



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



MÁSTER EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**MEJORA DEL SISTEMA DE  
MANTENIMIENTO DE UNA EMPRESA DE  
ELABORACIÓN DE CHOCOLATE Y  
PRODUCTOS DERIVADOS DEL CACAO**

Autor: Iván Carayol Del Pino

Director: D. Vicente Macián Martínez

Valencia, Julio 2016



# *La historia del Cacao*

Según la mitología azteca, pueblo indígena del México precolombino, el dios Quetzalcoatl (en el idioma nautl, "Serpiente emplumada") se hizo hombre y bajó del paraíso para transmitir sabiduría a los hombres trayéndoles un regalo. Una planta que había robado a los dioses, sus hermanos, quienes la guardaban celosamente. La planta del cacao (cacahuaquahitl) de la que obtenían una bebida que, pensaban, sólo les estaba destinada a ellos.

Quetzalcoatl sustrajo el pequeño arbusto de pequeñas flores, prendidas a las ramas de hojas alargadas, inclinadas hacia la tierra, a la que ofrecía sus frutos. Plantó el arbolito en los campos de Tula y pidió a Tláloc, el dios del agua, que lo alimentara con la lluvia.

El arbolillo dio sus frutos y Quetzalcoatl mandó recoger las vainas, hizo tostar las semillas y enseñó a los humanos a molerlo y a batirlo con agua en jícaras, obteniendo así el chocolate, que al principio sólo tomaban los sacerdotes y los nobles. Sin embargo, los otros dioses no le perdonaron que diera a conocer a los hombres un alimento divino y se vengaron desterrándolo. Quetzalcoatl tuvo que alejarse, pero al hacerlo, confió a su esposa un gran tesoro del que era propietario. Sabiendo sus enemigos esta circunstancia, atacaron a la princesa, con la esperanza de que les revelase dónde se encontraba aquel fabuloso tesoro. A pesar de las amenazas y tormentos, no confesó el paradero del tesoro, por lo que finalmente fue asesinada.

Su sangre regó y fertilizó la tierra donde cayó muerta y por expreso deseo de Quetzalcoatl, nacieron en ella árboles del cacao, cuyo fruto era "amargo como el sufrimiento que la princesa había padecido por amor, fuerte como la virtud de la que había hecho gala en la adversidad y ligeramente rojo como la sangre que había derramado".

Tanto los mayas como posteriormente los aztecas cultivaban el cacao en la época precolombina. Sus semillas eran utilizadas como moneda y la bebida que preparaban con él estaba reservada a las clases altas. La manera de prepararla era muy variada y le agregaban diversos saborizantes (chile, miel, frutas, maíz, flores, vainilla, hierbas).

No se sabe a ciencia cierta cómo el cacao cruzó por primera vez el Atlántico, pero se cree que fue el propio Hernán Cortés quien lo llevó a España, junto con los instrumentos para su elaboración, en el año 1528, casi un siglo antes que se conocieran el té y el café.

Se tomaba a temperaturas frías, tibias o calientes y hay indicios de que utilizaban también el grano fresco y la pulpa blanca que los rodea, en bebidas fermentadas, ligeramente alcohólicas. Entre los utensilios que se utilizaban están el "metate", que es una piedra plana con tres patas sobre las que se hacía rodar otra piedra cilíndrica para moler los granos, y las copas, tazones de cerámica y jícaras de calabaza que servían no sólo para beber sino para producir la espuma, vertiendo el chocolate preparado desde la altura del hombro hasta el recipiente puesto en el suelo.

El primer contacto del mundo occidental con el cacao se remonta al año 1502 cuando Cristóbal Colón en su cuarto viaje a las Indias Occidentales desembarcó en la isla de Guanaja, situada frente a las costas de Honduras, en el Caribe.

El jefe indígena de la isla le obsequió con la mejor de sus pertenencias entre las que figuraban unas nueces ovaladas de color oscuro con las que le explicó que se preparaba una bebida que confería gran vitalidad y energía. No obstante, hasta 1519, con la

llegada de Hernán Cortés a México, no se puede hablar del verdadero descubrimiento del cacao por los españoles. El emperador Moctezuma le recibió como a una divinidad y le ofreció en vaso de oro la bebida más exquisita de los aztecas. Es de suponer que Hernán Cortés apreciase más el vaso de oro que la bebida, que en aquel tiempo no debía tener un sabor muy agradable puesto que era una mezcla de cacao con maíz molido, pimienta, variadas especies y afrodisíacos naturales.



*Imagen 1.El dios Quetzalcoatl*

# *Resumen*

Este trabajo recoge las mejoras aplicadas en el sistema de mantenimiento de una empresa dedicada a la obtención de productos derivados del cacao, tales como chocolate, pasta de cacao, manteca de cacao y polvo de cacao.

Las mejoras aplicadas al sistema de mantenimiento actual serán a todos los niveles del departamento, se trabajará desde la base para consolidar un buen sistema, se comenzará con la mejora de la gestión del almacén modificando la distribución y generando nuevos códigos para los recambios existentes mediante el sistema GMAO.

Se comenzará con la implantación de la metodología 5S's para conseguir un mejor manejo de los recursos y de los puestos de trabajo, consecuentemente se mejorará en la realización de las operaciones de mantenimiento.

El otro foco de mejora será el plan de mantenimiento preventivo y la gestión de los indicadores de mantenimiento, se estudiarán las operaciones actuales en el plan, se actualizarán y se completarán con la operativa de realización, con recursos técnicos y humanos y se generaran nuevas órdenes para elementos que no disponen a partir del estudio del mantenimiento correctivo. Se analizarán las operaciones programadas principales que producen la parada de una sección durante un largo periodo, los recursos del personal de mantenimiento y las demandas de producción actuales no son las mismas que cuando se realizó el plan por lo que la operativa debe ser distinta, estas largas operaciones se investigarán y se planteará la modificación para separarlas en gamas con el fin de conseguir con menos personal y menos tiempo, el mayor nivel de fiabilidad posible asumiendo que temporalmente hay equipos expuestos a un posible fallo.

Finalmente se expondrán las conclusiones obtenidas de las modificaciones hechas sobre el sistema y sobretodo sobre el plan de mantenimiento, también se propondrán los trabajos futuros para continuar con la tendencia de mejora.

# *Índice General*

La historia del Cacao .....	4
Resumen .....	6
Índice General.....	7
Índice de Imágenes.....	9
Índice de Ilustraciones.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objeto del trabajo .....	2
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Motivación .....	4
1.4 Viabilidad.....	4
1.4.1 Viabilidad económica .....	4
1.4.2 Viabilidad tecnológica .....	5
1.4.3 Viabilidad de equipo humano .....	5
1.5 Desarrollo y estructura del proyecto .....	5
2. EL PROCESO PRODUCTIVO DE NATRA CACAO .....	7
2.1 Introducción .....	8
2.2 Sistema de producción de Natra Cacao .....	9
2.2.1 El grano de cacao .....	11
2.2.2 Almacén de grano .....	12
2.2.3 La Planta de Cacao .....	16
2.2.4 Planta de Chocolate o Coberturas.....	28
2.2.5 Instalaciones de servicio .....	32
3. EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE NATRA CACAO.....	35
3.1 Introducción al sistema de mantenimiento .....	35
3.2 Organización del sistema de mantenimiento .....	36
3.3 Plan de mantenimiento.....	37
3.3.1 Recursos humanos .....	38
3.3.2 Recursos técnicos.....	40
3.3.3 Tipos de mantenimiento .....	40
4. MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO .....	45
4.1 Introducción .....	46
4.2 Gestión del almacén.....	46

4.2.1	Distribución del almacén.....	46
4.2.2	Codificación de recambios .....	47
4.2.3	Inventario rotativo .....	48
4.3	Implantación 5S's Taller de mantenimiento .....	48
4.4	El panel de control de mantenimiento .....	50
4.5	Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	54
4.5.1	Análisis de los datos actuales .....	54
4.5.2	Actualización del plan de mantenimiento.....	55
4.5.3	Mejora de las principales revisiones .....	56
5.	Conclusiones.....	65
5.1	Conclusiones generales.....	66
5.2	Conclusiones específicas .....	67
5.3	Trabajos futuros .....	68
6.	Bibliografía .....	69
7.	Anexos.....	71
7.1	Orden de trabajo Mantenimiento Preventivo .....	72
7.2	Orden de trabajo Mantenimiento Correctivo.....	73
7.3	Indicadores de Mantenimiento.....	75

# *Índice de Imágenes*

Imagen 1.El dios Quetzalcoatl .....	5
Imagen 2.Grano de cacao secándose .....	12
Imagen 3.Almacén de grano .....	12
Imagen 4.Foso de grano.....	13
Imagen 5.Limpiadoras Cimbria y Jubus .....	13
Imagen 6.Deschinadora y silo de grano limpio.....	14
Imagen 7.Cenedoras 1 y 2.....	14
Imagen 8.Rompedora de grano .....	15
Imagen 9.Rascadores.....	15
Imagen 10.Silo de cascarilla .....	16
Imagen 11.Silos de granilla.....	17
Imagen 12.Silo de control .....	17
Imagen 13.Conos alcanizadores.....	18
Imagen 14.Tostador 2.....	18
Imagen 15.Enfriador 2 .....	19
Imagen 16.Plato de pitones de premolinos .....	19
Imagen 17.Molino Lloveras.....	20
Imagen 18.Molino W.....	20
Imagen 19.Molino C.....	20
Imagen 20.Prensa 10.....	20
Imagen 21.Bombas hidráulicas de prensas .....	21
Imagen 22.Rompedoras de torta .....	22
Imagen 23.Torres de refrigeración DEO .....	23
Imagen 24.Túnel de Atemperado de Manteca .....	23
Imagen 25.Molinos de torta.....	24
Imagen 26.Tromel.....	25
Imagen 27.Ensacadora de Polvo .....	25
Imagen 28.Paletizadora .....	26
Imagen 29.Reactor de Polvo Negro .....	27
Imagen 30.Molino de Polvo Negro.....	27
Imagen 31.Molienda de Chocolate blanco .....	28
Imagen 32.Depósitos de pasta de cacao .....	29
Imagen 33.Refinatoras.....	29
Imagen 34.Concha .....	30
Imagen 35.Atemperadora .....	31
Imagen 36.Depositadora.....	31
Imagen 37.Túneles de atemperado .....	32
Imagen 38.Envasadora de gotas .....	32
Imagen 39.Calderas de vapor.....	33
Imagen 40.Depuradora .....	33
Imagen 41.Planta de Osmosis inversa.....	33
Imagen 42. Linx 7.0 .....	37
Imagen 43.Distribución taller de mantenimiento.....	47
Imagen 44.Almacén virtual Linx .....	47
Imagen 45.Panel control de Mantenimiento .....	51
Imagen 46.Matriz de Polivalencia .....	52
Imagen 47.Cruz EHS .....	53

Imagen 48.Cuadro de Mandos.....	54
Imagen 49.Tendencia Mto. Preventivo Enero 2012- Enero 2016 .....	55
Imagen 50.Tiempo Intervención Tostación Enero-Junio .....	60
Imagen 51.Tendencia Preventivo-Correctivo .....	66
Imagen 52.Gasto Total de Mantenimiento .....	75
Imagen 53.Tiempo intervención Correctivo-Preventivo por plantas.....	75
Imagen 54.Tiempo intervención por sección .....	76
Imagen 55. Cumplimiento Mto. Preventivo semanal .....	76

# ***Índice de Ilustraciones***

Ilustración 1.Evolución valor del cacao 2001-2016. ....	3
Ilustración 2.Preventivo-correctivo .....	4
Ilustración 3.Trazabilidad de productos derivados del cacao .....	9
Ilustración 4.Plano de Natra Cacao.....	10
Ilustración 6. Organigrama departamento de mantenimiento .....	39

# ***1. INTRODUCCIÓN***

## **1.1 Objeto del trabajo**

El objeto del presente proyecto es el estudio y aplicación de nuevos métodos de trabajo en el plan de mantenimiento actual de la planta de Natra Cacao S.L en Quart de Poblet.

Con este proyecto se pretende conseguir la reducción en los tiempos de actuación y de ejecución, con su consecuente repercusión en una producción más eficiente y un descenso en los gastos asociados tanto a mantenimiento como a pérdidas de producción inesperadas.

Dado que estos cambios serán tanto de carácter técnico como humano, se presentará la necesidad de la contratación de personal mejor cualificado y de unas posibles nuevas infraestructuras necesarias para facilitar el trabajo en lugares de difícil acceso.

Paralelamente a estos cambios y mejoras, el presente trabajo también avanzará en la actualización y la alimentación con nuevos y más fiables datos aplicables en el software de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO), existente en la planta, Linx en este caso. Con esto se podrá llegar a conseguir un control eficiente y realista del mantenimiento.

## **1.2 Antecedentes**

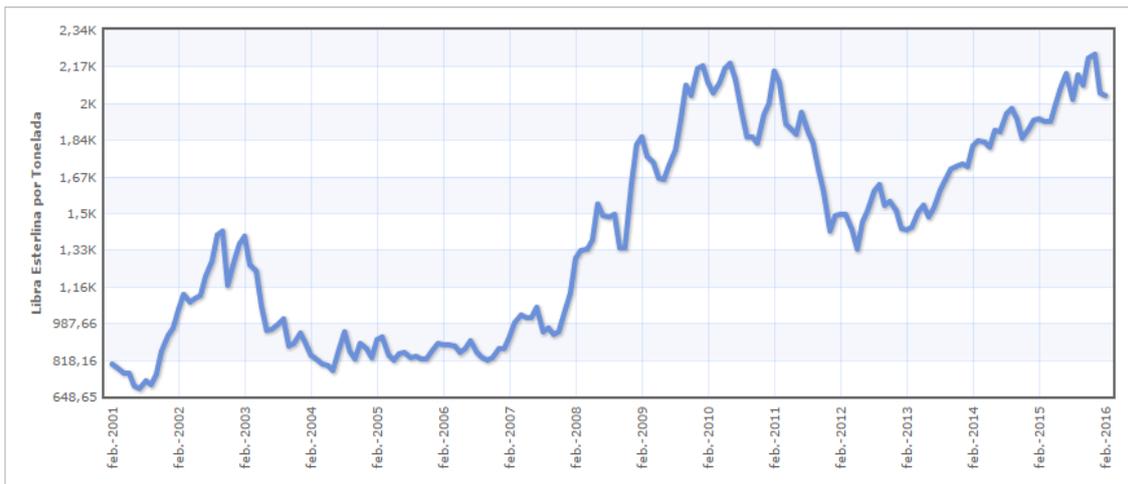
Natra es una multinacional de origen español de cotización en bolsa, referencia en Europa en la producción y elaboración de productos de chocolate y derivados del cacao, con un enfoque especializado hacia la marca de distribución y otras compañías de alimentación.

Natra cuenta con una división de producto de consumo, desde la que elabora barras de chocolate, bombones y trufas belgas, tabletas de chocolate y cremas untables, que comercializa principalmente en Europa, siendo Alemania, Francia, Bélgica, Holanda, España y Reino Unido sus principales mercados.

Asimismo, la compañía está haciendo una apuesta decidida por su expansión en mercados fuera de Europa, con una especial atención en Norteamérica y China.

Adicionalmente, desde la división de producto industrial, Natra cuenta con la planta Natra Cacao S.L de Quart de Poblet en Valencia, que suministra productos derivados del cacao (principalmente polvo, manteca de cacao y cobertura de chocolate) para la industria de alimentación internacional. Natra Cacao mantiene un posicionamiento líder en la fabricación y comercialización de estos productos para la industria de la alimentación gracias a su dilatada experiencia y profundos conocimientos en el aprovisionamiento y el procesado de la materia prima.

La fábrica de Natra Cacao se enfrenta día a día a un hándicap, la materia prima con la que trabaja, el cacao, es un activo bursátil de cotización en el mercado londinense LIFE. La inversión en el cacao está muy buscada, puesto que la demanda mundial de esta materia prima no deja de aumentar cada año con un crecimiento del 2.5% por término medio.



*Ilustración 1. Evolución valor del cacao 2001-2016.*

En el gráfico anterior podemos ver la evolución del cacao desde febrero de 2001 hasta febrero de 2016, como podemos apreciar el valor se ha triplicado con sus repercusiones directas en la fábrica. Este hecho ha llevado a la fábrica a tener que producir de una manera mucho más eficiente que lo hacían hace 15 años.

Actualmente se produce bajo pedido directo por el método Just In Time, reduciendo al máximo el stock de materia prima y de producto acabado, evitando así la pérdida en almacenamiento.

Dónde antes podíamos encontrar el almacén de grano lleno hasta la azotea, hoy lo encontramos con escasas toneladas que no dan lugar al error ni a una parada inesperada que pudiera mermar la producción. Todo esto implica una presión añadida al departamento de mantenimiento que debe trabajar en tiempos muy reducidos y con la mayor eficacia en sus actuaciones.

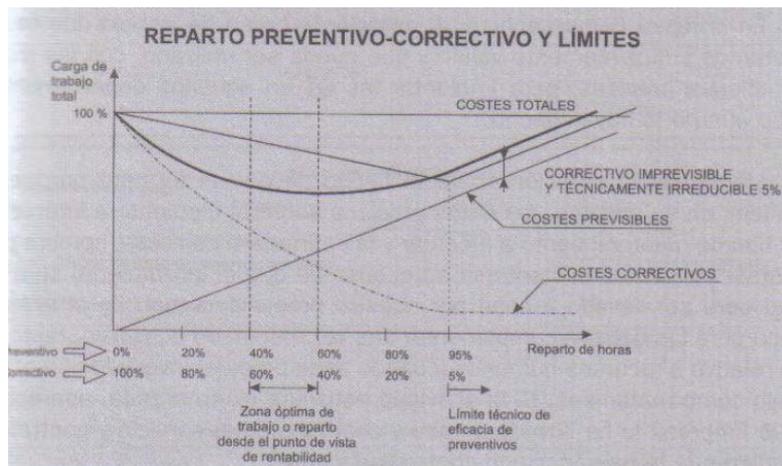
El departamento de mantenimiento ha ido evolucionando junto con la planta pero no al mismo ritmo, cabe recordar que nos encontramos ante una planta vieja con más de 40 años y poco modernizada, existe maquinaria que pasa fácilmente del lustro de edad, esto es un problema añadido al ya complejo mantenimiento.

El departamento de mantenimiento lucha hoy en día contra averías ocasionadas principalmente por deterioros producidos por la falta de control y por una mentalidad de posicionar la producción por encima de una parada de máquina para su mantenimiento. A parte, se encuentra con la herencia de una pobre gestión resaltable en los últimos dos años, con el paso de dos diferentes jefes de mantenimiento, con lo que nos enfrentamos a un sistema que se basa el 80% en correctivo y un 20% en preventivo, con la no existencia de predictivo.

### **1.3 Motivación**

La principal motivación para llevar a cabo este trabajo es llegar a conseguir la reducción de mantenimiento correctivo a favor del preventivo y conseguir mediante cambios significativos y fácilmente cuantificables cambiar la mentalidad hacia la existencia de paradas de máquina programadas.

Al incrementar el mantenimiento preventivo prácticamente inexistente conseguiremos reducir las averías inesperadas. Un correcto plan de mantenimiento debe colocar sus costes dedicados a preventivo y correctivo dentro de la variación 40-60% 60-40%, como se puede observar en la siguiente ilustración.



*Ilustración 2. Preventivo-correctivo*

Además el sistema GMAO, con la introducción de estas nuevas metodologías como la codificación de los recambios y la simple definición de las ordenes de preventivo detallando la operativa, los recursos y personal necesario, conseguirá llevarse al siguiente nivel donde realmente sí que consiga ser una herramienta útil, no como en la actualidad llena de datos repetidos, innecesarios, obsoletos y sobretodo conflictivos por no estar tratado con la suficiente destreza o dedicación al introducirlos.

Con todo esto se podrá llegar a tener un plan mucho más eficiente que el actual y capaz de enfrentarse al panorama actual de grandes disponibilidades de máquina y alta fiabilidad.

### **1.4 Viabilidad**

#### *1.4.1 Viabilidad económica*

El marco económico siempre es delicado, por lo que este proyecto tratará de utilizar los justos y necesarios medios, claro es que al incrementar el mantenimiento preventivo y la necesidad de nuevos operarios para llevarlos a cabo supondrá un aumento del coste a primera vista, pero habrá que llegar más halla para demostrar que realmente el mantenimiento preventivo es como una inversión a corto medio plazo sus resultados no son cuantificables inmediatamente.

Este proyecto se centraliza mucho más en la obtención de resultados con la generación de documentación de calidad y el trato de los históricos de máquinas, que por una fuerte inversión económica en instalaciones y recursos.

#### *1.4.2 Viabilidad tecnológica*

Dado que es este trabajo conlleva un gran trato de documentación será necesario para el desarrollo un software de gestión de mantenimiento que nos permita generar una base de datos de la instalación, de los servicios, de las operaciones y que se retroalimente con resultados, en Natra ya se cuenta con este tipo de software desde 2007, cuando se implanto el LINX 7.0, se profundizará en detalle más adelante en el trabajo.

Así pues queda justificada la disponibilidad de medios materiales y tecnológicos necesarios para este trabajo

#### *1.4.3 Viabilidad de equipo humano*

Referente a la viabilidad del equipo humano, siempre se contará con el apoyo de los empleados dispuestos a modificar sus hábitos con el fin de conseguir una mayor eficiencia en el trabajo, y de los superiores con el soporte que de ellos se esperará en la toma de decisiones.

Por otro lado, se contará con la intervención de una consultoría externa que se encarga de la implantación de metodologías más que conocidas como podrán ser las 5S's o el TPM. Este personal de la consultoría participará en procesos de mejora conjuntos a los descritos en este trabajo.

### **1.5 Desarrollo y estructura del proyecto**

En el presente trabajo se van a desarrollar procesos y planes de mejora sobre el plan de mantenimiento actual de Natra Cacao S.L. Para su desarrollo primero se comenzará por realizar una foto inicial de donde estamos, es decir la situación actual del departamento de mantenimiento, una vez se sepa esto se buscará la implantación de mejoras que ofrezcan el mayor resultado en el menor tiempo y al menor costo. El encontrar mejoras rápidamente se hace porque al ver resultados rápidamente hace que suba la moral y motive a seguir con otros proyectos de cambio más ambiciosos y aplicaciones de otras técnicas no tan simples.

Así pues, el trabajo se fragmenta en tres claras secciones:

Por un lado cuenta con una primera sección dónde se concentrará la parte descriptiva. Se describirá el proceso productivo, las instalaciones y el sistema de mantenimiento así como la estructura organizativa de la empresa y en especial la del departamento de mantenimiento. Esto serán los tres primeros capítulos dónde este también será incluido al tratar la introducción, situación y descripción del trabajo.

La segunda y principal parte, aborda los procesos de mejora llevados a cabo, esta sección se centra en la descripción de las mejoras, sus implantaciones y sus correcciones al ver los primeros resultados. Esta sección está compuesta por los capítulos 2 a 4.

La última sección de este trabajo recoge los resultados y las conclusiones obtenidas a partir de estas mejoras, también se evaluará su repercusión económica y se propondrán trabajos futuros. Está formada por el capítulo 5.

## ***2. EL PROCESO PRODUCTIVO DE NATRA CACAO***

## **2.1 Introducción**

Los procesos productivos que se llevan a cabo en Natra Cacao siguen diferentes trazabilidades dependiendo del tipo de producto final que queremos obtener, por ello la planta está dividida en tres principales naves: la planta de Cacao de donde se obtienen los productos semielaborados del cacao como son: la pasta de cacao, la manteca de cacao y el chocolate y cacao en polvo, la planta de Chocolate o Coberturas que genera chocolate en sólido y líquido y el almacén de materias primas dónde se encuentra además del grano de cacao, el primer proceso industrial, la limpieza y descascarillado.

Dentro de estas tres naves podemos encontrar diferentes secciones del proceso de producción:

### Almacén de Grano

- Limpieza y descascarillado

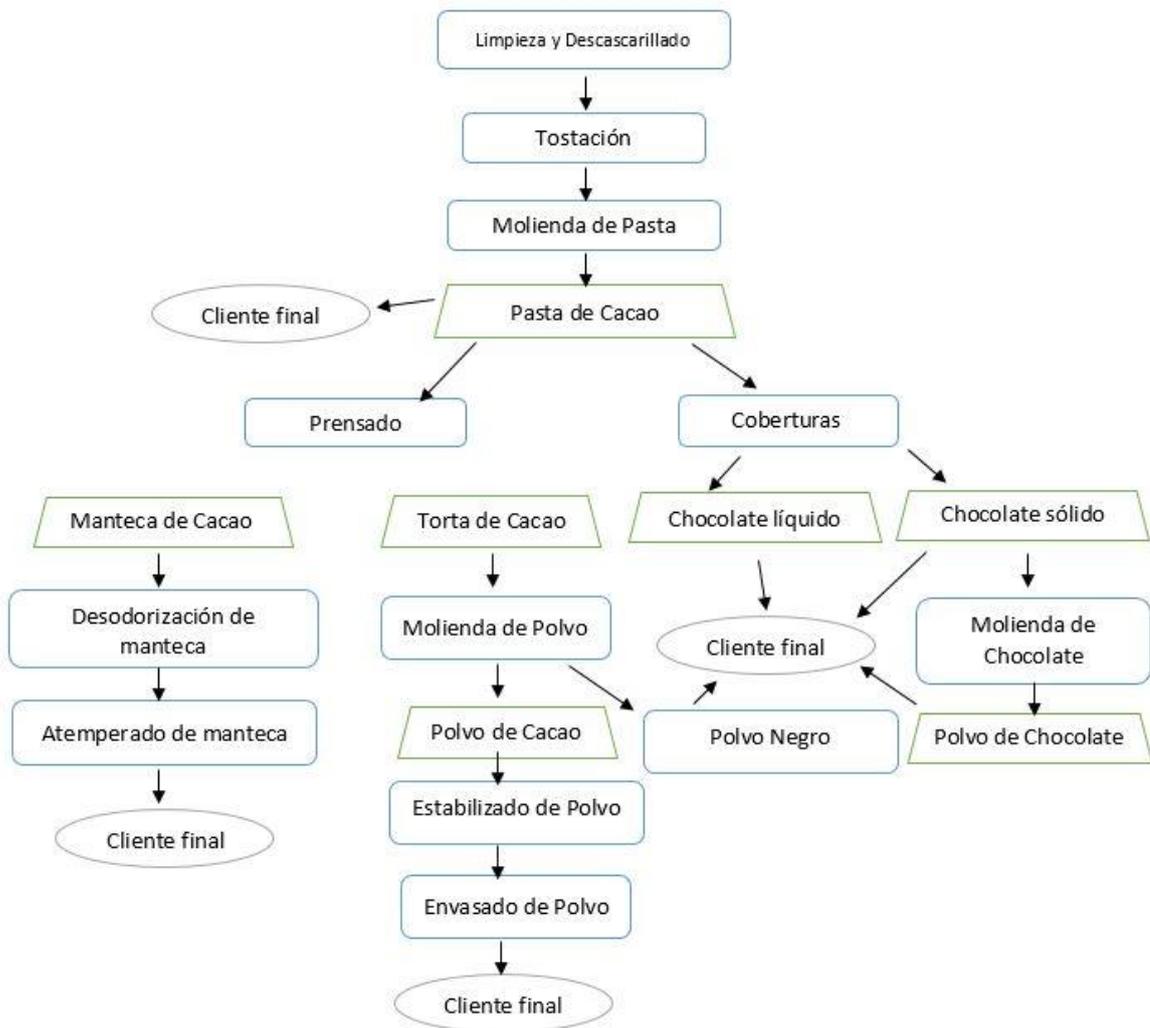
### La Planta de Cacao

- Tostación
- Molienda de Pasta
- Prensado
- Molienda de Polvo
- Desodorización de manteca
- Atemperado de manteca
- Estabilización de polvo
- Envasado de Polvo
- Polvo Negro Ibiza
- Chocolate en polvo

### La Planta de Chocolate o Coberturas

- Chocolate Líquido
- Chocolate Sólido

En el siguiente organigrama se puede observar la trazabilidad de los diferentes productos procedentes del cacao.



*Ilustración 3. Trazabilidad de productos derivados del cacao*

Cabe destacar que Natra Cacao actualmente trabaja bajo un método muy eficaz de producción basado en el JIT (Just In Time), el método Kanban, con tal de no generar excesos de producción y minimizar los costes de almacenamiento.

## **2.2 Sistema de producción de Natra Cacao**

La planta de Natra Cacao está formada además de las plantas descritas anteriormente dónde únicamente se lleva la producción, por varios edificios que son soporte de estas plantas, ya sea por gestión como las oficinas centrales, por mantenimiento como es el caso del taller, por investigación y calidad por lo que dispone de un laboratorio o por abastecimientos de energía y agua como es el caso de la planta de cogeneración y calderas y la depuradora y osmosis.

A continuación podemos observar el plano de la planta de Natra Cacao S.L.

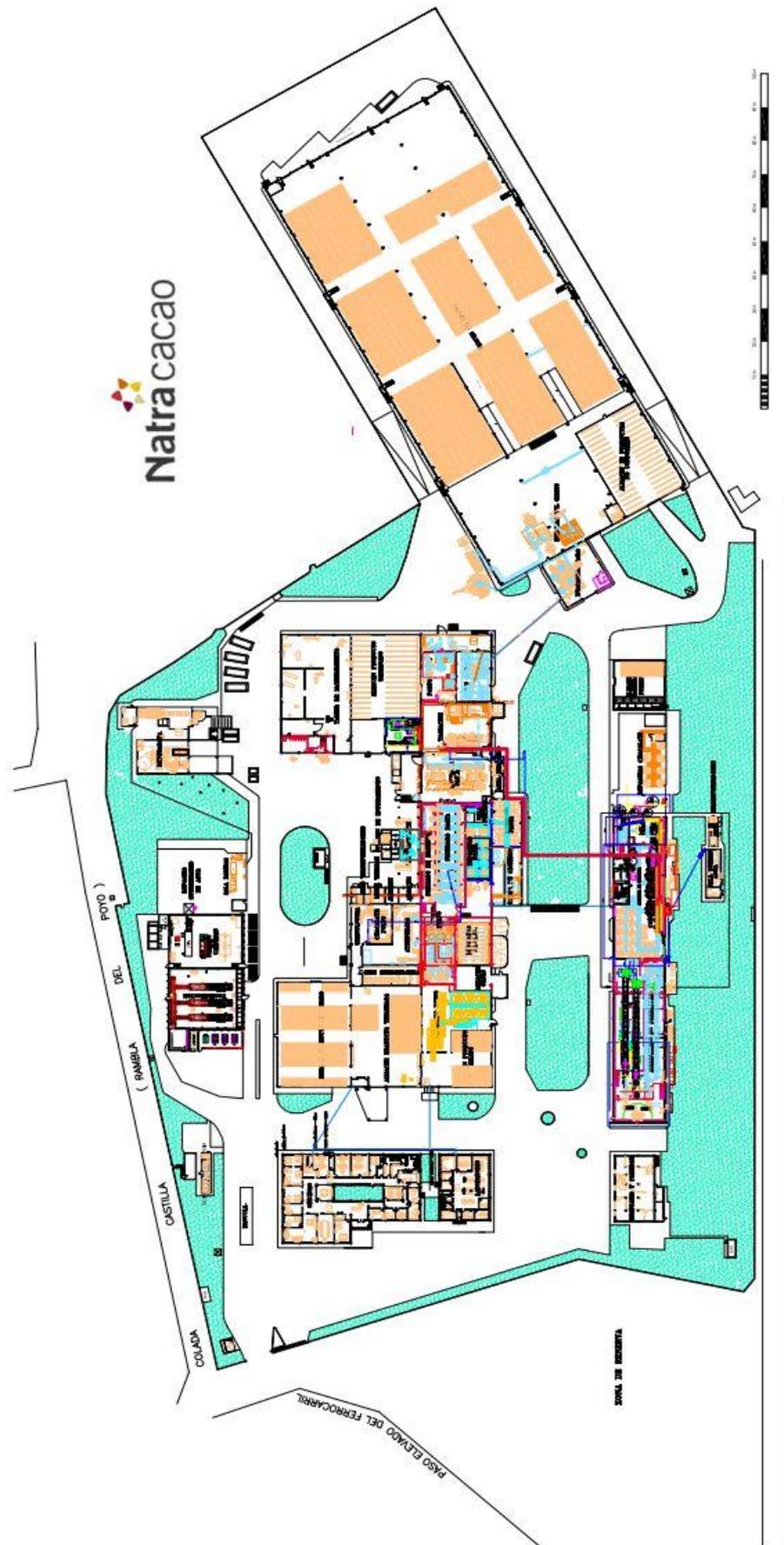


Ilustración 4. Plano de Natra Cacao

### 2.2.1 *El grano de cacao*

El grano de cacao proviene del árbol de cacao que es una planta de tipo tropical que crece en climas cálidos y húmedos, por lo general es un árbol pequeño, entre 4 y 8 metros de alto, aunque si recibe sombra de árboles grandes, puede alcanzar hasta los 10 metros de alto. La madera es de color claro, casi blanco, y la corteza es delgada, de color café.

Se conocen 18 especies distintas, que se distinguen por el mayor o menor crecimiento de la planta, la forma de sus hojas, el volumen y coloración del fruto. Las semillas también varían en forma, tamaño y cualidades nutritivas.

Las flores del cacao, son pequeñas y abundantes, de color amarillo rojizo que al marchitarse dejan un embrión con el fruto que luego crece, y se convierte en una baya carnosa en todo su espesor. Una mazorca de cacao siempre contiene un número par de semillas o habas. El fruto puede alcanzar una longitud de 15 a 25 centímetros. Al abrir el fruto, aparecen acomodadas en la parte carnosa, entre 30 y 40 semillas del cacao.

En algunas regiones, la recolección del cacao se lleva a cabo durante todo el año, aunque sobre todo entre los meses de mayo a diciembre. En otras partes del mundo, África occidental por ejemplo, la cosecha principal se recolecta entre septiembre y febrero.

Guiándose por el color de la vaina y por el sonido que hace su interior al ser ligeramente golpeado, el recolector sabe cuando ha llegado el momento de la cosecha. Tan pronto como las mazorcas maduran, los llamados tumbadores, con una hoz o con un cuchillo especial tipo hoz fijado sobre una pértiga, cortan el pedúnculo de la mazorca, teniendo cuidado de no dañar las flores y los brotes cercanos. Después se corta el fruto con el machete en sentido transversal.

Se cortan las vainas sin estropear las semillas. Estas se sacan con un utensilio en forma de cuchara con la pulpa que las rodea, y se disponen en un montón cónico sobre una base de hojas de plátano. Luego se enrollan las hojas de la base y se añaden otras hojas grandes para envolver los montones completamente. Así se inicia el proceso de fermentación, que dura entre tres y siete días según el sabor que ellos quieren.

A continuación, se extienden los granos y, mientras se rastrillan constantemente, se desecan. En las grandes plantaciones, esto se hace con enormes bandejas, tanto en el exterior para que actúen los rayos del sol, como en cobertizos mediante calor artificial. El peso de los granos disminuye con este proceso una cuarta parte de su peso original.



*Imagen 2. Grano de cacao secándose*

### *2.2.2 Almacén de grano*

En el almacén de materias primas está dispuesto a dos niveles en los que se diferencian dos procesos, en la parte de abajo está el almacén propiamente dicho donde se recoge el grano procedente de Centro América o ecológico.



*Imagen 3. Almacén de grano*

El grano llega en camiones en sacas a granel o en sacas paletizadas, estos camiones son pesados en la entrada por una báscula calibrada que cumple con toda la legislación mercante, a continuación los camiones pasan al almacén de grano, donde son descargados sobre una cinta que los transporta para su peletización y almacenamiento. Para facilitar el movimiento de cargas el almacén dispone de tres puentes grúa además de dos carretillas a gasoil.

En la parte superior del almacén de grano encontramos la primera sección productiva de la planta común para todos los procesos, aquí se realiza la limpieza del grano y descascarillado.

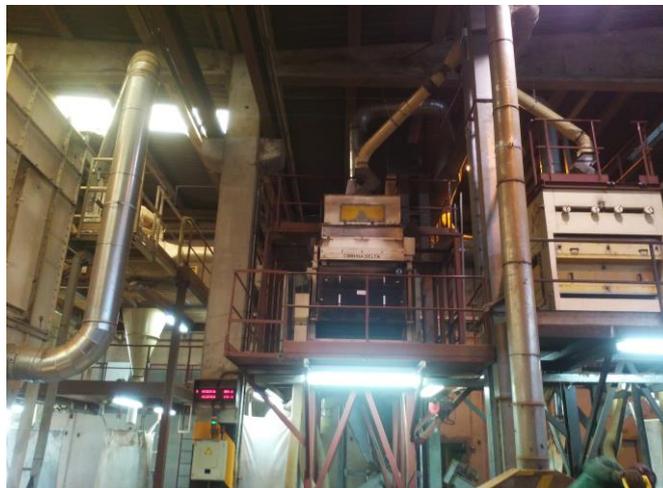
### 2.2.2.1 Limpieza y Descascarillado

El proceso productivo comienza aquí, el grano es vaciado sobre un foso que sirve de pulmón para la alimentación de la línea de producción,



*Imagen 4. Foso de grano*

En la imagen anterior se puede observar al operario abriendo las sacas y vertiendo el grano en el foso, a partir del foso el grano se sube mediante elevadores de cangilones que vacían sobre las limpiadoras. Las limpiadoras son máquinas que mediante vibración y la filtración mediante telas metálicas con agujeros de diferentes diámetros separan el grano por grosor y eliminan gran parte de la suciedad como cuerdas o piedras, frecuentes en los envíos.



*Imagen 5. Limpiadoras Cimbria y Jubus*

En la imagen se pueden observar las dos limpiadoras, la Jubus de la línea 1 y la Cimbria de la línea 2, en el centro de ellas está el elevador de cangilones y las dos líneas de tubos que las abastecen de grano.

Después de la limpieza el grano pasa a las deschinadoras que son máquinas de semejante funcionamiento a las limpiadoras pero de un tamaño mucho más reducido y que además de filtrar las últimas piedras de pequeño tamaño, poseen aspiración para eliminar la cascarilla que pudiera haber aparecido por la rotura prematura del grano de cacao. A continuación con el grano limpio se almacena en el silo y se procede a

descascarillar. Para ello el grano nuevamente es transportado por el elevador principal de cangilones que acabará vertiendo el producto en el edificio anexo para proceder a su descascarillado.



*Imagen 6. Deschinadora y silo de grano limpio*

En el margen inferior izquierdo de la imagen vemos la deschinadora y el tubo de aspiración de cascarilla que sale de ella, por la parte trasera se encuentra un sinfín que abastece el elevador trasero y lleva el grano al silo que se ve en el fondo, el silo descarga sobre una cinta que lleva el grano limpio al elevador principal a la derecha de la imagen.

El proceso de descascarillado consiste en la rotura del grano de cacao para conseguir la semilla que es lo que realmente se convertirá en un futuro chocolate. El grano de cacao se vierte sobre las cernedoras que realizan la primera criba de cacao o cascarilla para continuar permitiendo el paso únicamente al grano.



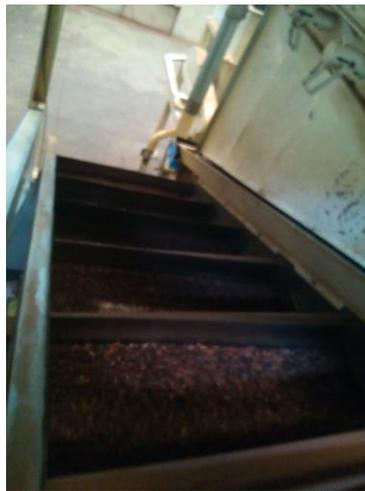
*Imagen 7. Cenedoras 1 y 2*

De la cernedora el grano pasa a las rompedoras por tubos flexibles, las rompedoras están formadas por rodetes con cuchillas, su sistema de funcionamiento consiste en el giro del rodete y mediante el golpe con las cuchillas consigue la apertura del grano de cacao



*Imagen 8. Rompedora de grano*

Con el grano roto se pasa a los rascadores, que son máquinas que siguen el mismo funcionamiento que las limpiadoras, separación mediante vibración y telas metálicas de distintos pasos de luz, pero que a su vez disponen de rastrillos para reducir el tamaño de la semilla del grano.



*Imagen 9. Rascadores*

En la imagen se puede observar los distintos pasos de los rascadores, la granilla pasa de la parte superior a la inferior atravesando las telas o por el empuje de los rastrillos.

Durante el proceso de descascarillado se lleva a cabo la aspiración de la cascarilla que es almacenada en un silo colindante al almacén de grano y que se comercializa. Así pues nos encontramos con el primero producto no elaborado pero si de comercialización la cascarilla de cacao.



*Imagen 10. Silo de cascarilla*

En la imagen se puede ver el silo de cascarilla y el filtro de mangas de la cascarilla, los camiones se colocan debajo del sinfín que se ve en el centro de la imagen y se cargan, también se distribuye la cascarilla en sacas, como se pueden ver debajo del filtro de mangas.

Paralelo al almacén de grano podemos encontrar un almacén secundario, donde es almacenado el producto final para reprocesar por posibles problemas con calidad.

La zona de limpieza y descascarillado de grano son tratadas como zonas sucias, los protocolos alimentarios allí son diferentes al resto de la planta.

Esta sección tiene un mantenimiento importante debido a que el grano es muy abrasivo y se come enseguida el acero a pesar de ser antidesgaste, se están estudiando la fabricación de tubos recubiertos de goma para que rebote el grano o con curvas con jorobas para golpear producto con producto, también este desgaste se debe a las casi 110 toneladas diarias de grano que se procesan todos los días.

### *2.2.3 La Planta de Cacao*

En la planta de cacao se trata el grano ya limpio y se convierte en productos finales, está formada por varias secciones donde primero encontramos la zona de almacenamiento de granilla procedente de descascarillado.



*Imagen 11. Silos de granilla*

En esta primera sección nos encontramos con siete silos, seis de ellos que han sido llenados mediante bombeo y uno que actúa pulmón y sirve para controlar la cantidad de granilla que se manda a los tostadores, este silo está montado sobre básculas para ello.



*Imagen 12. Silo de control*

En la imagen se puede ver el silo de control de granilla junto con las esclusas que regulan el envío de grano al siguiente proceso, la alcalinización y tostación.

#### *2.2.2.2 Tostación*

La granilla es transportada a la parte superior de los conos donde se alcaliniza y homogeneiza mediante un sinfín con movimiento de translación y rotación.



*Imagen 13. Conos alcanizadores*

En la imagen se observar el cono 1 a la izquierda y el cono 2 a la derecha, después de este proceso la granilla cae en los tostadores donde mediante quemadores se elimina la humedad y se tuesta la granilla.



*Imagen 14. Tostador 2*

La granilla tostada pasa a los enfriadores donde se mantiene girando y removiéndose, para ello está dividido con dos secciones con palas en su interior y refrigerado por aspiración de aire.



*Imagen 15. Enfriador 2*

La sección de tostación es una de las más delicadas ya que podemos encontrar todo tipo de elementos rotativos, de emisión de calor, transportes de cadena, transportes de platillos, productos químicos e instalaciones de vapor y aire comprimido, además de las grandes dimensiones de la instalación.

De la sección de tostación se pasa a la molienda de pasta, aquí es donde la granilla tostada en estado sólido se convierte en pasta de cacao.

### *2.2.2.3 Molienda de pasta*

La molienda de pasta consta de seis líneas formadas por molinos y premolinos. El proceso de molienda comienza con los premolinos que son máquinas compuestas por un juego de platos rotativos hecho de pitones que engranan unos con otros y mediante rotación trituran la granilla.



*Imagen 16. Plato de pitones de premolinos*

Posteriormente pasa a otro tipo de molinos, los molinos de bolas. La molienda en estos molinos se da por el choque y agitación de bolas de acero inoxidable bañado en cromo con la pasta de cacao, el eje con discos o palas agitadoras gira dentro del depósito lleno

de bolas por donde pasa la producto y se convierte finalmente en pasta de cacao, dependiendo del tipo de finura necesaria para cada producto este proceso puede ser de una o varias etapas pasando por uno o varios molinos.



Imagen 17.Molino Lloveras



Imagen 18.Molino W



Imagen 19.Molino C

La pasta de cacao es un producto final que es bombeado a depósitos donde se almacena para abastecer o bien al cliente final, a la planta de coberturas o a prensas.

A partir de aquí los procesos se bifurcan, por un lado se seguirá el proceso para la obtención de manteca de cacao y cacao en polvo en la planta de Cacao mediante el prensado, el otro camino será la obtención de chocolates en la planta de Coberturas.

#### 2.2.2.4 Prensado

El proceso de prensado de la pasta de cacao comienza con el llenado de los botellines de las prensas desde los depósitos mediante bombas. Las prensas están formadas por doce ollas que es el lugar donde los botellines inyectan la pasta y se realiza la compresión, la compresión se produce por el empuje de un cilindro horizontal que en cadena comprime todas las ollas.



Imagen 20.Prensa 10

En la imagen se puede ver los botellines en la parte superior de la prensa que llenan las ollas, en la parte posterior se encuentra el pistón que comprime las ollas.

La presión ejercida por el pistón para obtener la manteca es próxima a 500 bar, esta presión es producida por una bomba hidráulica con 500 litros de aceite.



*Imagen 21. Bombas hidráulicas de prensas*

Una vez la prensa ha acabado de prensar la pasta de cacao las ollas abren y se obtienen dos productos, por un lado la manteca de cacao que es filtrada mediante las telas de los platos de las ollas y por otro lado la torta de cacao de la que posteriormente se obtendrá el cacao en polvo.

La manteca de cacao es la grasa procedente del cacao que cae por los laterales de las ollas a las bandejas que la recogen y la llevan al filtro de manteca donde se filtra mediante mangas hasta que la turbidez sea la óptima y se pueda proceder a llevar a los depósitos de manteca. La turbidez es de vital importancia ya que es el indicativo de la cantidad de pasta de cacao que aún pueda restar en la manteca, esta debe ser la mínima. Este es un problema frecuente que se presenta debido a que en el prensado si no se cambian las estopadas que actúan como sellantes del proceso en su debido momento, se producen fugas de pasta que llegan a la manteca y obstruyen el filtro.

Por otro lado, la torta de cacao cae de la olla de las prensas y se abre una compuerta a las zarandas donde se encuentran las rompedoras que trocean las tortas en trozos más pequeños para su transporte por tubos vibradores, durante el transporte los trozos de torta se reducen aún más, al llegar al final del transporte los trozos son aspirados a los silos de torta.



*Imagen 22. Rompedoras de torta*

En la imagen se puede observar la parte inferior de las prensas donde se encuentran las rompedoras de torta.

En las instalaciones de Natra Cacao disponen de nueve prensas que deben trabajar a la vez ininterrumpidamente salvo mantenimientos, por lo que se centran muchos esfuerzos de mejora en esta parte de la instalación, además de que la manteca de cacao es el producto más rentable para el grupo por eso las prensas son el activo máspreciado a pesar de su longevidad.

Al igual que en el proceso anterior, vuelve a bifurcarse el proceso productivo con el fin de obtener los dos productos finales procedentes del prensado por un lado la desodorización de la manteca y por otro la molienda de polvo

#### *2.2.2.5 Desodorización de manteca*

La desodorización es el proceso mediante el cual se le extrae el olor a la manteca de cacao. Natra Cacao obtiene la manteca con diferentes grados de desodorización; convencional, orgánica y de comercio justo o UTZ certificada.

La desodorización se realiza por destilación con vapor y al vacío. Se hace burbujear vapor vivo en la manteca de cacao líquida y el vapor separa los sabores indeseables. Estos compuestos volátiles son principalmente compuestos heterocíclicos de N<sub>2</sub>.

Con la manteca desodorizada se lleva a los depósitos donde se almacenará, la manteca se comercializa en dos formatos en estado líquido directamente de depósitos a camiones cisternas o en estado sólido en cajas de 20kg, para conseguir solidificar la manteca es necesario enfriarla lo que llevará a cabo en la sección de atemperado.



*Imagen 23. Torres de refrigeración DEO*

En la imagen anterior se puede observar las torres de refrigeración utilizadas para la desodorización de la manteca.

#### *2.2.2.6 Atemperado de manteca*

El atemperado de la manteca se lleva a cabo en la sección de la nevera. La manteca es depositada en cajas con el interior plastificado, que a continuación se sellan y se introducen en el túnel de atemperado.



*Imagen 24. Túnel de Atemperado de Manteca*

En el túnel la manteca pasa cerca de dos horas a una temperatura entre 5-8 °C hasta que se solidifica y se puede paletizar. La nevera se encuentra a una temperatura constante de 11°C.

La manteca es el producto derivado del cacao que más rentable es para la empresa por eso actualmente estamos trabajando en mejorar el proceso para conseguir obtener 12 toneladas diarias.

Con la manteca solidificada se obtiene otro producto final y cierra una de las cadenas de procesos, paralelo a este proceso sigue la obtención del polvo de cacao con la molienda de polvo.

### 2.2.2.7 Molienda de Polvo

Los trozos de torta de cacao procedentes del prensado de la pasta y transportado por el transporte vibrante hasta los silos, cae de los silos a los molinos de polvo.



*Imagen 25. Molinos de torta*

Estos molinos que se aprecian en la imagen superior son alimentados de torta por los sinfines. Los molinos están formados por un rodete, un plato de mazas y una parrilla clasificadora. La torta entra en el molino donde el rodete y el plato de mazas están girando, las mazas del plato se encargan de golpear la torta y romperla en trozos pequeños, además mediante el giro se le aplica una fuerza centrífuga que lleva los trozos hacia el exterior donde se encuentran las parillas. Las parrillas ranuradas que envuelven el molino en forma de anillo actúan como si fueran cuchillas sobre la torta.

En la parte superior de los molinos se encuentra la aspiración que se lleva los trozos de torta ya convertidos en polvo hacia los silos, el rodete clasificador con su diseño y giro se encarga de que únicamente el polvo pueda salir del molino.

Las piezas de desgaste como son las mazas del plato o las parillas son de materiales especiales cementados y tratados térmicamente para poder aguantar la abrasión del cacao.

### 2.2.2.8 Estabilización de polvo

Después del presado y la molienda, el polvo de cacao tiene una energía residual que debe ser estabilizada para poderse almacenar sin riesgo de explosiones.

El polvo de cacao pasa a los tromels, que son grandes depósitos cilíndricos que giran sobre ruedas parecidas a las de las carretillas y que además están aclimatados con el fin de que el polvo pase a lo largo de él descargando su energía estática.



*Imagen 26. Tromel*

Una vez ha atravesado longitudinalmente el tromel el polvo de cacao cae en un tamiz donde es filtrado y posteriormente almacenado en silos hasta su envasado.

Aún así para asegurar que no disponen de ninguna carga los silos de polvo están conectados a una toma tierra formada por varias piquetas en círculo enterrada bajo tierra.

#### *2.2.2.9 Envasado de polvo*

El envasado del polvo se puede dar en sacos de 25kg o sacas de 900kg, también puede darse a granel o tanques de 25000kg, dependiendo de este el envasado se realiza de una forma u otra.

El envasado de sacos se realiza de forma automática, el saco es llenado por la boca que posteriormente se sella, y mediante diversas cintas llega hasta el palet donde se paletiza automáticamente.



*Imagen 27. Ensacadora de Polvo*

En la imagen anterior se puede observar como mientras un saco ya está siendo transportado por la cinta hacia la paletizadora, otro saco se está llenando de polvo de cacao y otro está siendo preparado. Todo este proceso está automatizado para reducir

tiempos de paro y poder utilizar el operario de la sección en otras más delicadas si fuera necesario.



*Imagen 28. Paletizadora*

En la imagen superior se observa como el palet ha sido construido de forma automática y va a pasar a ser flejado.

Por otro lado, el envasado con sacas consiste en el cuelgue de una saca de una estructura con básculas, con la saca suspendida se produce el llenado mediante un sinfín, posteriormente la saca se deja caer en el suelo y se cierra. El llenado de la saca se realiza en el aire para no falsear medidas de llenado.

El llenado a granel se realiza directamente de los silos a los camiones.

Aquí pues se encuentra otro de los productos finales de la cadena del cacao, la planta de Cacao cuenta con otras dos secciones de las cuales se obtienen otros productos pero que no siguen la cadena anterior, estos son el polvo negro y el chocolate en polvo.

#### *2.2.2.10 Polvo negro*

El polvo negro, es un producto especial derivado del polvo de cacao pero más oscuro pasando del rojizo o castaño al negro.

El polvo negro es conocido como Ibiza, y es como el polvo de cacao pero con un mayor grado de alcalizado en torno al 8 de PH.

El cacao de polvo es introducido en un reactor en torno a 3 bar de presión y cerca de 90°C, en el reacciona y se mezcla mediante rotación con el fin de conseguir el color negro peculiar.

El mantenimiento de reactor es bastante complicado debido a los factores anteriores, alta presión, alta temperatura y un medio alcalino.



*Imagen 29. Reactor de Polvo Negro*

En el reactor se solidifica y forma piedras de relativa dureza por lo que posteriormente pasa a un molino como los utilizados en molienda de polvo para volver a obtener polvo, a continuación pasa por un ciclón para bajar la temperatura y a un estabilizador. Se comercializa en los mismos formatos que el polvo de cacao normal.



*Imagen 30. Molino de Polvo Negro*

Este producto final suele ser utilizado en galletas como espolvoreado y en pastelería.

#### *2.2.2.11 Chocolate en polvo*

El exclusivo chocolate en polvo de Natra Cacao es chocolate proveniente de la planta de Chocolate, refinado y conchado siguiendo los métodos tradicionales para obtener la mejor calidad y aroma de un chocolate.

El chocolate en polvo se obtiene del mismo modo que el polvo de cacao, sólo que se muele chocolate en lugar de torta de cacao.

El punto significativo para este chocolate en polvo es la granulación, con la que proporciona al chocolate de mayor estabilidad y una temperatura de fundición mayor que la de un chocolate normal.

Este chocolate en polvo se presenta en forma de polvo fluido, siendo la presentación más útil para la industria por facilitar los procesos productivos y reducir los costes de

éstos. Además, tiene un bajo contenido en grasa, lo que le hace ser un ingrediente muy estable y útil en la fabricación de productos con bajo nivel de grasa.

Se puede obtener por este proceso tanto chocolate en polvo blanco como negro.



*Imagen 31. Molienda de Chocolate blanco*

Como se ve en la imagen, en la parte inferior derecha observamos un molino similar a los de molienda de polvo y arriba de él encontramos un pequeño silo donde es almacenado el polvo blanco y a su izquierda el silo de torta blanca que abastece al molino.

#### *2.2.4 Planta de Chocolate o Coberturas*

El chocolate está hecho principalmente de pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar y dependiendo del tipo puede tener leche o no o diferentes tipos de edulcorantes como el coco. El chocolate blanco es de este color porque no tiene pasta de cacao, La planta de Chocolate se abastece de pasta de cacao procedente de la planta de Cacao, y de los otros ingredientes desde silos.

La planta de Chocolate se separa en dos por un lado líquidos y por otro sólidos.

##### *2.2.2.12 Chocolate liquido*

La pasta de cacao junto con los otros ingredientes se mezcla en los silos en el exterior de la planta de chocolate, la mezcla se realiza mediante la agitación de un eje en el interior de los silos.



*Imagen 32. Depósitos de pasta de cacao*

A continuación se procede a la obtención del chocolate refinado, para ello pasa a la planta a las mezcladoras donde se le añaden los aditivos al chocolate, como el azúcar el coco o la leche, y se mezclan hasta homogeneizarse.

A continuación la mezcla pasa al proceso de refinado en dos etapas, primero encontramos las pre-refinadoras, una para blanco y otra para negro, y a continuación cuatro refinadoras una de ellas para blanco, estas máquinas están formadas por cinco rodillos, cada rodillo está más próximo al anterior con lo que en cada etapa se va reduciendo el tamaño, también mediante el giro y la compresión del producto entre ellos reducen a tamaños poco más grandes que el polvo.



*Imagen 33. Refinadoras*

En la imagen se puede observar la parte posterior de las refinadoras donde el chocolate cae a la cinta metálica y es transportado a las conchas. El mantenimiento de esta cinta es bastante complejo debido a que su parada para revisar su estado para toda la producción, pero es de vital importancia para no tener una para prolongada inesperada. Esta cinta recorre longitudinalmente la sección hasta acabar alimentando las conchas.

El proceso siguiente se le denomina conchado, las conchas son máquinas que contienen un depósito donde se produce el mezclado con la acción del calor y el

movimiento, en el interior dispone de un eje con paletas que mueven el chocolate. Disponen de tres conchas para el chocolate negro y dos muras para el chocolate blanco, las muras son máquinas de idéntica función que las conchas pero de menor volumen.



*Imagen 34. Concha*

Al final del proceso en la planta de chocolate líquido obtenemos el chocolate líquido mezclado y refinado según el tipo de chocolate a elaborar finalmente.

#### *2.2.2.13 Chocolate sólido*

El chocolate a temperaturas ambientales es bastante inestable en torno a su facilidad de fundición si lleva a estado líquido vuelve a sólido pero si lo mantienes batiéndolo a la misma temperatura, permanece líquido, por ello para evitar problemas de fundiciones es necesario solidificarlo enfriándolo.

Antes de enfriar el chocolate se debe atemperar para obtener la óptima cristalización, este proceso se lleva a cabo en las cuatro atemperadoras.

Las atemperadoras son máquinas concebidas para precristalizar masas de chocolate, la gran superficie de enfriamiento de las tres diferentes áreas enfriadoras así como el largo tiempo de permanencia de la masa en la máquina son factores decisivos para la perfecta atemperación. Mediante el frecuente proceso rascador de una delgadísima película de chocolate se alcanza una estructura cristalina uniformemente fina. El enfriamiento tiene lugar mediante el abastecimiento de agua.



*Imagen 35. Atemperadora*

En la imagen se puede observar la parte interior de la atemperadora donde se encuentran los platos para la cristalización.

La comercialización del chocolate es en estado líquido y sólido, para obtenerlo en estado sólido es necesario dispersarlo y enfriarlo.

A continuación del proceso de atemperado y cristalización, se pasa a las depositadoras.



*Imagen 36. Depositadora.*

Las cuatro depositadoras tienen como misión separar y dar forma al chocolate en las llamadas gotas, el proceso consiste en mediante compresión del chocolate sobre una placa con orificios, el chocolate sale a presión y cae sobre las cintas de los túneles de atemperado.



*Imagen 37. Túneles de atemperado*

Una vez las gotas han sido depositadas en la cinta, el túnel que se encuentra entre 8-10°C avanza hacia la báscula dónde caen las gotas y se acumulan hasta el peso deseado dependiendo del formato y finalmente caen a la envasadora, donde se cierran los sacos.



*Imagen 38. Envasadora de gotas*

En la imagen superior se ve como los sacos son llenados y sellados, a continuación avanzan por la cinta hacia la impresora que les pone la pegatina y se acaban paletizando.

### *2.2.5 Instalaciones de servicio*

Además de las instalaciones propias del proceso de producción, podemos encontrar otros edificios que son soporte.

Natra Cacao dispone de una instalación de cogeneración la cual es explotada por un equipo externo a Natra, esta instalación alimenta toda la planta con una energía de menor coste que la procedente de la línea eléctrica convencional lo que implica un ahorro directo, además anexo a este edificio se encuentran las dos calderas de vapor, una de ellas es también del equipo de cogeneración la otra sí que pertenece a Natra.



*Imagen 39. Calderas de vapor*

En la imagen superior se observa las calderas de vapor que abastecen la planta.



*Imagen 40. Depuradora*

El agua sanitaria se obtiene de la depuración propia del agua y de la planta de osmosis inversa.



*Imagen 41. Planta de Osmosis inversa*

La depuradora realiza el primer proceso de depuración de las aguas residuales procedentes de la producción como el filtrado para la eliminación de arenas o el desengrasado, a continuación el agua pasa a la planta de osmosis inversa que realiza la eliminación de los solutos contenidos en el agua como puede ser la cal para conseguir una menor dureza y una reducción del contenido en nitratos y nitrilos, además de la eliminación de la coloración y el olor del agua.

En referencia al abastecimiento de la red eléctrica convencional, también se dispone de un centro de transformación de media tensión.

Como edificios de servicio de personal, cuenta con un taller equipado con dos tornos, una fresadora, taladros de columna, prensas especiales para los platos de las prensas y platos de pitones, una sierra y equipos de soldadura. Por otro lado, podemos encontrar el laboratorio donde se analizan las muestras de los pedidos para dar la calidad requerida y se investiga para conseguir nuevos productos.

### **3. EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE NATRA CACAO**

#### **3.1 Introducción al sistema de mantenimiento**

Debido a la globalización y a los ambientes altamente competitivos con los cuales las empresas deben enfrentarse en la actualidad, los sistemas de mantenimiento juegan un papel muy importante en la producción y las operaciones de las empresas. Un buen sistema de mantenimiento, garantiza la continuidad en los procesos productivos y asimismo asegura una calidad de salida satisfactoria.

Los sistemas de mantenimiento han ido evolucionando con el tiempo y hoy no pueden dejarse de tomar en cuenta, en ninguna de sus variadas formas y versiones, si se pretende una producción globalizada.

Natra Cacao es una empresa con más de 70 años de antigüedad por lo que el mantenimiento en ella ha ido evolucionando a lo largo de la historia, al inicio el mantenimiento consistía en efectuar reparaciones o cambios de pieza después del fallo, o en algunos casos, realizar el cambio poco antes de que apareciese la avería. El mantenimiento ha ido evolucionado y actualmente podemos encontrarnos mantenimientos correctivos, preventivos sistemáticos, y predictivos. Además se centralizan gran cantidad de esfuerzos en mejorar el diseño actual por el bien de evitar posibles fallos en las condiciones de uso de la maquinaria.

Paralelamente al departamento de mantenimiento, como ya se mencionó anteriormente, una consultoría está llevando a cabo un proyecto de implantación de la metodología (TPM) mantenimiento productivo total. Esta es una filosofía y modo de trabajo en el cual se involucra a todo el recurso humano en la implementación de los sistemas de mantenimiento. Se presentan las características más significativas de este sistema de trabajo y se muestran los pilares principales bajo los cuales debe implementarse Para poder instaurar el TPM han formado al personal en la estrategia de las 5S's, la cual es la base del TPM para asegurar su éxito. Esta instauración se está haciendo de manera secuencial primero en la planta de Coberturas y en el taller de mantenimiento, una vez conseguido esto se pasará a la segunda etapa, la planta de Cacao.

### **3.2 Organización del sistema de mantenimiento**

La organización del sistema de mantenimiento se lleva a cabo mediante la herramienta GMAO comentado anteriormente, en nuestro caso Linx 7.0

Un GMAO es un paquete informático integrado capaz de proveer al usuario la capacidad de gestionar cantidades masivas de información de mantenimiento, control de inventario y control de compras de manera efectiva y con bajo coste. Estos sistemas también pueden proveer de una gestión efectiva de recursos humanos y costes. Es fundamental entender que un GMAO es una herramienta utilizada para mejorar el mantenimiento y las actividades relacionadas. Toda la información que gestiona un GMAO son datos que previamente han sido incorporados o se crean como resultado de otros datos preexistentes. Un GMAO no realiza por sí mismo operaciones de mantenimiento.

El GMAO de Natra Cacao esta implementado para controlar la gestión de pedidos y stocks, los gastos asociados a personal y recambios, gestionar las intervenciones de trabajo y llevar la planificación del plan de mantenimiento preventivo. Los encargados de utilizar el Linx son los responsables de departamentos y el personal de mantenimiento.

Los supervisores de la planta de Cacao, los jefes de línea de planta de Coberturas, la responsable de seguridad y salud, la responsable de medioambiente o los responsables de mantenimiento cuando se detecta una avería, una deficiencia o peligro generan una

solicitud de intervención que posteriormente se convertirá en una orden de trabajo, los responsables de mantenimiento gestionan las solicitudes de intervención dependiendo de prioridades y las otorgan a los operarios convirtiéndose así en ordenes de trabajo asociadas a mantenimiento correctivo, una vez con la orden el operario entra con su usuario a Linx y puede ver las ordenes que tiene asignadas para realizar, el operario abre la orden y la realiza si dispone de todo los medios, cuando el trabajo está realizado el operario se encarga de cumplimentar la orden con tiempos, recambios y personal que ha necesitado, a su vez se cumplimenta la causa/solución del problema para así poder crear un histórico de actuación.

Una vez todo cumplimentado el encargado de cerrar la orden por completo es quien pidió la solicitud de intervención, para así dar el visto bueno en la operación.

Así pues día a día se generan históricos de intervenciones por máquina, estos son motivo de estudio con el fin de encontrar fallos repetitivos y poderles dar una solución, como mejorar el diseño actual o si se trata de un fallo por desgaste poder pasar esa operación a preventivo y poder evitar paradas inesperadas.

La planificación del mantenimiento preventivo es llevada a cabo por el responsable de mantenimiento quien se encarga de abastecerse de los recursos necesarios para el cumplimiento, en Linx se lleva el control de estas revisiones al igual que se hace con el mantenimiento correctivo, los operarios rellenan las órdenes del mismo modo que las ordenes de correctivo salvo que en este caso cumplimentan los check list asociados a las ordenes donde se recogen datos de importante relevancia.

Linx dispone de un planificador que ayuda en las labores del control del plan de mantenimiento, al igual que presenta de manera directa indicadores del mantenimiento como MTBF, MTTR, fiabilidad, disponibilidad, tiempos de paro y comparativas correctivo-preventivo entre otras.

En definitiva, el Linx es la herramienta principal para la gestión del sistema de mantenimiento en Natra Cacao.

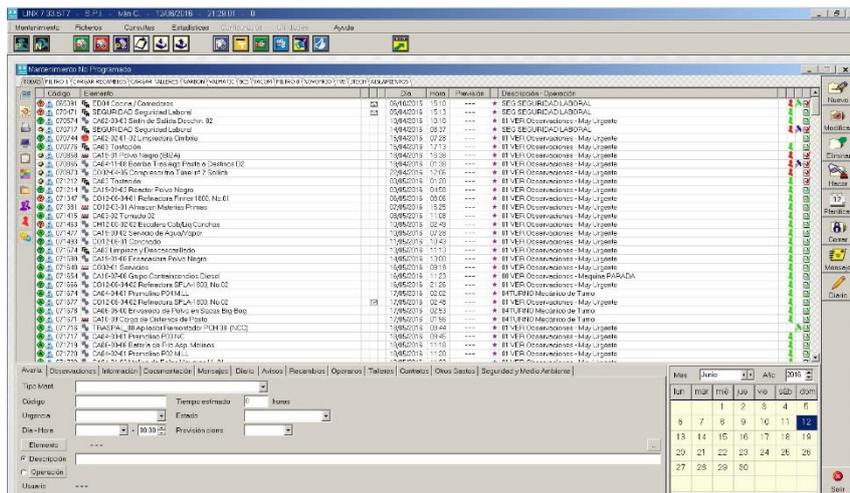


Imagen 42. Linx 7.0

### 3.3 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento de Natra Cacao ha sido variable a lo largo del tiempo, en los orígenes la empresa y no grupo, Natra contaba con menos de la mitad de la maquinaria actual, y tres veces más de personal de mantenimiento, el mantenimiento era prácticamente todo realizado por el personal interno el cual trabajaba a tres turnos. Esto ha cambiado mucho de la actualidad, la plantilla del personal de mantenimiento interno cada vez es menor y se tiende a externalizar casi todos los trabajos que conlleven especialización.

El plan de mantenimiento ha estado expuesto a cambios ya que se ha visto afectado por diferentes gerencias, en los últimos dos años han pasado tres personas por el puesto de jefe de mantenimiento con diferentes puntos que mejorar.

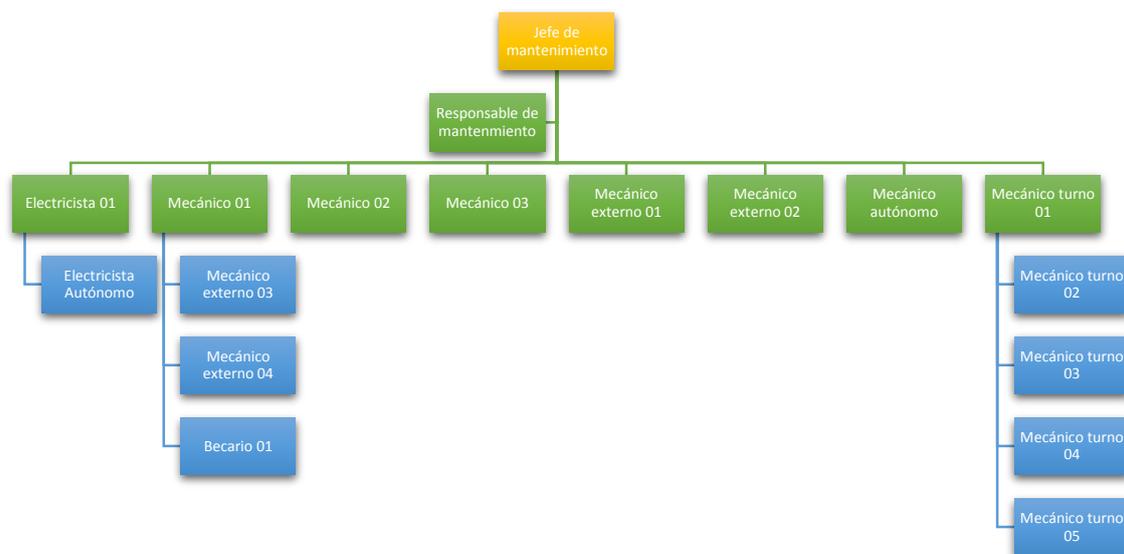
Estos últimos años debido a la crisis que a todo el mundo ha afectado, se ha querido ahorrar en el mantenimiento de las instalaciones a consta de la propia instalación. El mantenimiento de ahorro directo en coste, es el mantenimiento correctivo, siguiendo esta tipología los gastos asociados al departamento bajaban pero a consta de la disponibilidad y de la producción, con lo que llevaba a una perdida futura. Los porcentajes de mantenimiento correctivo frente al predictivo llegaron a situarse en un 80-20%, lo que daba a lugar a una instalación de poca fiabilidad.

En la actualidad, está cambiando esta manera de actuar y el objetivo es llegar en correctivo-preventivo un 60-40% o incluso un 40-60% en el mejor de los casos, con el fin de tener un productividad constante que permita trabajar en la metodología JIT con seguridad. Llegar a conseguir este cambio es el principal objetivo y motivación de este trabajo.

Como ya se mencionó anteriormente, el departamento de mantenimiento de Natra Cacao, coexiste con varios tipos de mantenimientos esta metodología es la habitual en cualquier empresa y para poderlos llevar a cabo se necesitan de unos medios técnicos y humanos.

### *3.3.1 Recursos humanos*

El departamento de mantenimiento de Natra Cacao está organizado a día de hoy de la siguiente manera.



*Ilustración 5. Organigrama departamento de mantenimiento*

En el organigrama anterior se puede ver el personal habitual del departamento de mantenimiento. El jefe de mantenimiento se encarga de organizar el mantenimiento y de llevar a cabo los proyectos de mejora de las instalaciones de la planta, también lleva el control de los centros de costes y gastos asociados al departamento, dando soporte, se encuentra el responsable de mantenimiento cuya principal responsabilidad es velar por el cumplimiento y mejoras en el plan de mantenimiento, a su vez respalda al jefe de mantenimiento en pequeñas mejoras, entre los dos dirigen al personal y deciden si es necesaria la incorporación de personal externo para determinadas operaciones.

Natra Cacao cuenta en plantilla con un electricista, tres mecánicos a jornada partida y cinco mecánicos a turnos, los turnos son de 12 horas de baja ciclicidad, de apoyo se cuenta habitualmente con un electricista autónomo a turnos de mañana y tarde de 6h, un mecánico autónomo de mañanas a 6h, cuatro mecánicos externos a jornada partida y un becario en aprendizaje.

Este personal se encarga de hacer los mantenimientos habituales, para realizar o agilizar otros procesos se contrata a personal externo.

El personal externo es muy habitual, se podrían diferenciar en dos grupos, por un lado las empresas que facilitan trabajadores que ya conocen la planta que pueden ser utilizados como mano de obra en la ayuda de en un mantenimiento preventivo de larga duración para conseguir acortar este, o pueden ser utilizados para llevar a cabo mejoras de diseños en las máquinas, que para ello deban recurrir a su taller. Por el contrario se encuentran las empresas especializadas que son muy variadas, las diferentes empresas se encargan de los sistemas de climatización, de aire comprimido, estado del agua, abastecimiento de luz por cogeneración, abastecimiento de vapor por calderas, el mantenimiento de carretillas elevadoras, puentes grúa, calibración de sondas y básculas, estanqueidad o el transporte, además de los servicios técnicos ofrecidos por los fabricantes de las máquinas.

Las empresas que facilitan personal a su vez son proveedores de determinadas piezas de desgaste o son utilizados como taller en reparaciones de motores, reductores,

sinfines, tolvas, plantos de mazas, rodets, telas metálicas, estas reparaciones o fabricaciones de piezas podrían llevarse a cabo en el taller de Natra Cacao pero debido al escaso personal de plantilla y a las políticas tomadas parece ser de mayor rentabilidad externalizar estos procesos.

Es habitual encontrar en planta una media de 20 personas trabajando en mantenimiento diariamente.

Dando soporte al departamento de mantenimiento, desde el departamento técnico se cuenta con un director de obra y un director de automatización a parte del director de procesos.

### *3.3.2 Recursos técnicos*

Los recursos técnicos de Natra Cacao para el cumplimiento del mantenimiento cumplen con las necesidades que este necesita.

El taller de mantenimiento, como se comentó anteriormente, dispone de maquinaria para el mecanizado de piezas como dos tornos, una fresa y un taladro, y para la fabricación cuenta con varios equipos para soldadura del tipo TIG. Además de varios gatos hidráulicos, y herramienta para el trabajo día a día.

Como herramienta más sofisticada y de medida dispone de calentador de rodamientos por inducción, medidor de gauss, medidor de temperatura por pistola, sonómetro, estetoscopio y medidor laser.

A pesar de esto, la mayor parte de los trabajos de fabricación y reparación son llevados a talleres externos con el fin de abaratar costes y poder dedicar a los operarios de mantenimiento a labores puramente de mantenimiento de averías.

En las instalaciones siempre se cuenta con al menos dos elevadoras una de 15 metros para trabajos en altura y otra de dimensiones menores para trabajos en altura en lugares de difícil acceso, además de disponer una carretilla para el transporte de materiales pesados y una transpaleta eléctrica para el movimiento por el taller. Cabe destacar que a pesar de disponer de elementos de gran envergadura y masa, no se cuenta con un puente grúa que facilite el movimiento interior.

### *3.3.3 Tipos de mantenimiento*

Los tipos de mantenimiento que se dan en Natra Cacao son principalmente correctivo y preventivo, el mantenimiento predictivo esta automatizado mediante plc's con el control monitorizado de temperaturas, presiones y caudales.

#### *3.3.3.1 Mantenimiento Correctivo*

El mantenimiento correctivo es llevado a cabo por los operarios de la plantilla, externos y autónomos habituales, salvo casos esporádicos de averías muy graves que sea necesario técnicos especializados o averías nocturnas o en fines de semana cuando el mecánico de turno no es suficiente y es necesario el apoyo de un taller externo.

Desde el punto de vista del mantenimiento correctivo pueden existir cuatro principales fuentes de avería,

La primera suelen estar relacionado a elementos de la planta que no están totalmente bajo control al no haber fallado antes, aunque también son frecuentes los fallos los sistemas de transporte de producto como válvulas o emboces en tuberías al tratarse del transporte de productos tan sensibles al cambio de temperatura, del mismo modo existen fugas en bombas de producto o bombas de agua al estar desgastados los cierres mecánicos o empaquetaduras, los elementos de sellado son muy susceptibles a los cambios de temperatura y a agentes químicos, para controlar esto una empresa externa realiza una inspección de todas las bombas dos veces por semana.

La segunda es que muchos de los problemas que surgen son debidos a una falta de limpieza por parte de producción, la acumulación de producto por ejemplo en cintas de transporte o transportes de cangilones, puede dar lugar a la rotura de estos sistemas. Un problema muy importante relacionado a la falta de limpieza se da en las prensas, cuando las ollas comienzan a fugar pasta sin comprimir por las estopadas, esta pasa al filtro de manteca dónde se colmata e impide el filtrado, en ocasiones el filtrado es imposible y se tiene que abrir el filtro para limpiar ocasionando paradas por correctivo de más de cinco horas, cuando si todo funcionara bien semanalmente se revisa este filtro por preventivo para comprobar el estado de las mangas y los timers, esta operación no suele durar más de una hora, un cambio de estopadas a tiempo soluciona este problema.

La tercera fuente y en ocasiones ligada a la segunda, es la mala praxis de los elementos de control y producción, aún existen válvulas que nos están automatizadas y deben ser controladas por el operario, si este se distrae durante su ejecución dan lugar a averías. En ocasiones no solo son los operario de producción sino también lo de mantenimiento realizan operaciones ineficientes e ineficaces que conducen a la avería, bien o por la falta de tiempo o por la falta de preparación se instalan elementos que no son adecuados para el funcionamiento requerido y conducen al fallo.

La cuarta fuente y más desalentadora es que se producen averías por querer priorizar la producción por encima del mantenimiento, la necesidad de producir siempre es la prioridad y da lugar en muchas ocasiones a la realización de operaciones exprés, las operaciones de mantenimiento preventivo que son necesarias por falta de tiempo no llegan a realizarse en su totalidad con lo que deja vulnerable el equipo y puede fallar con precocidad.

### *3.3.3.2 Mantenimiento preventivo*

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo con el mismo personal salvo en operaciones de revisión de sección en las cuales se recurre a personal externo. El número de operaciones de preventivo realizadas semanalmente oscila entre 50 y 70 operaciones de las que son principales las semanales, revisión de Limpieza y Descascarillado, la revisión de tostación, la revisión del polvo Ibiza y la revisión de la cinta metálica,

La revisión de Limpieza y descascarillado tiene asignadas las siguientes operaciones:

- Cambio de rodetes de los molinos de grano que están sometidos a desgaste,
- Inspección de los tres elevadores de granilla por cangilones para detectar alguna rotura, distensión de la cadena o desgaste en poleas y engrase de rodamientos.

- Revisión de la cinta de transporte para ver el estado de la banda y engrase de rodamientos
- Revisión y cambio de telas metálicas, realizada por un taller externo
- Revisión y reparación de tubos de transporte, realizado por un taller externo. Es frecuente el cambio de tubos debido a que el grano es muy abrasivo y se pasan una media de 110 toneladas diarias lo que lleva a la aparición de agujeros.
- Revisión de soplantes, para ver el estado de correas, aceite y rodamientos
- Cambio de mangas de los filtros de mangas, se realiza cada seis meses
- Trimestralmente se comprueban los gauss de los filtros de imanes

Esta revisión dura entre cinco u ocho horas dependiendo si hay que cambiar mangas o no o el estado de los tubos. La revisión está programada para los miércoles así pues los días anteriores se aprovecha para llenar los silos al máximo con el objetivo de que la parada de producción no se otorgue a mantenimiento sino a parada por silos llenos.

La revisión de tostación se realiza los martes y se realiza de manera secuencial, en uno de los conos se realiza la revisión completa y en el otro la simple, esto cambia semanalmente. La revisión completa realiza las siguientes operaciones:

- Revisión del sinfín, en él se revisa que no esté desgastado y se lubrican sus articulaciones tanto superior con el reductor como inferior con la cruceta, también se revisa que la cruceta no este desgastada ni desviada.
- Se comprueban las aperturas y cierres de las válvulas principales
- Se comprueban que cierran bien las compuertas tanto del cono como del tostador.
- Se limpian los vahos de desahogo del tostador
- Se revisa la soplante de adición de aire al cono, tanto aceite como correas
- Se abre el tostador y se mira el desgaste de las palas y de la lanza de aire
- Semestralmente se comprueba el funcionamiento del quemador por una empresa externa
- Anualmente se cambia el motoreductor del tostador
- Se ajustan las ruedas sobre las que gira el tostador
- Se revisa el enfriador de granilla, el desgaste de las palas, el reductor inferior y la limpieza de la caracola.
- Se cambian los filtros de entrada de aire al enfriador trimestralmente.
- Anualmente se abre y revisa el transporte sahivo
- Mensualmente se abre y se limpia el elevador de cangilones
- Bimensualmente se cambian las mangas de aspiración de la granilla.

Esta revisión es un poco peculiar, se podría separar en dos partes, el cono y el tostador, para revisar el tostador es necesario parar una hora antes para que se enfríe un poco pero la reacción continúa en el tostador. Por lo que se comienza por el cono y cuando acaba la reacción se pasa al tostador intentando ocasionar la mínima pérdida de tiempo para producción. En la revisión simple únicamente se limpian los vahos.

La revisión de la sección de polvo negro Ibiza al igual que tostación se realiza fragmentada ya que por un lado se encuentra, la revisión del molino, la soplante y el silo de torta y por otro lado está el reactor, las operaciones llevadas a cabo son:

- Cambio o apriete de estopadas del reactor
- Cambio de mangas de vacío del reactor
- Cambio de filtro de las baterías de aire

- Revisión de los grupos soplantes
- Revisión del molino, cambio de parillas, estado del rodete y limpieza
- Limpieza del estabilizador
- Trimestralmente se realizan los cambios de las mangas de los silos

Esta operación lleva asociada un tiempo de cinco horas dependiendo del tipo de mangas que se vayan a cambiar o no, a su vez como se mencionó anteriormente el reactor puede funcionar mientras el molino está parado y viceversa.

En la planta de coberturas la revisión principal que se tiene que realizar, es la revisión de las cintas metálicas que transportan el material de las refinadoras a las conchas, si estas fallan la planta se para. Existen dos cintas metálicas una para el chocolate blanco y otra para el chocolate negro, las operaciones a realizar son:

- Desmontaje de todas las protecciones y distensión de la cinta para la limpieza de los rodillos. Uno de los principales problemas es que se acumule producto y provoque montañas en la cinta que la lleven a sobretensiones y desalineamientos.
- Revisión y o remplace de remaches de unión de la cinta, lo más importante es el estado de estos remaches, deben estar todos en perfecto estado.
- Engrase de rodamientos y engranes

Esta operación suele durar unas cinco horas ya que la labor de desmontaje es muy larga.

Las demás operaciones de mantenimiento actuales no conllevan el paro de una sección o línea única de producción con lo que no son de vital importancia. A pesar de ello el plan de mantenimiento está ligado al de producción ya que deben incluir las paradas realizadas por mantenimiento, esto hoy en día se está tratando de implantar es una de las mejoras de las que se tratará en este trabajo.

En ocasiones se quedan operaciones de preventivo por realizar bien por la falta de personal o bien por la falta de conexión con producción, esto es un tema también a tratar ligado al anterior.

El registro de la revisión se lleva a cabo en Linx, una vez cerrada la operación se genera un histórico y se abre otra orden automáticamente con la frecuencia determinada en el tiempo.

### *3.3.3.3 Mantenimiento predictivo*

En Natra Cacao el mantenimiento puramente predictivo es prácticamente inexistente, no se realizan análisis de vibraciones, ni termografías, ni análisis de humos ni de aceites, pero por otro lado paralelo al departamento de mantenimiento sí que lleva el control de la instalación desde el punto de producción.

Existe un control monitorizado de gran parte de los elementos realizado por autómatas, pero únicamente destinados al control de la producción, es decir, se controla la temperatura o presiones de funcionamiento de equipos y producto, se controla la cantidad de aire que se trasiega, la cantidad de producto generado o la presión de las prensas. Estos indicadores cuando no son como el estándar nos indican que existe un fallo o avería con lo que podríamos considerarlos como predictivos. La medida de un parámetro como es la intensidad consumida por motores eléctricos sí que se podría

considerar puramente orientada a mantenimiento ya que nos dice que el motor está funcionando con exceso de carga o con defecto de ella.

Una principal operación de predictivo que se va a llevar a cabo y es otra de las mejoras implantadas en este trabajo, es el análisis de los aceites de las prensas para determinar qué momento es apropiado el cambio.

Por el tipo de instalaciones con las que cuentan, al menos sería necesario implantar un análisis de vibraciones para los motores eléctricos de gran potencia a pesar de su gran fiabilidad o unos análisis termográficos para los cuadros eléctricos o motores eléctricos también.

El único análisis que se realiza, aunque no es registrado como predictivo, es la medición de ultrasonidos para detectar un posible fallo en rodamientos, esta técnica permite detectar vibraciones fuera del alcance del oído humano que puedan ser consecuencia de un deterioro por fatiga.

## ***4. MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO***

## **4.1 Introducción**

El objetivo de las mejoras realizadas en el sistema de mantenimiento, es conseguir un trabajo más eficiente por parte del departamento, a la vez que tener un mayor control sobre los recursos de los que se dispone. A la vez se pretende llegar a conseguir dar un giro drástico y orientar el mantenimiento hacia porcentajes mayores de preventivo frente al correctivo.

## **4.2 Gestión del almacén**

La base de un robusto sistema de mantenimiento, es tener un almacén organizado y con un control del stock ideal. La organización del almacén te permite ganar tiempo a la hora de buscar recambios al igual que si está organizado te permite reaccionar de manera cuasi inmediata ante la posible falta de un recambio.

### ***4.2.1 Distribución del almacén***

La primera mejora lleva a cabo ha sido la distribución, organización, numeración y codificación del almacén.

El taller de mantenimiento cuenta con cinco secciones destinadas a almacenes los cuales han sido distribuidos y nombrados de la siguiente manera:

A00-Taller: Este espacio está destinado a los aceites y grasas, cuenta con varias estanterías y bandejas especiales con recolectores para los bidones de aceite. La organización se da por grasas a un lado y aceites nuevos y aceites usados a otro.

A01-Porche: Este almacén se encuentra en la parte exterior del taller en una pequeña nave, en él se guardan los recambios de tamaños más importante y a su vez de más valor. Podemos encontrar motores eléctricos de gran potencia, reductores de gran tamaño, ventiladores o depósitos para los molinos de bolas. Este almacén cuenta con un sistema de seguridad ya que en alguna ocasión pasada ha habido robos. Estos recambios tienen muy poca rotación.

A02-Central: El almacén central se encuentra dentro del taller y está formado por cinco estanterías de cinco alturas, este almacén se usa para las piezas de tamaño más reducido, de gran frecuencia y delicadas, en las primeras estanterías encontramos rodamientos, cojinetes, retenes, electroválvulas, manómetros, vacuómetros, purgadores termodinámicos. Las siguientes están dedicadas especialmente a recambios para la planta de chocolate y las últimas son para material eléctrico. Este es el almacén de uso habitual para todos los días y que más problemas de control genera, debido a esto se ha instalado una puerta con control de huella dactilar, como las existentes en las entradas a las plantas, para controlar el flujo de personas, aun así el control del stock real es una utopía.

A03-Lateral: Este almacén está formado por tres estanterías, una dedicada a las secciones de prensas y molienda, otra la parte inferior para bombas de agua y vacío de gran caudal y la parte superior para motores de jaula de ardilla, la tercera y más grande se usa para guardar tubos flexibles, soplantes y cilindros de las refinadoras. La ubicación del almacén lateral es colindante al central y disponen de una puerta en común.

A04-Fondo: Este almacén está ubicado al fondo del taller de mantenimiento y está destinado al almacenamiento de motores, reductores, filtros de mangas y cartuchos y piezas de repuesto de la sección de descascarillado.

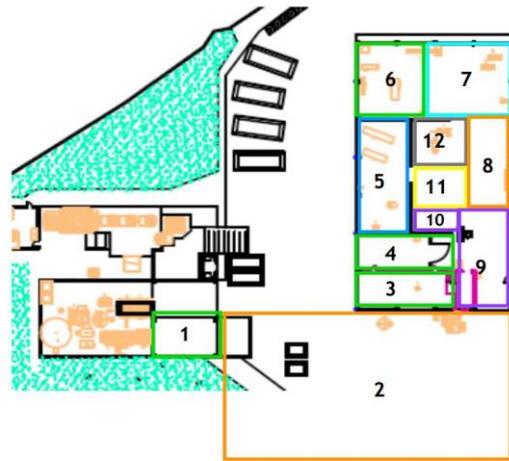


Imagen 43. Distribución taller de mantenimiento

En la imagen anterior se puede ver la distribución del taller por zonas, cada operario es responsable de su zona para el cumplimiento de las 5S's. Las zonas 8, 1, 3, 4 y 6 corresponden a los almacenes Taller, Porche, Central, Lateral y Fondo, respectivamente.

Una vez distribuidos y nombrados los almacenes se procede a la codificación de las estanterías, esto permite una iteración con Linx, a la vez que se genera esta codificación real, se crea una virtual en Linx.

La imagen muestra una interfaz de usuario de un software de gestión de inventario. En la parte superior izquierda hay un menú con opciones como 'Ficheros', 'Consultas', 'Estadísticas', 'Ayuda'. El título de la ventana es 'Linx 7.4.0.19 - S.P.I. - Ina.C. - 14/09/2016 - 20:09:42'. El panel principal muestra una lista de 'ALMACENES A-04 LOCALIZACIÓN: (TODAS)'. La lista tiene varias columnas: 'Referencia', 'Localización', 'Cantidad' y 'Precio unit.'. A la izquierda de la lista hay un árbol de directorio con categorías como 'TALLERES', 'ALMACENES' y 'ALMACENES VIRTUALES'. El panel de la derecha muestra una barra de herramientas con íconos para 'Nuevo', 'Modificar', 'Eliminar', 'Mover', 'Equipos', 'Balance', 'Consultas' y 'Info/Help'.

Imagen 44. Almacén virtual Linx

En la imagen anterior se observa los almacenes virtuales generados en Linx con las mismas referencias que en la realidad.

#### 4.2.2 Codificación de recambios

Con el almacén ya organizado, el siguiente paso es la descripción y codificación de los recambios, este proceso se lleva a cabo mayormente en Linx, los recambios serán codificados según el siguiente método:

03-017-078-207 Sinfín cono 1

03→ Los primeros dos dígitos hacen referencia a la sección de la planta, Tostación en este caso.

017→ Los tres dígitos siguientes hacen referencia a la familia, aquí podemos desglosar por motores, bombas, aceites y grasas, correas de transmisión, rodamientos, cueros y collarines, retenes, neumática, vapor y agua y por si son recambios estrictos de una sección, en este caso es un recambio fabricado expresamente para el cono 1 de tostación por eso hace referencia a tostación.

078→ Estos tres dígitos hacen referencia a la correlación, sirve para dotar de un número diferente a cada recambio.

207→ Estos tres últimos dígitos hacen referencia al proveedor.

Sinfín cono 1→ es la descripción del elemento.

Esta codificación permite identificar cada recambio sin dar lugar a confusión, además de estos datos en Linx se añade una descripción más especializada con datos técnicos y de uso. Actualmente en la base de datos existen 5169 códigos diferentes lo cual hace obligatorio el uso de codificación.

La codificación se está llevando a cabo de manera gradual, se recodifican los recambios conforme se piden con el fin de no realizar trabajo de más de codificación con recambios obsoletos ya que registros estocados solo hay 3262.

#### *4.2.3 Inventario rotativo*

La siguiente mejora llevada a cabo sobre el almacén es el control del stock actual, el valor del inmovilizado actual en la base de datos de Linx es de 1.200.824 €, para comprobar y asegurarse de que este valor coincide con la realidad se ha de realizar un inventario.

Existe unos grandes hándicaps a superar para poder realizar este inventario, son el tiempo, los recursos que se pueden utilizar para realizarlo y el gran volumen de datos a tratar, es por esto que se a realizar un sistema de inventario rotativo teniendo en cuenta la cantidad y el valor de los recambios.

El procedimiento seguido consiste en extraer la lista de recambios en stock de Linx donde aparezca la codificación, la descripción, el valor y la cantidad, una vez con esto se organiza de más a menos valioso. Con la lista detallada se realizará cada día una búsqueda de recambios hasta encontrar 6 códigos con más de 6 unidades.

Esta metodología está basada en el teorema de Pareto del 80-20 dónde una vez tengamos identificado y cuantificado el 20% de los códigos de recambio tendremos cuantificado el 80% del valor del inmovilizado.

### **4.3 Implantación 5S's Taller de mantenimiento**

Las 5S's es la herramienta básica para llegar a conseguir un mantenimiento de calidad persiguiendo la mejora a partir de sus 5 acciones correctoras, para que todo el personal tanto de producción como de mantenimiento pudiera aplicar esta metodología de trabajo en su entorno se dieron jornadas formativas. En las jornadas formativas se explicó el origen de las 5S's, en que consiste cada S y como su aplicación es la base de cualquier proceso productivo eficiente, y que además, conduce a la mejora continua y abre el paso a TPM ( Total Productive Maintenance).

Esta metodología que se desarrolla en 5 pasos:

- **SEIRI** (Clasificar y/o Eliminar). La primera "S" se refiere a eliminar de la sección de trabajo todo aquello que no sea necesario. Este paso de orden es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas, además también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".
- **SEITON** (Orden). Es la segunda "S" y se enfoca a sistemas de almacenamiento eficiente y efectivo. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."  
¿Qué necesito para hacer mi trabajo?  
¿Dónde lo necesito tener?  
¿Cuántas piezas de ello necesito?
- **SEISO** (Limpiar). Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y localizado lo que sí necesitamos, estamos en condiciones de realizar una super-limpieza de la sección. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y de la comodidad alcanzada con esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un sentimiento de orgullo por lo limpia y ordenada que tienen su sección de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo tiempo comienzan a resultar evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, elementos con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, elementos deformados, rotos, etc. Estos elementos, cuando no se atienden, pueden llevarnos a un fallo del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.
- **SEIKETSU** (Estandarizar). Al implementar las 5S's, nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas en cada sección de trabajo. Dejemos que los trabajadores participen en el desarrollo de estos estándares o normas. Ellos son muy valiosas fuentes de información en lo que se refiere a su trabajo, pero con frecuencia no se les toma en cuenta.
- **SHEITSUKE** (Disciplina). Esta será, con mucho, la "S" más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implantación de las 5S's. La Disciplina consiste en establecer una serie de normas o estándares en la organización de la sección de trabajo. La implantación de la metodología de las 5S's eleva la moral, crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia de la organización. No solo los trabajadores se sienten mejor en su lugar de trabajo,

sino que el efecto de superación continua genera menores desperdicios y retrabajos, así como una mejor calidad de productos, con el fin último de hacer de la empresa más rentable y competitiva en el mercado.

Con la parte teórica aprendida el primer paso necesario llevado a cabo en el taller de mantenimiento fue hacer responsable a cada persona de su puesto de trabajo, seccionando así el taller y las zonas otorgadas al mismo como los espacios adyacentes donde se encuentran las elevadoras y bombonas de gas. El equipo de producción evoluciona en paralelo al departamento de mantenimiento en la aplicación en planta.

Para comenzar con el proceso de implantación se fue ayudando diariamente a los operarios, primero se destinó una zona del taller a materiales fuera de uso o inservibles, en él se fueron depositando las herramientas que no debía encontrarse en el puesto de trabajo al mismo tiempo que se fueron eliminando y sustituyendo las herramientas deterioradas y fuera de las normativas de seguridad.

La primera S “Seiri” dio lugar a la creación de dos armarios nuevos, uno para los productos químicos de uso habitual, tales como aceites, desincrustantes, aflojatodo o grasas antiengarrotamiento, y otro para las eslingas, cáncamos y grilletes todos ellos cumpliendo con la normativa vigente.

Una vez cumplida la primera S se pasó a la segunda “Seiton”, para ello se ordenaron los puestos de trabajo, ubicando las herramientas en paneles y evitando tener excesos “por si acaso”, a su vez se señalaron las zonas con carteles y pegatinas indicativas.

Para el cumplimiento de la tercera S “Seiso” es necesario después de tener todo organizado, limpiarlo. Para poder mantener todo limpio se implantó un protocolo de limpieza. Semanalmente se limpian las herramientas de uso habitual, se crea un registro y se sube a la red compartida. Esta limpieza además de ser necesaria, es obligatoria por normativas alimentarias. Para la limpieza de la zona de trabajo, todos los días cada operario responsable de su zona tiene la obligación de dejar todo limpio y ordenado.

Actualmente nos encontramos en la cuarta S “Seiketsu”, como estándares de trabajo, ya contamos con el protocolo de limpieza de herramientas mencionado anteriormente, estamos trabajando en crear otra instrucción para la limpieza del entorno de trabajo.

El control y las mejoras que se están llevando a cabo con las 5S’s, al igual que en la S que nos encontramos se lleva a cabo mediante una sección del panel de control dedicada a ello.

#### **4.4 El panel de control de mantenimiento**

Para tener una visión general de los trabajos llevados a cabo por el departamento de mantenimiento y de la proyección del mismo se ha diseñado un panel de control. Este permite tener una visión global e inmediata del departamento siendo útil para todas las personas que requieran información del mismo.

El panel está diseñado con la intención de cubrir tres necesidades del departamento.

En la primera sección se lleva el control del personal de mantenimiento y las ordenes de trabajo que se están realizando. La función de esta sección es ubicar a cada operario en la orden de trabajo que está realizando en ese instante, y si no es posible el cumplimiento de la orden determinar porque no se puede cumplir, para ello están divididas y nombradas cada sección., la primera sección es el personal que está dividido

en horizontal por personal disponible o no disponible, aquí cada operario tiene posesión de dos imanes con sus iniciales. A continuación, en horizontal, encontramos la diferenciación de órdenes en función de origen, tenemos urgentes para órdenes de vital importancia, abajo encontramos correctivo y preventivo, son órdenes de origen como su nombre indica.



*Imagen 45. Panel control de Mantenimiento*

En la imagen se puede observar en posición vertical:

- Entrada, son órdenes a la espera de operario.
- Material, son órdenes que no se han podido cumplir por falta de material
- Preparación, son ordenes que requieren de una preparación previa, ya sea la construcción de una infraestructura o preparar algún elemento.
- Ejecución, son ordenes que se están realizando es ese instante.
- Cierre, son ordenes que ya se han realizado
- Análisis repetitivas, esta sección está destinada al análisis de sucesos que se dan de manera repetitiva, es de gran utilidad ya que nos permite encontrar fallos ocultos o enmascarados por otros fallos.
- OT's Talleres, esta sección nos permite controlar los trabajos que están realizando operarios externos.

Al inicio de la jornada se reparten los trabajos y se sitúan los cartelitos con el número de OT, la fecha y la sección en su lugar adecuado con su imán correspondiente, a lo largo de la jornada estos cartelitos deben ir moviéndose por el panel hasta colocarse en el cierre o a la espera de algún recurso.

La sección central del panel de control está destinada a las reclamaciones y avisos, en ella encontramos avisos de proyectos que se van a realizar que van a implicar una remodelación del taller, o reclamaciones para que todo el personal pueda verlas ya que al haber turnos es posible que pasen varios meses hasta poder ver a todo el personal de departamento. Actualmente encontramos una reclamación recordatoria de que todo el mundo es responsable de la limpieza y cuidado de las herramientas comunes, también encontramos la hoja de registro de la limpieza semanal de la herramienta individual junto con el protocolo de actuación, y por último un plano indicando las mejoras de acondicionamiento que se van a realizar en la parte exterior del taller junto con su hoja descriptiva.



en el panel de producción también disponen de esta sección y allí se encuentran muchas más referentes a mantenimiento.

Resultados, en esta zona se encuentra la Cruz EHS que evalúa los días sin accidentes, en la reunión diaria de los 5 minutos se pregunta si ha habido algún accidente o cuasi accidente para poderlo señalar en la cruz, el color verde indica que no ha habido accidentes, el amarillo que se ha producido un cuasi accidente, es cuando se produce una situación de peligro pero no llega a suceder el accidente y se han de tomar medidas correctoras, y por último el rojo que es cuando sucede el accidente. Se lleva un registro de todos los cuasi accidentes y accidentes, el objetivo actual es llegar a los 180 días sin accidentes, actualmente llevamos desde el día 10 de enero del 2016 sin accidentes.

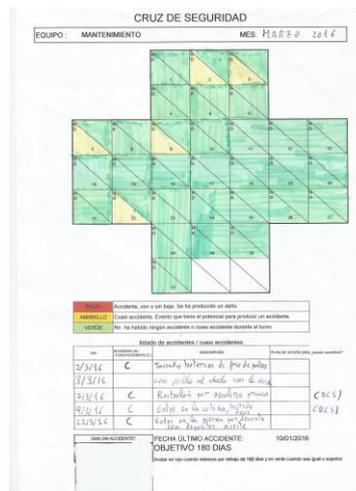


Imagen 47. Cruz EHS

Por otro lado, en la sección de resultados encontramos el cuadro de mandos de mantenimiento, en él actualmente se presentan gráficas correspondientes a los temas que queremos mejorar en el departamento, actualmente tenemos recogidas graficas correspondientes a la evolución del mantenimiento correctivo frente al preventivo por secciones, evaluamos tiempos, costes y porcentaje de cumplimiento del mantenimiento preventivo a lo largo de las últimas semanas. La mejora del mantenimiento ahora mismo es la mejora del preventivo para bajar los recursos y los fallos imprevistos relacionados con el correctivo, así mismo conocer en que secciones se producen mayores fallos y donde debemos destinar mayores esfuerzos por mejorar. Una vez conseguido reconducir el mantenimiento el siguiente proceso será la mejora de las intervenciones e incorporaremos al cuadro indicadores como el MTBF, MTTR y MTTF.



Imagen 48. Cuadro de Mandos

## 4.5 Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo

### 4.5.1 Análisis de los datos actuales

Actualmente nos encontramos en una situación en que la planta sufre muchas averías, la principal herramienta para luchar contra esto es realizar un mantenimiento preventivo de mayor calidad e intensidad, dedicando mayores recursos y esfuerzos para su mejora.

En los últimos dos años el mantenimiento volvió a los orígenes de únicamente trabajar sobre averías para reducir al máximo los costes directos sobre el departamento, esto nos hace en la actualidad luchar contra una herencia que dejó la planta muy debilitada, no sólo se redujo en el tipo de mantenimiento orientado al ahorro, sino que también en el stock de recambios lo cual genera problemas en la actualidad, surgen problemas con recambios que aparecen en el stock que realmente no hay.

En la gráfica siguiente se ve claramente la tendencia de los últimos dos años comentada anteriormente. Esta tendencia arruinará la planta en pocos años por eso se tienen que tomar acciones para volver a los valores de años anteriores

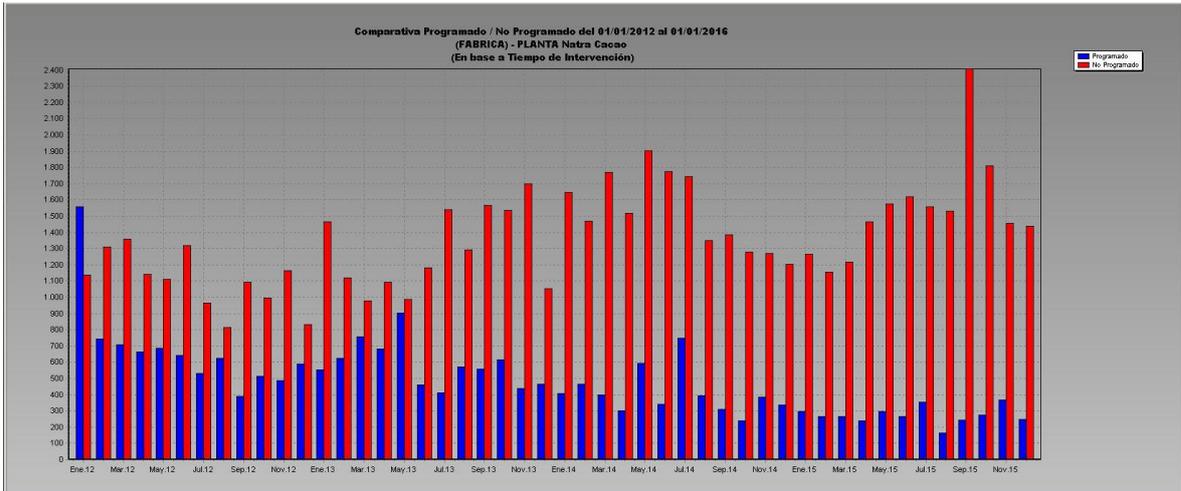


Imagen 49. Tendencia Mto. Preventivo Enero 2012- Enero 2016

Para la mejora del plan de mantenimiento siempre nos basaremos en Linx para tener una fuente de información. Antes de realizar las mejoras en el plan de mantenimiento preventivo se podían encontrar operaciones mal definidas, fuera de contexto u operaciones a realizar sobre maquinaria obsoleta, el primer paso para poder mejorar algo es realizar un estudio de lo que tenemos en cuanto a documentación sobre las ordenes de preventivo, así púes se realizó el estudio con los siguientes resultados:

Cuando se realizó el estudio se disponían de 118 Órdenes de Trabajo asociadas a mantenimiento preventivo.

OT MP	¿Cuántas tienen descripción de operativa?	¿Cuántas tienen información de tiempo?	¿Cuántas tienen información de recambios?	¿Cuántas tienen información de personal?
118	45	64	15	56
	38 %	54 %	13 %	47%

A la vista de los datos obtenidos se realizó un planning de actuación de mejora sobre la documentación existente.

#### 4.5.2 Actualización del plan de mantenimiento

El primer paso llevado a cabo después de realizar el análisis de la situación en aquel momento, fue crear un plan de acción orientado en la corrección e implementación del plan, para ello se determinaron cuatro acciones:

##### 4.5.2.1 Eliminar órdenes de trabajo

En esta primera acción se cuestionarán todas las órdenes y se decidirá si mantenerlas en el plan futuro.

Para realizar el estudio de todas las operaciones se realizó una consulta en Linx y se extrajo un listado con las operaciones programadas. A continuación se analizaron las órdenes y se eliminaron las que no correspondían a mantenimiento preventivo. En esta

lista se encontraron operaciones que estaban relacionadas con recordatorios de pagos, recordatorios para añadir el gasto en recambios semanales, junto con órdenes repetidas o sobre máquinas dadas de baja. A su vez, se pudieron pasar órdenes que tenía asignadas el departamento de mantenimiento, al equipo de producción, se pasaron a mantenimiento autónomo o de primero nivel, en esta situación encontramos operaciones de cambio de estopadas de las prensas o la limpieza de filtros en las conchas de coberturas.

#### *4.5.2.2 Completar las Órdenes de Trabajo*

Las órdenes de trabajo existentes estaban faltas de información para su correcta ejecución y planificación, no disponían de operativa de ejecución, no disponían de información sobre recursos técnicos, humanos ni tiempo previsto de ejecución, por lo que se empezó a completar esta información según se realizaban las órdenes o se generaban nuevas.

Toda esta información se introduce en la orden que genera Linx para planificar recursos humanos y técnicos para la realización.

#### *4.5.2.3 Dividir o unificar en gamas*

Con las órdenes de mantenimiento preventivo claramente identificadas, se pasó a observar cuales de ellas podían aplicarse a máquinas semejantes, cuales podrían agruparse en revisiones más amplias o cuales podrían dividirse por ser demasiado extensas.

Lo primero que se observo es la existencia de grandes revisiones sobre secciones completas, como es el caso de la revisión de Limpieza y Descascarillado, Tostación, Envasado de Polvo y Polvo Negro, todas estas disponen de un gran número de elementos a revisar y que no tienen un control específico por lo que de estas revisiones se extrajeron varias más específicas.

#### *4.5.2.4 Añadir órdenes nuevas*

Por último, se añaden ordenes nuevas sobre maquinaria que hasta la fecha no tenía ningún control, o a partir del análisis del mantenimiento correctivo al encontrar un fallo repetitivo en el tiempo, esta mejora se realiza día tras día, y aquí es donde podemos encontrar el Kaizen del plan de mantenimiento, es necesaria una alimentación diaria para que el sistema se retroalimente y genere históricos a partir de los cuales poder mejorar el plan.

### *4.5.3 Mejora de las principales revisiones*

#### *4.5.3.1 Limpieza y Descascarillado*

La sección de limpieza y descascarillado está formada por dos líneas de producción de granilla que contienen ocho máquinas y siete elementos comunes que determinaremos como puntos críticos porque su parada produce la parada total de la producción.

Paralelo a la producción de granilla, está la producción de cascarilla que está compuesta por un sistema de aspiración mediante turbina y varios filtros de mangas, estos como ya se citó anteriormente se tratarán individualmente para su revisión.

Debido a la complejidad de la línea, al gran número de máquinas y al poco tiempo permitido por la producción para mantenimiento se va a dividir la operación total en gamas de mantenimiento.

La determinación de las gamas es de difícil determinación sobre todo en piezas que están sometidas a desgaste en contacto con el producto. Dependiendo de la procedencia del grano, este es más o menos abrasivo con lo que no se puede determinar un tiempo exacto para el cambio sistemático, incluso se trabaja con mezcla de granos de distintas procedencias. Esto implica que nunca se podrá obtener una alta eficiencia de una pieza por acortar su vida útil y a la vez estaremos expuestos a posibles averías por un posible deterioro prematuro con lo que se bajará la disponibilidad, estos son los principales hándicaps a los que se enfrenta esta sección.

Para determinar las gamas se han tomado dos criterios básicos el principal es según la criticidad de la parada producida por el fallo de la máquina, ya sea de sección, línea o máquina, y el secundario el desgaste producido en los elementos sensibles al producto como telas metálicas, rompedoras de grano o elevador de cangilones. Hay elementos que quedan fuera de estas gamas debido a su trato individualizado como los compresores o los filtros ya mencionados.

Así pues se definen las siguientes gamas.

Gama	Criticidad	Periodicidad	Parada
A	Alta	Semanal	Sección
B1	Media-Alta	Quincenal	Línea
B2	Media-Alta	Quincenal	Línea
C1	Media-Baja	Mensual	Máquina
C2	Media-Baja	Mensual	Máquina

*Tabla 1. Gamas Limpieza y Descascarillado*

	Tiempo [min]
<b>A</b>	<b>110</b>
Bombona de Envío de Granilla	15
Calderín general aire comprimido descascarillado	5
Cinta Transportadora de GRANILLA	10
Elevador Grano a Limpiar	15
Elevador Grano Limpio	15
Foso de Entrada de Grano	10
Transportador "Z" Carga de Grano	20
Transporte "Z" Carga de GRANILLA	15
Válvulas/Tuberías de Granilla en Fase Densa	5
<b>B1</b>	<b>225</b>
Cernedora Lehmann 01	60

Cribas/Telas Cimbria	15
Deschinadora 01	30
Elevador retorno a rompedoras 01	30
Limpiadora 01 Cimbria	30
Rompedora Grano 01 Cernedora C-01	30
Sinfín de Salida Deschinadora. 01	10
Soplante Cascarilla Cernedoras	20
<b>B2</b>	<b>205</b>
Cernedora Lehmann 02	60
Cribas/Telas Jubus	15
Deschinadora 02	30
Elevador retorno a rompedoras 02	30
Limpiadora 02 Jubus	30
Rompedora Grano 01 Cernedora C-02	30
Sinfín de Salida Deschin. 02	10
<b>C1</b>	<b>100</b>
Ciclón Cernedora 01	30
Esclusa Ciclón 01	10
Rompedora Grano 02 Cernedora C-01	30
Rompedora Grano Reflex Cernedora C-01	30
<b>C2</b>	<b>100</b>
Ciclón Cernedora 02	30
Esclusa Ciclón 02	10
Rompedora Grano 02 Cernedora C-02	30
Rompedora Grano Reflex Cernedora C-02	30

*Tabla 2. Máquinas asociadas a las gamas*

Como se puede observar en la tabla anterior se han diferenciado las gamas 1 y 2 esto hace referencia a que se realizarán sobre la línea de producción 01 y la 02 cruzadas para ocasionar la mínima merma de la producción.

La gama A son elementos críticos que se unifican en la línea de producción, la revisión de estas máquinas ocasiona la parada total de la sección.

La gran mayoría de las operaciones realizadas, son inspecciones visuales para determinar el estado de la máquina y proceder a continuación a engrasar, tensar cadenas y correas, apriete de tornillos, cambio de cangilones o cambio de correas, rodamientos y aceites, detectar y solucionar fugas o problemas en válvulas. Recordar que es un mantenimiento de condición el que se sigue en este plan debido a la diferencia en productos y que no existe un histórico fiable para poder determinar un cambio sistemático.

Con el cumplimiento de estas gamas aseguramos el mayor control posible de los puntos críticos, sobre las piezas sometidas a desgaste exceptuando los rodets de las rompedoras de grano que tienen un cambio quincenal si es el principal o mensual si es secundario, se hará un mantenimiento de condición, es decir, todas las semanas se observarán y se decidirá si puede o no aguantar una semana más.

#### 4.5.3.2 Tostación

La sección de tostación es la sección más crítica de la planta desde la parte de mantenimiento porque está expuesta a temperatura, agentes químicos, a presión y al control por plc de muchos elementos, y desde la visión de producción porque la parada de un tostador reduce a la mitad la capacidad de producción al ritmo de 3000kg/h. Este problema parece ser igual que descascarillado por tener dos líneas de producción, pero es el contrario, la granilla procedente del grano es almacenada en silos, pero el producto que sale de los enfriadores de los tostadores tiene que ser molido inmediatamente.

Las operaciones de mantenimiento preventivo tienen que ser lo más rápidas posibles y con la mayor eficiencia. Anteriormente existía un mantenimiento rotativo por tostador, una semana un tostador recibía una revisión completa y otro básica, donde las paradas eran de seis y tres horas respectivamente, con los requisitos actuales de demanda de producción esta forma de actuar es impensable lo que está llevando a realizar mantenimientos básicos dejando muchas máquinas sin tratar. Para solucionar este problema se ha de modificar el plan de mantenimiento dividiéndolo en gamas al igual que se hizo en Limpieza y descascarillado, pero evaluando los criterios de criticidad, fiabilidad histórica y desgaste.

Al contrario que Limpieza y Descascarillado, la sección de tostación, dispone de cuatro máquinas principales por línea, el cono, el tostador, el enfriador y el transporte de cadena, esto hace que las gamas se dividan en operaciones sobre máquinas, a parte de estas máquinas principales tenemos componentes auxiliares que son de igual importancia. Todo elemento de esta instalación es crítico, por ello para realizar el plan de mantenimiento se ha estado estudiando los modos de fallos, el origen de los fallos y fiabilidad de los elementos con lo que se han detallado las siguientes gamas de mantenimiento.



Imagen 50. Tiempo Intervención Tostación Enero-Junio

En la imagen anterior se puede apreciar los elementos sobre los cuales se han realizado intervenciones y los tiempos totales de intervención desde Enero a Junio.

Como se puede observar los principales problemas se han dado en los conos tanto el 1 como en el 2. El principal puntal ha sido en el cono 02 debido a la rotura de un reductor del cual no se tenía recambio inmediato, a raíz de este problema se introdujo en el plan de mantenimiento la revisión y cambio sistemático de los principales motoredutores de la sección.

Otro problema que se ha dado es en los quemadores del tornado por lo que se aplica también una revisión de estos componentes por parte de una empresa especializada.

A partir de estos datos y las necesidades de producción y métodos de trabajo se establecen las siguientes gamas.

Gamas	Criticidad	Periodicidad	Parada ocasionada
A	Alta	Semanal	Sección
B1	Media-Alta	Quincenal	Línea
B2	Media-Alta	Quincenal	Línea
C1	Media-Baja	Mensual	Maquina
C2	Media-Baja	Mensual	Maquina
D1	Baja	Bimensual	Maquina
D2	Baja	Bimensual	Maquina
E1	Baja	Cuatrimstral	Línea
E2	Baja	Cuatrimstral	Línea
F1	Baja	Semestral	Línea

F2	Baja	Semestral	Línea
G1	Baja	Anual	Línea
G2	Baja	Anual	Línea

Tabla 3. Gammas Tostación

	Tiempo [min]
<b>A</b>	<b>330</b>
<b>Cono Alcalinizador 01</b>	
Revisión cruceta y clapeta descarga Tostador	40
<b>Cono Alcalinizador 02</b>	
Revisión cruceta y clapeta descarga Tostador	40
<b>Tornado 01</b>	
Engrase puntos críticos	25
<b>Tornado 02</b>	
Engrase puntos críticos	25
<b>Tostación</b>	
Reparar fugas de aire, vapor, producto	120
<b>Tostador Tornado 01</b>	
Limpieza de Vahos	40
<b>Tostador Tornado 02</b>	
Limpieza de Vahos	40
<b>B1</b>	<b>185</b>
<b>(PSA) Filtro Mangas Carga Granilla TO's</b>	
Limpieza	30
<b>(PSA) Grupo Soplante Adición Aire Cono 01</b>	
Limpieza de filtro	20
<b>(PSA) Grupo Soplante Dosificación Granilla 01</b>	
Limpieza de filtro	20
<b>Cono Alcalinizador 01</b>	
Revisión conjunto Bola-Puro y sinfín	40
<b>Depósito de Carbonato Potásico 01</b>	
Limpieza de básculas	30
<b>Tostador Tornado 01</b>	
Comprobar estanqueidad clapeta	15
Inspeccion visual de grietas	30
<b>B2</b>	<b>155</b>
<b>(PSA) Grupo Soplante Adición Aire Cono 02</b>	
Limpieza de filtro	20
<b>(PSA) Grupo Soplante Dosificación Granilla 02</b>	
Limpieza de filtro	20
<b>Cono Alcalinizador 02</b>	
Revisión conjunto Bola-Puro y sinfín	40
<b>Depósito de Carbonato Potásico 02</b>	
Limpieza de básculas	30

<b>Tostador Tornado 02</b>	
Comprobar estanqueidad clapeta	15
Inspección visual de grietas	30
<b>C1</b>	<b>430</b>
<b>Enfriador Tornado 01</b>	
Limpiar caracola enfriador, levantar motor	120
Revisión motoreductor	20
Revisión palas enfriador	90
<b>Tornado 01</b>	
Comprobar válvulas motorizadas	120
Comprobar válvulas Vapor, aire, granilla	80
<b>C2</b>	<b>670</b>
<b>Elevador de Granilla Tornado 02</b>	
Limpieza de cangilones	240
<b>Enfriador Tornado 02</b>	
Limpiar caracola enfriador, levantar motor	120
Revisión motoreductor	20
Revisión palas enfriador	90
<b>Tornado 02</b>	
Comprobar válvulas motorizadas	120
Comprobar válvulas Vapor, aire, granilla	80
<b>D1</b>	<b>540</b>
<b>(PSA) Filtro Mangas Carga Granilla TO's</b>	
Cambio de mangas	120
<b>(PSA) Grupo Soplante Adición Aire Cono 01</b>	
Cambio de correas	90
<b>(PSA) Grupo Soplante Dosificación Granilla 01</b>	
Tensión de correas	90
<b>Depósito de Carbonato Potásico 01</b>	
Limpieza del deposito	240
<b>D2</b>	<b>420</b>
<b>(PSA) Grupo Soplante Adición Aire Cono 02</b>	
Cambio de correas	90
<b>(PSA) Grupo Soplante Dosificación Granilla 02</b>	
Cambio de correas	90
<b>Depósito de Carbonato Potásico 02</b>	
Limpieza del deposito	240
<b>E</b>	<b>240</b>
<b>Quemador Tornado 01</b>	
Revisión externa	120
<b>Quemador Tostador 02</b>	
Revisión externa	120
<b>E1</b>	<b>180</b>
<b>Tostador Tornado 01</b>	
Cambio de correas ventilador	60

Cambio rodamientos	120
<b>E2</b>	<b>180</b>
<b>Tostador Tornado 02</b>	
Cambio de correas ventilador	60
Cambio rodamientos	120
<b>F1</b>	<b>150</b>
<b>Transporte Granilla Tostada (Barth)</b>	
Limpieza	135
Tensar cadena	15
<b>F2</b>	<b>150</b>
<b>Transporte Granilla Tostada (Sahivo 100)</b>	
Limpieza	135
Tensar cadena	15
<b>G1</b>	<b>180</b>
<b>Tostador Tornado 01</b>	
Cambio de motoreductor	180
<b>G2</b>	<b>180</b>
<b>Tostador Tornado 02</b>	
Cambio de motoreductor	180

*Tabla 4. Operaciones asociadas a máquinas y gamas*

Como se puede apreciar en las tablas anteriores siempre se divide en gama 1 y 2 salvo las operaciones críticas, esto se debe a que se realizará durante la revisión de la línea 1 o de la línea 2.

La aplicación de este nuevo plan de mantenimiento sobre la sección de Tostación asegura la revisión de los elementos que mayor número de intervenciones sufren y de mayor duración con el fin de reducir el mantenimiento correctivo.

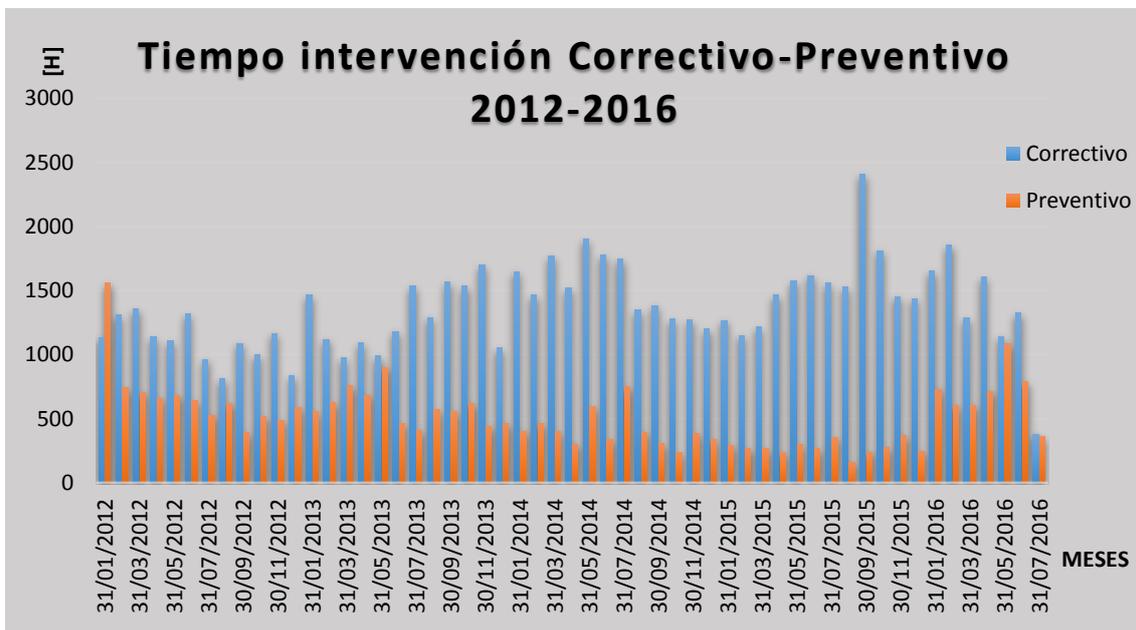


## ***5. Conclusiones***

## 5.1 Conclusiones generales

Con la aplicación de las mejoras adaptadas al sistema de mantenimiento de Natra Cacao, conseguiremos tener un mayor orden y control del departamento desde el punto de vista operacional y así mismo una aplicación más eficaz del nuevo plan de mantenimiento.

Se está volviendo a retomar el control de la planta que parecía perdido con un mayor crecimiento del mantenimiento preventivo aunque aún hay muchas averías inesperadas, actualmente nos encontramos en un 60-40 por encima el correctivo que poco a poco debe ir disminuyendo con la aplicación de las nuevas gamas de mantenimiento. La aplicación de las nuevas gamas nos hizo encontrar fallos que podríamos haber pasado por alto si hubiéramos seguido la tendencia de las últimas revisiones.



*Imagen 51. Tendencia Preventivo-Correctivo*

En la imagen anterior se ve claramente la nueva tendencia del departamento hacia la mejora del mantenimiento preventivo citado anteriormente.

El problema real de poder aplicar correctamente un plan de mantenimiento se encuentra en el conflicto mantenimiento-producción, desde producción sólo piensan en producir y no les importa el estado de las máquinas salvo cuando se averían.

Planificar un paro en la producción es muy complicado si ha habido alguna avería o algún problema en un lote y la producción no sale, por lo que no llega a producirse el paro por mantenimiento preventivo y esto es muy frecuente lo que provoca que las operaciones se van acumulando y las maquinas dejan de tener mantenimiento, lo que al final producirá una parada inesperada, entender esto parece fácil para quien quiere entenderlo pero no es así para quien ve el mantenimiento como una pérdida de tiempo y de dinero.

Debido a esto las gamas de mantenimiento presentadas son tan ligeras en cuanto a tiempo para que aunque se revise poco sea lo que mayor problemas pueda dar, el 80%

de los problemas viene del 20% de las máquinas así pues se centrarán los esfuerzos en ellas.

Con la realización e implantación de las gamas de mantenimiento ha quedado demostrado la necesidad de personal de apoyo para poder llegar a realizar todas las operaciones de mantenimiento programadas que nos aseguren un alto nivel de fiabilidad y dejen lugar a la maniobrabilidad para poder atender averías inesperadas.

## **5.2 Conclusiones específicas**

Las mejoras en el almacén ha sido realmente significativas, el disponer de un código de recambios y una identificación de las estanterías y almacenes y hacerlos coincidir con Linx facilita mucho la búsqueda del recambio y ahorra mucho tiempo. A su vez disponer de un almacén ordenado hace que no aparezcan elementos fuera de lugar, pero cuesta mucho de conseguir, durante el turno partido de la semana todo parece estable y ordenado pero al llegar las noches y sobre todo los fines de semana se pierde el control.

Con la nueva codificación conseguimos reducir el tiempo de búsqueda de repuestos y eliminamos la posibilidad de repuestos repetidos en el sistema, a la vez que el código indica a que sección pertenece el recambio para no dejar lugar a la duda.

También resulto mucho más sencillo a la hora de pedir un repuesto ya que cada recambio tiene su código en una pegatina y esta se le entrega al almacenero para su reposición.

A su vez, esta codificación no será útil a la hora de realizar los inventarios rotativos, estos inventarios nos permiten cotejar la realidad del almacén frente los datos del GMAO para localizar desviaciones y poder buscar porque existen estos problemas, de una manera relativamente ligera.

Por otro lado la implantación de las 5S's en el taller y en las zonas de trabajo de producción nos permite detectar deficiencias con mayor rapidez y permite reparar averías de una manera más eficaz ya que todos los elementos están identificados, localizados y limpios.

El proceso de implantación de las 5S's no es más que abrir el paso al futuro TPM que se quiere lograr conseguir en el proceso productivo futuro.

Conseguir lograr las 5S es una tarea ardua y difícil, no ha sido todo lo beneficiosa que debiera ser, ya sea por la falta de tiempo y dedicación del personal o por la falta de motivación y entendimiento de lo que esta metodología significa, falta mucho trabajo por hacer y muchas aptitudes que corregir.

La puesta en marcha del panel de control ha sido beneficiosa para tener información al instante del departamento, que trabajos se están realizando y quien los ejecuta, si existe algún trabajo que no se puede realizar, el panel ha servido como iniciativa para que los operarios se involucren un poco más en el trabajo, al mostrar indicadores de la evolución del departamento y proyectos de mejora que ellos mismos han sugerido.

La mejora del plan de mantenimiento es lento y costo, con las actualizaciones que se han llevado a cabo disponemos de órdenes de trabajo más completas y estructuradas que anteriormente, disponemos de información de recursos técnicos y humanos, tiempos, herramientas o equipos especiales, equipos de protección individuales y

operativa, a su vez ya se empieza a crear un histórico que permitirá la mejora en un futuro.

Definir las nuevas gamas de mantenimiento para las operaciones principales de secciones nos hace ser más eficaces en la revisión, ya que aseguramos el buen funcionamiento de los elementos críticos del sistema con el empleo del mínimo tiempo.

### **5.3 Trabajos futuros**

Las mejoras presentadas en este trabajo no es más que el principio de la mejora del sistema de mantenimiento actual, se debe continuar en la implantación de las 5S's con el fin de dar un cambio a la manera de trabajar, implantarlo en común en producción y mantenimiento hace que los dos mejoren por igual o que al menos todos remen en la misma dirección, la mejora continua.

Por otro lado, hay que seguir trabajando en el panel de control, todos los operarios no colaboran por igual por lo que se está estudiando premiar a los que colaboran aumentando los incentivos que reciben mensualmente y reduciéndoselo a los que no hacen.

Se debe continuar con el estudio de la planta para localizar puntos críticos de funcionamiento, hay que seguir con la distribución de las grandes revisiones en gamas que nos permiten ahorrar tiempo y controlar mejor la instalación y se debe trabajar más en cohesión con el departamento de producción desde el punto de información, es de vital importancia que si van a tener un paro por cambio de producto de varias horas informen para poder realizar mantenimientos preventivos previstos próximos o no realizados a tiempo.

Hay que seguir mejorando e implementando las órdenes de trabajo, cuanto mayor información se posea registrada más rápido y eficaz será la realización de los trabajos.

Un aspecto muy importante a corregir y mejorar es la importancia de rellenar las órdenes de trabajo en el Linx hay que continuar transmitiendo día tras día a los operarios su importancia ya que esta es la fuente de la que tomamos los datos para mejorar el plan de mantenimiento, ya sea por parte de mantenimiento correctivo repetitivos o por indicadores que nos muestran diferentes aspectos de la situación del departamento.

## ***6. Bibliografía***

1. Diagnóstico y Corrección de fallos en componentes de máquinas. Antonio José Besa González, Javier Carballeira Morado
2. Técnicas de mantenimiento industrial. Juan Díaz Navarro
3. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Francisco Javier González Fernández.
4. Fundamentos de Ingeniería de Mantenimiento SPUPV Ref. 2003.193. Vicente Macián Martínez, Bernardo Tormos Martínez, Pablo Olmeda González.
5. Sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO). SPUPV Ref.2010.618

## ***7. Anexos***

## 7.1 Orden de trabajo Mantenimiento Preventivo



### MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Orden Programada)

Nº

**021133**

SELECCIONAR RECAMBIOS CERRAR

Urgencia Necesario

Fecha revisión 25/07/2017

**FABRICA** PLANTA - Natra Cacao  
**Planta** CA - CACAO (Fábrica)  
**Area** CA04 - Molienda de Pasta  
**Linea CA** CA04-09 - Envío de Pasta a DP L3  
**Maquina** CA04-09-033 - Bomba de Pasta DP L3

**Operación** 03CAM\_BOM\_PAST\_C18 Cambio Cilindro/Pistón Bom. Mouvex Pasta a DP's C18  
**Operativa** Herramienta necesaria:

Llave de tubo 6-8-14  
 Llaves planas 13-21-32-38  
 Llave inglesa ( abertura 70mm)  
 Extractor  
 Mazo

Pares de apriete:

M8: 18 Nm  
 M16: 100 Nm  
 M24: 200 Nm

El cambio del conjunto cilindro/pistón consiste en para completamente la bomba, desmontar el conjunto, comprobar el desgaste que ha tenido y cambiarlo junto con las juntas, a su vez comprobar si hay algún desperfecto en el fuelle, y cambiar el aceite de la caja de rodamientos.

Cumplimentar el CheckList y observar la documentación aportada para su correcta ejecución.

**CheckList**

**CAMBIO DE CILINDRO PISTÓN ----->**

· Medida actual del pistón mm

· Medida actual del cilindro mm

**REVISIÓN ESTADO DEL FUELLE ----->**

· Fuelle comprobado  SÍ  NO

· Estado del fuelle 01. Correcto 02. Mal. Se debe cambiar de inmediato.

· Si Fuelle para cambiar avisado Responsable Mto.  SÍ  NO

**CAMBIO DE ACEITE ----->**

· Aceite de la caja de rodamientos cambiado  SÍ  NO

----->

· Observaciones descritas en Obser. de Cierre

SI	NO
SI	NO

· Tras el trabajo Zona Higienicamente Limpia

· Responsable del Trabajo: \_\_\_\_\_

---

**Operarios**      .CARLOS Zafra \_\_\_\_\_  
CARGAR RECAMBIOS - TALLERES \_\_\_\_\_

---

**Recambios necesarios**      04-015-037-022 Juego Juntas Bomba C18A      1 uni.  
04-015-033-022 Kit Bomba MOUVEX C18A      1 uni.

---

**Observaciones Cierre** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Conformidad
-------------

## **7.2 Orden de trabajo Mantenimiento Correctivo**



**SOLICITUD DE INTERVENCIÓN**  
(Orden No Programada)

Nº

**072820**

SELECCIONAR  RECAMBIOS  CERRAR 

**Urgencia** M. PARADA      **Usuario** M\_Pepe Villaescusa      **Día y Hora** 27/06/2016 10:20

**FABRICA** PLANTA - Natra Cacao

**Planta** CA - CACAO (Fábrica)

**Area** CA02 - Limpieza y Descascarillado

**Linea CA** CA02-07 - Tolva de Reprocesado

**Operación** 00 VER Observaciones - Maquina PARADA

**CheckList** · Fin del Trabajo Comunicado al Supervisor Mnto.:

SI  NO

· Trabajo Descrito en Observaciones de Cierre:

SI  NO

· Después del Trabajo: Zona Correctamente Limpia:

SI  NO

**Observaciones** EL TRANSFORMADOR ESTA ROTO

**Operarios** .PEPE Villaescusa

Mecánico Palacios

**Seguridad** **SEG\_TRA Seguridad en el Trabajo**  
Recuerda usar los Epi's. Son obligatorios:  
Arnés, gafas, guantes, protección auditiva, etc.  
Así como: Escaleras y herramientas en buen estado.

**Observaciones Cierre** 1 TRANSFORMADOR 250 VA p380v S 24V

Conformidad

### 7.3 Indicadores de Mantenimiento

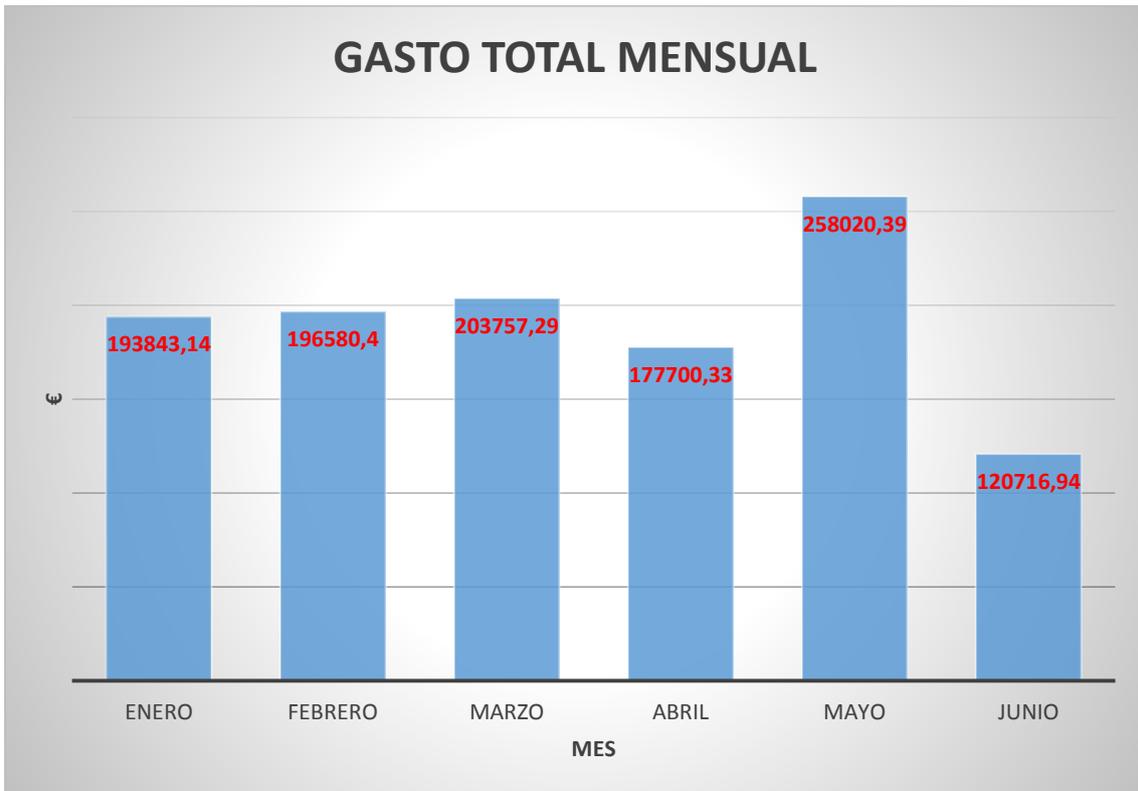


Imagen 52. Gasto Total de Mantenimiento

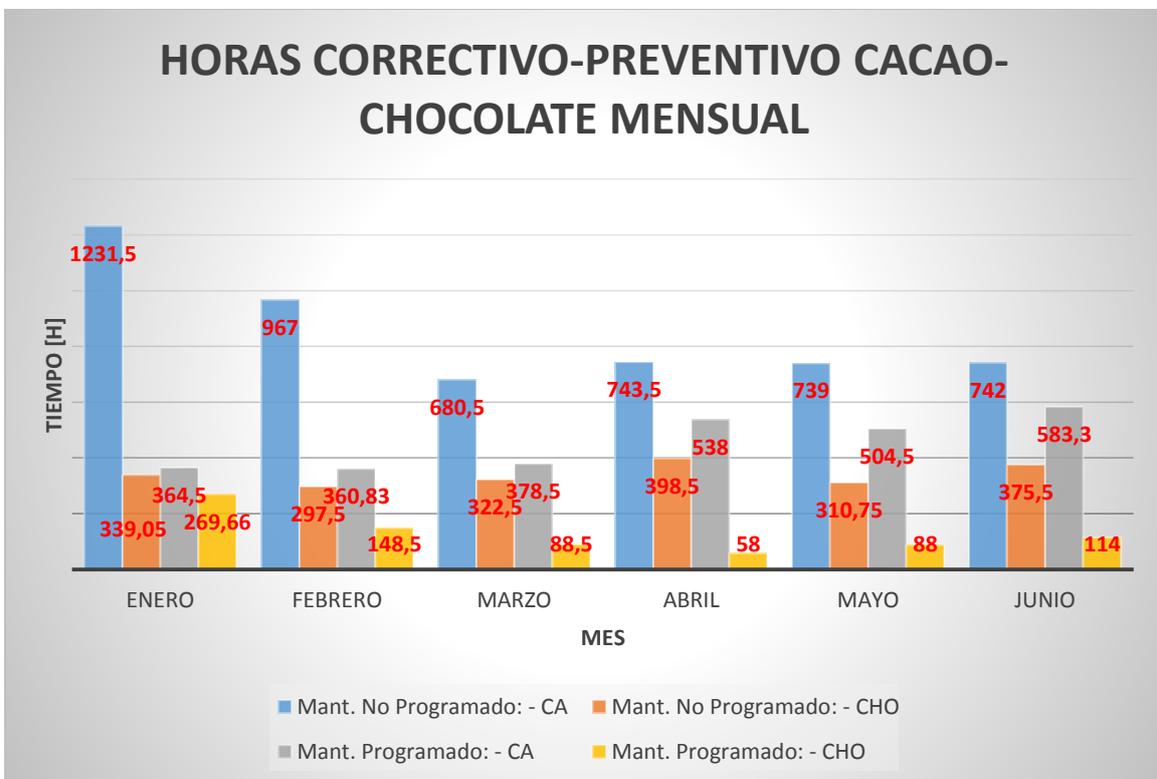


Imagen 53. Tiempo intervención Correctivo-Preventivo por plantas

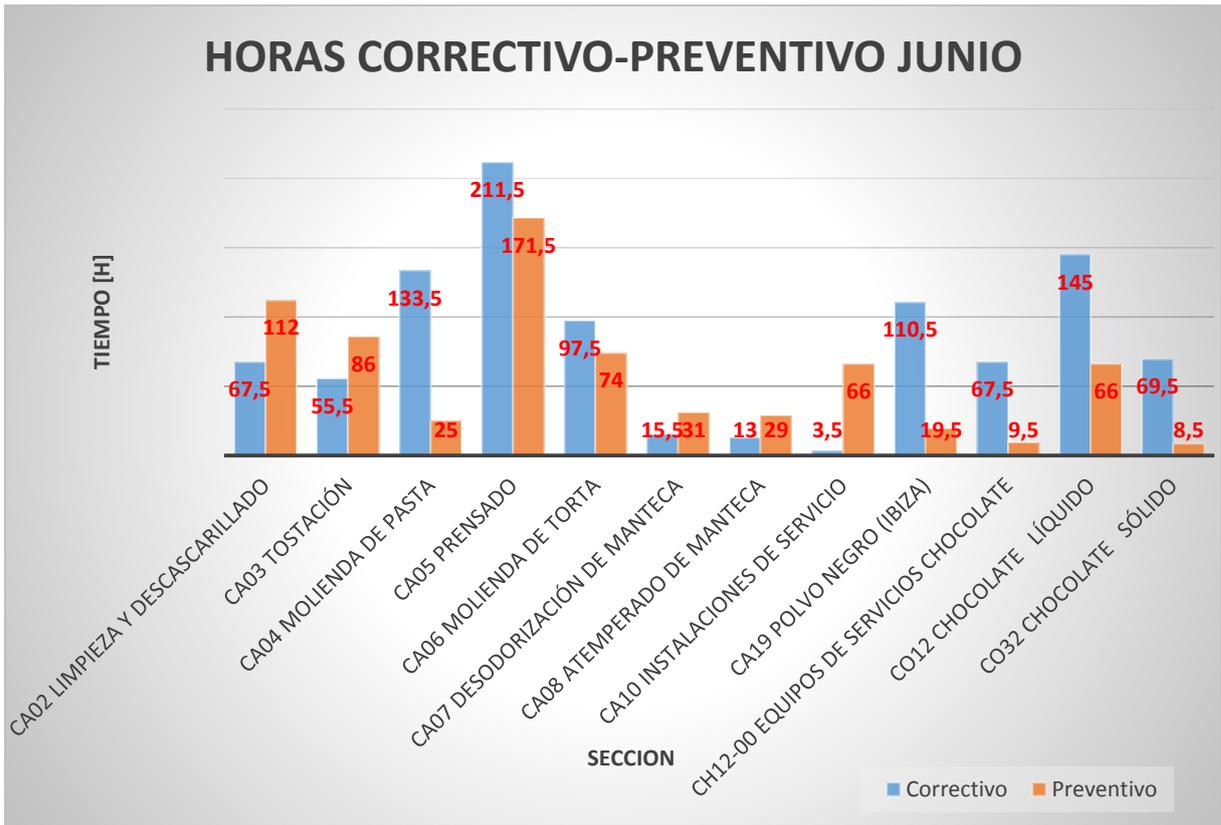


Imagen 54. Tiempo intervención por sección

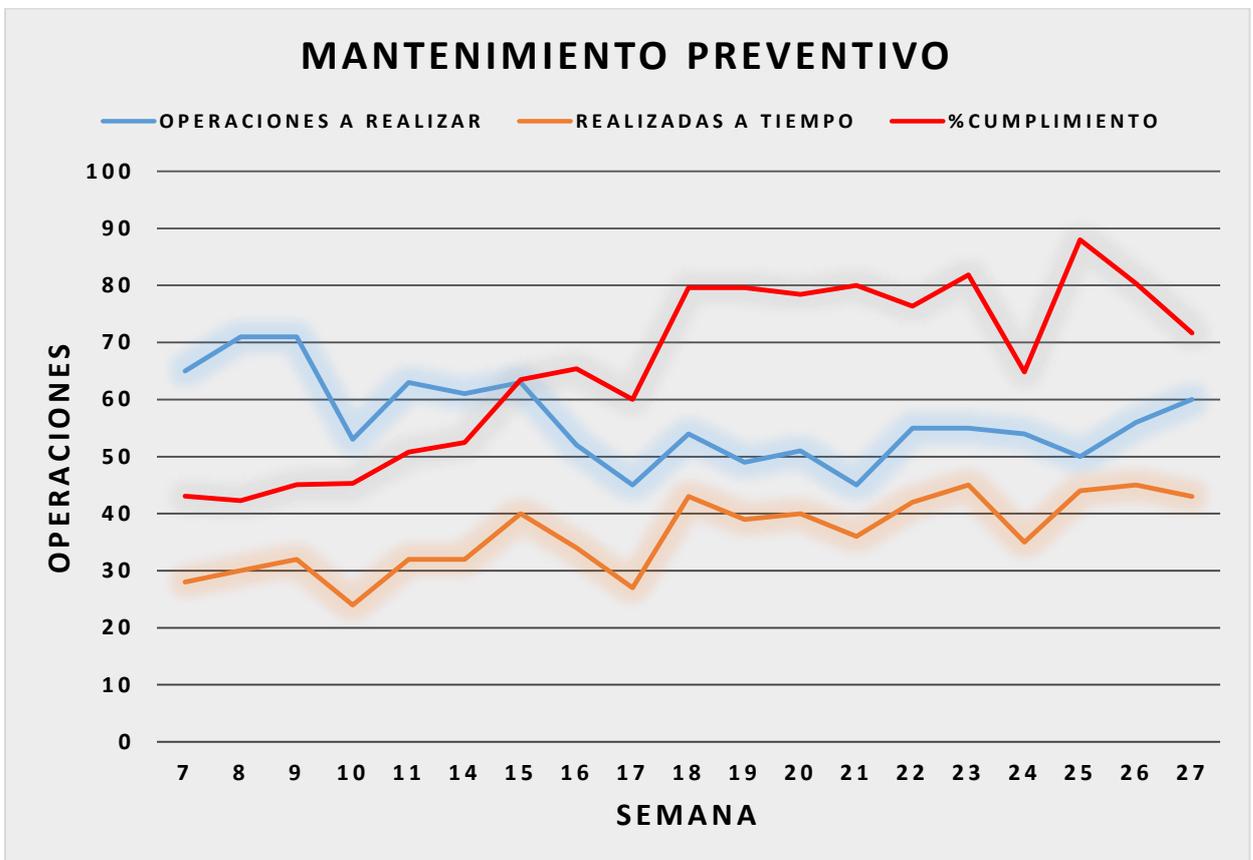


Imagen 55. Cumplimiento Mto. Preventivo semanal