aerógrafos

Este método se emplea para la aplicación de pequeños gramajes de esmalte, empleando un nebulizador.

Es posible obtener variación de intensidad (o de gramaje) variando la velocidad de rotación de la bomba de alimentación con un variador de frecuencia.

Los esmaltes que se usan en los aerógrafos tienen densidades bajas, y deben cumplir las adecuadas propiedades reológicas para evitar la formación de grumos y gotas.

Los defectos más característicos que surgen con el empleo de este sistema consisten en la deformación del chorro debido a la boquilla sucia o deformada, y también las gotas de esmalte que se depositan sobre las baldosas, y que son transportadas por las turbulencias debidas al aire inyectado.

Para prevenir estos inconvenientes se diseñan cabinas de configuraciones y dimensiones muy diferentes, modificando la inclinación de las paredes y la posición y dimensiones de las bocas de aspiración.

La presión del aire de alimentación debe mantenerse constante, y dependiendo de cada caso oscila desde los 2 a los 6 bares. Una presión más alta favorece la nebulización y produce gotas más finas, aunque puede poner en presión positiva la cabina, originando problemas de aspiración, originando escapes de producto por las aberturas, perjudiciales para el operador.

### Sistemas de goteo

Empleados para aquellas aplicaciones que requieren tamaños de gota muy grandes, del orden de 1 cm, para obtener efectos concretos como rústicos, y existen dos tipos principales: de tubo y de taza.

Los dispositivos de tubo son muy similares al sistema de disco rotatorio, habiendo sustituido los discos por un tubo cilíndrico de 3 a 4 cm de diámetro, y oportunamente perforado en la superficie.

Los dispositivos de goteo de tazas disponen de pequeñas tazas que giran sobre un eje vertical, y que alimentadas de forma continua lanzan el esmalte sobre las baldosas de diversas maneras dependiendo de las propiedades del esmalte, densidad, viscosidad, del diseño de las tazas, características geométricas del montaje, altura, así como de la velocidad de rotación y caudal.

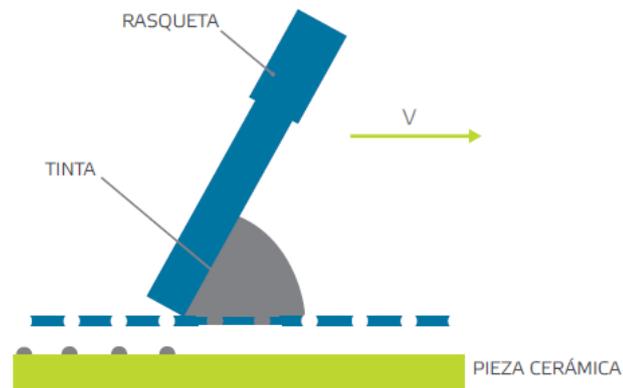
### 3.3.2 Maquinaria característica del Esmaltado y Decoración

Una línea de esmaltado es el resultado del ensamblaje de máquinas individuales de carácter modular, que unidas entre sí mediante un sistema de transporte de baldosas componen la línea de esmaltado. Los elementos más característicos son:

- Humectadoras: del que existen dos tipos, el más tradicional que se conecta directamente a la red (con una presión mínima de 1 bar), o con alimentación mediante bomba y que pueden abastecer hasta 3 puntos de aplicación.
- Grupo de rascado del esmalte: este módulo se coloca a una distancia mínima de 12 a 15 metros después de la última aplicación por campana, para asegurarse de que el esmalte esté seco. Cada módulo está formado de 2 grupos de rascadores de esmalte por los dos pares de lados paralelos más un girador de baldosas y un ventilador centrífugo con motor eléctrico.
- Grupos de decoración: estos módulos ocupan una longitud entre 6 y 9 metros, y están formados típicamente por un aerógrafo fijador, un compensador y una máquina de decoración. El módulo puede tener varios tramos con motorizaciones independientes.
- Sistema de engobado: posteriormente a la impresión, se ubica en un tramo de aproximadamente tres metros, y su uso es imprescindible para mantener razonablemente limpios los rodillos del horno.
- Sistema de transporte: compuesto por una bancada a base de angulares donde se fijan los grupos de ejes donde van montadas las correas trapezoidales. Se disponen de varios tramos, cada uno de ellos con su propio motor reductor y que por tanto permite velocidades específicas para cada uno de ellos.

### Máquina de Decoración

Las máquinas empleadas en la decoración de baldosas son de chorro de tinta, prácticamente han dejado obsoletos los anteriores sistemas por impresión serigráfica (ver Figura 3.12)



3.12 Mecanismo de transferencia de una tinta serigráfica a través de una pantalla.

## 3.4 HORNO

La cocción es el tratamiento más importante del proceso, y es el origen del material cerámico, y en donde se transforma las materias primas de la pasta en nuevos compuestos cristalinos y vítreos que proporcionan al material cocido unas nuevas características como son la insolubilidad, la solidez, la resistencia mecánica, la impermeabilidad, la resistencia a los ataques químicos.

En lo relativo al revestimiento vítreo, la cocción provoca su fusión y la creación de una capa vidriada, fijada adecuadamente al soporte, con adecuadas propiedades químicas y físicas, y con determinados atributos estéticos.

La cocción se basa en el aumento de temperatura hasta unas temperaturas prefijadas durante un tiempo establecido, se trata de un aporte de energía a la baldosa, para que progresen las transformaciones físico-químicas que lleven a la pasta y el esmalte a adquirir las propiedades deseadas del producto cerámico.

Las temperaturas a alcanzar, como el tiempo de cocción se establecen en función de las propiedades técnicas de las materias primas empleadas, y a través de estudios y ensayos preliminares, especialmente análisis térmicos.

Los equipos de laboratorio actualmente permiten establecer, de forma cada vez más precisa, las condiciones reales operativas, realizando cocciones muy controladas y muy aproximadas a las condiciones reales de fabricación.

### 3.4.1 Descripción y funcionamiento del Horno

Dentro del horno, en el proceso de cocción, se pueden distinguir determinadas zonas críticas, a causa de las reacciones químicas que se desarrollan:

- Un poco más de 100°C, eliminación del agua higroscópica, o humedad residual después de un secado no perfecto, o la reabsorbida en el proceso de esmaltado.
- Hasta 200°C, eliminación del agua de cristalización, cuyas moléculas están ligadas por absorción a las estructuras cristalinas.
- Entre 350°C y 650°C: combustión de las sustancias orgánicas, presentes en diferentes proporciones en las arcillas y disociación oxidante de los sulfuros, con la liberación de anhídridos sulfurosos.
- Entre 450°C y 650°C: eliminación del agua de constitución y posterior destrucción del retículo cristalino arcilloso.
- A 573°C: transformación alotrópica del cuarzo  $\alpha$  en  $\beta$ , y que produce una brusca dilatación.
- Entre 850°C y 950°C: descarbonatación de la caliza y la dolomita con formación de  $\text{CO}_2$
- A partir de 700°C: formación de nuevas fases cristalinas constituidas por el  $\text{SiO}_2$  de los silicatos y silicoaluminatos complejos.
- A aproximadamente 900°C se produce la disociación térmica e otras sales presentes como sulfatos y fluoruros.

- A temperaturas superiores a 1000°C se pueden evaporar algunos compuestos de las pastas y revestimientos como los óxidos alcalinos, óxido de plomo.

Durante el proceso de enfriamiento se produce la solidificación de lo anteriormente fundido, y que ocasiona la cohesión y solidez a la masa de la pasta y al esmalte. Dependiendo de los componentes del fundido y de la forma del enfriamiento, esta consolidación puede llevar a la formación de estructura vítrea o cristalina.

Establece una transformación que supone un aumento de volumen durante la fase de calentamiento, y una disminución en el enfriamiento. Durante el calentamiento, la baldosa tiene su estructura física suficientemente elástica y puede soportar estas dilataciones sin excesivos problemas; en cambio la contracción que se produce en el enfriamiento, se aplica a una pieza ya rígida y con nuevas fases frágiles; esto obliga a desarrollar un enfriamiento muy progresivo, lento, en la zona donde se produce tal transformación.

Es conveniente que las baldosas tengan un grado óptimo de compactación, que posibiliten simultáneamente una sinterización óptima y también una buena permeabilidad a los gases, que permitan la expulsión de los productos gaseosos formados y también el intercambio gaseoso con las atmósfera del horno.

Los gases presentes en la atmósfera del horno, pueden reaccionar con los materiales de las pastas cerámicas, o con los productos de sus transformaciones, de ahí el interés en gestionar la atmósfera de cocción para dirigir la evolución de las reacciones en el sentido deseado.

Esto puede lograrse modificando el flujo de los aires de combustión en los quemadores, y regulando las presiones relativas de los gases en los diferentes módulos del horno. La siguiente Figura 3.13 muestra horno de rodillos.



Figura 3.13 Horno de rodillos

La fijación de los datos de temperatura a los cuales permanece la baldosa y los tiempos de permanencia forman el ciclo de cocción.

Es este proceso cerámico de cocción se distinguen tres fases:

- Incremento de temperatura desde la ambiental hasta un valor máximo programado de temperatura, considerado el óptimo y que se ha determinado por múltiples ensayos. La pendiente en el aumento de temperatura se programa convenientemente dependiendo de los parámetros intrínsecos del material teniendo en cuenta las condiciones de trabajo.
- Tiempo que permanece la baldosa a la máxima temperatura, esta duración depende de las dimensiones del producto y del horno. A mayores dimensiones mayores son las exigencias en cuanto a uniformidad de temperatura para cumplir con las transformaciones químicas y físicas previstas.
- Disminución de temperatura desde el máximo anterior hasta alcanzar los valores ambientales. En esta fase hay que tener en cuenta la sensibilidad de la baldosa a los gradientes térmicos, y dependiendo de fenómenos de cristalización hay que ralentizar este enfriamiento en determinados intervalos de temperatura.

Para programar el ciclo térmico es importante conocer en profundidad los fenómenos físico-químicos que se producen junto con las temperaturas a las que se realizan.

Para diseñar la curva de cocción hay que tener en cuenta los dos objetivos principales y que a su vez son contrapuestos: una buena productividad del horno y una buena calidad del producto. Antiguamente habían grandes cámaras de enhornado que precisaban de grandes tiempos de cocción para conseguir una penetración uniforme del calor en la masa de los productos, sin producir grandes gradientes de temperatura en la masa. Muy recientemente, a principios de los 80, aparece el horno monoestrato de rodillos para la cocción de las baldosas, obteniendo ciclos de cocción bastante breves, generalmente inferiores a una hora. Estas cocciones tan rápidas implican asimismo, que con la aceleración de los tiempos de calentamiento, las transformaciones físico-químicas en la cocción sufren un desfase: aparece una diferencia de temperatura entre la temperatura de la zona (en el horno) y la del producto, que representa la inercia y el desfase con el que se producen estas reacciones. Es necesario un tiempo para que el calor se transmita desde el horno hacia el interior de la masa de la baldosa, se ha comprobado que al aumentar los coeficientes de transmisión de calor del material, la diferencia de temperatura es menor.

Por tanto, hay que prever en la curva de cocción una permanencia en el tiempo a la temperatura más alta para uniformar esta temperatura máxima en toda la masa y conseguir un desarrollo uniforme de las reacciones.

Obviamente la cocción rápida ha originado cambios profundos en la carga de los hornos, en la estructura del horno, así como en la formulación de las pastas y recubrimientos.

Las baldosas sometidas a cocción rápida son horneadas para exponer al calor la superficie más grande posible; por este motivo se disponen individualmente en un plano, formando una única capa, para recibir en calor en todas direcciones uniformemente. El gradiente de calentamiento o enfriamiento solo se ralentiza en las zonas críticas, y en el resto de intervalos las temperaturas pueden tener gradientes térmicos más elevados.

Los hornos están contruidos de materiales refractarios con baja inercia térmica, que acumulan poco calor, que se distribuye uniformemente en el interior a través de una serie de quemadores; con esto se ha conseguido una elevada producción con un menor contenido de material en el horno.

### Los combustibles

El calor necesario para la cocción se obtiene aprovechando la reacción de combustión de determinados compuestos sólidos, líquidos o gaseosos; y algunas veces mediante el empleo de la energía eléctrica.

En la combustión, hay sustancias que absorben calor, en procesos endotérmicos como cambios de fase, por ejemplo el paso de agua en fase líquida a fase vapor.

Para que se pueda aprovechar el máximo calor del combustible, es necesario que se mezcle lo más íntimamente posible con el comburente y que este último esté presente en una cantidad por lo menos igual a la teórica prevista en la reacción de combustión.

Los combustibles gaseosos son los más adecuados, ya que se mezclan completamente con el aire, por consiguiente la combustión puede desarrollarse completamente con una cantidad de aire solo ligeramente superior a la teórica. Además, se pueden quemar cerca de los productos sin originar daños, no producen cenizas, no necesitan precalentamientos y posibilitan el uso de quemadores más simples, se pueden alcanzar temperaturas más altas, y hacen más eficaz el control del calentamiento y de la atmósfera del horno.

El combustible generalmente empleado es el gas natural, una mezcla de metano, etano y de otros hidrocarburos ligeros. Su poder calorífico es del orden de 8500 kcal/Nm<sup>3</sup>. Quema con una llama muy pura y contiene contenidos despreciables de azufre. Es el combustible más empleado en los hornos de llama libre, donde los gases generados por la combustión entran en contacto directo con los productos.

El gas natural se distribuye a las industrias en canalizaciones bajo presión, y antes de llegar a los quemadores del horno sufre varios procesos de descompresión en instalaciones de regulación adecuadas.

### 3.4.2 Maquinaria característica del Horno

El horno de cocción en la industria cerámica se compone de los siguientes elementos:

- *Los intercambios térmicos*

El horno es la instalación por medio de la cual se hace la cocción. Durante las diversas fase de la cocción de los productos, entre las fuentes de calor, los fluidos presentes, las estructuras del horno, los productos a cocer y el ambiente envolvente, se producen intercambios térmicos por medio de todas las modalidades de transmisión del calor: conducción (poco relevante), convección (principal fuente de calor) y la radiación, presente solo en forma significativa en las zonas de elevada temperatura.

- *Construcción del Horno*

Los hornos más empleados en la fabricación de azulejos son los monoestratos, con sistema de rodillos, en donde el material a cocer pasa por un único plano dentro del horno.

El material crudo se mueve por dentro del horno, atravesando zonas cada vez con temperaturas más altas, desde el precalentamiento hasta las temperaturas máximas de la zona de cocción, durante unos tiempos determinados; posteriormente el material, en su avance en el horno se encuentra en una zona de enfriamiento brusco, denominado enfriamiento rápido. Después aparece una zona de enfriamiento más suave que tiene en cuenta los efectos de cambio de fase del cuarzo, y una vez pasado esa zona vuelve a aparecer otra zona de enfriamiento rápido, llamada enfriamiento final que tiene por objeto enfriar la baldosa hasta una temperatura lo más baja posible que permita su manipulación por los operarios.

El tiempo empleado por el azulejo desde que éste entra al horno hasta que sale por la boca de salida es el tiempo de cocción.

El horno monoestrato, con transporte del material sobre rodillos, está formado por módulos de unos 2 metros, realizado con chasis metálico a base de perfiles metálicos en el exterior y que sirven de soporte a la pared de material aislante, a base de ladrillos refractarios, morteros refractarios aislante que descansan sobre una solera de placas refractarias, módulos de ladrillos y fibras aislantes que forman los laterales del horno.

La composición y cantidad de tipo de módulos, depende de las exigencias productivas: tipo de material a cocer, formatos previstos, producción requerida. Lo más frecuente son longitudes en torno a los 100 metros y cuya composición aproximada sería:

- Pre-horno: 10% de la longitud total.
- Precalentamiento: 30% de la longitud total.
- Cocción: 20% de la longitud total.

- Enfriamiento rápido: 6%.
- Enfriamiento lento: 20%.
- Enfriamiento final: 14%.

Unos ventiladores centrífugos se encargan del suministro del aire requerido; a continuación se indican los ventiladores normalmente presentes empezando desde la entrada del horno.

- Aspiración de humos
- Aire de combustión
- Enfriamiento rápido
- Enfriamiento lento
- Enfriamiento final

El aire de la cocción viaja dentro del horno desde la cocción hacia la entrada donde está situada la chimenea principal, esto es en sentido contrario al movimiento de los azulejos; de esta manera se aprovecha el calor de los humos producidos en la cocción y se consigue que el horno tenga una alta eficacia energética. El ventilador de la aspiración de humos aspira el aire por aspiración.

En la Figura 3.14 se muestra el ciclo de cocción adecuado para la industria cerámica.

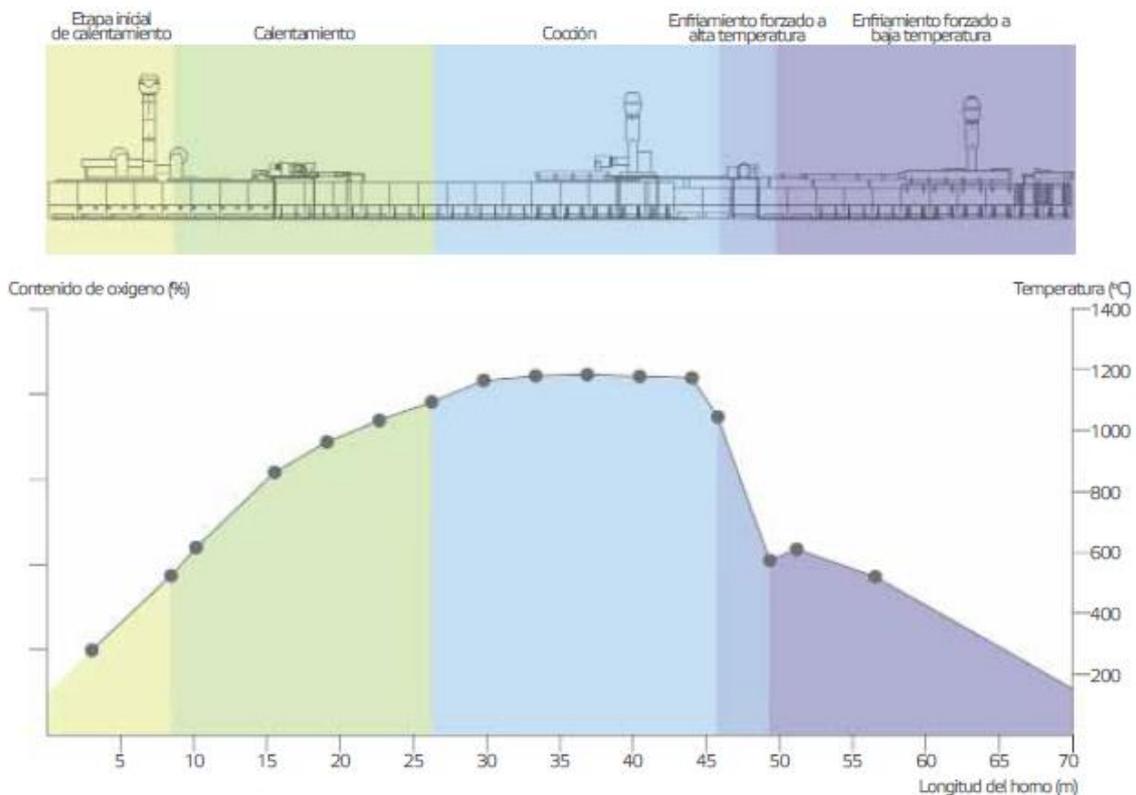


Figura 3.14 Curva de cocción en horno de cocción de baldosas cerámicas.

### Instalación de combustión

El gas natural se quema directamente en la cámara de combustión del quemador para ser posteriormente transferidos al interior del horno donde transitan las baldosas. Para la combustión se utilizan quemadores a gas natural apropiados de media o alta velocidad; y con la mezcla aire-gas adecuado.

Se emplea el mezclado directo de aire y combustible en las toberas, empleando los oportunos diámetros de apertura del obturador que permite el flujo de un determinado caudal del gas.

El ventilador de aire de combustión suministra el aire a la presión adecuada para conseguir velocidades de los gases combustión en las toberas del orden de 100 m/s; se forman chorros direccionados que mantienen homogéneas las temperaturas en una amplia longitud de su recorrido, y que abarca la sección del horno. Los quemadores además están dispuestos al tresbolillo, por encima y por debajo del plano de azulejos (de los rodillos), y se consigue un flujo turbulento de los humos calientes, consiguiéndose una buena homogeneidad y eficacia en la transmisión del calor.

Los dos sistemas empleados en la modulación de la combustión son:

- Aire fijo y gas regulado
- Aire y gas regulado

En el primer sistema, se regula la cantidad de aire (normalmente un pequeño exceso sobre la cantidad teórica) para el quemador funcionando a plena carga, y para disminuir la potencia del quemador solamente se reduce la cantidad de gas. Este método permite instalaciones más sencillas y económicas, permite una buena estabilidad de presiones en el horno independientemente de las cargas térmicas (dado que la cantidad de humos es casi constante), el único inconveniente es el más alto consumo energético.

En el segundo caso, la cantidad de gas y aire varía simultáneamente y proporcionalmente a la potencia del quemador en cada instante, esta potencia se adapta a la carga térmica requerida. Por tanto los caudales de los humos, varían y mucho proporcionalmente a la carga térmica; esto implica inestabilidades de presión, que influyen negativamente en la recuperación de las transiciones de temperatura.

Es de destacar los grandes avances tecnológicos en la eficiencia energética, habiendo pasado de las 1000 kcal/kg de consumo en 1980 a las 500 kcal/kg; 20 años después.

Una solución a veces empleada para reducir el consumo energético es el uso del aire de combustión a una temperatura superior al del ambiente; este aire caliente se consigue del enfriamiento rápido, es una forma de emplear el calor procedente del enfriamiento para la combustión; se pueden obtener ahorros energéticos del orden del 10%.

En un horno cerámico podemos distinguir las siguientes partes:

### Pre-horno

Es la zona de la entrada de las baldosas en el horno, y su función es la eliminación del agua higroscópica residual posterior al proceso de secado principal, y después del esmaltado. Se admite como máximo un 2% de humedad máxima en las baldosas.

Las temperaturas en el pre-horno están entre 200-500°C, y el material adquiere unas temperaturas entre 50 a 200°C.

### Precalentamiento

Es la fase de la cocción durante la que se produce la desgasificación de la baldosa cerámica, fundamental para que se produzcan después en la cocción, hinchamientos, porosidad, tonos.

El intervalo de temperaturas del precalentamiento está entre 500°C y los 700°C. Durante el precalentamiento no se producen roturas por un exceso de tensión debido al importante incremento de volumen del cuerpo cerámico.

La zona de precalentamiento dispone de quemadores alojados lateralmente, por encima y por debajo del plano de rodillos, y colocados al tresbolillo de forma que nunca queden enfrentados un quemador con el de la pared opuesta. Los quemadores se agrupan en zonas para su regulación de potencia; y los grupos de quemadores por arriba y por abajo siempre forman parte de grupos de regulación distintos.

La sección transversal de la cámara del horno es mayor que la del pre-horno así como el dimensionado de los módulos dado que debe contener un mayor espesor de aislamiento.

Las paredes se construyen con ladrillos aislantes en la parte en contacto con la cámara de paso y con fibras refractarias en segunda fila. El suelo está construido de albañilería aislante.

### Cocción

Es la zona de mayor temperatura, a partir de 1000°C y pudiendo llegar a los 1200°C en el caso del gres porcelánico.

Las paredes disponen para resistir al fuego ladrillos refractarios de las más altas características refractarias, y fibras aislantes en segundo plano para complementar el aislamiento. Obviamente la calidad y espesores de aislante tienen un dimensionamiento diferente, según las zonas del horno, dependiendo de las temperaturas alcanzadas.

Toda la zona de cocción dispone de quemadores en las paredes, colocados por encima y por debajo del plano de rodillos.

Es en esta zona de cocción donde se determinan en la baldosa las propiedades finales de dimensión, uniformidad, gresificación y desarrollo del esmalte. Por

consiguiente es de la mayor trascendencia un control muy ajustado de las temperaturas alcanzadas, y también un óptimo funcionamiento y rotación del plano de rodillos que mantenga uniforme el plano del frente de azulejos (controlar la suciedad de los mismos), dado que en esta fase hay un reblandecimiento de la baldosa.

### Enfriamiento rápido

Viene a continuación de la zona de cocción, en ella el producto pasa en un corto espacio (tiempo y espacio) entre la máxima temperatura de cocción y unos 600°C.

Su objetivo es enfriar las baldosas lo más rápidamente posible. La instalación para el enfriamiento rápido está formada por tubos perforados para el soplado que atraviesan las paredes laterales por encima y por debajo del plano de rodillos. De esta manera se introducen en la cámara de esta sección aire frío proveniente de un ventilador. La posición de los agujeros puede orientarse para conseguir el mejor resultado posible. Estos tubos pueden ser metálicos, de acero refractario, y para los más cercanos a la zona de cocción en carburo de silicio.

La temperatura de la zona de enfriamiento, arriba y abajo, es medida por sendos termopares y controlan por medio de un regulador la cantidad de aire suministrada a través de la apertura o cierre de unas válvulas motorizadas.

En algunos casos se instalan opcionalmente un intercambiador de calor formado por tubos de acero refractario. Por el interior de este intercambiador pasa el aire de combustión para los quemadores.

La doble función de este intercambiador, es por una parte contribuir y potenciar la acción de enfriamiento del soplado y de suministrar aire caliente, de hasta 120°C como aire de combustión a los quemadores para aumentar la eficiencia térmica del horno.

El aislamiento de esta zona está formado por ladrillos refractarios aislantes en contacto con el canal de cocción y fibras aislantes en segundo plano. Naturalmente los espesores y calidades son inferiores dado las relativamente bajas temperaturas de esta zona.

### Enfriamiento lento

Esta transformación implica una fuerte disminución de volumen de la baldosa, y esto supone, para evitar tensiones, que tenga que realizarse muy lentamente y de forma gradual para que esta transformación suceda casi simultáneamente en todo el volumen de la baldosa para evitar la típica rotura “de vidrio” que proporciona a la fractura un aspecto liso y brillante y con aristas cortantes.

El intervalo de temperatura está comprendido entre 600 hasta los 450°C, que corresponden temperaturas reales de la baldosa entre 700 y 500°C.

La instalación de enfriamiento de esta zona está constituida por un sistema de tubos intercambiadores, no agujereados. Un extremo de cada tubo está conectado a una tubería colectora, con válvula de mariposa para la regulación

de caudal, y conectada a la aspiración de un ventilador. El otro extremo de los tubos esta libre y permite la entrada de aire ambiente que al circular por el interior provoca el enfriamiento lento de las baldosas.

La conexión de este sistema se realiza en depresión para evitar posibles fugas de aire fresco en grietas, defectos de estanqueidad de los tubos en el interior del horno que provocarían innumerables roturas en las baldosas.

El sentido de la circulación del aire, en los tubos sucesivos es alternante de derecha a izquierda. La instalación puede complementarse con válvulas manuales para una regulación individualizada (aunque fija) del enfriamiento. La regulación de temperatura de nuevo se consigue mediante termopar, regulador y válvula motorizada.

La sección transversal de la cámara del horno es también reducida debido a las bajas temperaturas en esta zona que posibilitan el empleo de fibras aislantes con un espesor reducido. El aislamiento de la bóveda es a base de placas rígidas de fibra aislante anclada a la estructura del módulo.

### Enfriamiento final

Con esta fase finaliza el proceso de cocción, tiene por objeto reducir al máximo la temperatura de la baldosa, y para permitir la manipulación de las baldosas por los operarios y su almacenamiento por máquinas automáticas de carga.

Está formado por un conjunto de tubos perforados, por encima y por debajo del plano de rodillos que permite inyectar elevados caudales de aire fresco con alta velocidad de paso sobre los azulejos. Es posible la regulación individual del caudal de cada tubo por unas oportunas válvulas de mariposa manuales. Este aire es llevado hasta los tubos impulsado por un ventilador.

Otro ventilador se ocupa de la extracción del aire introducido, ya calentado por el contacto con el producto, mediante tomas de aspiración dispuesta en la bóveda,

Un sistema de regulación de temperatura controla el caudal de ambos ventiladores abriendo o cerrando unas válvulas de mariposa situadas en los colectores generales, muy útiles para impedir enfriamientos excesivos en caso de producirse huecos de producción.

## 3.5 PULIDO Y RECTIFICADO

Esta sección que comprende tanto el Pulido como el rectificado es de vital importancia ya que dictará los diferentes calibres que aparecen en el mismo lote de baldosas.

### 3.5.1 Descripción y funcionamiento del Pulido y Rectificado

El desarrollo de este proceso es el siguiente:

La baldosa cerámica, a la salida del horno, y debido al proceso de cocción presenta determinados problemas o defectos de planaridad, así como de calibres, y defectos dimensionales como falta de cuadratura, defectos geométricos que dificultan gravemente la colocación de los azulejos.

Estos defectos geométricos se agudizan con los formatos más grandes que son los más demandados. Los defectos de cuadratura y planaridad conllevan bajar la calidad de un porcentaje importante de piezas (de 1ª calidad a 3ª), con una importante bajada del precio de venta.

La clasificación en varios calibres supone también una subdivisión de las baldosas para la venta; no se puede suministrar conjuntamente varios calibres, ya que harían imposible su colocación, esto supone también aumentar de forma considerable los stocks.

Por esto, cada vez más se está imponiendo un tratamiento a la cocción de rectificado; básicamente las piezas sufren una rectificación en los bordes por medio de una línea de máquinas rectificadoras que permiten ajustar el tamaño de estas a un calibre único, con bordes lisos y rectos, y perfectamente escuadrados.

Y en el gres porcelánico técnico, un porcentaje significativo de la producción, como por ejemplo el del tipo granito (sal y pimienta) tienen un proceso posterior de pulido, en donde se consigue un acabado superficial con un brillo similar a un espejo; y posteriormente se rectifican en la misma línea.

Un porcentaje típico de la producción de la fábrica sería:

- Natural ; 20%
- Rectificado : 50%
- Pulido y rectificado: 30%.

La empresa dispone de 2 líneas que solo rectifican (para el 50% de la producción prevista), y 2 líneas para pulir y rectificar, estas líneas en caso de que la producción así lo requiera, podrían dedicarse a rectificar solamente, sin más que subir los cabezales de las pulidoras y calibradoras.

A continuación se muestra una máquina para pulido (ver Figura 3.15) y otra para  
rectificado (ver Figura 3.16)



Figura 3.15 Máquina para pulir baldosas



Figura 3.16 Máquina para rectificar baldosas

### 3.5.2 Maquinaria característica del Pulido y Rectificado

A continuación se describe una de las líneas de pulido, esta línea a parte de las máquinas específicas para pulir tiene también las de rectificar; por lo que no será necesario describir una línea de rectificado (tiene las mismas máquinas que la línea de pulir menos las pulidoras y calibradoras).

Uno de los aspectos importantes que debemos tener en cuenta en la línea de pulido es la calibración.

La calibración es el proceso previo al pulido propiamente dicho, y surge de la planaridad imperfecta de las baldosas naturales (debidas a la cocción), y permite uniformar sus espesores así como mejorar la planimetría facilitando el posterior proceso de pulido.

Los mandriles que soportan los rodillos diamantados hacen trabajar el sistema de calibración y están provistos de un mecanismo de regulación vertical, motorizada y con un sistema de visualización para facilitar el posicionamiento, en vertical, del rodillo diamantado, para posicionarlo justo a la altura de trabajo necesaria, y que permita “comer” la parte sobrante de superficie de azulejo.

Los mandriles también disponen de unos medidores de intensidad consumida por el motor, que permiten a los operarios de la línea su regulación y evitar en todo caso una presión excesiva sobre las baldosas que minimice el riesgo de roturas.

También dispone de una serie de automatismos para levantar el rodillo de forma automática en caso de parada de la línea, y su posterior bajada al nivel adecuado cuando la línea se vuelve a poner en marcha.

Los rodillos diamantados empleados tienen una gran capacidad cortante que les permite trabajar con baja presión sobre las baldosas para disminuir los porcentajes de roturas de los azulejos.

Esta operación de calibración deja una superficie rayada por microsurcos, provocadas por los cristales de diamante de grano grande con lo que están provistos estos rodillos.

La eliminación habitual de material oscila desde los 0,7 mm hasta los 1,2 mm o más, dependiendo de la planimetría obtenida a la salida del horno.

Visualmente la pieza tiene un acabado superficial muy basto, ya que presenta una serie de surcos, carece de brillo y no es en absoluto comercial, ahora viene el siguiente proceso del pulido propiamente dicho.

Este se realiza en unas máquinas que vienen a continuación de las calibradoras y que se llaman pulidoras.

El objeto de estas máquinas, como se ha comentado, es la eliminación de la rugosidad superficial introducida en el proceso anterior de calibración.

### Cuadratura-Biselado

Se trata de una máquina provista de mandriles calibradores tangenciales, mandriles calibradores frontales y mandriles biseladores inclinados provistos de útiles diamantados. Los mandriles tangenciales efectúan la calibración y pueden eliminar hasta 5 mm por lado, en tanto que los mandriles frontales permiten igualar la rugosidad producida por los primeros mandriles. Los mandriles biseladores, como su nombre indica, tienen la misión de eliminar el canto vivo de la baldosa sustituyéndola por un bisel, normalmente a 45°.

El sistema de cuadratura-biselado requiere de un girador entre dos series idénticas de mandriles para realizar el proceso en los 4 lados de la baldosa.

En este proceso se requiere que las baldosas estén especialmente sujetas al realizar el movimiento de las mismas, que se realiza con unas correas que presionan la cara de arriba de las baldosas.

Para poder conseguir las tolerancias requeridas de ortogonalidad se requiere de adicionales mecanismos de centrado y empuje eficientes.

Las velocidades obtenidas en estas máquinas pueden llegar hasta los 15 mts/minuto, que se pueden conseguir cuando no es necesario pulir (o en la línea exclusiva de rectificación), ya que en caso contrario la velocidad de la línea viene impuesta por la velocidad de trabajo de las máquinas más lentas (pulidoras).

### Depuración y uso del agua en circuito cerrado

Los procesos de rectificado y pulido se realizan en húmedo, y precisan de importantes caudales de agua, un consumo normal de una línea de pulido podría estar en torno a los 120 m<sup>3</sup>/hora. Por tanto resulta indispensable la depuración de estas aguas y su posterior reutilización en circuito cerrado.

Las aguas a reciclar son depuradas en una instalación de clarificación-floculación, con vistas a disminuir la demanda hídrica, sin tener que consumir directamente los enormes caudales que son necesarios, y sin tener posteriormente que verterla en el medio ambiente después de estos procesos.

Por tanto se requiere la presencia de una depuradora utilizando el agua en circuito cerrado.

### 3.6 CLASIFICADORA

Una vez culminado el proceso de cocción, las piezas cerámicas son trasladadas en correas transportadoras al área de selección, en donde son clasificadas mediante visión superficial de la pieza, teniendo en cuenta su regularidad dimensional y aspecto superficial, clasificándolas las piezas en primera calidad y defectuosas.

Las de primera calidad son aquellas que se encuentran completas y que no presentan defectos visibles al ser observadas y las defectuosas son aquellas cuyas características impiden su uso.

Todas estas operaciones son realizadas en máquinas clasificadoras altamente automatizadas como se puede ver en la siguiente Figura 3.17.



Figura 3.17 Línea de clasificación en industria cerámica

Sin embargo, las acciones, las intervenciones y el control de los operadores son de fundamental importancia. En particular, las características dimensionales son controladas en estas máquinas utilizando sistemas electrónicos sofisticados que permiten una rápida y confiable selección.

### 3.7 EMPAQUETADORA Y PALETIZADORA

Por último, las piezas cerámicas (producto final) son apiladas automáticamente en columnas por una paletizadora, con el fin de embalarlas en cajas de cartón impresas, identificadas con una etiqueta y colocadas en las paletas que finalmente son trasladadas al almacén de producto terminado por un operario que dirige un vehículo destinado para tal fin. (Véase la Figura 3.18 y Figura 3.19).



Figura 3.18 Empaquetado



Figura 3.19 Almacenado

Con la finalidad de verificar que el producto cumple con los estándares internacionales, así como, con los estándares internos de calidad, el material es sujeto a muestreos periódicos y pruebas.

# CAPÍTULO 4:

## CONSIDERACIONES SOBRE LA GESTIÓN ÓPTIMA DEL MANTENIMIENTO A REALIZAR

## 4.1 FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO

Podemos definir el Mantenimiento como un grupo de actividades a realizar en instalaciones y máquinas para prevenir o corregir fallos con el propósito de que estos equipos sigan funcionando normalmente, y cumpliendo con las funciones para los cuales fueron diseñados.

Como los equipos e instalaciones de nuestra línea de producción, desgraciadamente, no pueden permanecer en buen funcionamiento, indefinidamente, por si solos, se debe de contar con un equipo de personal que se ocupe de esto, dando origen al Departamento de Mantenimiento.

El mantenimiento debe de cumplir dos objetivos básicos: reducir los costes globales de producción y garantizar la seguridad de las personas.

La reducción de los costes de producción lleva implícita la consecución de las siguientes cuestiones:

- Maximizar la disponibilidad de equipos e instalaciones de producción.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximizar la vida útil de los equipos.
- Disminución de las paradas de producción debida a los equipos, y los costes asociados.
- Evitar accidentes y aumentar la seguridad de los equipos.

## 4.2 ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN A LA INDUSTRIA CERÁMICA

### 4.2.1 Mantenimiento centrado en la Fiabilidad (RCM)

El RCM -*Reliability Centered Maintenance* -es una de las estrategias organizativas más novedosas que se aplica en mantenimiento y permite una importante mejora de los resultados de este tipo.

Si aplicamos este tipo de mantenimiento, además de conseguir implantar el RCM, es imprescindible tener muy presente las siguientes consideraciones:

- Examinar y estudiar de forma rigurosa y en profundidad cada tipo de fallo o avería, averiguando las causas y los porqués de estos fallos, valorando con rigor los costes económicos en que estos fallos se traducen y que repercuten directamente sobre la cuenta de resultados de la empresa.
- La productividad global del Departamento de Mantenimiento debe mejorar empleando técnicas más avanzadas, proactivas, planificadas y no perdiendo en tiempo en trabajos inútiles.
- Después de todo el trabajo de estudio para mejorar cada problema, es conveniente una auditoría imparcial previo a su implantación real.
- Todas estas actuaciones deben de tener el máximo apoyo de la Dirección General, y por tanto se debe de contar con el apoyo activo y colaboración del personal de mantenimiento, del personal de producción, personal técnica, ingeniería, administrativo.

Para implantar esta técnica resulta imprescindible un apoyo claro por parte de la Dirección. Para poder en marcha un equipo de trabajo debemos dejar claro a los participantes que es lo que la empresa espera de ellos, en caso contrario es posible que el equipo no se centre de forma adecuada y navegue a la deriva.

En resumen, si aplicamos el RCM a nuestra línea de producción cerámica; conseguiremos determinar cuáles son las operaciones que tenemos que hacer para que un equipo o sistema continúe realizando las funciones para las que se diseñó, siempre y cuando que ellas sean rentables para la empresa.

### 4.2.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

En primer lugar, el TPM es un modo de gestión del Mantenimiento basado sobre todo en la implantación del Mantenimiento Autónomo, llevado a término por los empleados de producción afectados, y que por tanto se corresponsabilizan del funcionamiento de las instalaciones. Esto implica la existencia de una cultura propia o filosofía que sea estimuladora y motivante, que propicie el trabajo en equipo, la cooperación y la coordinación entre producción y Mantenimiento.

Si la Dirección General se decide por implantar esta estrategia estará asumiendo su colaboración directa y la plena disposición a ello de los recursos humanos de la empresa, en caso contrario la implantación del método está condenada al fracaso.

Si se consigue, obtendremos las siguientes ventajas en nuestra línea de producción cerámica:

- Reducción del número de averías; ya que muchas averías pueden ser detectadas y reparadas por el personal de producción.
- Reducción de los tiempos de espera, si existe una gran independencia en las áreas de producción y Mantenimiento, se producen importantes tiempos de respuesta ante cualquier imprevisto, por pequeño que este sea. En cambio sí hay una sincronización entre departamentos, los operarios de producción pueden subsanar multitud de pequeños defectos y realizar pequeñas revisiones, y acortando significativamente los tiempos de respuesta. Ello implica asimismo la disminución de tiempos muertos, ausencia de funcionamiento de la máquina en vacío, y por consiguiente un ahorro de energía y aumento del beneficio de la empresa.
- Más experiencia y formación de los recursos humanos. Si el personal de producción conoce mejor la máquina y tiene un mayor conocimiento del sistema, ello supondrá un mayor conocimiento del procedimiento de su trabajo, así como una mayor formación para el operario.

Con las ventajas nombradas anteriormente conseguiremos los siguientes objetivos:

- Aumentar de forma significativa la eficacia global de la empresa y la productividad global de las secciones de Producción y Mantenimiento.
- Motivar a los operarios de producción, implantando un sentimiento de producción sobre sus equipos e instalaciones, por medio de programas de formación y de implicación en las nuevas técnicas.
- Fomentar la mejora continua por medio de grupos de trabajo que proporcionen ideas de unión y coordinación entre producción, ingeniería y mantenimiento.

La estrategia para implantar el TPM debe fundamentarse en la participación de las personas involucradas, dar la máxima participación posible atendiendo y escuchando todas las propuestas.

Por consiguiente la primera etapa a efectuar por el equipo de mejora es la revisión y en su caso modificación del plan de mantenimiento existente en las áreas donde se quiera implantar el TPM. Estas modificaciones implicarán mejoras en los flujos de trabajo, minimización de movimientos, mejor accesibilidad a las máquinas.

El segundo paso a ejecutar será mejorar la mantenibilidad de las máquinas; de esta revisión conjunta saldrán propuestas que mejorarán en mucho el diseño inicial de la máquina, y que derivan directamente de la experiencia diaria de los operarios involucrados.



Una vez realizados los procedimientos de trabajo, sobre todo en el área de producción, que incorporarán las nuevas tareas de mantenimiento añadidas a sus trabajos anteriores, hay que empezar por poner en marcha, en primer lugar en una zona prototipo, y después de un tiempo de espera prudencial, comprobar las mejoras obtenidas con estas medidas por parte del equipo de mejora continua, realizando mediciones, hablando con el personal y escuchando sus propuestas de mejora.

### 4.3 EL MANTENIMIENTO EN PROYECTO

Un aspecto a tener en cuenta por la Dirección General es el involucrar y corresponsabilizar al Departamento de Mantenimiento en los nuevos proyectos y adquisiciones de equipos para la línea de producción cerámica.

Habitualmente los ingenieros que diseñan estos equipos e instalaciones industriales no están suficientemente habituados con las necesidades de mantenimiento y accesibilidad de estos equipos. Estos ingenieros diseñan estas máquinas lo más estándar posible para que sean vendibles al mayor número de posibles clientes. El Mantenimiento en Proyecto se basa en intervenir en esta fase de Ingeniería, colaborando con el constructor aportando mejoras sobre la máquina genérica, a fin de que esta se adapte mejor a nuestras necesidades y nuestro entorno de trabajo, y mejorando su accesibilidad, idoneidad de los repuestos, es decir optimizando su mantenibilidad para facilitar las futuras y necesarios trabajos de los operarios de mantenimiento de nuestra empresa cerámica.

El tener en cuenta las sugerencias y recomendaciones del personal de Mantenimiento y Producción, provoca una mejor armonía entre los trabajadores al percibir que la Dirección tiene en cuenta sus inquietudes y toma buena nota de sus observaciones.

Resulta evidente que el Departamento de Mantenimiento, con sus históricos de averías, y con su experiencia adquirida en equipos similares puede proporcionar importantes propuestas de mejora de esta nueva maquinaria que se pretende instalar en la línea de producción, fáciles de implementar por el fabricante de ésta en su diseño inicial y por tanto con solo un pequeño incremento de coste respecto de la estándar del fabricante, pero muy costosas de realizar cuando la máquina ya está en servicio.

## 4.4 ESPECIFICACIONES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### 4.4.1 Introducción

Una forma de mejorar en el Departamento de Mantenimiento consiste en ir progresivamente reemplazando los mantenimientos sistemáticos o preventivos, reemplazamiento de piezas o componentes, dependiendo solamente de las horas de funcionamiento de los equipos o del número de piezas producidas, por otro mantenimiento dependiente del estado real de la máquina: Mantenimiento Predictivo.

Sin embargo eso no significa que el Mantenimiento Preventivo deje de ser eficaz y rentable, además de ser el que habitualmente se realiza en el sector de la industria cerámica, y siempre será una buena base de partida para ir mejorando y transformarlo en su día en un Mantenimiento Predictivo.

El fin primordial del Mantenimiento y que se quiere aplicar en nuestra línea de producción cerámica, consiste en que las máquinas estén en un buen estado de funcionamiento y que la producción siga su curso regular se consigue con este mantenimiento preventivo.

Con las tareas de Mantenimiento Preventivo pretendemos en realizar sustituir cada componente el instante anterior a que se produzca la avería, pero esto es difícil de determinar. En la mayoría de las industrias cerámicas normalmente se realizan operaciones de Mantenimiento globales en que se aprovecha el tiempo de parada programada de la máquina para sustituir varios elementos.

### 4.4.2 Normas básicas de Mantenimiento

Seguidamente pasamos a comentar los aspectos más básicos y fundamentales, instrucciones de carácter general que deben de seguir en todo momento los operarios que se encuentren en la línea de producción cerámica.

- Previamente a cualquier operación de Mantenimiento de una máquina, hay que desconectar la alimentación eléctrica de la misma, accionando el correspondiente interruptor del cuadro eléctrico. Deben de respetarse las normativas de seguridad vigentes. Antes de quitar la alimentación a la máquina deberemos dejarla en posición de reposo, luego deberemos posicionarla en "manual" y finalmente dejar su interruptor general en posición de "OFF".
- Energía hidráulica: por lo general las bombas y motores hidráulicos se desconectan con la máquina en manual, o bien cuando desconectamos la máquina de la alimentación eléctrica, pero en todo caso hay que asegurarse bien, y esperar que las bombas y motores hidráulicos dejen de rodar.
- Energía neumática: por motivos de seguridad, y aunque en muchos casos puedan existir electroválvulas generales que desconecten el paso de aire comprimido cuando se desconecta eléctricamente la máquina, es

preferible, por seguridad, interrumpir manualmente este flujo accionando la llave de paso general.

- Presiones residuales: asegurarse de que los acumuladores hidráulicos existentes estén sin presión. En los sistemas neumáticos verificar que los acumuladores estén asimismo vacíos, sin presión. En caso necesario purgar o aislar estos elementos cerrando las oportunas válvulas de forma manual.
- Energía eléctrica residual: los condensadores pueden almacenar carga eléctrica aún después de haber desconectado el cuadro eléctrico; en caso de haber acumuladores en el circuito, estos se tienen que desconectar. Si fuera preciso hay que llamar a un electricista para la realización de estas operaciones
- Acción de la gravedad: bloquear de forma segura cualquier parte de la máquina que se pueda mover por el efecto gravitatorio; y más si este desplazamiento inesperado pudiera resultar peligroso para los operarios que están trabajando en ese entorno.
- Efectos de la temperatura: antes de empezar con las operaciones de mantenimiento, asegurarse bien de que las temperaturas residuales de la máquina son las adecuadas, y que los trabajos se pueden realizar sin peligro, en caso de temperaturas excesivas esperar, o bien emplear los EPIS y herramientas adecuados.
- Es importante señalar de forma adecuada y visible para advertir de que se están realizando trabajos de mantenimiento y así evitar que cualquier operario que no lo conozca intente rearmar el interruptor y poner en funcionamiento la máquina.
- Terminar los trabajos de forma segura: al terminar los trabajos hay que comprobar que se han retirado las piezas que se han sustituido, las herramientas utilizadas, y que se ha dejado el entorno limpio. Todas las protecciones retiradas para efectuar las labores de Mantenimiento, se tienen que volver a colocar en su sitio, dejando la máquina como estaba inicialmente. Hay que retirar las señales de advertencia colocadas anteriormente y comunicar a los encargados y operarios de producción de que la máquina ya está en servicio nuevamente y si fuera necesario proceder junto con los operarios de producción a la primera puesta en marcha después de los trabajos realizados.

### 4.4.3 Sustitución de piezas estropeadas

A continuación indicamos una serie de pautas a cumplir por el personal que se encuentre en la línea de producción cerámica:

- Antes de empezar con los trabajos hay que asegurarse de que tenemos en nuestro poder (en el almacén de repuestos) la pieza nueva, hay que comprobar que ambos componentes (la pieza nueva y la vieja) tengan la misma referencia, y que no tengamos problemas posteriormente.
- Proceder al desmontaje de la pieza (habiendo tomado todas las precauciones en la máquina según el apartado anterior); antes de desmontar la pieza, si fuera necesario, y no se tuviera información adicional para su colocación, habrá que realizar croquis sobre la situación de la pieza, tomar notas, para asegurar que la pieza nueva se haya colocado de forma correcta.
- En su colocación seguir las pautas y recomendaciones del fabricante de la máquina en cuanto ajustes, alineaciones. En caso necesario usar llave dinamométrica para la regulación de los pares de apriete.

### 4.4.4 Limpieza

La limpieza y el orden es un requisito imprescindible, condición necesaria, para tener un correcto mantenimiento de nuestra línea de producción cerámica; por tanto la frecuencia de estas limpiezas así como sus especificaciones deben de estar contemplados de forma adecuada en el Plan de Mantenimiento.

Se deben de emplear en la limpieza los productos adecuados en función de los elementos a limpiar, teniendo en cuenta que estos productos no sean agresivos con los objetos a limpiar, que no ataquen químicamente a los lubricantes, a las gomas de los retenes.

El personal responsable de estas limpiezas deberá de ir provistos de los EPIS reglamentarios, de acuerdo con la reglamentación vigente, para evitar cualquier inhalación o contacto con estos productos de limpieza.

Los productos de desecho, trapos, son residuos peligrosos y por consiguiente deben de tirarse a un contenedor específico para que posteriormente sea retirado por una Empresa homologada de tratamientos de residuos.

### 4.4.5 Engrase

Para la lubricación de las diferentes máquinas que componen la línea de producción hay que seguir las recomendaciones de cada fabricante, tanto en periodos de lubricación como en especificaciones de los lubricantes a usar.

El personal encargado de la lubricación deberá ir provisto de los útiles y herramientas necesarias.

Los productos de desecho, generalmente se consideran residuos peligros y tienen que tirarse al contenedor correspondiente y ser retirados por una empresa autorizada de tratamientos de residuos.

## 4.5 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

### 4.5.1 Introducción

El Mantenimiento Predictivo es un método que fundamenta los trabajos de Mantenimiento sobre la máquina, en función de una determinada variable fácilmente medible y que debe corresponderse lo más fiel posible con el funcionamiento y desgaste de la máquina; esta variable usualmente es el tiempo de funcionamiento, km recorridos, nº de ciclos realizados.

En el Mantenimiento Predictivo se realizan los trabajos de modo constante y de forma periódica. El lanzamiento de las órdenes de trabajo se produce cuando la variable medida entra en una zona de peligrosidad funcional de la máquina (obviamente mucho antes de que haya riesgo de producirse un fallo catastrófico).

Existe un nivel máximo posible de desgaste admisible, a partir del cual el funcionamiento de la máquina sería problemático, lógicamente la intervención debe de producirse antes.

El problema que tiene este Sistema de Mantenimiento es identificar una variable que esté bien correlacionada, mida fielmente el nivel de deterioro real de la máquina.

Este modo de Mantenimiento no es de aplicación inmediata, ya que precisa de un estudio meticuloso del funcionamiento de la máquina por parte del equipo de Mantenimiento además de una apropiada formación del mismo.

El Mantenimiento Predictivo necesita del empleo de técnicas estadísticas. Es un Mantenimiento que requiere mediciones rigurosas de variables y tratamiento posterior de dichas medidas.

Una manera de determinar que trabajos hay que realizar, en cada una de las máquinas, consiste en programas inspecciones con frecuencia periódica, con intervalos cortos, teniendo que ser efectuadas por empleados muy expertos, y que en función de la condición de la máquina decidan y programen los trabajos preventivos sobre ésta que se consideran necesarios efectuar.

Este tipo de Mantenimiento, que resulta de sentido común, se ha aplicado desde que existen las máquinas, en cuanto a medidas de prevención y, en la actualidad, con la aparición de nuevas tecnologías respecto a sensorización y monitorización, podría transformarse en un Mantenimiento monitorizado, con apenas intervención humana.

Evidentemente, el personal que realiza estas inspecciones debe de ser muy experto, conocedor profundo de las instalaciones y máquinas, y conocedor de los fallos y averías habituales de éstas, y el encargado de proponer las medidas

preventivas para solucionar los problemas antes de que se produzcan y afecten a la productividad de la línea de fabricación, como:

- Programar una tarea preventiva, cuando las tareas de Producción lo permitan, para solucionar las posibles averías detectadas (y que en este momento aún están en su fase de inicio), y que pueden ser debidas a ruidos extraños, calentamientos excesivos, presencia de virutas, residuos, limaduras, fugas de aceite. Se debe de realizar una inspección en profundidad a "máquina parada".
- En caso necesario, y para evitar averías desastrosas, poner fuera de servicio la máquina afectada, buscando soluciones alternativas para afectar lo menos posible a las tareas productivas, y poniendo en conocimiento de su responsable jerárquico la situación de la máquina para proceder sin demora a la resolución del problema.

Este tipo de Mantenimiento es el seleccionado por muchas empresas para sus instalaciones con el objeto de llevar de determinar y ejecutar las operaciones de carácter preventivo. Mediante estas inspecciones se consiguen visualizar un importante número de averías en su estado inicial, y que permiten ser corregidas con un coste reducido (tanto en coste de reparación, así como coste de pérdida de producción).

Muchas veces estas operaciones preventivas coinciden con otras tareas simples como limpiezas, reemplazamientos de componentes programados, y que permiten realizar las inspecciones tanto en máquina en funcionamiento como máquina parada.

A continuación en los siguientes párrafos se detallan algunas de las técnicas empleadas.

## 4.5.2 Técnicas utilizadas en la producción cerámica

### 4.5.2.1 *Mantenimiento predictivo empleando el análisis de vibraciones*

Es uno de los procedimientos más eficaces disponibles para el Mantenimiento Predictivo.

El fundamento teórico es relativamente simple: todas las máquinas, motores, ventiladores, vibran cuando se encuentran en funcionamiento, y en el modo de vibrar hay almacenada mucha información que nos indica el estado de una determinada máquina.

Recogiendo y analizando esta información suministrada podemos plantear la intervención sobre la máquina cuando resulte necesaria.

Básicamente este análisis sobre las vibraciones se cimienta en transformar una señal continua en función del tiempo en otra en el dominio de la frecuencia.

Para ello se usa el desarrollo en serie de Fourier, con sus conocidas fórmulas matemáticas, que permiten obtener las amplitudes de la onda fundamental, así como de los armónicos de esta.

Cada armónico concierne a un elemento o subconjunto de la máquina y a un potencial problema de esta, desalineaciones, desequilibrios de las masas giratorias, deterioro de alguna pista de rodamiento, rotura de algún diente de engranaje.

Para empresas de tamaño pequeño o mediano, puede no compensar tener los equipos necesarios, así como los técnicos competentes en este tipo de análisis por vibraciones; en este caso lo más razonable es subcontratar los trabajos de análisis a una empresa externa, especialista en la materia.

Esta técnica de Mantenimiento Predictivo mediante el análisis de vibraciones la podemos aplicar en nuestra línea de producción en los siguientes casos:

- Ventilador de la sección Atomización
- Rodillos de la sección Prensado y Secado

#### *4.5.2.2 Mantenimiento predictivo basado en el análisis de aceite*

El análisis químico de los aceites y de las partículas que tienen en suspensión proporciona mucha información valiosa sobre el estado de la máquina y nos indican de forma fiable la necesidad de actuación por parte del equipo de Mantenimiento sobre la máquina.

Una de las pérdidas más importantes de energía se debe a la fricción, y el aumento de estas pérdidas aumenta el calor generado así como disminuyen el rendimiento global de la máquina.

Esta técnica de Mantenimiento Predictivo mediante el análisis de aceite la podemos aplicar en nuestra línea de producción en el siguiente caso:

- Carter de la sección Pulido y Rectificado

En este caso, debido al contacto entre metales o fricción semiseca, produciendo la contaminación del aceite por partículas metálicas desprendidas de las superficies que esporádicamente han entrado en contacto.

Sin embargo no siempre se consigue esta separación entre superficies metálicas, y hay periodos de tiempo como por ejemplo durante el arranque donde se produce contacto metal-metal; esto no afecta significativamente al rendimiento medio de la máquina, pero tiene gran importancia en el desgaste de la máquina.

La degradación del aceite ocasionada por la contaminación de las partículas de metal es algo más aleatorio y difícil de cuantificar, y por tanto este análisis predictivo del aceite resulta especialmente útil.

#### 4.5.2.3 *Mantenimiento predictivo empleando el análisis por termografía*

Este método tiene su fundamento en un principio de la física según el cual todos los cuerpos cuya temperatura está por encima del cero absoluto emiten radiación electromagnética.

Un efecto tangible de una anomalía de un elemento de una máquina es el incremento de temperatura muy por encima de la esperada; en condiciones de funcionamiento normales; esto sería una muestra de que está ocurriendo algún tipo de degradación en elementos tales como rodamientos, reductores, conexiones eléctricas, contactos de potencia en contactores.

Esta temperatura emite una radiación electromagnética que puede ser captada, -leída-, por los equipos de termografía, los cuales pueden convertir esa radiación en una imagen representando la distribución de temperatura superficial del objeto en cuestión. Si se observa una parte del elemento anormalmente caliente en comparación con elementos de funcionamiento similar estaremos descubriendo un problema; si el análisis termográfico se realiza de forma periódica podemos compararlo con análisis anteriores y ver su evolución, y poder juzgar el grado de gravedad del mismo.

Esta técnica de Mantenimiento Predictivo mediante el análisis por termografía la podemos aplicar en nuestra línea de producción en los siguientes casos:

- Panel de mandos del cuadro eléctrico sección Prensado y Secado.
- Panel de mandos del cuadro eléctrico sección Esmaltado y Decoración.
- Panel de mandos del cuadro eléctrico sección Horno.
- Panel de mandos del cuadro eléctrico sección Pulido y Rectificado.

Este sistema de análisis resulta muy propicio, pues permite hacer los análisis en elementos móviles o de difícil acceso; dado que se trata de un procedimiento sin contacto, normalmente no interfiere con el funcionamiento del elemento que se está analizando, de hecho se requiere que el elemento esté funcionando.

Presenta la ventaja de que se trata de un sistema que permite analizar muchos elementos y grandes superficies en un tiempo reducido, y por tanto se consigue una elevada productividad, además de una alta fiabilidad y repetitividad.

#### 4.5.2.4 *Mantenimiento predictivo de máquinas eléctricas*

En las máquinas eléctricas rotativas pueden diferenciarse en cinco partes esenciales: sistemas mecánicos, núcleo, bobinados (rotor y estator), bornes y cableados.

La parte mecánica: ejes, rodamientos, puede analizarse empleando técnicas predictivas mediante análisis de vibraciones y termografía.

En aquellas máquinas que tengan chapas magnéticas en donde el campo magnético sea variable se pueden presentar problemas de calentamiento producido por las corrientes parásitas o de Foucault debido a pérdidas o defectos de aislamiento entre chapas magnéticas o falta de compacidad entre las mismas.

Los bobinados pueden analizarse predictivamente, midiendo su resistencia óhmica y mediante ondas de choque para descubrir cortocircuitos entre espiras del bobinado.

El Mantenimiento Predictivo en los bobinados se orienta a detectar problemas de aislamientos que tienen su origen en el envejecimiento o degradación de las propiedades dieléctricas del aislamiento de los cables que constituyen el bobinado.

La presentación de estas anomalías se debe a estos motivos:

- Sustancias contaminantes.
- Envejecimiento térmico.
- Variaciones de temperatura.
- Vibraciones.
- Efectos varios: golpes, sobrecalentamientos por sobrecargas, efectos electrodinámicos producidos en los arranques, sobretensiones en la alimentación.

El análisis predictivo para las máquinas eléctricas es un tema de cierta complejidad que requiere de técnicos cualificados en la materia, y por tanto muchas veces requiere de empresas externas muy cualificadas en esta materia.

Esta técnica de Mantenimiento Predictivo de máquinas eléctricas la podemos aplicar en nuestra línea de producción en los siguientes casos:

-La instalación de la línea de producción de todas las Secciones (Atomización, Prensado-Secado, Esmaltado-Decoración, Horno y Pulido y Rectificado) que es alimentada por sus respectivos motores para su correcto funcionamiento.

## 4.6 CONTRATACIÓN EXTERNA DE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

### 4.6.1 Introducción

La externalización de servicios es una estrategia empresarial que se va incrementando año tras año, y se presenta como el método más acreditado para mejorar la competitividad en las empresas.

El sector de Mantenimiento ha estado tradicionalmente bastante apartado con el concepto de productividad. De hecho da la impresión de que los indicadores de eficacia solo tenían sentido en los departamentos relacionados directamente con la producción, indicadores tales como costes, tasas de fallos, tiempos de fabricación. Igual sucedía con otros departamentos como los de marketing.

Pero daba la impresión que el Departamento de Mantenimiento, haciendo lo que normalmente hace, ya desempeña su misión; pero sin embargo el optimizar los costes de Mantenimiento, aumentar su efectividad, mejorando su actividad tiene una influencia cada vez más notable en la cuenta de resultados de la empresa y por tanto en la competitividad de la organización.

La contratación externa de parte de los servicios de Mantenimiento puede conseguir una mejora en la competitividad del departamento, una de sus ventajas más significativas es sobre los costes, aunque no es la única, es donde más se enfatiza, y siempre habrá que investigar si los costes de la actividad que externalizamos son menores que nuestros costes internos.

Sin embargo, no solo se considerará los costes monetarios de una actividad de Mantenimiento con personal propio: mano de obra directa e indirecta más repuestos, para compararlos con una empresa externa; hay otros costes que se tienen que considerar tales como el coste de la indisponibilidad (paradas de producción), coste de fiabilidad, coste de satisfacción de nuestros clientes.

### 4.6.2 Causas que impulsan la externalización

La necesidad de mejorar la productividad en las empresas es la razón de ser, la principal motivación de los empresarios a impulsar la contratación externa como fuente de mejorar su eficacia competitiva.

Este motivo es lo que ha impulsado el outsourcing en las empresas, que empezaron primeramente por externalizar aquellas actividades de sus empresas más distantes de su propia actividad tales como la limpieza, la seguridad; pero últimamente se están externalizando actividades íntimamente ligadas a la propia actividad de la empresa como podría ser el caso del Mantenimiento.

Solamente determinadas actividades muy ligadas a la estrategia empresarial, como el diseño, el marketing son las que se encuentran más distantes en relación con una posible externalización.

La evolución conceptual del Mantenimiento es un inconveniente para mejorar en este tema con medios propios, sobre todo en pequeñas empresas carentes de recursos técnicos específicos que les pueden dificultar el abordaje de las nuevas técnicas organizativas tales como RCM, TPM, y lo mismo puede decirse de la implantación de Sistemas de Mantenimiento tecnológicamente punteros basado sobre todo en técnicas predictivas.

Por esto la externalización del Mantenimiento, escogiendo para ello una empresa con la adecuada tecnología y conocimientos resulta una opción nada despreciable, y conseguiremos una mejora global de competitividad que es el fin primordial de cualquier empresa.

#### 4.6.3 Ventajas e inconvenientes de la contratación externa

El tema de la contratación externa, y también la de Mantenimiento tiene sus partidarios y sus detractores. Una contratación externa total del Mantenimiento supone una posible pérdida de conocimientos y por tanto imposibilidad de dar marcha atrás y volver a un Mantenimiento por medios propios. Por tanto las empresas deberían encontrar un punto medio.

A continuación se citan algunas de las ventajas e inconvenientes de la contratación externa de Mantenimiento:

#### **VENTAJAS**

##### *-Trabajos complicados y difíciles de realizar*

Uno de las razones que impulsan a los responsables de la industria cerámica a externalizar el trabajo, es cuando se trata de actividades complejas, y que poco tienen que ver con la actividad principal de nuestro negocio. Sería por ejemplo el caso de determinados procesos de mantenimiento y reparaciones en las prensas hidráulicas, que es mejor que los realice el fabricante de las mismas ya que dispone de personal, repuestos y medio técnicos muy especializados, formados y competentes.

##### *-Falta de recursos*

Otra de las causas de la contratación externa de Mantenimiento, es cuando, por circunstancias diversas no se dispone de personal propio suficiente para realizar un determinado trabajo.

Muchos empresarios prefieren contratar con empresas externas en vez de incrementar sus plantillas para realizar estas actividades con personal propio.

##### *-Reducción de costes*

Es opinión extendida que la subcontratación del Mantenimiento persigue fundamentalmente una reducción de costes.

No solo hay que abordar la reducción de costes en el departamento, también hay que perseguir y obtener otras mejoras adicionales tales como mayor flexibilidad

en los servicios de la empresa externa en comparación con los trabajos realizados con personal propio, mayor calidad y fiabilidad en los trabajos para aumentar la disponibilidad.

*-Menor inmovilizado*

Uno de los grandes problemas del Departamento de Mantenimiento, que tiene que dar servicio a un gran número de máquinas e instalaciones muy diversas, es la obligación de tener de grandes stocks de repuestos, para conseguir que los tiempos de reparación ante una avería imprevista sea lo más corta posible para conseguir una buena disponibilidad, y que no afecte demasiado a la producción.

Una buena estrategia para disminuir estos inmovilizados es contratar esos trabajos con empresas externas. Esa empresa externa tendrá el stock de repuestos necesario para poder dar servicio a nuestra empresa y muchas del sector, por tanto ese stock será mucho más rentable.

*-Recursos humanos propios para otros cometidos*

Ya se ha dicho que en general una de las ventajas de la externalización, es destinar todos los esfuerzos de la empresa a su actividad propia, es decir externalizar permite a la empresa destinar sus efectivos humanos en la actividad que se desarrolla.

Por consiguiente es primordial, que aunque con la contratación externa podemos disminuir muy significativamente la plantilla de personal, la empresa siempre debe de contar con un pequeño núcleo de técnicos propios muy cualificados para mantener los conocimientos y efectuar el seguimiento de los trabajos externos.

*-Más rapidez en el acceso a nuevas tecnologías*

Puede darse el caso de que nuestras máquinas, instalaciones se van quedando arcaicas, aunque siguen estando operativas y funcionando; una empresa externa dedicada al Mantenimiento, no solo puede advertir del estado de nuestra maquinaria, sino de las innovaciones que van apareciendo en empresas rivales, y puede ser de mucha utilidad cuando nos decidamos a renovar parte de nuestra maquinaria e instalaciones.

## **INCONVENIENTES**

*-Pérdida, transitoria o permanente, de los conocimientos técnicos de la empresa*

Este es un riesgo que puede presentarse si los procedimientos de externalización no se han llevado correctamente y, fundamentalmente cuando el seguimiento y control del servicio prestado no se controla como se debiera por parte del contratante.

Aparte del seguimiento constante de resultados, que se debe de programar periódicamente en cualquier contrato que se haga, sobre todo en contratos de larga duración hay que asegurarse de que el contratista, en sus trabajos habituales en nuestras instalaciones, no realice cambios en estas, por su cuenta y riesgo, sin conocimiento de la propiedad, y lo que es aún peor sin reflejarlo en

documentación técnica alguna (planos, esquemas, procedimientos, listado de repuestos).

Por ejemplo; cambios en los cableados, se sustituyen piezas por otras que no son exactamente las que debieran utilizar.

Por tanto son muy importantes las auditorías y revisiones de toda la documentación sobre las máquinas, ver si están actualizadas, si la documentación está completa, para no perder el control sobre nuestras máquinas y no depender excesivamente del contratista.

#### *-Aumento en la dependencia de terceros*

Un punto débil que tiene la externalización del Mantenimiento es que la empresa depende cada vez más de terceros para llevar a cabo su actividad, esto es así, y ocurre en cualquier proceso de subcontratación.

#### *-Disminución de la disciplina y productividad de los operarios*

Este relajamiento puede suceder tanto en la empresa contratante como la contratada.

En el caso de externalizar un servicio que supone algún riesgo, que sea complicada de ejecutar, donde no estamos obteniendo resultados convincentes con nuestro personal, y entonces decidimos el acudir a una empresa externa para resolverlo, puede verse por parte de determinada gente de nuestra empresa que la falta de profesionalidad propia la suplimos con una empresa externa.

#### *-Difícil control sobre la calidad técnica de los servicios*

Hay que ser consciente de que lo que se externaliza son servicios de Mantenimiento y no actividades individuales separadas. Podemos caer en el peligro de controlar el servicio final que nos han prestado, y no como se ha prestado, con qué medios, con qué procedimientos.

Sin embargo el control es difícil, si queremos estar seguros de que todo el trabajo se desarrollado de forma correcta, sería preciso supervisar exhaustivamente los mismos.

#### *-Indefinición de responsabilidades*

Efectuar contratos integrales de Mantenimiento, y no contratos que se refieran solo a una parte del equipo, o que apliquen un tipo de Mantenimiento, por ejemplo preventivo, dejando el correctivo al personal propio de la empresa.

Por esto, y para evitar el riesgo ante un posible percance, resulta indispensable que a la empresa externa a la que se le encargan los servicios de Mantenimiento tenga muy claro la integralidad del contrato de Mantenimiento.

*-La externalización no evita un gran número de controles sobre actividades, normativas*

La externalización implica la asignación de personal experto por parte de la empresa contratista para controlar los trabajos subcontratados.

Al analizar la posibilidad de externalizar un servicio, y cuando se estudien los costes, hay que contabilizarlo todo y también los costes del personal propio encargado de la supervisión y control que se tienen que encargarse del seguimiento de los trabajos. Estas labores de control y seguimiento son imprescindibles.

#### 4.6.4 Precauciones frente a la contratación externa

Cuando se efectúa el diagnóstico de los trabajos o servicios de Mantenimiento que nos interesa externalizar, debemos concretar y motivar cuales son las razones que nos impulsan a externalizar este servicio; hay que realizar una autocrítica y analizar los peligros y riesgos posibles. Hay que tener en consideración los siguientes aspectos en nuestra industria cerámica:

- Si decidimos externalizar fundamentando que los costes externos son más bajos que los propios, debemos tener en cuenta todos los componentes de la cuenta, particularmente añadir los costes de supervisión y control y tener en cuenta los costes generales de la empresa.
- Si contratamos el servicio de Mantenimiento por falta temporal de personal o de capacidad puntual, como es el caso para abordar una punta extraordinaria de actividad, realizar una gran reparación, debemos de tener en cuenta que el personal externo destinado por la empresa contratada no va a tener vocación de futuro ni de permanencia en nuestra empresa; por tanto su trabajo debe de estar aún más controlado y supervisado y la cesión de los medios que la empresa contratante ceda a la contratista para realizar los trabajos deben de estar también fiscalizados para evitar deterioros, usos inadecuados, desapariciones.
- Si los motivos que nos impulsan a la externalización son razones de índole tecnológica, bien porque no tengamos los medios adecuados para realizar los trabajos, bien que no dispongamos de técnicos cualificados o carezcamos de los medios materias necesarios, hay que pensar que la externalización puede resolver el problema actual, pero vamos a estar en la misma situación de dependencia en el futuro.
- Otro de los motivos que nos pueden inducir a externalizar es tener una empresa externa que mejore nuestra imagen ante terceros, que aporte solvencia o competitividad para abordar o conseguir nuevos contratos por nuestra parte.



Como norma general reflexionar sobre los motivos de la externalización, juntando ventajas e inconvenientes antes de decidir, siempre ayudará a adoptar medidas cautelares complementarias, y evitar posibles casos de duplicidad de costes, evitar duplicidad de problemas.

## 4.7 CLASIFICACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

### 4.7.1 Introducción

Es este apartado se describen los trabajos básicos que permiten afianzar el funcionamiento normal de una industria cerámica, se enfatiza en aquellas acciones de tipo preventivo; todas estas actuaciones tienen el objetivo común de conseguir que la instalación siga funcionando de forma habitual, sin paradas imprevistas y consiguiente pérdidas de producción, los trabajos preventivos intentan evitar futuras averías, disminuyendo las probabilidades de averías importantes y las consiguientes pérdidas asociadas.

El Mantenimiento de los equipos debe de efectuarse siempre por personal debidamente capacitado y entrenado en el funcionamiento de la maquinaria objeto de los trabajos, debe estar preparado para tomar las decisiones pertinentes dentro de las atribuciones que se le han encomendado. Es muy ventajoso disponer de un Plan de Mantenimiento donde se detallen de forma clara y concisa los trabajos más comunes a realizar.

### 4.7.2 Operario de Producción

Estos operarios se encargan de resolver los paros de las máquinas debido a enganchones que puedan producirse, normalmente producidos por la rotura de las piezas cerámicas, también se encargan de regular diversas partes de la instalación, como por ejemplo las guías que alinean las piezas sobre el tramo de correas de la línea de esmaltado.

También se encargan de la verificación del correcto funcionamiento de la instalación en general, dependiendo en qué sección trabaje.

Estos operarios se encargan de las paradas y puestas en marchas de las máquinas, por tanto deben conocer su funcionamiento y ser capaces de manejar el panel de control de la máquina que se le asigne, incluso en modo manual; también de encargarse de aspectos muy básicos del Mantenimiento que no implique desmontajes como es la limpieza general, y controlar otros aspectos como asegurarse que los engrasadores neumáticos tienen aceite.

Este personal tiene que ser formado y por tanto perfectamente puesto al día sobre el funcionamiento y características de las máquinas de su incumbencia, así como de sus riesgos posibles, de las medidas adoptadas para su minimización (de los peligros), EPIS de los que debe disponer y que serán de obligado cumplimiento.

### 4.7.3 Mecánico

Es el encargado de realizar los trabajos preventivos, los correctivos, ajustes, regulaciones y calibraciones de carácter mecánico, neumático o hidráulico; deberá ser un operario experto y capacitado para la interpretación de planos, esquemas neumáticos e hidráulicos, conocimientos sobre montajes, ajustes.

Estos operarios deben ser plenamente conocedores y conscientes de los riesgos derivados de la manipulación de los elementos de la instalación, y tener a su disposición un plan con los procedimientos de trabajo específicos de cada máquina objeto de su responsabilidad.

### 4.7.4 Electricista

Los trabajos de mantenimiento de tipo eléctrico deben efectuarse siempre que se pueda, sin tensión y en todo caso cumpliendo con lo previsto en la legislación vigente en esta materia.

Un buen Mantenimiento Preventivo es muy importante y puede ahorrarnos muchos quebraderos de cabeza, y evitar muchas paradas de producción, a continuación se indican los aspectos más relevantes a considerar:

- Comprobar el estado de las conexiones en los bornes del cuadro eléctrico.
- Verificar que todos los dispositivos de protección contra contactos directos e indirectos funcionan correctamente.
- Comprobar el funcionamiento de los relés térmicos, magneto térmicos, disyuntores automáticos de protección de los motores eléctricos de la instalación.
- Comprobar que los cables situados en partes móviles de la máquina estén en buen estado y no presenten rozaduras o deterioros en el aislamiento.
- Sustituir periódicamente, de forma preventiva, determinados elementos del aparellaje en BT como contactores, contactos principales de los contactores (por ejemplo cada cinco años).

El operario es el responsable de realizar los trabajos de carácter eléctrico, debe de estar familiarizado en la comprensión de los esquemas eléctricos, y manejar con soltura los instrumentos de medición eléctricos (pinzas amperimétricas, voltímetros).

Muchas veces, determinadas averías eléctricas producidas en maquinaria de manipulación en funcionamiento automático son difíciles de detectar, y prácticamente imposible con la máquina parada, sin tensión; en estos casos el operario podrá trabajar en tensión tomando las diversas precauciones, y nunca en solitario. Deberá disponer de las herramientas y EPIS necesarios para el trabajo en tensión, como guantes aislantes, herramientas aislantes y ser conscientes de los riesgos inherentes de esta operación.



Deberá tener disponibles todos los documentos necesarios, como el manual de funcionamiento de la máquina, así como del correspondiente esquema eléctrico en donde queden reflejados todos los componentes del mismo.



# CAPÍTULO 5:

# DISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

## 5.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

En este apartado se presenta el Plan de Mantenimiento Preventivo de cada una de las secciones que componen la línea de producción de gres porcelánico.

Se plantea una tabla con las siguientes columnas (Sección, Máquina, Sub-máquina, Elemento, Tarea, Tarea Detallada, Período y Puesto de Trabajo.)

En la columna denominada Periodo se muestra una serie de letras que hacen referencia al siguiente significado:

M: Mensual

J: Jornada de trabajo

S: Semanal

H: Horas trabajadas por la máquina

A: Anual

Con el desarrollo de este Plan de Mantenimiento Preventivo en tablas podremos realizar las operaciones planificadas en cada elemento de las maquinas que componen cada sección, para que tengan un funcionamiento adecuado durante todo el proceso productivo de baldosas y así anticiparnos a la avería antes de que se produzca.

Se realiza el Plan de Mantenimiento Preventivo de las secciones en la que ocurren mayores averías y se analiza detenidamente su funcionamiento anormal. Estas zonas de la línea de producción son:

- Almacenamiento de Materias Primas
- Prensado y Secado
- Esmaltado y Decoración
- Horno
- Pulido y Rectificado



## 5.2 RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS (1/1)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Instalación de combustión	Ventilador	Revisar	Comprobar que la aspiración del ventilador de aire de combustión esté libre de cuerpos extraños, como papeles, trapos.	M	Operario producción
C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Tamiz control atomizado	Tela tamizado	Limpiar - Revisar	Limpiar y controlar la pantalla del tamiz de salida del atomizador.	J	Operario producción
C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Filtros barbotina	Filtros	Limpiar - Revisar	Limpiar y controlar los filtros	S	Operario producción
C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Instalación de barbotina	Lanzas pulverizadoras	Limpiar - Revisar	Desmontar y limpiar.	S	Operario producción
C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Instalación de barbotina	Boquilla pulverizadora	Revisar	Comprobar los diámetros de los agujeros de las plaquetas y cambiarlas si estos diámetros son superiores a 2/10 o si son irregulares.	S	Operario producción
C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Bomba pistones cerámicos	General	Limpiar	Lavado de la bomba, los tubos y las juntas de las válvulas.	S	Operario producción
C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Cinta transportadora	General	Limpiar	Limpieza general de cintas transportadoras y plataformas.	S	Operario producción



### 5.3 PRENSADO Y SECADO (1/2)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
D Prensado y secado	Prensa 3600T	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
D Prensado y secado	Carro lineal carga prensa nº 2	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
D Prensado y secado	Prensa 4000 T	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
D Prensado y secado	Carro lineal carga prensa nº1	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
D Prensado y secado	Carga secadero horizontal	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
D Prensado y secado	Carga secadero horizontal	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
D Prensado y secado	Descarga secadero	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
D Prensado y secado	Descarga secadero	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
D Prensado y secado	Secadero horizontal 5 planos	Movimiento de rodillos	Rodillos	Limpiar - Revisar	Desmontar y limpiar los rodillos. Comprobar el estado y la alineación de los rodillos y sustituir en caso necesario.	A	Operario producción
D Prensado y secado	Secadero horizontal 5 planos	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción



### 5.3 PRENSADO Y SECADO (2/2)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
D Prensado y secado	Secadero horizontal 5 planos	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
D Prensado y secado	Torre refrigeración	Cuerpo torre	Balsa	Revisar	Comprobar el funcionamiento del sistema de drenaje de la balsa, y que por ésta fluye un pequeño caudal hasta el desagüe para conseguir una buena renovación del agua en la balsa y disminuir el nivel de concentración de las sales evitando incrustaciones.	S	Operario producción
D Prensado y secado	Torre refrigeración	Instalación hidráulica	Válvulas	Revisar	Verificar el funcionamiento de las válvulas manuales de la instalación; controlar que estas cierren y abren sin dificultad.	S	Operario producción
D Prensado y secado	Filtro de mangas RPM 108/12	General	General	Efectuar	Efectuar dos ciclos completos de limpieza de las mangas.	8H	Operario producción
D Prensado y secado	Filtro de mangas RPM 324/12	General	General	Efectuar	Efectuar dos ciclos completos de limpieza de las mangas.	8H	Operario producción

## 5.4 ESMALTADO Y DECORACIÓN (1/1)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
E Esmaltado y decoración	Línea de esmaltado	Canaletas de desagüe	Canaletas	Limpiar - Revisar	Verificar que las canaletas de desagüe estén limpias y sin obstáculos. En caso necesario, limpiarlas.	S	Operario producción
E Esmaltado y decoración	Línea de esmaltado	Canaletas de desagüe	Canaletas	Revisar	Controlar que las tapas de las canaletas de desagües estén colocadas.	S	Operario producción
E Esmaltado y decoración	Línea de esmaltado	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
E Esmaltado y decoración	Veltile	General	General	Limpiar	LIMPIEZA GENERAL DE LA MAQUINA. A realizar con máquina parada. Hay que limpiar y aspirar el polvo que se ha depositado en las diversas partes de la máquina como los cabezales tangenciales y orbitales, guías, protecciones.	J	Operario producción
E Esmaltado y decoración	Veltile	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción



## 5.5 COCCIÓN (1/1)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
F Cocción	Línea entrada horno	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
F Cocción	Línea entrada horno	Curva de correas sección circular	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
F Cocción	Máquina carga horno con compenser	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
F Cocción	Máquina carga horno con compenser	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
F Cocción	Horno de rodillos monoestrato	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
F Cocción	Salida horno con alineador	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
F Cocción	Línea transporte salida horno	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
F Cocción	Línea transporte salida horno	Rompedor	General	Revisar	Revisar que el rompedor de azulejos funciona correctamente. Comprobar que la presión de trabajo del pistón es la adecuada, que la rueda de empuje (accionada por el pistón) esté bien centrada en relación a las guías y al azulejo.	8H	Operario producción



## 5.6 PULIDO Y RECTIFICADO (1/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Línea entrada línea pulido 1	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea entrada línea pulido 1	Curva de correas sección circular	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 1/1	General	General	Limpiar	Eliminar rápidamente los depósitos de suciedad (residuos de polvo, aceite, grasa) porque podrían alterar el buen funcionamiento y la duración de las máquinas y de las partes que la componen. Limpiar y mantener limpios los carteles adhesivos de seguridad y garantizar siempre la lectura. Utilizar productos adecuados al tipo de los componentes instalados. No utilizar agua y/o aire comprimido.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 1/1	Cabezales pulidora	Cabezal de pulido	Limpiar	Limpiar los cabezales de pulido. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 1/1	Guiado de las placas	Guías	Limpiar	Limpiar las guías. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 1/1	Mandrilos	Broche	Limpiar	Limpiar los mandriles pulidores. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando con chorro de aire comprimido.	J	Operario producción



## 5.6 PULIDO Y RECTIFICADO (2/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Pulidora 1/1	Guiado de las placas	Guías	Limpiar	Limpiar las guías. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 1/1	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 14 cabezales	Cabezales pulidora	Cabezal de pulido	Limpiar	Limpiar los cabezales de pulido. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 14 cabezales	Mandrilos	Broche	Limpiar	Limpiar los mandriles pulidores. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando después con un chorro de aire comprimido.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 14 cabezales	Guiado de las placas	Guías	Limpiar	Limpiar las guías. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 14 cabezales	General	Carter	Limpiar	Limpiar la zona afectada por las salpicaduras.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 14 cabezales	General	Reductor	Limpiar	Limpiar los reductores. Utilizar fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando luego con un chorro de aire comprimido.	M	Operario producción



### 5.6 PULIDO Y RECTIFICADO (3/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Pulidora 14 cabezales	Carpintería metálica	General	Limpiar	Limpiar los elementos de carpintería metálica. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando luego con un chorro de aire comprimido.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora 14 cabezales	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 620 20 cabezales	Cabezales pulidora	Cabezal de pulido	Limpiar	Limpiar los cabezales de pulido. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 620 20 cabezales	Mandrilos	Broche	Limpiar	Limpiar los mandriles pulidores. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando después con un chorro de aire comprimido.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 620 20 cabezales	Guiado de las placas	Guías	Limpiar	Limpiar las guías. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 620 20 cabezales	General	Carter	Limpiar	Limpiar la zona afectada por las salpicaduras.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 620 20 cabezales	General	Reductor	Limpiar	Limpiar los reductores. Utilizar fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando luego con un chorro de aire comprimido.	M	Operario producción



## 5.6 PULIDO Y RECTIFICADO (4/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 620 20 cabezales	Carpintería metálica	General	Limpiar	Limpiar los elementos de carpintería metálica. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando luego con un chorro de aire comprimido.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 620 20 cabezales	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea	Instalación aspiración	Depósito decantación	Limpiar - Revisar	Comprobar que no se hayan formado depósitos de lodos en el interior del depósito de decantación. En caso necesario proceder a la limpieza y quitar estos lodos.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea	Instalación aspiración	Tubos flexibles	Revisar	Comprobar el estado de todas las tuberías flexibles de aspiración. Sustituirlas si se observa que se encuentran en mal estado.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea	Ventilador	General	Revisar	Comprobar que la descarga (salida) del ventilador no esté obstruida.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea	Señalización	Pictogramas	Revisar	Comprobar la legibilidad y el correcto posicionamiento de los pictogramas en la máquina.	S	Operario producción



## 5.6 PULIDO Y RECTIFICADO (5/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	Curva rodillos cónicos línea derecha /1	General	Revisar	Comprobar el funcionamiento de la curva, que estén todos los rodillos, y que todos estén girando. En caso de anomalía llamar al mecánico.	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	Cepillo horizontal línea derecha	Cepillo	Revisar	Comprobar el desgaste del cepillo. Sustituirlo en caso de estar desgastado.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	Cepillo vertical línea derecha /1	Cepillo	Revisar	Comprobar el desgaste del cepillo. Sustituirlo en caso de estar desgastado.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	Cepillo vertical línea derecha /2	Cepillo	Revisar	Comprobar el desgaste del cepillo. Sustituirlo en caso de estar desgastado.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	Cepillo vertical línea derecha /3	Cepillo	Revisar	Comprobar el desgaste del cepillo. Sustituirlo en caso de estar desgastado.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	Compenser línea derecha	General	Limpiar	Limpiar y quitar los trozos de azulejos que se hayan podido depositar.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	Compenser línea derecha	Pictogramas	Revisar	Comprobar la legibilidad y el correcto posicionamiento de los pictogramas en la máquina.	S	Operario producción



## 5.6 PULIDO Y RECTIFICADO (6/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	Curva rodillos cónicos línea derecha /2	General	Revisar	Comprobar el funcionamiento de la curva, que estén todos los rodillos, y que todos estén girando. En caso de anomalía llamar al mecánico.	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aplicador de cera	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea entrada línea pulido 2	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea entrada línea pulido 2	Curva de correas sección circular	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Calibradora /1	General	General	Limpiar	Eliminar rápidamente los depósitos de suciedad (residuos de polvo, aceite, grasa) porque podrían alterar el buen funcionamiento y la duración de las máquinas y de las partes que la componen. Limpiar y mantener limpios los carteles adhesivos de seguridad y garantizar siempre la lectura. Utilizar productos adecuados al tipo de los componentes instalados. No utilizar agua y/o aire comprimido.	M	Operario producción

## 5.6 Pulido y Rectificado (7/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Calibradora /1	Guiado de las placas	Guías	Limpiar	Limpiar las guías. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Calibradora /1	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Calibradora /2	General	General	Limpiar	Eliminar rápidamente los depósitos de suciedad (residuos de polvo, aceite, grasa) porque podrían alterar el buen funcionamiento y la duración de las máquinas y de las partes que la componen. Limpiar y mantener limpios los carteles adhesivos de seguridad y garantizar siempre la lectura. Utilizar productos adecuados al tipo de los componentes instalados. No utilizar agua y/o aire comprimido.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Calibradora /2	Guiado de las placas	Guías	Limpiar	Limpiar las guías. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 16 C	Cabezales pulidora	Cabezal de pulido	Limpiar	Limpiar los cabezales de pulido. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, pincel y chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción

## 5.6 Pulido y Rectificado (8/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 16 C	Guiado de las placas	Guías	Limpiar	Limpiar las guías. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 16 C	General	Carter	Limpiar	Limpiar la zona afectada por las salpicaduras.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 16 C	General	Reductor	Limpiar	Limpiar los reductores. Utilizar fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando luego con un chorro de aire comprimido.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 16 C	Carpintería metálica	General	Limpiar	Limpiar los elementos de carpintería metálica. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando luego con un chorro de aire comprimido.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 16 C	Mandrilos	Broche	Limpiar	Limpiar los mandriles pulidores. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando después con un chorro de aire comprimido.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 16 C	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción

## 5.6 Pulido y Rectificado (9/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 20 C	Cabezales pulidora	Cabezal de pulido	Limpiar	Limpiar los cabezales de pulido. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 20 C	Guiado de las placas	Guías	Limpiar	Limpiar las Guías. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 20 C	General	Carter	Limpiar	Limpiar la zona afectada por las salpicaduras.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 20 C	General	Reductor	Limpiar	Limpiar los reductores. Utilizar fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando luego con un chorro de aire comprimido.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 20 C	Carpintería metálica	General	Limpiar	Limpiar los elementos de carpintería metálica. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando luego con un chorro de aire comprimido	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 20 C	Mandrilos	Broche	Limpiar	Limpiar los mandriles pulidores. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando después con un chorro de aire comprimido.	J	Operario producción

**5.6 Pulido y Rectificado (10/11)**

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 20 C	Mandrilos	Broche	Limpiar	Limpiar los mandriles pulidores. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, frotando con un trapo limpio y secando después con un chorro de aire comprimido.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Pulidora ancho 700 20 C	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea G	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea G	Instalación aspiración	Depósito decantación	Limpiar - Revisar	Comprobar que no se hayan formado depósitos de lodos en el interior del depósito de decantación. En caso necesario proceder a la limpieza y quitar estos lodos.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea G	Instalación aspiración	Tubos flexibles	Revisar	Comprobar el estado de todas las tuberías flexibles de aspiración. Sustituirlas si se observa que se encuentran en mal estado.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea G	Ventilador	General	Revisar	Comprobar que la descarga (salida) del ventilador no esté obstruida.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea G	Señalización	Pictogramas	Revisar	Comprobar la legibilidad y el correcto posicionamiento de los pictogramas en la máquina.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables).	8H	Operario producción

### 5.6 Pulido y Rectificado (11/11)

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	Curva rodillos cónicos línea izquierda /1	General	Revisar	Comprobar el funcionamiento de la curva, que estén todos los rodillos, y que todos estén girando. En caso de anomalía llamar al mecánico.	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	Cepillo horizontal línea izquierda	Cepillo	Revisar	Comprobar el desgaste del cepillo. Sustituirlo en caso de estar desgastado.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	Compenser l.izquierda /1	General	Limpiar	Limpiar y quitar los trozos de azulejos que se hayan podido depositar.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	Compenser l.izquierda /1	Pictogramas	Revisar	Comprobar la legibilidad y el correcto posicionamiento de los pictogramas en la máquina.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	Compenser l.izquierda /2	General	Limpiar	Limpiar y quitar los trozos de azulejos que se hayan podido depositar.	J	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	Compenser l.izquierda /2	Pictogramas	Revisar	Comprobar la legibilidad y el correcto posicionamiento de los pictogramas en la máquina.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	Curva rodillos cónicos línea izquierda /2	General	Revisar	Comprobar el funcionamiento de la curva, que estén todos los rodillos, y que todos estén girando. Anomalía llamar al mecánico.	8H	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	Ventilador	General	Revisar	Comprobar que la descarga (salida) del ventilador no esté obstruida.	S	Operario producción
H Pulido y rectificado	Línea salida línea pulido 2	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción



## CAPÍTULO 6:

# AYUDAS INFORMÁTICAS A IMPLEMENTAR EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN



## 6.1 HOJA DE EXCEL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Para gestionar la cantidad de operaciones de Mantenimiento que se producen en las diferentes secciones que componen la línea de producción, se dispone de una herramienta informática llamada Excel para gestionar de una forma organizada y estructurada el control de las operaciones que se deben realizar en los equipos e instalaciones.

A continuación se muestra una serie de tablas Excel que se utilizan para mantener en las mejores condiciones de funcionamiento de cada una de los elementos que componen cada sección.

Para poder realizar una búsqueda más detallada de las operaciones que se deben realizar en una sección se utiliza la función FILTROS que posee la Hoja Excel. Además puedes realizar la búsqueda por Máquina, Sub-máquina o elemento como se observa en las siguientes tablas.

Con esta ayuda informática que hemos implantado en nuestro plan de Mantenimiento Preventivo podemos añadir otra operación que pueda aparecer en un futuro o un equipo nuevo que se pueda introducir en nuestra empresa.

## 6.2 HOJA DE EXCEL ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

1) Seleccionar la Sección que se desea buscar---- Atomización.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a table of maintenance tasks. A filter is applied to the 'Sección' column, showing a list of sections with 'Atomización' selected. The table contains the following data:

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
	Alimentation molino continuo	Cinta transportadora	General	Limpiar	Limpieza general de cintas transportadoras y plataformas.	S	Operario producción
	Alimentation molino continuo	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
	Filtro de mangas RPM 144/12	General	General	Efectuar	Efectuar dos ciclos completos de limpieza de las mangas	8H	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Elementos molidores	General	Revisar	Controlar el nivel óptimo de los elementos molidores	J	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Revestimiento interno	General	Revisar	Controlar el desgaste del revestimiento de goma del molino.	2M	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Engrase automáticos	Central de engrase	Lubricar - Revisar	Controlar el nivel de grasa del depósito de la centralina.	S	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Motorización	Radiador	Limpiar	Limpiar con aire comprimido el radiador de refrigeración de aceite del reductor principal.	S	Operario producción

The filter dropdown for 'Sección' shows the following options:

- (Seleccionar todo)
- A Alimentación de materias primas
- B Molienda
- C Atomización
- D Prensado y secado
- E Esmaltado y decoración
- F Cocción
- G Pulmón de boxes
- H Pulido y rectificado

## 2) Tabla de todas las operaciones que se pueden realizar en la Sección Atomización.

CHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA

Arial 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas

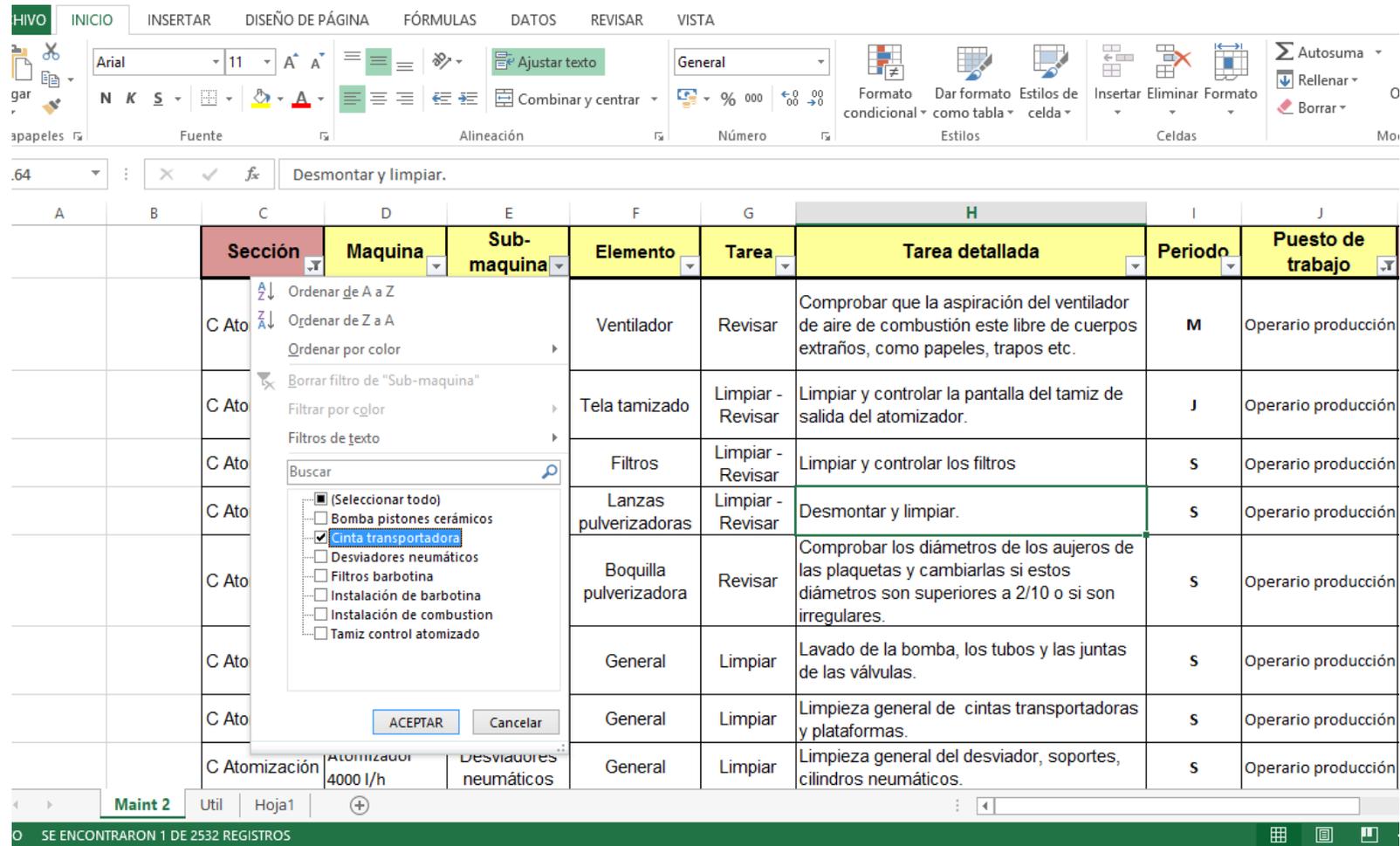
164 Desmontar y limpiar.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Sección	Maquina	Sub- maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
		C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Instalación de combustion	Ventilador	Revisar	Comprobar que la aspiración del ventilador de aire de combustión este libre de cuerpos extraños, como papeles, trapos etc.	M	Operario producción
		C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Tamiz control atomizado	Tela tamizado	Limpiar - Revisar	Limpiar y controlar la pantalla del tamiz de salida del atomizador.	J	Operario producción
		C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Filtros barbotina	Filtros	Limpiar - Revisar	Limpiar y controlar los filtros	S	Operario producción
		C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Instalación de barbotina	Lanzas pulverizadoras	Limpiar - Revisar	Desmontar y limpiar.	S	Operario producción
		C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Instalación de barbotina	Boquilla pulverizadora	Revisar	Comprobar los diámetros de los agujeros de las plaquetas y cambiarlas si estos diámetros son superiores a 2/10 o si son irregulares.	S	Operario producción
		C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Bomba pistones cerámicos	General	Limpiar	Lavado de la bomba, los tubos y las juntas de las válvulas.	S	Operario producción
		C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Cinta transportadora	General	Limpiar	Limpieza general de cintas transportadoras y plataformas.	S	Operario producción
		C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Desviadores neumáticos	General	Limpiar	Limpieza general del desviador, soportes, cilindros neumáticos.	S	Operario producción

Maint 2 Util Hoja1

SE ENCONTRARON 8 DE 2532 REGISTROS

### 3) Si además de la Sección Atomización se desea buscar en Sub-Maquina Cinta Transportadora.



Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
C Ato			Ventilador	Revisar	Comprobar que la aspiración del ventilador de aire de combustión este libre de cuerpos extraños, como papeles, trapos etc.	M	Operario producción
C Ato			Tela tamizado	Limpiar - Revisar	Limpiar y controlar la pantalla del tamiz de salida del atomizador.	J	Operario producción
C Ato			Filtros	Limpiar - Revisar	Limpiar y controlar los filtros	S	Operario producción
C Ato			Lanzas pulverizadoras	Limpiar - Revisar	Desmontar y limpiar.	S	Operario producción
C Ato			Boquilla pulverizadora	Revisar	Comprobar los diámetros de los agujeros de las plaquetas y cambiarlas si estos diámetros son superiores a 2/10 o si son irregulares.	S	Operario producción
C Ato			General	Limpiar	Lavado de la bomba, los tubos y las juntas de las válvulas.	S	Operario producción
C Ato			General	Limpiar	Limpieza general de cintas transportadoras y plataformas.	S	Operario producción
C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Desviadores neumáticos	General	Limpiar	Limpieza general del desviador, soportes, cilindros neumáticos.	S	Operario producción

SE ENCONTRARON 1 DE 2532 REGISTROS



4) La búsqueda definitiva en este caso nos encontramos una única operación que se debe realizar en esta zona de la línea de producción.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following data table:

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
C Atomización	Atomizador 4000 l/h	Cinta transportadora	General	Limpiar	Limpieza general de cintas transportadoras y plataformas.	S	Operario producción

The interface includes the ribbon with tabs: HIVO, INICIO, INSERTAR, DISEÑO DE PÁGINA, FÓRMULAS, DATOS, REVISAR, VISTA. The formula bar shows "Desmontar y limpiar." The status bar at the bottom indicates "SE ENCONTRARON 1 DE 2532 REGISTROS".





## 2) Enumera las operaciones que aparecen en Prensado y Secado.

CHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA									
<span>Arial 12</span> <span>Ajustar texto</span> <span>General</span> <span>Formato condicional</span> <span>Dar formato como tabla</span> <span>Estilos de celda</span> <span>Insertar</span> <span>Eliminar</span> <span>Formato</span> <span>Autosuma</span> <span>Rellenar</span> <span>Borrar</span>									
Sección									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
		D Prensado y secado	Prensa 3600T	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
		D Prensado y secado	Carro lineal carga prensa nº 2	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
		D Prensado y secado	Prensa 4000 T	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
		D Prensado y secado	Carro lineal carga prensa nº1	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
		D Prensado y secado	Carga secadero horizontal	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
		D Prensado y secado	Carga secadero horizontal	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
		D Prensado y secado	Descarga secadero	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
		D Prensado y secado	Descarga secadero	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
		D Prensado y secado	Secadero horizontal 5	Movimentacion rodillos	Rodillos	Limpiar - Revisar	Desmontar y limpiar los rodillos . Comprobar el estado y la alineación de los	A	Operario producción

Maint 2 Util Hoja1

SE ENCONTRARON 14 DE 2532 REGISTROS





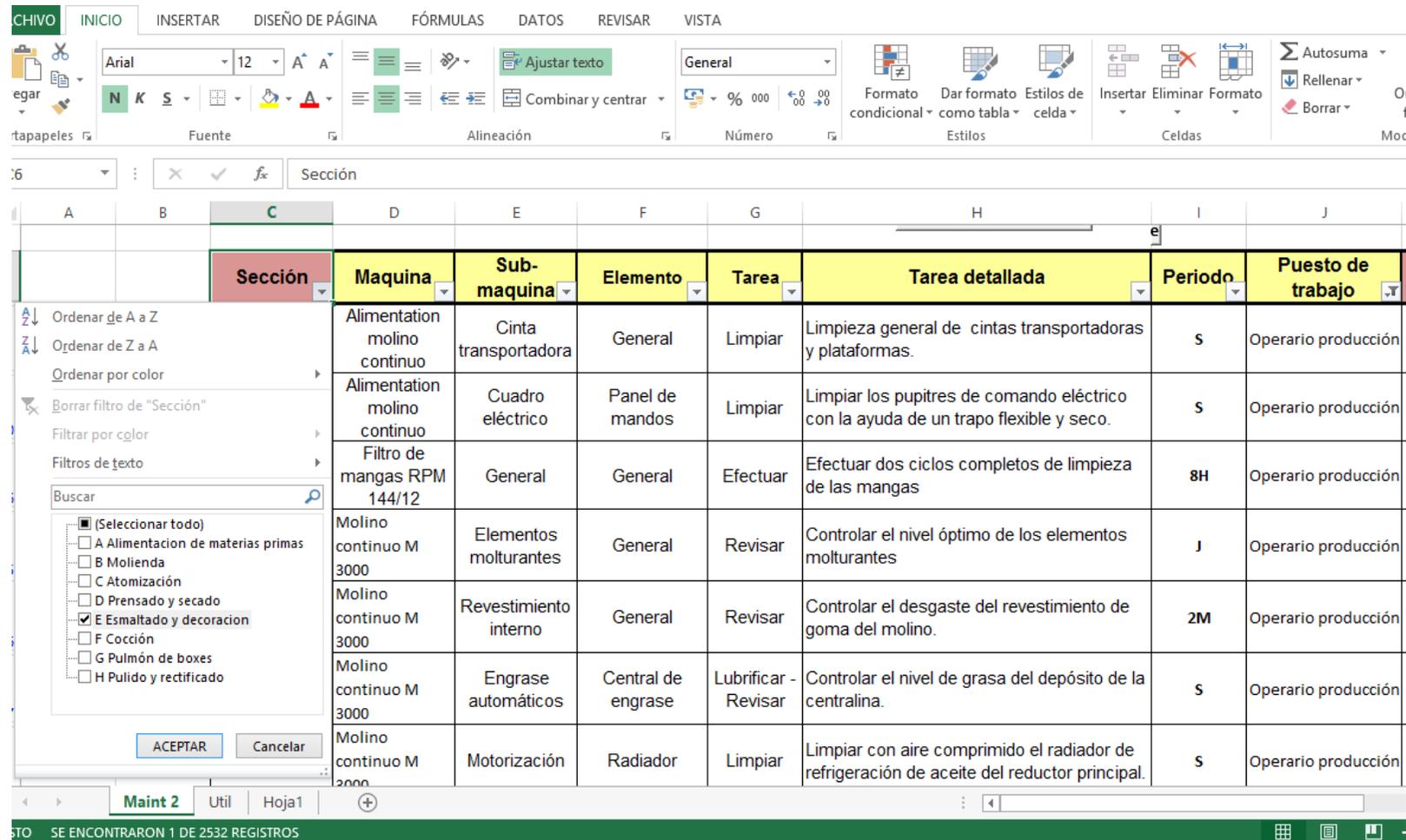
4) La búsqueda definitiva nos indica la operación de mantenimiento que se debe realizar.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following table data:

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
D Prensado y secado	Torre refrigeración	Instalación hidráulica	Válvulas	Revisar	Verificar el funcionamiento de las válvulas manuales de la instalación; controlar que estas cierren y abren sin dificultad.	S	Operario producción

## 6.4 HOJA DE EXCEL ESMALTADO Y DECORACIÓN

### 1) Seleccionar Sección. En este caso Esmaltado y Decoración.



Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
	Alimentation molino continuo	Cinta transportadora	General	Limpiar	Limpieza general de cintas transportadoras y plataformas.	S	Operario producción
	Alimentation molino continuo	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
	Filtro de mangas RPM 144/12	General	General	Efectuar	Efectuar dos ciclos completos de limpieza de las mangas	8H	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Elementos molidurantes	General	Revisar	Controlar el nivel óptimo de los elementos molidurantes	J	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Revestimiento interno	General	Revisar	Controlar el desgaste del revestimiento de goma del molino.	2M	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Engrase automáticos	Central de engrase	Lubricar - Revisar	Controlar el nivel de grasa del depósito de la centralina.	S	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Motorización	Radiador	Limpiar	Limpiar con aire comprimido el radiador de refrigeración de aceite del reductor principal.	S	Operario producción

SE ENCONTRARON 1 DE 2532 REGISTROS





### 3) Selecciona en Sub-maquina Cuadros Eléctricos.

Microsoft Excel ribbon: HIVO, INICIO, INSERTAR, DISEÑO DE PÁGINA, FÓRMULAS, DATOS, REVISAR, VISTA.

Font: Arial, 12. Font color: Red. Paragraph: Center. Number: 000. Styles: Conditional formatting, Table, Cell. Cells: Insert, Delete, Format. Autosum, Fill, Erase.

Section: Sección

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
E			Canaletas	Limpiar - Revisar	Verificar que las canaletas de desagüe estén limpias y sin obstáculos. En caso necesario, limpiarlas.	S	Operario producción
E			Canaletas	Revisar	Controlar que las tapas de las canaletas de desagües estén colocadas.	S	Operario producción
E			Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
E			General	Limpiar	LIMPIEZA GENERAL DE LA MAQUINA. A realizar con máquina parada. Hay que limpiar y aspirar el polvo que se ha depositado en las diversas partes de la máquina como los cabezales tangenciales y orbitales, guías, protecciones etc.	J	Operario producción
E			Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción

Filter menu for 'Sub-maquina':

- Ordenar de A a Z
- Ordenar de Z a A
- Ordenar por color
- Borrar filtro de "Sub-maquina"
- Filtrar por color
- Filtros de texto

Search results for 'Cuadro eléctrico':

- (Seleccionar todo)
- Canaletas de desagüe
- Cuadro eléctrico**
- General

Buttons: ACEPTAR, Cancelar

Sheet: Maint 2, Util, Hoja1

Status bar: SE ENCONTRARON 5 DE 2532 REGISTROS

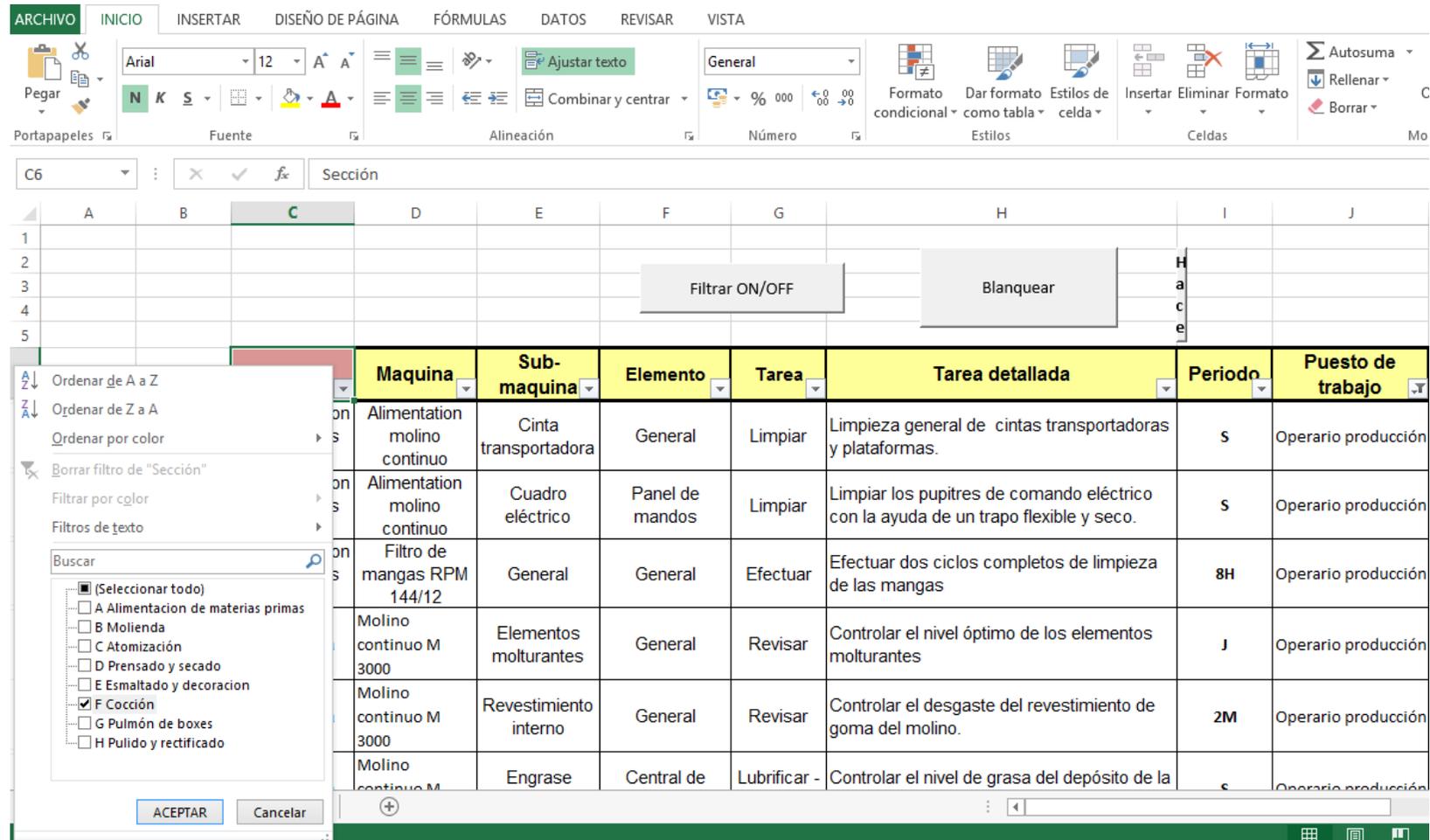


4) La búsqueda definitiva nos indica las operaciones de mantenimiento que se debe realizar en este caso.

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
E Esmaltado y decoracion	Linea de esmaltado	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
E Esmaltado y decoracion	Veltile	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción

## 6.5 HOJA EXCEL HORNO

### 1) Seleccionar Sección. En este caso Horno.



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'Inicio' ribbon selected. The active cell is C6, containing the text 'Sección'. A filter menu is open over the table, showing a list of sections with checkboxes. The 'F Cocción' option is checked. The table data is as follows:

Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
Alimentation molino continuo	Cinta transportadora	General	Limpiar	Limpieza general de cintas transportadoras y plataformas.	S	Operario producción
Alimentation molino continuo	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
Filtro de mangas RPM 144/12	General	General	Efectuar	Efectuar dos ciclos completos de limpieza de las mangas	8H	Operario producción
Molino continuo M 3000	Elementos molturantes	General	Revisar	Controlar el nivel óptimo de los elementos molturantes	J	Operario producción
Molino continuo M 3000	Revestimiento interno	General	Revisar	Controlar el desgaste del revestimiento de goma del molino.	2M	Operario producción
Molino continuo M	Engrase	Central de	Lubrificar	Controlar el nivel de grasa del depósito de la	S	Operario producción



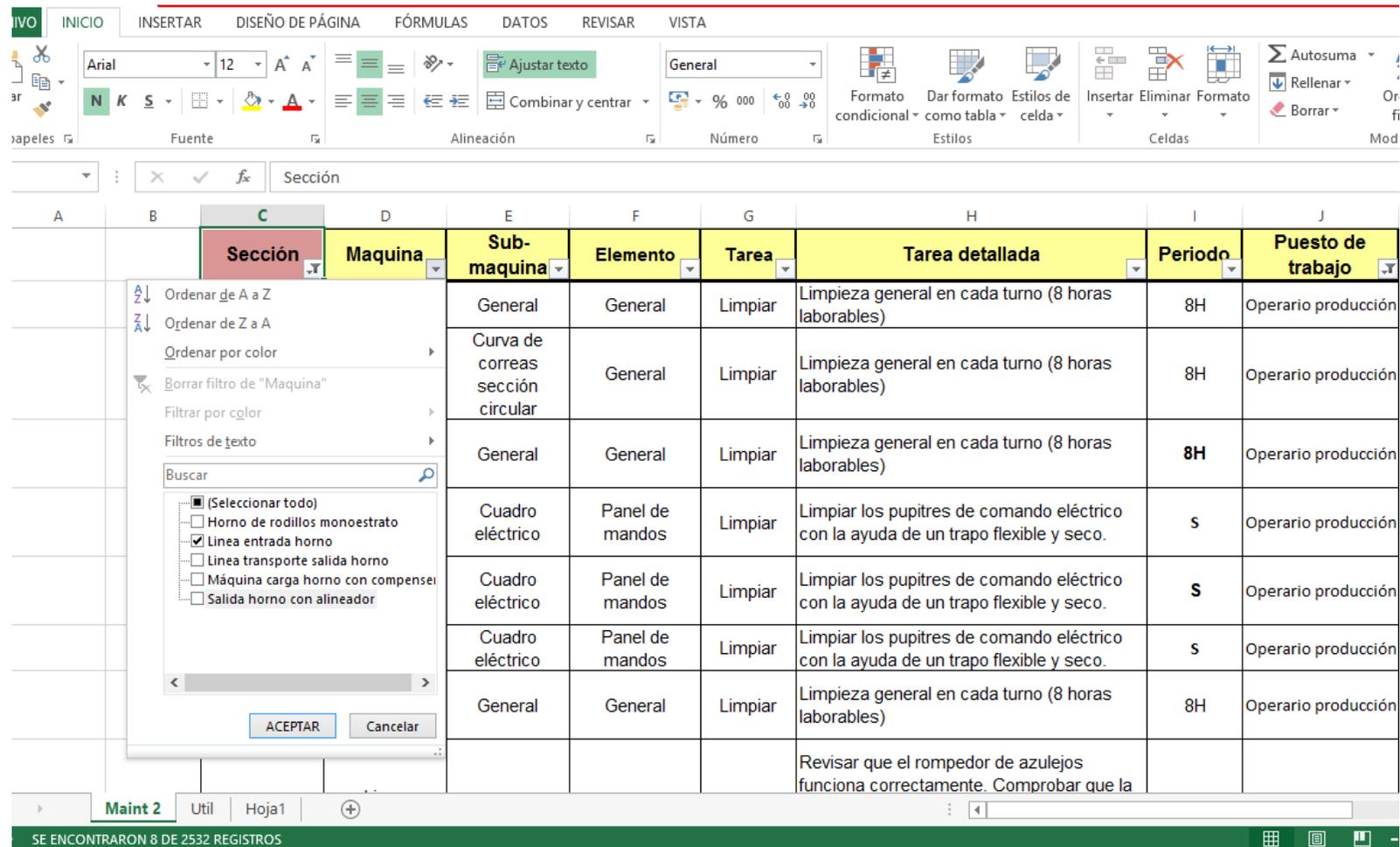
## 2) Enumera las operaciones que aparecen en Horno.

EXCEL									
INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA									
Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modos									
Sección									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
		F Cocción	Linea entrada horno	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
		F Cocción	Linea entrada horno	Curva de correas sección circular	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
		F Cocción	Máquina carga horno con compenser	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
		F Cocción	Máquina carga horno con compenser	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
		F Cocción	Horno de rodillos monoestrato	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
		F Cocción	Salida horno con alineador	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
		F Cocción	Linea transporte salida horno	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
							Revisar que el rompedor de azulejos funciona correctamente. Comprobar que la		

Maint 2 Util Hoja1

SE ENCONTRARON 8 DE 2532 REGISTROS

### 3) Selecciona en Máquina Línea Entrada Horno.



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
				General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
				Curva de correas sección circular	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
				General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
				Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
				Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
				Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
				General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
							Revisar que el rompedor de azulejos funciona correctamente. Comprobar que la		

SE ENCONTRARON 8 DE 2532 REGISTROS



4) La búsqueda definitiva nos indica las operaciones de mantenimiento que se debe realizar en este caso.

Sección	Maquina	Sub- maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
F Cocción	Linea entrada horno	General	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
F Cocción	Linea entrada horno	Curva de correas sección circular	General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción



## 6.6 HOJA EXCEL PULIDO Y RECTIFICADO

### 1) Seleccionar Sección. En este caso Pulido y Rectificado.

Sección	Maquina	Sub-maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
	Alimentation molino continuo	Cinta transportadora	General	Limpiar	Limpieza general de cintas transportadoras y plataformas.	S	Operario producción
	Alimentation molino continuo	Cuadro eléctrico	Panel de mandos	Limpiar	Limpiar los pupitres de comando eléctrico con la ayuda de un trapo flexible y seco.	S	Operario producción
	Filtro de mangas RPM 144/12	General	General	Efectuar	Efectuar dos ciclos completos de limpieza de las mangas	8H	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Elementos molidurantes	General	Revisar	Controlar el nivel óptimo de los elementos molidurantes	J	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Revestimiento interno	General	Revisar	Controlar el desgaste del revestimiento de goma del molino.	2M	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Engrase automáticos	Central de engrase	Lubricar - Revisar	Controlar el nivel de grasa del depósito de la centralina.	S	Operario producción
	Molino continuo M 3000	Motorización	Radiador	Limpiar	Limpiar con aire comprimido el radiador de refrigeración de aceite del reductor principal.	S	Operario producción

SE ENCONTRARON 2 DE 2532 REGISTROS





### 3) Selecciona en Sub-Maquina Instalación Aspiración.

Microsoft Excel ribbon: INICIO, INSERTAR, DISEÑO DE PÁGINA, FÓRMULAS, DATOS, REVISAR, VISTA

Font: Arial, 12, Bold, Italic, Underline, Color, Background Color, Text Color, Text Direction, Paragraph, Styles, Cells, AutoSum, Fill, Erase

Formula Bar: Sección

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Sección	Maquina	Sub- maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
		H F rect			General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
		H F rect			General	Limpiar	Limpieza general en cada turno (8 horas laborables)	8H	Operario producción
		H F rect			General	Limpiar	Eliminar rápidamente los depósitos de suciedad (residuos de polvo, aceite, grasa) porque podrían alterar el buen funcionamiento y la duración de las máquinas y de las partes que la componen. Limpiar y mantener limpios los carteles adhesivos de seguridad y garantizar siempre la lectura. Utilizar productos adecuados al tipo de los componentes instalados. No utilizar agua y/o aire comprimido.	M	Operario producción
		H F rect			Cabezal de pulido	Limpiar	Limpiar los cabezales de pulido. Utilizar agua, fuel-oil o gasoil, cepillando con un pincel y pasando luego un chorro de aire comprimido para su secado.	J	Operario producción

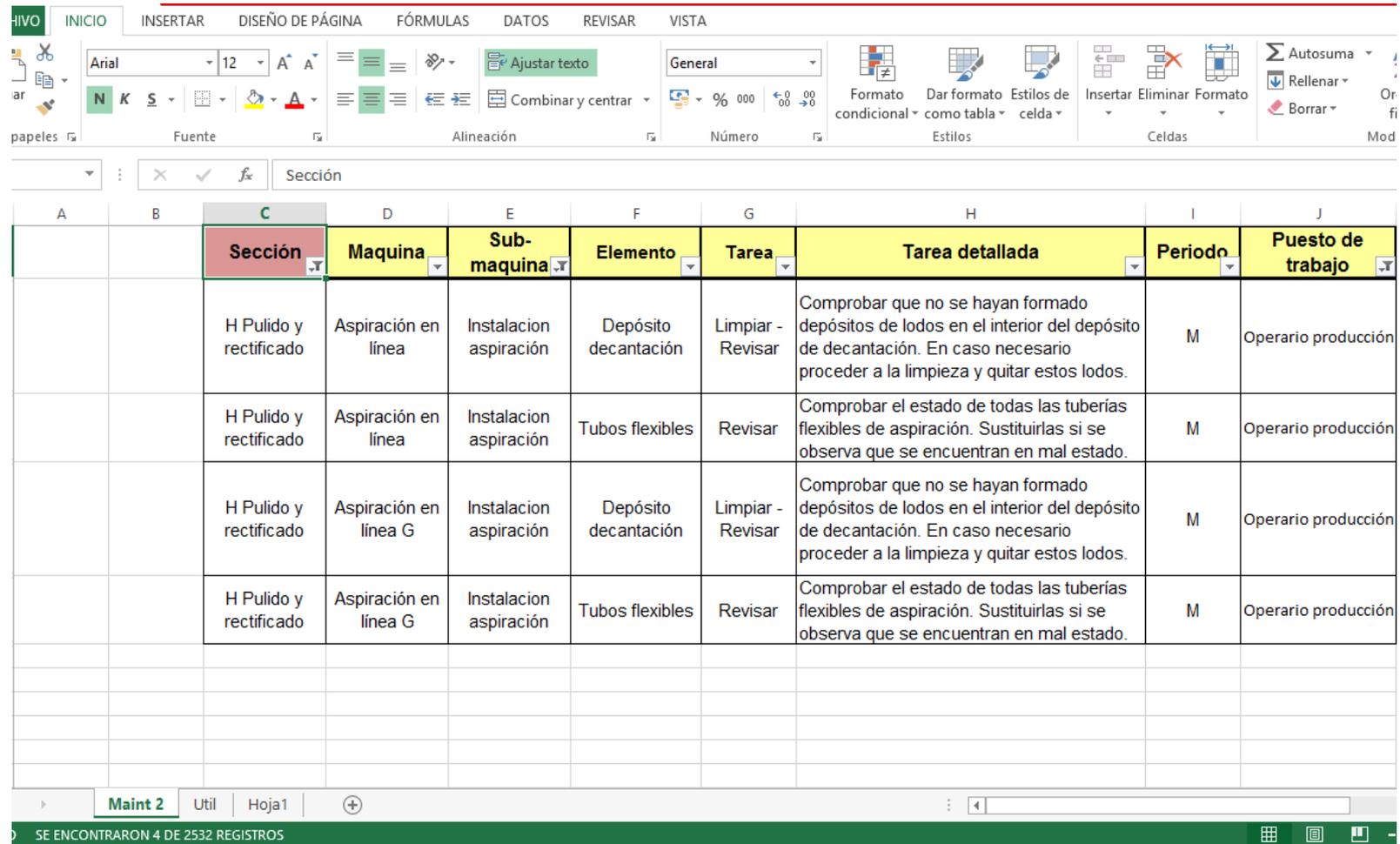
Filter dropdown menu (Sub-Maquina):

- Ordenar de A a Z
- Ordenar de Z a A
- Ordenar por color
- Borrar filtro de "Sub-maquina"
- Filtrar por color
- Filtros de texto
- Buscar
- Curva rodillos cónicos línea izquie
- Curva rodillos cónicos línea izquie
- General
- Guiado de las placas
- Instalacion aspiración
- Mandrinos
- Señalización
- Sistema de deslizamiento
- Ventilador

Buttons: ACEPTAR, Cancelar

Status Bar: Maint 2, Util, Hoja1, SE ENCONTRARON 77 DE 2532 REGISTROS

4) La búsqueda definitiva nos indica las operaciones de mantenimiento que se debe realizar en este caso.



Sección	Maquina	Sub- maquina	Elemento	Tarea	Tarea detallada	Periodo	Puesto de trabajo
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea	Instalacion aspiración	Depósito decantación	Limpiar - Revisar	Comprobar que no se hayan formado depósitos de lodos en el interior del depósito de decantación. En caso necesario proceder a la limpieza y quitar estos lodos.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea	Instalacion aspiración	Tubos flexibles	Revisar	Comprobar el estado de todas las tuberías flexibles de aspiración. Sustituirlas si se observa que se encuentran en mal estado.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea G	Instalacion aspiración	Depósito decantación	Limpiar - Revisar	Comprobar que no se hayan formado depósitos de lodos en el interior del depósito de decantación. En caso necesario proceder a la limpieza y quitar estos lodos.	M	Operario producción
H Pulido y rectificado	Aspiración en línea G	Instalacion aspiración	Tubos flexibles	Revisar	Comprobar el estado de todas las tuberías flexibles de aspiración. Sustituirlas si se observa que se encuentran en mal estado.	M	Operario producción

SE ENCONTRARON 4 DE 2532 REGISTROS



# CAPÍTULO 7:

# CONCLUSIÓN



## 7. CONCLUSIÓN

Hasta la fecha de hoy, la empresa todavía no ha podido aplicar el Sistema de Mantenimiento a la planta por razones propias de la Dirección General, así que no se ha podido comprobar su efectividad de forma práctica.

En primer lugar, se realizó un **estudio previo** en el que se analizaban los siguientes aspectos:

- Analizar las operaciones de Mantenimiento existentes en la empresa y los equipos utilizados en el proceso de producción de cerámica.
- Analizar cada uno de los equipos involucrados en el proceso. De esta forma, fue más sencillo llegar a conocer los diferentes equipos de la línea de producción y cuál era su función dentro del mismo.
- Identificar cuáles eran los equipos más importantes para el proceso, cuáles eran los que presentaban más problemas, y con qué frecuencia era necesario hacerles Mantenimiento a cada uno de ellos.
- Comparar la información que fue recopilada a través del estudio realizado a cada una de las áreas, con el reducido y escueto Plan de Mantenimiento actual de la empresa.

Los resultados obtenidos del **diseño del nuevo Sistema de Mantenimiento** son los siguientes:

- Un Plan de Mantenimiento más organizado, completo y práctico de usar. Desarrollo de un formato donde se presentaban los equipos de acuerdo al área de producción donde se encuentran en la planta, haciendo más sencillo y práctico el manejo del nuevo Sistema de Mantenimiento.
- Un Plan de Mantenimiento más adaptado a la realidad y a los equipos de la planta ya que reduce el tiempo de producción que se pierde al realizar Mantenimiento a los equipos.
- Diseño de hojas Excel donde se presentan las actividades a realizar a cada uno de los equipos que forman la línea de producción de cerámica. De este modo, las plantillas son más prácticas de usar y es más sencillo ubicar los equipos dentro del Sistema de Mantenimiento.
- Se agregaron actividades de Mantenimiento adicionales para algunos de los equipos del proceso, con el fin de tener un Plan de Mantenimiento más completo.
- Se modificó la frecuencia con que se realizará el Mantenimiento a los equipos, para que el plan este más adaptado a la planta.



- Se le añadieron actividades de Mantenimiento Preventivo que se deberían realizar a cada equipo en cuestión, y se pusieron tiempos de Mantenimiento con su respectiva frecuencia, de manera que el Mantenimiento se realice con mayor regularidad a los equipos.

Se puede observar a través de estos resultados, que al menos en teoría **el Sistema de Mantenimiento ha sido diseñado correctamente**, ya que no plantea los problemas que presentaba el Sistema de Mantenimiento original.

Por último, es recomendable realizar **una serie de trabajos extras**, que no forman parte del Mantenimiento como tal, pero que ayudaran a que los equipos que pertenecen a la línea de producción funcionen mejor, tengan mejores condiciones, y que en un futuro pueda llegar a incluirse en el Sistema de Mantenimiento a la línea de producción.

Estos trabajos extras son:

- Creación de un almacén dentro de la planta, donde se puedan mantener de forma organizada las herramientas y los repuestos, necesarios para realizar operaciones de Mantenimiento o de reparación de maquinaria.
- Realizar un reabastecimiento de herramientas a la planta. Estas serán destinadas a un almacén, en donde se pueda tener control de ellas y de allí prestada a los operarios. Estas serán entregadas bajo un control por escrito.



## BIBLIOGRAFÍA

Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado.

Francisco Javier González Fernández.

Contratación avanzada de mantenimiento.

Francisco Javier González Fernández.

Fundamentos de organización del mantenimiento.

TPM en industrias de proceso.

Manual de mantenimiento de instalaciones industriales

A. Baldin; L. Furlanetto; A. Roversi; F. Turco

Tecnología cerámica aplicada. Volumen I y II. Sacmi, ATC.

Institut de Promoció Ceràmica [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es)