



**Universidad
de La Laguna**

Proceso de reciclaje del plástico PET y plan de mantenimiento de la planta.

Trabajo Fin de Grado
Grado en Tecnologías Marinas
Marzo de 2022

Autor:
Álvaro Gómez Gurrute
45.361.566T

Tutor:
Prof. Dr. Jose Agustín Gonzales Almeida.

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería

Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval
Universidad de La Laguna

D. José Agustín Gonzáles Almeida, Profesor de la UD de Marina Civil, perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **Álvaro Gómez Gurrute** con **DNI 45361566T**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **Proceso de reciclaje del plástico PET y plan de mantenimiento de la planta.**

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 02 de Marzo de 2022.

Fdo.: José Agustín Gonzáles Almeida.

Director del trabajo.

Álvaro Gómez Gurrute. (2021-2022). Proceso de reciclaje del plástico PET y plan de mantenimiento de la planta. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

RESUMEN

En el mundo existe un gran problema dado por la cantidad de basura que se produce a diario. Desde los años 70 este ha sido un problema remarcado en los países del primer mundo debido a la generación de residuos y la contaminación que produce estos al medio debido a sus vertidos en lugares no destinados para ellos. Para aliviar el problema de los residuos se han desarrollado métodos de reciclaje, con la ayuda de estos poder reducir el impacto ambiental que se genera en el mundo. Uno de los que mayor impacto causa hoy en día es el plástico, debido a que este se genera mediante combustibles fósiles y su degradación puede llevar cientos de años. Este ha llegado a propagarse tanto que a día de hoy todo tipo de envases está hecho de dicho material y es un gran problema ya que provoca que haya residuos plásticos en exceso. Esto genera la presencia no solo de plástico si no también de microplásticos en el mar, por lo que afecta a la fauna y la flora, siendo un gran problema el cual hay que atajar. Por eso es interesante tratar el proceso por donde pasa el plástico más utilizado para generar envases, lo que se denomina como PET presente en cantidades ingentes en la vida diaria. Es un proceso simple que reduce la producción, por ende reduce el gasto energético, las materias primas que se necesitan para su creación y le da una segunda vida a esos residuos potencialmente peligrosos para el medioambiente ya que el PET es totalmente reciclable.

Al comentar el proceso de reciclaje tenemos que tener en cuenta que este se llevará a cabo en una fábrica con maquinaria que necesita llevar un mantenimiento. El mantenimiento es una acción o cúmulo de acciones que se realizan a diario con un plan detallado que abarca todos los dispositivos de la planta. Para esto se desarrollan los planes de mantenimiento para conseguir un orden en las tareas y la periodicidad para realizar los trabajos necesarios que los dispositivos estén en las condiciones óptimas de funcionamiento durante su vida útil y poder sacarle la mayor rentabilidad económica a dichos equipos.

Palabras claves: Plástico, PET, Reciclaje, Mantenimiento, Plan de mantenimiento.

Álvaro Gómez Gurrute. (2021-2022). Proceso de reciclaje del plástico PET y plan de mantenimiento de la planta. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

ABSTRACT

In the world there is a big problem that is given by the amount of garbage that is produced daily. Since the 1970s, this has been a notable problem in first-world countries due to the generation of waste and the pollution it produces in the environment due to its dumping in places not intended for it. To alleviate the problem of waste, recycling methods have been developed to reduce the environmental impact generated in the world with the help of these. One of the biggest problems today is plastic because it is generated by fossil fuels and its degradation can take hundreds of years. This has become so widespread that today all kinds of packaging is made of this material and this is a big problem since it causes excess plastic waste everywhere, this has even generated the presence of not only plastic but also of microplastics in the sea and this affects the fauna and flora, being a great problem which must be tackled. That is why it is interesting to deal with the process through which the most used plastic passes to generate containers, this is the PET present in huge quantities in daily life, this is a simple process that reduces production and therefore reduces energy expenditure, materials raw materials that are needed for its creation and gives a second life to this potentially dangerous waste for the environment since PET is totally recyclable.

When commenting on the recycling process, we have to take into account that this will be carried out in a factory with machinery that will need to be maintained. Maintenance is an action or cluster of actions that are carried out on a daily basis with a detailed plan that covers all the devices in the plant. For this, maintenance plans are developed to maintain the order of tasks and the periodicity to carry out the necessary work so that the devices are in optimal operating conditions during their useful life and to be able to obtain the greatest economic profitability from said equipment.

Keywords: Plastic, PET, Recycling, Maintenance, Maintenance plan.

Índice del TFG

1. Introducción.	3
1.1 Historia del reciclaje.	4
1.2 ¿Qué es el PET?	5
1.3 Diferentes tipos de reciclaje del PET.	5
2. Proceso de reciclaje mecánico del PET.	6
2.1 Línea de clasificación.	6
2.1.1 Cinta de alimentación.	7
2.1.2 Desbale o Desapilador.	8
2.1.3 Separador electromagnético.	9
2.1.4 Separador Balístico.	10
2.1.5 Quita-etiquetas.	11
2.1.6 Tamiz.	13
2.1.7 Separadores Ópticos	13
2.1.8 Maquinaria envuelta en el transporte del material en el proceso de clasificación.	17
2.2 Trituración.	18
2.2.1 Como es el proceso de trituración	21
2.3 Línea de lavado.	21
2.3.1 Separador aerodinámico.	21
2.3.2 Tanques.	23
2.3.2.1 Tanque de lavado de Agua caliente.	23
2.3.2.2 Tanque de agitado.	24
2.3.2.3 Tanque de separación.	25
2.3.2.4 Tanques de lavado en frío.	26
2.3.3 Sistemas de agua.	26
2.3.3.1 Criba vibradora.	27
2.3.3.2 Decantadores centrifugos.	30
2.3.4 Maquinaria envuelta en el transporte del material en la zona de lavado	33
2.4 Línea de ensacado.	38
2.4.1 Óptico bühler.	39
2.4.2 Ensacadoras.	40
2.5 Maquinaria auxiliar.	41
2.5.1 Caldera de vapor.	41
2.5.1 Instalación para el aire comprimido.	42
2.6 Finalización del Proceso del reciclado.	43

3. Plan de mantenimiento de la planta.	44
3.1 Mantenimiento preventivo.	44
3.2Mantenimiento predictivo.	46
3.3 Mantenimiento correctivo.	47
3.4 Alcance del plan de mantenimiento.	48
4. Codificación.	49
4.1 Codificación de los equipos.	49
4.2 Codificación de tareas.	51
4.3 Codificación de repuestos.	52
5. Stock mínimo para realizar el mantenimiento.	52
5.1 Herramientas.	53
5.2 Grasas, aceites y lubricantes/refrigerantes/limpiadores.	54
5.3 Repuestos más utilizados en la planta.	56
6. Tablas de mantenimiento (Preventivo).	58
6.1 Tabla de mantenimiento primer día de la semana.	59
6.2 Tabla de mantenimiento cambio de cuchillas (40 horas).	60
6.3 Tabla de mantenimiento diario.	60
6.4 Tabla de mantenimiento semanal.	62
6.5 Tabla de mantenimiento mensual.	63
6.6 Tabla de mantenimiento trimestral.	66
6.7 Tabla de mantenimiento semestral.	67
6.8 Tabla de mantenimiento anual.	67
6.9 Tabla de mantenimiento bianual.	69
7. Mantenimiento correctivo aplicado en la planta.	70
8. Conclusión.	71
9. Conclusion.	72
10. Bibliografía.	74

1. Introducción.

El plástico es uno de los derivados del petróleo que más se utiliza en el día a día, a su vez representa uno de los principales causantes de la contaminación debido a su uso excesivo afectando tanto a los humanos como a la flora y fauna del planeta, por ejemplo, en los biomas marinos se vierten al mar una media de 8 millones de toneladas al año, hoy en día el 4% de todo el petróleo extraído en el mundo se dirige hacia la fabricación de plástico y otro 4% para suministrar energía a su proceso de producción, tal como se puede observar en la siguiente gráfica, el consumo de este se ha elevado de una manera alarmante en tan solo 70 años, por este motivo es interesante tratar como se recicla uno de los plásticos más usados, el PET. El proceso por el cual pasa el plástico, y realizar un programa de mantenimiento eficiente para la planta.

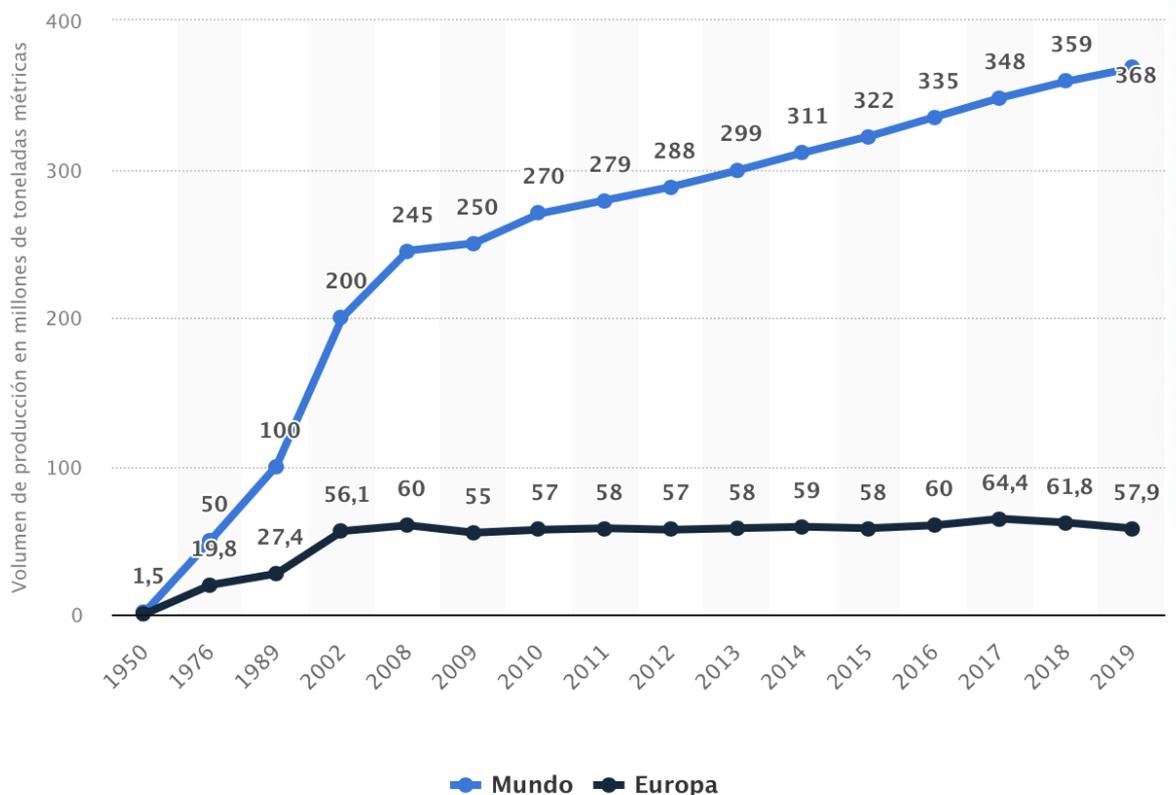


Ilustración 1. Aumento del consumo de plástico desde los 50: Fuente Statista.

1.1 Historia del reciclaje.

Desde hace 12.000 años en los tiempos del paleolítico ya había indicios de que el ser humano empezaba a reutilizar utensilios creados con materiales naturales debido a su difícil creación, pero no es lo mismo reutilizar que reciclar, ya que el primero se basa en reutilizar lo que se tiene y el segundo en la separación de basura para su reutilización.

Hace 5.000 años en Atenas se excavaron los primeros vertederos donde se separaba y seleccionaba la basura para incluso venderla, desde ese entonces ya existían normas en las cuales se obligaba a estar al menos a 1 km de distancia de las ciudades. Hace 4.000 años en China usaban métodos de reciclaje de bronce.

En 1970 en el primer día de la celebración mundial de la tierra se dio a conocer el logo de reciclaje que utilizamos en la actualidad creado por el estadounidense Gary Anderson.



Ilustración 2. Logo del reciclaje. Fuente internet.

Fue a partir de esa época que el reciclaje se volvió un tema recurrente en las cumbres del mundo moderno debido a la cantidad de residuos que se generaban. En el presente el reciclaje se va integrando en todos los procesos industriales de la mayoría de países, y gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología ésta ha permitido la creación de materiales que pueden ser reciclados y reutilizados.

1.2 ¿Qué es el PET?

El PET, también conocido como Polietileno tereftalato-poliéster, es un plástico que se obtiene a partir del etileno y el paraxileno. Fue creado por J. R. Whinfield y J. T. Dickson en el año 1941, este es ampliamente utilizado para realizar envases debido a su transparencia, dureza y resistencia además de ser totalmente reciclable.

Se pueden distinguir tres tipos de usos para el PET:

- PET textil utilizado para sustituir en un principio las fibras naturales.
- PET film.
- PET para botellas.

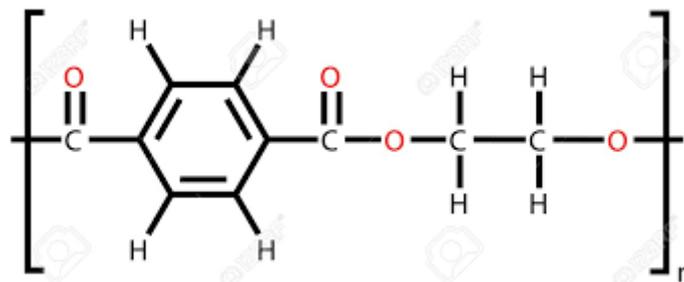


Ilustración 3. Fórmula estructural del PET. Fuente: internet.

1.3 Diferentes tipos de reciclaje del PET.

Para el proceso del reciclaje de este tipo de plástico hoy en día se cuenta con tres diferentes métodos que son los siguientes:

- Reciclaje energético. Esta es la forma más sencilla de darle un uso alternativo al plástico usado pero a su vez es la menos ecológica y la que más contamina, ya que esta se basa en quemar el plástico para la producción de calor.

- Reciclaje químico. Este método se puede hacer de diferentes maneras pero las más usuales son la metanólisis y la glicólisis, mediante estos dos procesos el PET se deshace y se separan las moléculas que lo componen.
- Reciclaje mecánico. Este es el proceso más utilizado, el PET pasa por diferentes procesos como: clasificado, triturado, lavado entre otros para que una vez el material está triturado se pueda fundir para darle una nueva vida.

2. Proceso de reciclaje mecánico del PET.

La cadena del reciclaje de este producto empieza con las entidades que se encargan de la recogida de residuos, estas mismas tras su recogida separa y selecciona los diferentes tipos de desechos que irán cada uno a su lugar correspondiente ya sea para su reciclado o su desecho total. Al hablar del plástico, dichas empresas compactan y amarran balas del mismo para su venta a las empresas recicladoras que están a la espera del material para su procesado. Estas balas se transportan mediante trailers, una vez llegan a la fábrica son descargadas por los operarios ayudados por sus carretillas elevadoras. Aquí es donde comienza el proceso de reciclaje dentro de las instalaciones.

2.1 Línea de clasificación.

Cómo se comentó anteriormente, el producto viene previamente compactado y amarrado con un peso de alrededor de 220 kg a 240 kg por bala. El primer paso es desamarrar el producto, este viene amarrado con 3 ó 4 alambres que lo mantienen de una sola pieza, posteriormente un operario se encargará de cortar dichos alambres y de poner el material en la cinta de alimentación para que inicie su camino hacia el interior de la factoría.



Ilustración 4. Balas de plástico. Fuente: trabajo de campo.

2.1.1 Cinta de alimentación.

La primera máquina envuelta en el proceso es el alimentador, se trata de una cinta compuesta por un lado motriz que cuenta con un equipo motorreductor y un lado conducido el cual no es más que un tambor para ayudar a conducir y mantener tensa la cinta. Esta se usa para transportar el material desde el patio-almacén hasta la siguiente etapa.

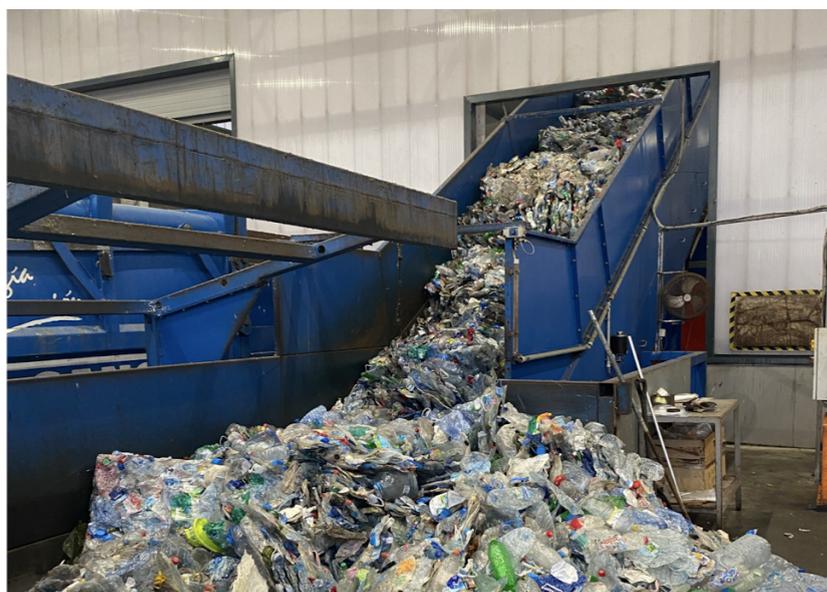


Ilustración 5. Cinta de alimentación. Fuente: trabajo de campo.

2.1.2 Desbale o Desapilador.

A continuación viene el desbale, este se encarga de separar las botellas que vienen compactadas en bloques y necesitan ser individualizadas.

La prensa empuja el material hacia el rotor dentado y este va golpeando los bloques separando las botellas que caen al sin fin que las transporta hacia la siguiente cinta, así mismo quita los alambres de hierro que hayan podido quedarse dentro de la bala enredándose en el mismo eje. El desbale también se encarga de comandar a la cinta de alimentación con la ayuda de unos sensores que indican qué tan lleno se encuentra para aumentar la demanda de plástico o disminuirla.

El desapilador cuenta en su interior con:

- Un rotor dentado.
- Dos equipos motorreductores conectados mediante correas y unas poleas reductoras al rotor.
- Un equipo hidráulico que cuenta con una prensa que trabaja a una presión nominal de 100 bar.
- Un tornillo sin fin horizontal.

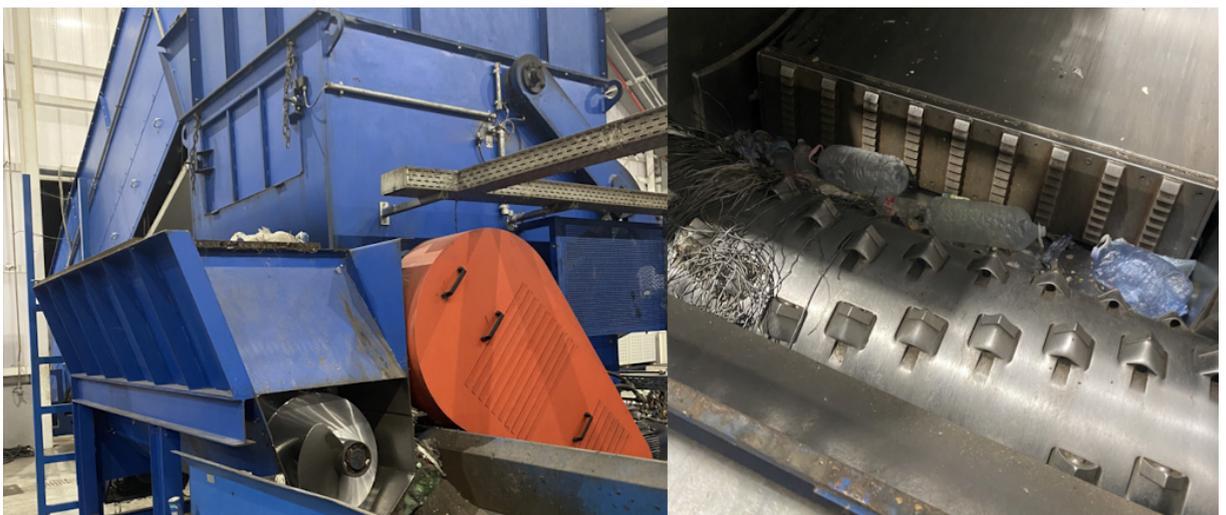


Ilustración 6. Deslave o desapilador. Fuente: trabajo de campo.

2.1.3 Separador electromagnético.

El separador electromagnético es la siguiente fase, pues las balas pueden venir con elementos metálicos los cuales han de ser eliminados.

La función de esta máquina es captar los elementos ferromagnéticos que pasen bajo ella con la generación de un campo magnético. El bloque genera el campo constante mientras que la cinta gira continuamente expulsando los desechos.

Esta máquina consta de:

- Un bloque electromagnético. encargado de producir el campo,
- Un motorreductor encargado de mantener la cinta en un movimiento constante,
- Un tambor en el lado conducido
- Unos rodillos estabilizadores para mantener la cinta centrada.

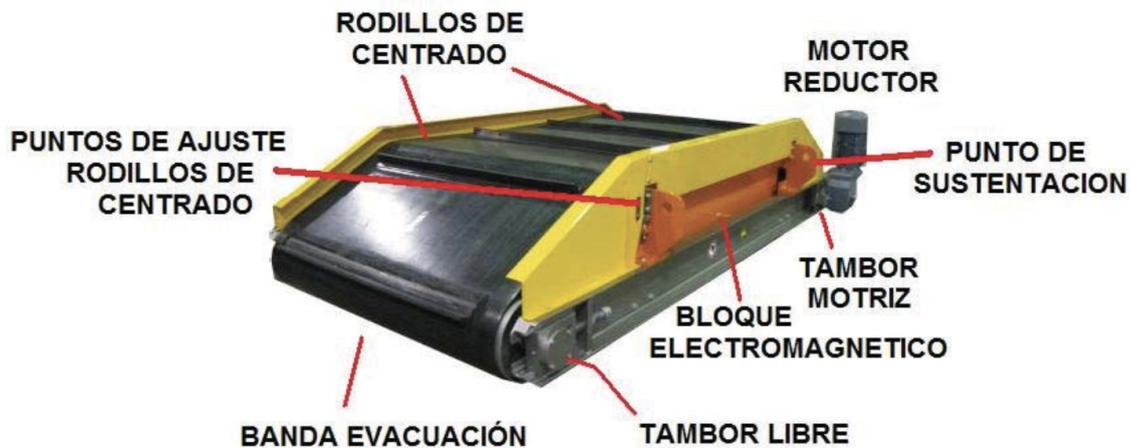


Ilustración 7. Separador electromagnético. Fuente: Manual de la máquina

Este dispositivo se coloca encima de una cinta que después de pasar el imán llega a la siguiente etapa del ciclo pero, ¿qué pasa con el material que desecha el separador? Este cae a una cinta que da a la compactadora que se lleva toda la basura que van desechando las máquinas de la instalación. Sobre esta cinta se hablará varias veces, nos referiremos a ella como M43.

2.1.4 Separador Balístico.

Al separador balístico va a dar el plástico tras su paso por el imán. Este se encarga de separar el material gracias a la acción de un cigüeñal ubicado transversalmente en la parte inferior de la rampa. La inclinación y el movimiento permite la separación del material que cae en tres emplazamientos diferentes dependiendo del peso del mismo, primero lo más ligero, como el papel y las bolsas de plástico. Segundo, el peso medio como la arena y restos orgánicos, y por último lo más pesado y rodantes, las botellas de plástico. Los dos primeros vienen a dar a la M43 y las botellas continúan el proceso hacia el quita-etiquetas.

Este consiste en:

- Una rampa inclinada formada por una láminas perforadas.
- Un motorreductor.
- Un cigüeñal transversal.

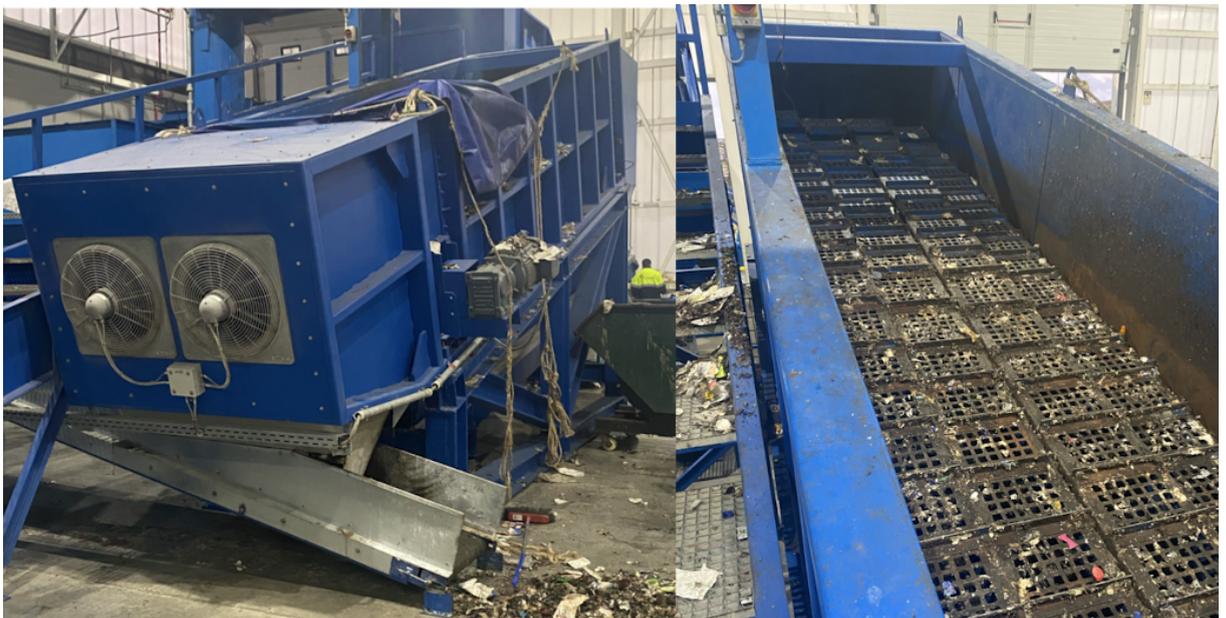


Ilustración 8. Separador balístico. Fuente: trabajo de campo.

2.1.5 Quita-etiquetas.

Una vez el material pasa por el balístico en teoría este debería ser en su totalidad botellas, pero éstas vienen con tapones y etiquetas que deben removerse ya que podrían contaminar el producto final debido a que son de materiales diferentes. Para esto se utiliza el quita-etiquetas que puede llegar a procesar 4000kg/h. El material entra al equipo y este cae en el eje el cual está rodeado por una malla en la que hay tornillos apuntando al mismo (el material se desplaza entre ambos), estos se encargan de deshacerse de las etiquetas y anillas que se quedan atrapadas en ellos. Esta máquina es de suma importancia debido a que si entra mucho material, y si el consumo (Amperios) sube puede llegar a parar la planta aguas abajo. Un beneficio colateral de que el material pase por esta máquina es que ayuda a quitar el barro y la suciedad que pueda venir de las botellas, ya que hay que recordar que dependiendo del vertedero que vengan van a estar más limpias o menos.

Este se basa en:

- Un eje con aletas en todo su largo.
- Una malla metálica.
- Un motor eléctrico conectado al eje mientras poleas reductoras y correas.



Ilustración 9. Quita-etiquetas vista exterior. Fuente: trabajo de campo.



Ilustración 10. Quita-etiquetas vista interior. Fuente: trabajo de campo.

2.1.6 Tamiz.

Este dispositivo es el paso previo a la última máquina del proceso de clasificación, se basa en 10 ejes que cuentan con estrellas de goma movidas por dos motorreductores. La distribución se hace mediante cadenas, el tamiz se encarga de recoger todo tipo de residuos no útiles como pueden ser bolsas, cuerdas y demás objetos extraños que hayan llegado hasta este punto cayendo a la M43. También ayuda a que la entrada de las botellas a la siguiente etapa se haga de una manera constante y distribuida.



Ilustración 11. Tamiz. Fuente: trabajo de campo.

2.1.7 Separadores Ópticos

La planta cuenta con 3 separadores ópticos, dos en serie y otro que revisa lo que los demás han desechado para tener la menor merma posible de PET.



Ilustración 12. Ópticos. Fuente: trabajo de campo.

El material sale del tamiz y cae en la primera cinta, esta se encarga de transportar el material. Este deberá entrar de la manera más uniforme y distribuida posible.

La cinta gira a una velocidad entre 2,5 a 3,8 m/s dependiendo de la demanda del sistema. Ambas condiciones son de suma importancia para no afectar a los dos pasos que le siguen.

El segundo dispositivo se ubicada en la mitad de la cinta, este se basa en una camara en la parte superior que se encarga de hacer un primer reconocimiento del material que se desliza sobre la cinta (busca diferenciar los siguientes materiales: metal, PVC, plastico de color y multicapas, que es un tipo de envase compuesto por dos plasticos), debajo de estas se encuentran dos filas de 10 lamparas halogenas, una delante y otra fila detras de la lente, que son las encargadas de alumbrar la cinta para que el material este bien iluminado y se pueda separar como es debido.



Ilustración 13. 1º cámara del óptico Fuente: trabajo de campo.

El último dispositivo está compuesto por varios equipos, como es una segunda cámara, un bloque compuesto por 120 válvulas neumáticas y dos salidas para el material,

una para el material que sigue en el circuito y otro para el rechazado. El primer equipo se encarga de la lectura final, así comandando al bloque de válvulas que le precede el qué y cuándo hacerlo. Como se ha comentado anteriormente la máquina tiene que tener una velocidad mínima y una máxima, esta se establece con la finalidad de que el bloque de válvulas pueda ejercer bien su papel dado que la manera de separar en el óptico es mediante chorros de aire comprimido, pero ¿cómo funciona? Las cámaras, tras su lectura, le indican al bloque de válvulas si tiene que dejar pasar el plástico para que continúe su viaje, ya sea al siguiente óptico o dar una rafaga de aire para impulsar el objeto hasta el segundo compartimento que se dirige a la M43, es decir aquí iría el material rechazado.



Ilustración 14. interior del óptico- bloque de válvulas Fuente: trabajo de campo.

En esta planta hay 3 ópticos utilizando diferentes configuraciones que viene ya preinstaladas en el mismo, el primer óptico tras el tamiz se encarga de rechazar metales y PVC, si el material del óptico 1 continua pasa al segundo que se encarga de quitar color y multicapas, tras este el material aceptado pasa a un cubículo en el cual se almacena el

material para su posterior procesado, pero y ¿qué pasa con el material rechazado? En el caso del segundo, el material va directo a la M43, pero el del primero pasa a un tornillo sin fin que transporta el material a un tercero que desecha metal y color que acaban en la M43, pero el material que pasa se vuelve a enviar al primero.

El óptico es un dispositivo que cuenta resumidamente con:

- Una cinta movida por un motorreductor.
- Dos cámaras.
- Un bloque de válvulas neumáticas.

2.1.8 Maquinaria envuelta en el transporte del material en el proceso de clasificación.

En este apartado se expondrá la maquinaria que se ve involucrada en el transporte del material entre cada máquina definida con anterioridad.

En clasificación se utilizan básicamente los siguientes equipos para el transporte:

- Cinta para el material aceptado.

Estas cintas se caracterizan por ser de un tamaño superior a las siguientes ya que la cantidad de material que pasa por ella es superior. Su funcionamiento se basa en un lado motriz que se constituye por un tambor, el cual es conducido por un motorreductor trifásico, y la mayoría de estas vienen con variador de frecuencia para poder controlar la velocidad. En el otro extremo se encuentra un segundo tambor conducido que se encarga de tensar la cinta, además de contar elementos auxiliares como son los baberos para evitar que la basura entre dentro de la cinta, pero si esto pasara se encuentran unos rascadores con forma de “V” invertida que se encargan de sacar la basura de su interior. Cuenta también con polines que no son más que rodillos que ayudan a sostener la cinta. Por último unos cepillos que se suelen colocar debajo del tambor conducido para que limpie la cinta.

- Cinta para el material rechazado.

Estas cintas se constituyen de los mismos componentes pero de menor tamaño, ya que estas cintas suelen llevar menos materiales y terminan llegando al mismo punto, la M43.

- Tornillos sin fin horizontales.

El principio del tornillo sin fin en la planta se utiliza para impulsar el material. Su funcionamiento y componentes son bastantes simples, este se constituye por el tornillo, un motor eléctrico que transmite directamente el movimiento al tornillo mediante cadenas.

- Tornillos sin fin verticales.

La única diferencia de éste en comparación con el anterior es su posición vertical y que, debido a las fuerzas transversales al sentido de giro que se pueden ejercer en el eje, cuenta con un tensor de cadena para reducir al mínimo los efectos de esa fuerza que se provoca por el material al pasar.

2.2 Trituración.

Una vez el material ha pasado por el óptico, el plástico se almacena en un depósito, ya que la siguiente parada es el molino, una parte fundamental en este proceso que se encarga de triturar el plástico dejándolo listo para su posterior lavado, ensacado y distribución.

Primero la cinta lleva el material a la tolva de admisión del molino en el cual se encuentran unos sin fines que impulsan al material hacia el eje, el cual está cubierto por dos filas de 7 cuchillas a cada lado del motor, estas se denominan cuchillas rotativas. En la parte de delante y de detrás del rotor se ubican otras 4 cuchillas, estas sin embargo, al estar puestas en el cuerpo del molino no se mueven y se conocen como cuchillas fijas. Estas cuchillas se enfrentan a las móviles para que a la hora de que el molino gire estas hagan un efecto tijera entre ellas consiguiendo cortar el plástico. El espacio existente entre ambas es casi inexistente para que el corte sea efectivo y esto se consigue regulando las cuchillas fijas desde el cuerpo del molino con unos tornillos que las empujan para acercarlas lo máximo posible a las rotativas.

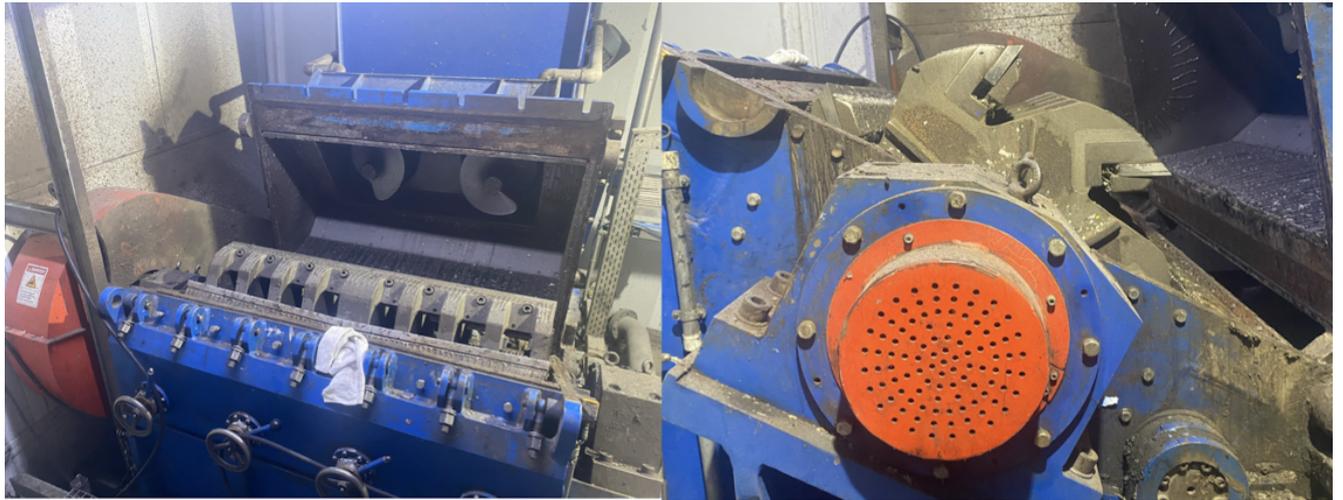


Ilustración 15. Interior del molino. Fuente: trabajo de campo.

Debajo del rotor se encuentra la criba, es la encargada de dejar pasar el material cuando está cortado en un tamaño específico. Este tamaño viene dado por el diámetro de las perforaciones en la misma son de 14mm de diámetro, estas se cambian una vez tengan un espesor en su cuerpo de menos de 5mm.



Ilustración 16. Criba. Fuente: trabajo de campo.



Ilustración 17. Molino. Fuente: trabajo de campo.

El molino también cuenta con un circuito de agua que tiene dos funciones principales, ayudar al material a fluir mejor entre la criba llegando así a la siguiente etapa del proceso y la segunda, refrigerar el mismo ya que debido al giro constante, el rozamiento entre plástico y cuchillas es un equipo que genera bastante calor .

Esta máquina es capaz de procesar hasta 1400 kg/h. Es un dispositivo de alto valor debido a su finalidad y precio, en él se presta bastante cuidado con el material que entra ya que si accede un metal dentro podría destrozar el molino causando así una parada de la producción y una gran pérdida económica para su reparación.

El molino cuenta en la parte exterior:

- Un motor eléctrico principal que se encarga mediante poleas y correas en transmitir el movimiento al rotor.
- Dos motores eléctricos de menor tamaño que mueven unos tornillos sin fin.
- Una unidad hidráulica que se ocupa de abrir y cerrar la tolva de admisión además de subir y bajar la criba de su interior todo esto para su mantenimiento.

En el interior de la máquina se encuentra:

- Dos tornillos sin fin en la tolva de admisión.
- El rotor.
- La criba.

2.2.1 Como es el proceso de trituración

Cuando el material entra a la tolva de admisión es empujado por los tornillos sin fin directos al centro del molino donde se encuentran las cuchillas, empieza a ser triturado y con la ayuda del agua es capaz de pasar la criba. Este sigue su camino hasta una centrífuga (dicho elemento será definido en la zona de lavado), aquí el material se separa del agua y es transportado a un depósito de almacenamiento mediante ventiladores y tuberías.

2.3 Línea de lavado.

Llegados al punto en el que el plástico sale del molino, este está sucio con restos de pegamentos e impurezas. Este problema se soluciona en el lavado, el material pasa por diversos tanques que cuentan en su interior con agua a diferentes temperaturas, además de químicos para su limpieza.

2.3.1 Separador aerodinámico.

El primer paso del material tras pasar por silo donde se acumula es el separador aerodinámico. La principal función es separar el papel (etiquetas) del plástico con la ayuda

de los ventiladores que se encargan de ejercer una presión negativa (succión) capaz de extraer el papel pero no el plástico, debido a su diferencia de peso. En la planta nos encontraremos 3 separadores, primero antes del lavado caliente, segundo antes del de separación y por último antes del Bühler (se explicará más adelante). El material (papel) extraído por los ventiladores se transporta hasta la zona de ensacado para su desecho.

El separador aerodinámico está compuesto por:

- Rotoválvula con su ciclón que se encargan de suministrar el material a la estructura de una manera progresiva y controlada.
- Una estructura con forma de Zic-Zac para que el material caiga de tal manera que en cada esquina el material se frene y caiga más despacio.
- Un ventilador por Zic-Zac conectado a su parte superior, para la extracción del papel.
- Un Tornillo sin fin para empujar el plástico una vez pase el Zic-Zac.
- Un ventilador tras el sin fin que se encarga de transportar el material al lavado caliente.



Ilustración 18. Separador aerodinámico. Fuente: trabajo de campo.

2.3.2 Tanques.

En esta fase el producto pasa por diferentes tanques que tienen papeles distintos, pasarán de uno de lavado en caliente, uno de agitación, otro de separación y por último uno de lavado en frío.

La finalidad de estos es dejar el PET lo más limpio y transparente posible ya que esto afectará al resultado final.

2.3.2.1 Tanque de lavado de Agua caliente.

Desde el separador aerodinámico el material es transportado al primer tanque.

El material entra y comienza a girar debido a la acción de las hélices, el líquido de este tanque está compuesto por agua y dos químicos, sosa cáustica (para eliminar el pegamento y la suciedad) y detergente (para darle brillo al material).

Con el giro de la hélice conseguimos impulsar el material a la parte inferior del tanque. Aquí se encuentra con un tornillo sin fin que se encarga de subir el material para sacarlo hacia la centrífuga para que este pase al siguiente tanque.



Ilustración 19. Tanque de lavado. Fuente: trabajo de campo.

Dicho depósito cuenta con:

- Una rotoválvula que se encarga de la entrada progresiva del material.
- Una toma de vapor para calentar el agua ya que estos tanques tienen que tener cierta temperatura para poder remover el pegamento e impurezas en el material. La temperatura nominal del tanque es de 80-85 grados centígrados y la temperatura mínima a la que se puede trabajar es a 75°C ya que por debajo de eso el lavado no serviría y la planta se pararía.
- Una hélice, se encarga de remover el interior del cubículo, esta es conducida por una unidad motorreductora.
- Tornillo sin fin impulsado por un motorreductor, este se encarga de coger el material desde el fondo del tanque y subirlo hasta su salida a la centrífuga.

2.3.2.2 Tanque de agitado.

Este tanque es el siguiente paso del producto, aquí el material solo es removido por una hélice mientras va saliendo impulsado por una bomba. El tanque tiene una peculiaridad que es la siguiente, tiene dos puntos, un límite superior y otro inferior marcados por sondas. Si el tanque se encuentra en el límite superior este para de llenarse hasta que baja al límite inferior y empieza a llenarse de nuevo.



Ilustración 20. Tanque de agitado. Fuente: trabajo de campo.

2.3.2.3 Tanque de separación.

Tras el primer lavado caliente del material y pasar por el agitador, entra a un tanque especial que cuenta con dos aperturas, una en la parte superior y otra en la parte inferior.

¿Para qué se utiliza un tanque con estas características? Esto es debido a como se ha explicado anteriormente, el PET se utiliza en su mayoría para botellas y estas vienen con tapones que son de Polipropileno, un tipo de plástico diferente, y al ser triturados juntos llegan al mismo punto. Entonces este se utiliza para separar ambos materiales, ya que sus densidades son diferentes (PET $1,38 \text{ g/cm}^3$ y Polipropileno $0,90 \text{ g/cm}^3$). El material más pesado se decanta cayendo al fondo mientras que el más ligero al ser menos denso que el agua flota y sale por la apertura superior.

Aquí ambos materiales se separan, el Polietileno tereftalato-poliéster sigue un camino más largo mientras que los tapones caen en una centrífuga para su secado y tras esta son transportados directamente a la zona de ensacado.



Ilustración 21. Tanque de separación. Fuente: trabajo de campo.

2.3.2.4 Tanques de lavado en frío.

En estructura este es igual que el lavado en caliente pero su función es simplemente aclarar el material para quitar cualquier resto de químico, suciedad y detergente en él.

2.3.3 Sistemas de agua.

Como se ha visto con anterioridad, el agua es fundamental en este ciclo de lavado y en el de trituración pero ¿esta agua se utiliza una vez sin más y se desecha o tiene algún método de reutilización? La respuesta es sí, la planta cuenta con 4 circuitos cerrados de agua que se basan casi en la misma maquinaria los cuales se utilizan para la limpieza del agua para volver a ser utilizada.

En los casos del agua utilizada en el molino y en el lavado caliente se utiliza una máquina más, el decantador centrífugo. En común todos tienen una criba vibradora.

El principio del sistema de reutilización de agua es el mismo para los cuatro, el agua sale de la centrífuga en cuestión (ya sea molino, lavado caliente o frío) esta sale impulsada mediante una bomba que se desplaza mediante tuberías hasta llegar a su respectivo destino.

El primer dispositivo que se encuentra es la criba vibradora, separa los residuos que vengan con el agua (que en este caso es basura o trozos de plástico muy fino que se escaparon por la malla de la centrífuga). Una vez el agua es filtrada, esta cae a un depósito en el cual se acumula y en el caso del agua fría ya estaría listo para volver a utilizar, pero para los demás el proceso continuaría, debajo del depósito se encuentran unas bombas que impulsan el líquido hasta una centrífuga, que se encarga de separar las partículas sólidas en el líquido y así el agua queda limpia para volver a utilizarla. También se encuentra un tanque de compensación conectado a los 4 sistemas debido a que pueden haber pérdidas de agua.

2.3.3.1 Criba vibradora.

La primera etapa se encarga de separar los residuos sólidos que venga en la misma.



Ilustración 22. Criba vibradora. Fuente: trabajo de campo.

La criba se compone por tres partes fundamentales:

- La malla o criba metálica. Encargada de filtrar el agua y separar los desechos que caen por un desahogo.



Ilustración 23. Malla metálica. Fuente: trabajo de campo.

- Motores vibradores. Estos son unos motores eléctricos que tienen montados en su eje una masa desequilibrada, y su giro genera la fuerza centrífuga causante de la vibración circular. La vibración de los mismos se puede ajustar cambiando el ángulo de las masas y la velocidad de giro del motor. Estos están situados bajo la criba, se encargan de hacerla vibrar para facilitar el filtrado del líquido y a su vez sacude los sólidos de tal manera que estos avanzan hacia el desahogo.



Ilustración 24. Motor vibrador. Fuente: trabajo de campo.

- Tanque almacén. Se encuentra justo debajo del emplazamiento de los vibradores conectado a él mediante unos Silentblock que se encargan de amortiguar las vibraciones, ya que si estas se transmitieran a la estructura podría crear diferentes problemas como rotura de soldaduras, además de no ser ergonómico para los operarios que circulen esa área. Su función principal es acumular el agua.

- Bomba boerger de lóbulos. Esta bomba se localiza justo debajo del depósito. Se compone de un motor eléctrico conectado a la boerger que impulsa el agua con el giro de los lóbulos impulsando el líquido hasta la siguiente etapa.



Ilustración 25. Bombas boerger. Fuente: trabajo de campo.

2.3.3.2 Decantadores centrífugos.

En la planta se cuentan con dos de las siguientes máquinas, uno destinado al circuito de agua caliente y otro al circuito del molino. Este equipo funciona como una centrífuga separando el material gracias a la aceleración centrífuga generada por el giro. Este cuenta con un motor eléctrico encargado de generar la energía motriz y transmitirla mediante correas al eje del decantador.



Ilustración 26. Decantador centrífugo. Fuente: trabajo de campo.



Ilustración 27. Interior del decantador. Fuente: trabajo de campo.

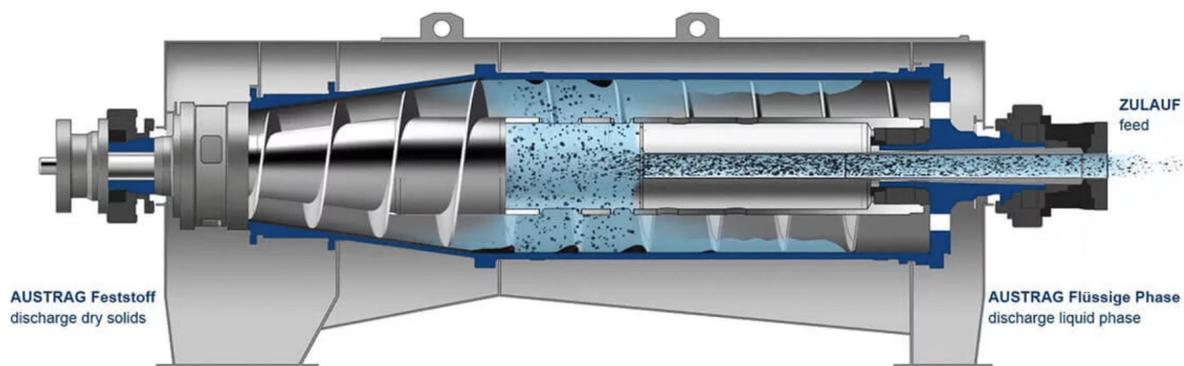


Ilustración 28. Esquema del decantador centrífugo. Fuente: flottweg

A continuación se expondrán las diferentes partes de este:

- Tambor del decantador. Este tiene una forma cónica y cilíndrica. En este el material alcanza la máxima velocidad, por lo tanto se pega a las paredes debido a la fuerza centrífuga y a su alta densidad.
- Tornillo del decantador. El tornillo gira a una velocidad diferente que el decantador, se encarga de transportar los desechos de manera constante hacia la zona de descarga. La velocidad se puede regular para conseguir una mayor o menor cantidad de partículas sólidas en el agua.
- Descarga de sólidos. Desde aquí los sólidos son descargados, cuenta con raspadores que se encargan de remover los residuos que se quedan pegados a la carcasa para evitar que la salida se obstruya.
- Descarga de líquido. El líquido fluye hacia la parte cónica final listo para ser suministrado de nuevo al circuito.

El agua tras pasar por estos dispositivos ya queda lista para volverla a meter en el circuito que le corresponda, gracias a estos se puede reutilizar el agua así evitando tanto una pérdida económica como un malgasto de un recurso tan importante.

2.3.4 Maquinaria envuelta en el transporte del material en la zona de lavado

A lo largo de la zona de lavado se han comentado ciertas máquinas que se encargan del transporte del material sin llegar a definir las, por lo que en este apartado se pasará a explicar su uso y su funcionamiento.

En la siguiente imagen se podrá ver el conjunto de las tres máquinas envueltas en este proceso aunque son 4.



Ilustración 29. Centrífuga, ventilador de transporte y electrobomba caprari. Fuente: trabajo de campo.

Los siguientes equipos son:

- Centrifuga. Esta es el siguiente paso del material tras pasar por los tanque de lavado, su función principal es quitarle la mayor cantidad de agua al mismo antes de que pase al siguiente tanque de lavado (tras el lavado en frío el material pasa por dos centrifugas en serie para que el material vaya bien seco a la siguiente zona el ensacado).

La centrifuga se compone de dos partes:

La superior donde se encuentra un rotor con unas pequeñas aletas a lo largo del mismo y una malla que rodea a este, el rotor (este está conectado a un motor eléctrico que mediante poleas reductoras y correas traspassa el movimiento al rotor) al girar hace que el plástico choque con la criba así expulsando el agua y con la forma de las aletas impulsan el material hacia adelante sacándolo de la centrifuga, esta salida conecta con el ventilador de transporte.

Su segunda parte es un depósito que tiene justo debajo donde cae el agua y está conectado a la bomba.

Comentar una peculiaridad y es que a los tanques de las centrifugas se le añade mediante unas pequeñas bombas dosificadoras un líquido antiespumante, la sosa y el detergente (en el caso de la centrifuga del molino).



Ilustración 30. Centrifuga. Fuente: trabajo de campo.

- Ventiladores de transporte. Este equipo se compone básicamente de un motor eléctrico conectado a un eje mediante correas y poleas, este eje es sujetado por dos rodamientos y al final del mismo se encuentra un impulsor encerrado en una carcasa con la entrada detrás, y la salida en la parte superior.

El ventilador se puede encontrar conectado a diversos equipos no solo a las centrifugas (como puede ser en los separadores aerodinámicos, en el tanque de almacenamiento, el bühler) ya que este es el encargado de mover el material, como se comentó el material entra por la parte trasera del mismo y el eje al girar lo impulsa hacia su siguiente parada mediante tuberías. Al verse envuelto en diferentes procesos hay ventiladores conectados a variadores de frecuencia para variar su velocidad de giro en base a la demanda de la planta y otros que giran en un régimen constante.



Ilustración 31. Ventilador de transporte. Fuente: trabajo de campo.

- Electrobombas Caprari. Esta bomba se encarga de impulsar el líquido que queda en los tanques de las centrífugas llevándola a la zona de tratamiento del agua .

Estas bombas en principio están diseñadas para estar sumergidas así que son bombas monoblock por lo mismo a estas se le acopla un pequeño ventilador destinado a refrigerarlas.



Ilustración 32. Bomba Caprari. Fuente: trabajo de campo.

- Rotoválvulas y ciclón. Estos se monta juntos, la rotoválvula consta de una carcasa, dentro de esta hay un eje con 6 aletas en las cuales se aloja el material, un equipo motorreductor que hace girar el eje, al girar el plástico va cayendo a su lugar correspondiente. Se usan para que la entrada de PET sea progresiva.

El ciclón se monta encima de la rotoválvula, tiene forma cónica con tres agujeros en el mismo en la parte baja para la conexión a la rotoválvula, en el medio para la entrada del material y en la parte superior para la extracción de aire ya que el material que entra al mismo es transportado por el ventilador que lo impulsa y el exceso de aire tiene que ser expulsado de alguna manera. Gracias a la forma del ciclón aunque el material entre a gran velocidad no saldrá por la parte superior ya que la forma de las paredes orientan el plástico a que se desplace a la parte inferior de este entrando así a la rotoválvula.



Ilustración 33. Rotoválvula y ciclón. Fuente: trabajo de campo.



Ilustración 34. Rotoválvula Fuente: trabajo de campo.

Tras comentar las máquinas que se encargan del transporte ya pasamos a la última parte del proceso el ensacado.

2.4 Línea de ensacado.

El ensacado es la última parte en el cual se puede dividir en dos partes el óptico Bühler y las ensacadoras. Aquí el material pasa por una última clasificación tras la

cual éste será ensacado (en sacas) montadas en palets europeos para que su posterior transporte sea de manera cómoda y sencilla.

2.4.1 Óptico Bühler.

El óptico Bühler o clasificador óptico Bühler como los previos ópticos se encarga de clasificar el material ya que está programado para seleccionar si las escamas de plástico que pasan por él tienen la calidad óptima para la venta.

El PET pasa dos veces por la máquina para que la lectura de la misma sea más precisa, al pasar la segunda vez esta ya descarta el plástico que no cumple con la calidad exigida.

Tras pasar el material justo por debajo se encuentran unos ventiladores que impulsan el PET a la zona de ensacado.

La zona del Bühler se compone de:

Parte superior, en la parte superior se encuentran.

- Dos rotoválvulas se encargan de suministrar el material.
- Una criba vibradora hace de primer filtro ya que esta se encarga de no dejar pasar el material que sea superior al diámetro de sus perforaciones.



Ilustración 35. Criba vibradora. Fuente: trabajo de campo.

Parte media, se encuentra:

- El óptico Bühler



Ilustración 36. Bühler. Fuente: trabajo de campo.

Parte inferior, se encuentran:

- 4 ventiladores de transporte, estos se encargan de llevar el material hasta la zona de ensacado.

2.4.2 Ensacadoras.

Las ensacadoras es el último equipo por el que pasa el PET en su proceso de reciclaje, aquí este se almacena en sacas y cada una tras su llenado pesa alrededor de unos 1000Kg.

Las ensacadoras se componen de:

- Una unidad neumática compuesta por 4 pistones de efecto simple (estos suben cuando la válvula neumática deja pasar aire y bajar por el mismo peso de la saca) estos se enganchan a la saca para sacudirla consiguiendo así que el material se asiente y distribuya correctamente. Es realmente importante ya que gracias al movimiento se puede llenar más la saca por lo tanto sacar más rendimiento en una sola.
- Una rotoválvula para la entrada del material.



Ilustración 37. Criba vibradora. Fuente: trabajo de campo.

2.5 Maquinaria auxiliar.

En la instalación se encuentran unos cuantos dispositivos de alto valor que se involucran en el proceso de producción de manera indirecta pero que sin su aporte este no se podría realizar, estos son los siguientes:

2.5.1 Caldera de vapor.

Esta se encarga de generar el vapor que se utiliza para calentar el agua del tanque de lavado caliente. Esta caldera es del tipo acuotubular lo que quiere decir que el

agua circula por los tubos y el calor producido por la combustión del gasoil circula por el exterior de los tubos calentandolos. Esta cuenta además con un tanque de condensado que se conecta a la parte superior del lavado caliente para así minimizar el uso de agua para la producción del vapor.

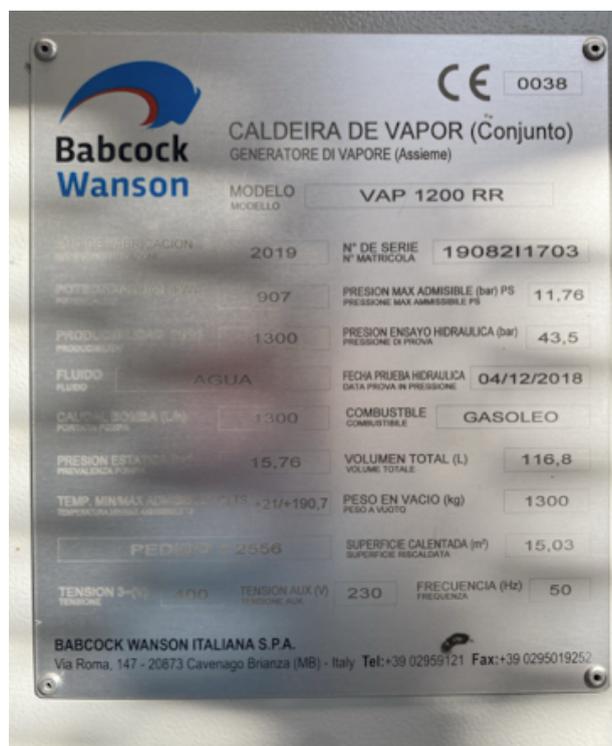


Ilustración 38. ficha técnica de la caldera. Fuente: trabajo de campo.

2.5.1 Instalación para el aire comprimido.

En la instalación el aire comprimido tiene dos funciones principales, la primera es la limpieza y la segunda, y más importante, es que todas las válvulas (de guillotina) que se utilizan en el proceso de producción son telemandadas neumáticamente y para esto necesitamos tener unos compresores que se encargan de abastecer la planta de manera continua.

Para esto se cuenta con tres compresores de tornillos. Estos se basan en un motor eléctrico motriz y un dispositivo el cual cuenta en su interior con dos tornillos sin fin que hacen pasar el aire en medio de ambos aumentando su presión, estos se encuentran recubiertos por una carcasa.

También dicha instalación cuenta con dos secadores de aire que su papel principal es quitarle al aire comprimido la mayor cantidad de humedad posible ya que se almacena en el calderín y si este aire es muy húmedo se puede condensar llenando así el mismo de agua.

2.6 Finalización del Proceso del reciclado.

Una vez el material es ensacado este se vende a diferentes empresas las cuales lo utilizan para derretirlo y darle una nueva forma al mismo así comenzando de nuevo el ciclo de vida del plástico.



Ilustración 39. Copos PET listo para ensacar. Fuente: trabajo de campo.

3. Plan de mantenimiento de la planta.

Pasando a hablar sobre el plan de mantenimiento, se definirá el mantenimiento como concepto genérico y los tres tipos de mantenimiento existentes.

Empecemos por ¿qué es el mantenimiento?

El mantenimiento es la acción de varias técnicas, no solo manuales o mecánicas, sino también de administración y gestión durante el ciclo de vida de un elemento destinado a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual puede desarrollar su función requerida.

Existen tres maneras de realizar un plan de mantenimiento para la planta y estos son: basarse en las recomendaciones del fabricante, basarse en protocolos genéricos o basarse en un análisis de fallos potenciales.

Dentro del mantenimiento existen tres tipos diferentes, los cuales tienen el mismo fin pero se desarrollan de maneras distintas, estos se conocen como mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

3.1 Mantenimiento preventivo.

Este se define como la acción de controlar de manera periódica y bajo ciertos criterios cualquier máquina o dispositivo que necesite del mismo con la finalidad de evitar una avería debido a su uso continuo.

Este se utiliza para adelantarse a la averías o si estas suceden que no sean graves y con esto conseguimos que se disminuyan los gastos en reparaciones y minimizamos el tiempo el cual estará parado la máquina o dispositivo debido a la falla.

También se divide el mantenimiento predictivo en tres:

- Programado. Se realiza por las horas de trabajo de la máquina.

- Predictivo. Se realiza al finalizar el periodo máximo de utilización.
- De oportunidad. Este se realiza aprovechando cuando la máquina se encuentra parada.

Este mantenimiento se basa en técnicas como: Aplicar el cambio de piezas a las horas que indica el fabricante, engrases periódicos, etc...

- **Objetivos.**

- Mantener la instalación y equipos operativos y funcionando bajo unas condiciones óptimas en el tiempo por medio de la planificación y programación de los trabajos.
- Controlar las actividades planificadas por medio de las inspecciones diarias de trabajo.

- **Características.**

- Es cíclico, controlable y periodico.
- Este mantenimiento se aplica de acuerdo a una frecuencia marcada tomando en cuenta las especificaciones e instrucciones técnicas.

- **Ventajas.**

- Evitar paradas no programadas.
- Disminuye el tiempo de horas hombre destinadas a una falla ya que se pueden evitar o acortar.
- Prolonga la vida útil de los dispositivos.
- Mayor seguridad para los trabajadores y la planta.

- **Desventajas.**

- Requiere de una mayor inversión inicial debido a la alta demanda de materiales y repuestos.

3.2 Mantenimiento predictivo.

Este es un tipo de mantenimiento que utiliza herramientas y técnicas de análisis de datos para detectar anomalías en los dispositivos y posibles defectos que puedan acarrear problemas en un futuro mediante el monitoreo continuo de los diferentes dispositivos.

- **Objetivos.**

- Detectar, controlar y corregir fallos antes de que aparezcan.
- Minimizar los costos del mantenimiento.

- **Características.**

- Es programado.
- Se emplean técnicas de diagnóstico no destructivas.
- Requiere de una inversión en equipos de monitoreo.

- **Ventajas.**

- Medición y detección continua del comportamiento de la maquinaria por medio de instrumentos. Las variables a medir pueden ser: Temperatura, vibración, emisión acústica, lubricación, corrosión, etc.
- Impacto mínimo en la producción.

- **Desventajas.**

- Requiere de altas inversiones en equipos de monitoreo y de formación del personal que se encargará de interpretar los resultados (en su defecto se contratan empresas externas).

3.3 Mantenimiento correctivo.

Este es el tipo de mantenimiento más peligroso y menos eficiente de los tres debido a los problemas en cadena que puede acarrear. Este se basa en realizar el mantenimiento cuando el equipo ya ha presentado la falla.

- **Objetivos.**

- Devolver al equipo a su funcionamiento normal.
- Realizar las acciones con la mayor brevedad posible para que la pérdida en la producción sea la menor posible.

- **Características.**

- Genera una interrupción en la producción.
- No cuenta con una planificación.

- **Ventajas.**

- No requiere de altas inversiones en equipos ni en herramientas de predicción.

- **Desventajas.**

- El fallo inicial puede producir más fallos en cadena.
- El tiempo requerido para su reparación posiblemente sea más alto.
- Tiende a aumentar los costes de mantenimiento.

3.4 Alcance del plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento se desarrollará para la planta anteriormente comentada, la misma trabaja 24 horas al día de lunes a viernes.

En el plan crearemos tablas de mantenimiento (preventivo) en base a las horas de trabajo de los dispositivos, se codificarán equipos y tareas a realizar.

Hay que tener en cuenta que la planta cuenta con una parada de dos días a la semana así que habrá una tabla dedicada especialmente para el primer día de trabajo debido a que con este trabajo la maquinaria quedaría en teoría operativa para la producción.

Además de explicar el mantenimiento que se le da al molino ya que este es un punto crítico de la instalación y se le hace mantenimiento de manera prácticamente continua.

4. Codificación.

El siguiente paso en el trabajo es la codificación, aquí se abreviarán el nombre de los equipos y tareas con la finalidad de hacer un código fácil de entender, este se escribirá de la parte general a la específica.

Por ejemplo, voy a codificar el cambio de rodamientos del motor eléctrico del ventilador de transporte 01.

- VT-CA-RO-ME. Este se leería como VT(ventilador de transporte), CH(cambio), RO(rodamientos) y ME(motor eléctrico).

A continuación realizaré unas tablas en las cuales se codifican por separado equipo, tarea y repuesto o material a cambiar.

4.1 Codificación de los equipos.

Aquí listamos todos los equipos de la planta.

Nombre de la máquina	Código
Cinta de alimentación	AL
Desbale	DB
Separador electromagnético	SE
Separador balístico	SB
Quita Etiquetas	QE
Tamiz	TZ
Separadores ópticos	SO
Bloque de válvulas	BV

Cámara	CM
Tornillos sin fin	TO
Cintas	CT
Molino	MO
Máquina de afilar	MA
Central hidraulica	HC
criba	CB
Cuchillas	CU
Equipo motor-reductor	MR
Rotoválvulas	RV
Criba vibradora	CV
Motor vibrador	MV
Bombas boerger	BB
Decantador	DE
Centrífuga	CF
Bomba caprari	BC
Ventilador de transporte	VT
Optico Bühler	OB
Ensacadora	EN
Sistema neumático	SN
válvulas de guillotina	VG
Compresores	CO
Secadores	DR
Caldera	BO
Tanque de lavado caliente	TC
Tanque de lavado frío	TF
Tanque de agitado	TA

Tanque de separación	TS
Cuadros eléctricos	CE
Sensores	SS

Tabla 1. Codificación de las máquinas.

4.2 Codificación de tareas.

Tarea	Código
Limpieza	LI
Cambio	CH
Revisar	RE
Engrasar	EG
Regular	RG
Afilar	AF
Prueba de funcionamiento	PF
Revisar centrado	RC
Inspección visual	IV
Inspección de tornillería	IT
Comprobar instrumentación eléctrica y de seguridad	CIS
Revisión integral	RI
Reparación	RN

Tabla 2. Codificación de tareas

4.3 Codificación de repuestos.

Repuestos	Código
Rodamientos	RD
Correa	CR
Impulsores	IM
Aceite	OIL
Filtros	FL
Válvulas	VV
Luces	LU
Rascadores	RA
Cadena	CA
Engrasador automatico	EA
Eje	SH

5. Stock mínimo para realizar el mantenimiento.

La planta cuenta con un sin fin de máquinas, las cuales son bastante específicas y sus repuestos son peculiares. Sin embargo en este apartado se comentarán los consumibles más utilizados en la planta, de los hay que tener un stock mínimo para que el mantenimiento se pueda realizar sin problemas, las herramientas mínimas que necesitan los mecánicos, y los tipos de aceites/ grasas que se consumen en la misma.

5.1 Herramientas.

La planta cuenta con un total de tres electromecánicos y un soldador, estos se encargan de realizar el mantenimiento y control de la planta a diario. Trabajan en turnos de 8 horas, dos y el soldador en el turno de la mañana y el tercero en la tarde.

Cada uno cuenta con una caja de herramientas en la cual mínimo tiene que haber:

- Un juego de llaves fijas desde 7mm a 32mm (Deberán contar con dos llaves de las siguientes medidas 13, 15, 17, 19, 24mm).
- Martillo normal y de teflón.
- Juego de llaves allen Hasta los 10mm.
- Alicates.
- Corta claves.
- Tester.
- Juego de destornilladores planos y de estrella de diferentes medidas.
- Pie de rey.
- Metro.
- Llave pico de loro.
- Cutter.

Además de contar en el taller con las siguientes herramientas:

- Dos extractores.
- Juego de botadores.
- Pata de cabra.
- Maza normal y de teflón
- Pinza amperimetrica.
- Dos juegos de llaves cricket desde 8mm hasta 32mm.
- Dos juegos de llaves cricket pequeñas desde 6mm hasta 15mm.
- Tres palancas de esfuerzo.
- Juego de cabezas allen para pistola de impacto hasta 17mm.
- Una crimpadora.
- Una llave dinamométrica ajustable entre 120 hasta 600 Nm.
- Cinceles.
- Dos polipastos de palanca de 1.5 y 3 toneladas.

- Eslingas de 1, 2 y 3 toneladas.
- Tres pistolas de impacto de batería .
- Un taladro de mano de batería.
- Dos rotaflex de batería.
- Tres cargadores de batería.
- Un grupo de soldadura con electrodo.
- Un grupo de soldadura MIG.
- Brazo telescópico.
- Aspiradora industrial.
- Hidrolimpiadora.
- Tres pistolas de impacto neumáticas.
- Sierra de cinta.
- Engrasadores para los distintos tipos de grasa.

Con las herramientas nombradas se puede realizar la mayoría de mantenimientos excepto en algunos casos que se ha de contratar servicios de compañías externas para trabajos muy específicos, como sea el rectificado de ejes, bobinado de motores, desplazamiento de maquinaria pesada, soldadoras TIG etc...

5.2 Grasas, aceites y lubricantes/refrigerantes/limpiadores.

La planta cuenta con una gran variedad de grasas y aceite debido a la diversidad de maquinaria en la misma.

Empezando por las grasas podemos encontrar las siguientes:

- Grasa Elessa pasta antigripante. Esta se utiliza a la hora de montar ya sean tornillos, reductoras, rodamientos, etc. Para evitar que estos se gripen y gracias a esta, a la hora de extraer las piezas saldrán con mayor facilidad.
- Grasa Elessa moto007 chain lube. Esta se utiliza para lubricar las cadenas con las cuales se transmite el movimiento de las reductoras a los ejes del tamiz.

- Grasa SKF LGHP 2 . Es una grasa a base de aceite mineral desarrollada para trabajar a altas temperaturas. En la planta esta solo se utiliza para lubricar los rodamientos de los ventiladores de transporte.
- Grasa Elesa Complex tech/1. Es una grasa especial de jabón de litio que se utiliza en cojinetes y rodamientos sometidos a altas cargas y vibraciones. En la planta se utilizan para engrasar los rodamientos de la mayoría de las máquinas.
- Grasa Elesa complex WIND 2/1. Esta es una grasa de jabón compleja de litio que tiene un amplio uso en dispositivos con temperaturas y cargas elevadas. En la planta se utiliza para la lubricación de los decantadores centrífugos.
- Grasa SKF LGHB 2/50. Es una grasa a base de aceite mineral desarrollada para trabajar a altas temperaturas. Esta se utiliza en la planta para lubricar los rodamientos del separador balístico y engrasar los rodamientos de los motores vibradores.
- Engrasadores automáticos SKF SYStem 24 LAGD 125/WA2. Esta es una grasa compleja de litio en base de aceite mineral. Estos se colocan en lugares de difícil acceso como cintas a determinada altura o tornillos sin fin verticales, sitios en los que el engrase habitual resultaría bastante complicado. Como su nombre indica engrasan automáticamente 24/7. A estos se le puede regular la velocidad de engrase, pudiendo ajustarla entre 1 a 12 meses.

Pasando a hablar de los aceites en la planta se utilizan los siguientes:

- Aceite Hidráulico BULL 46. Es un aceite mineral refinado con aditivos antidesgaste, antioxidante, y antiespumantes. Se utiliza para las carretillas elevadoras.

- Aceite de Engranajes GEAR IND H1 PREMIUM PAG. Es un fluido sintético de alto poder lubricante en base de poliglicol con un muy bajo coeficiente de fricción y una alta resistencia al desgaste. Este se utiliza en la planta para todas las reductoras.
- Aceite neumático GEAR IND H1 PREMIUM PAO . Este se utiliza para rellenar la unidad FRL (filtro, regulador y lubricador de aire).

Para terminar se hablará de los lubricantes/refrigerantes/limpiadores.

- Quimxel Coolex B. El aceite de corte o taladrina se utiliza en la planta a la hora de cortar con la sierra de cinta y a la hora de afilar las cuchillas.
- Lubricante WD-40. Este se utiliza a la hora de limpiar y de extraer piezas.

5.3 Repuestos más utilizados en la planta.

Aquí se comentarán los repuestos de los cuales tenemos un stock debido a que tras el paso del tiempo y viendo el funcionamiento de la planta estos son los que más se consumen.

Repuestos para:

- Desbale:
 - Un juego de muelas (98 unidades por juego) y su tornillería.
 - Juego de correas SPB 4250.
- Óptico:
 - Luces halógenas de 230 kW/h y 5000 lm.
 - Filtros tipo almohadilla de 250x250 mm.

- Molino:
 - Juego de cuchillas fijas (4 ud) y rotativas (14 ud).
 - Tornillería.
 - Criba.

- Centrífuga:
 - Criba.
 - Tornillería Inox con tuercas autoblocantes.
 - Correa SPA 2432.

- Ventiladores de transporte:
 - Impulsor.
 - Rodamientos YET 210.
 - Reten 50-65-8.
 - Correa XPA 1482 ó SPA 1432.

- Bombas caprari:
 - Impulsor.
 - Ventilador para su refrigeración.

- Rotoválvulas
 - Rodamientos FY 508 M.

- Equipos motorreductores para rotoválvulas:
 - Reten 50-65-8.

Estos son los repuestos más utilizados pero no está demás aclarar que la planta tiene equipos nuevos o reparados para ser sustituidos directamente y reparar los averiados a posteriori.

Se cuenta con :

- Rotoválvulas y ciclones.
- Bombas caprari.
- Motorreductores de diferentes potencias y conversiones de giro.
- Motores vibradores.
- Válvulas de guillotina.
- Mallas metálicas para las cribas vibradoras.
- Mallas de centrífuga.
- Ventiladores de transporte.

Gracias a tener estos dispositivos a manera de respeto si algún equipo falla y crea una parada no programada se puede cambiar uno por otro sin necesidad de tener que perder tiempo de producción para la reparación de la máquina en cuestión.

Debido a la falta de espacio no se cuenta con muchos más stock, pero gracias a los distribuidores podemos conseguir casi cualquier repuesto en cuestión de media hora, de esta manera se suple el problema de la falta de piezas.

Comentar por último que esto está relacionado con uno de los objetivos de realizar el plan de mantenimiento para la planta que es, tener una guía para saber cuando se necesita pedir ciertos repuestos específicos para que así en las paradas programadas se cuenten con todos los materiales necesarios para llevarla a cabo, sin los problemas que podemos tener en una parada no programada por la falta de stock.

6. Tablas de mantenimiento (Preventivo).

Como se comentó con anterioridad se realizarán las tablas de mantenimiento, estas se harán en base a las horas de trabajo de los equipos, ayudándonos de los manuales del fabricante, teniendo en cuenta los puntos críticos y peculiaridades de esta planta.

En la tabla se especificará si esa tarea la realiza un mecánico(MEC), operario(OPE) o un subcontrata (SET).

6.1 Tabla de mantenimiento primer día de la semana.

Esta tabla se realiza, ya que la planta se para el fin de semana y hay que prepararla para arrancarla haciendo ciertos trabajos que solo se pueden hacer con la planta parada, si estos no se realizan pueden afectar al funcionamiento de la misma durante la semana.

Máquina	Código	Descripción de la tarea	¿Quién lo realiza?	Check
Desbale	DB-LI	Retirar alambres del eje	MEC	
Desbale	DB-LI-SS	Limpieza de sensores	OPE	
Desbale	DB-IV	Inspección visual	MEC	
Balístico	SB-LI	Limpieza del balístico	OPE	
Balístico	SB-IV	Inspección visual	MEC	
Tamiz	TZ-LI	Limpieza	OPE	
Ópticos	SO-LI	Limpieza	OPE	
Ópticos	SO-LI-CM	Limpieza de cámaras	MEC	
Ópticos	SO-PF-LU	Prueba de funcionamiento de las luces	MEC	
Ópticos	SO-PF-BV	Prueba de funcionamiento del bloque de válvulas	MEC	
Centrífuga	CF-LI	limpieza	OPE	
Centrífuga	CF-IV	Inspección visual	MEC	
Decantadores	DE-LI	Limpieza	MEC	
Decantadores	DE-RE-CR	Revisión de correas	MEC	
Decantadores	DE-PF	Prueba de funcionamiento	MEC	
Bühler	OP-LI	Limpieza general	OPE	
Bühler	OP-LI-FL	Limpieza de los filtros	OPE	

Bühler	OP-LI-CM	Limpieza de cámaras	MEC	
Compresores	CO-IV	Inspección visual	MEC	
Compresores	CO-LI-FI	Limpieza de filtros	MEC	
Compresores	CO-PF	Prueba de funcionamiento	MEC	

6.2 Tabla de mantenimiento cambio de cuchillas (40 horas).

Esta tabla hace referencia al mantenimiento que se le ha de hacer al molino cada 40 horas aprox ya que el filo de las cuchillas se desgasta y después le cuesta triturar bien el material.

Máquina	Código	Descripción de la tarea	¿Quién lo realiza?	Check
Maquina de afilar	MA-AF-CU	Afilar cuchillas	MEC	
Molino	MO-RG-CU	Regular cuchillas	MEC	
Molino	MO-LI	Limpieza del molino Interna y externa	OPE	
Molino	MO-CH-CU	Cambio de cuchillas	MEC	

6.3 Tabla de mantenimiento diario.

Máquina	Código	Descripción de la tarea	¿Quién lo realiza?	Check
Cinta de alimentación	AL-LI	Limpieza	OPE	
Cinta de alimentación	AL-RE-RA	Revisión de rascadores	MEC	
Cinta de alimentación	AL-RE-CA	Revisión visual de la cadena	MEC	
Separador electromagnético	SE-IV	Inspección visual	MEC	
Desbale	DE-HC-LI	Limpieza del enfriador de la central hidráulica	MEC	
Balístico	SB-IV	Inspección visual	MEC	
Balístico	SB-EG-RD	Engrasar rodamientos (solo L,X,V)	MEC	
Óptico	SO-IV	Inspección visual	MEC	
Molino	MO-EG-RD	Engrasar rodamientos (solo L,X,V)	MEC	
Maquina de afilar	MA-LI	Limpieza superficial	OPE	
Cintas	CT-IV	Inspección visual	MEC	
Criba vibradora	CV-IV	Inspección visual	MEC	
Tanque caliente	TC-IV	Inspección visual	MEC	
Tanque frio	TF-IV	Inspección visual	MEC	
Tanque de agitado	TA-IV	Inspección visual	MEC	
Tanque de separación	TS-IV	Inspección visual	MEC	
Enscadora	EN-IV	Inspección visual	MEC	

6.4 Tabla de mantenimiento semanal.

Máquina	Código	Descripción de la tarea	¿Quién lo realiza?	Check
Cinta de alimentación	AL-LI	Limpieza	OPE	
Cinta de alimentación	AL-RC-CT	Revisión de centrado de la cinta	MEC	
Cinta de alimentación	AL-IV	Inspección visual de daños	MEC	
Cinta de alimentación	AL-RE-OIL	Revisión de aceite	MEC	
Cinta de alimentación	AL-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Desbale	DB-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Separador electromagnético	SE-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Separador electromagnético	SE-RC	Revisión de centrado de la cinta	MEC	
Balístico	SB-EG	Engrase del cigüeñal	MEC	
Tamiz	TZ-EG-CA	Engrase de cadenas	MEC	
Óptico	SO-LI-FI	Limpieza de filtros	MEC	
Óptico	SO-EG-RD-CT	Engrase de rodamientos	MEC	
Óptico	SO-EG-MV	Engrase del motor vibrador	MEC	
Quita etiquetas	QE-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Tornillos sin fin	TO-RE-EA	Revisar engrasadores auto	MEC	
Cintas	CT-RC	Revisar centrado de las cintas	MEC	
Cintas	CT-RE-EA	Revisar engrasadores auto	MEC	

Cintas	CT-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Maquina de afilar	MA-RE-OIL	Revision de aceite	MEC	
Centrífuga	CF-LI	Limpieza exterior	OPE	
Centrífuga	CF-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Ventilador de transporte	VT-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Tanque caliente	TC-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Tanque frio	TF-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Tanque separación	TS-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Tanque agitado	TA-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Rotoválvulas	RV-RE-OIL	Revision de aceite	MEC	
Rotoválvulas	RV-IV	Inspección visual	MEC	
Criba vibradora	CV-IV	Inspección visual	MEC	
Criba vibradora	CV-EG-RD	Engrase de rodamientos	MEC	
Compresores	CO-LI-FL	Limpieza de filtros	MEC	
Compresores	CO-IV	Inspección visual	MEC	
Compresores	CO-RE-OIL	Revisión de aceite	MEC	
Bühler	OB-IV	Inspección visual	MEC	
Bühler	OB-CV-EG-MV	Engrasar vibradores de la criba	MEC	
Enscadora	EN-RE-OIL	Revisión de nivel aceite	MEC	

6.5 Tabla de mantenimiento mensual.

Máquina	Código	Descripción de la tarea	¿Quién lo realiza?	Check
---------	--------	-------------------------	--------------------	-------

Cinta de alimentación	AL-IV	Inspección visual al desgaste de las piezas	MEC	
Cinta de alimentación	AL-RE-OIL	Revisión del aceite	MEC	
Cinta de alimentación	AL-IT	Inspección de tornillería	MEC	
Desbale	DB-RE-CR	Revisión de correas	MEC	
Desbale	DB-MR-RE-OIL	Revisión de nivel de aceite en la reductora	MEC	
Desbale	DB-HC-RE-OIL	Revisar nivel de aceite de la central hidráulica	MEC	
Separador electromagnético	SE-IV	Inspección visual de los soportes	MEC	
Balístico	SB-IT	Inspección de tornillería	MEC	
Balístico	SB-CIS	Comprobar instrumentación de seguridad	MEC	
Balístico	SB-IV	Inspección visual a las piezas móviles y que presenten desgaste	MEC	
Quita etiquetas	QE-RE-CR	Revisión de correas	MEC	
Tamiz	TZ-MR-RE-OIL	Revisar aceite de la reductora	MEC	
Tamiz	TZ-IV	Inspección visual	MEC	
Molino	MO-RE-CR	Revisión de correas	MEC	
Molino	MO-RE-CB	Revisión de criba y darle la vuelta	MEC	
Molino	MO-HC-RE-OIL	Revisar nivel de aceite de la central hidráulica	MEC	
Maquina de afilar	MA-LI	Limpieza a fondo (vaciado de depósito)	OPE	
Maquina de afilar	MA-RE-IM	Revisión del impulsor de la bomba	MEC	
Decantador	DE-RE-OIL	Revisar dispositivo de grasa	MEC	

Decantador	DE-RE	Revisar rascadores	MEC	
Bombas boerger	BB-MR-RE-OIL	Revisar aceite de la reductora	MEC	
Cuadros eléctricos	CE-LI	Limpieza de cuadros	MEC	
Caldera	BO-CH-FL	Cambio de filtro de diesel	MEC	

6.6 Tabla de mantenimiento trimestral.

Máquina	Código	Descripción de la tarea	¿Quién lo realiza?	Check
Desbale	DE-CH	Cambio de las muelas del eje	MEC	
Desbale	DE-PF-SS	Prueba de funcionamiento de los sensores	MEC	
Separador electromagnético	SE-RE-MR	Revisión del equipo motorreductor	MEC	
Separador electromagnético	SE-MR-CH-OIL	Cambio de aceite al motorreductor	MEC	
Separador electromagnético	SE-EG	Engrase de soportes	MEC	
Separador electromagnético	SE-CIS	Comprobación de la instrumentación eléctrica y de seguridad	MEC	
Balístico	SB-CIS	Comprobación de la instrumentación eléctrica y de seguridad	MEC	
Quita etiquetas	QE-IT	Inspección de tornillería interna	MEC	

Ópticos	SO-CIS	Comprobación de la instrumentación eléctrica y de seguridad	MEC	
Decantador	DE-CH	Cambio de rascadores	MEC	
Bomba boerger	BB-RE-IM	Revisión de impulsor	MEC	
Bühler	SO-CIS	Comprobación de la instrumentación eléctrica	MEC	

6.7 Tabla de mantenimiento semestral.

Máquina	Código	Descripción de la tarea	¿Quién lo realiza?	Check
Quita etiquetas	QE-RE-IM	Revisar aletas impulsoras	MEC	
Tornillos sin fin	TO-RE-CA	Revisión de cadenas		
Centrífuga	CF-RE-IM	Revisar aletas impulsoras	MEC	
Ventiladores de transporte	VT-RE-IM	Revisión de impulsores	MEC	
Ventiladores de transporte	VT-RE-CR	Revisión de correas	MEC	
Bombas caprari	BC-RE-IM	Revisión de impulsores	MEC	
Rotovalvulas	RT-RE-IM	Revisión de los impulsores	MEC	
Criba vibradora	CV-RE	Revisión de los silent block	MEC	
Válvulas de guillotina	VG-RE	Revisar que no tengan pérdidas al estar cerradas	MEC	

6.8 Tabla de mantenimiento anual.

Máquina	Código	Descripción de la tarea	¿Quién lo realiza?	Check
Cinta de alimentación	AL-MR-CH-OIL	Cambio de aceite de la reductora	MEC	

Desbale	DB-MR-CH-OIL	Cambio de aceite de la reductora	MEC	
Desbale	DB-HC-CH-OIL	Cambio de aceite de la central hidráulica	MEC	
Separador electromagnético	SE-RE	Revisión de tambores, rodillos y estructura	MEC	
Balístico	SB-RI	Revisión integral	SET	
Quita etiquetas	QE-CH	Cambio de malla interior y aletas del eje.	MEC	
Tamiz	TZ-MR-CH-OIL	Cambio de aceite de la reductora	MEC	
Tamiz	TZ-CH	Cambio de las estrellas de goma de los ejes del tamiz	MEC	
Óptico	SO-RE-SH	Rellenado del eje	SET	
Óptico	SO-MR-CH-OIL	Cambio de aceite de la reductora	MEC	
Óptico	SO-CIS	Comprobar instrumentación eléctrica	MEC	
Óptico	SO-CH-BV	Cambio de todas las válvulas del bloque	MEC	
Molino	MO-HC-CH-OIL	Cambio de aceite de la central hidráulica	MEC	
Decantador	DE-CH-CA	Cambio de correas	MEC	
Decantador	DE-RI	Revisión integral	SET	
Centrífuga	CF-CH-IM	Cambio de aletas impulsoras	MEC	
Ventiladores de transporte	VT-CH-IM	Cambio de impulsor si procede	MEC	
Bomba caprari	BC-CH-IM	Cambio de impulsor si procede	MEC	
Bomba boerger	BB-CH-IM	Cambio de impulsor si procede	MEC	
Rotoválvula	RT-CH-IM	Cambio de aletas impulsoras si procede	MEC	

Rotoválvula	RT-MR-CH-OIL	Cambio de aceite	MEC	
Criba vibradora	CV-CH	Cambio de los silent block si procede	MEC	
Criba vibradora	CV-MV-RE	Revisión del motor vibrador	MEC	
Tornillo sin fin	TO-RI	Revisión integral	SET	
Tornillo sin fin	TO-CH-CA	Cambio de cadena	MEC	
Cintas	CT-MR-CH-OIL	Cambio de aceite de la reductora	MEC	
Válvulas de guillotina	VG-CH	Cambio del sello de la válvula	MEC	
Compresores	CO-RI	Revisión integral	SET	
Secadores	DR-RI	Revisión integral	SET	
Caldera	BO-RI	Revisión integral	SET	
Bühler	OB-RI	Revisión integral	SET	

6.9 Tabla de mantenimiento bianual.

Máquina	Código	Descripción de la tarea	¿Quién lo realiza?	Check
Cinta de alimentación	AL-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Cinta de alimentación	AL-CH-CA	Cambio de cadenas	MEC	
Desbale	DB-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Desbale	DB-CH-CA	Cambio de correas	MEC	
Separador electromagnético	SE-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Quita etiquetas	QE-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Quita etiquetas	QE-CH-CA	Cambio de correas	MEC	

Tamiz	TZ-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Tamiz	TZ-CH-CA	Cambio de cadenas	MEC	
Óptico	SO-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Cintas	CT-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Molino	MO-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Molino	MO-CH-CR	Cambio de correas	MEC	
Centrífugas	CF-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Ventiladores de transporte	VT-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Ventiladores de transporte	VT-CH-CA	Cambio de correas	MEC	
Rotoválvulas	RT-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Motores vibradores	MV-CH-RD	Cambio de rodamientos	MEC	
Tanque caliente	TC-MR-CH-CA	Cambio de correas del la reductora	MEC	
Tanque Frio	TF-MR-CH-CA	Cambio de correas del la reductora	MEC	
Tanque agitado	TA-MR-CH-CA	Cambio de correas del la reductora	MEC	

7. Mantenimiento correctivo aplicado en la planta.

Como se ha definido con anterioridad el mantenimiento correctivo se basa en reparar el equipo cuando este ya ha presentado una falla. Como vemos la planta llevará casi en su mayoría un mantenimiento preventivo, pero hay ciertos equipos que no se trataran de la misma manera debido a que hay ciertos dispositivos en los que no es económicamente viable llevarle un preventivo ya que este no afecta gravemente a la producción.

En este apartado se nombraran los dispositivos que se rigen bajo este tipo de mantenimiento y se explicara el por qué de esta decisión.

- Motores eléctricos: A estos se les deja funcionando hasta su fallo debido a que su mantenimiento lo realiza una empresa externa y a efectos económicos saldría incluso más caro realizarle un mantenimiento preventivo que uno correctivo.
- Malla de la centrífuga: Estas mallas son planchas metálicas perforadas de usar y tirar, no se pueden reparar por este motivo se cambian una vez se detecta que se ha roto y estamos perdiendo una cantidad notable de material.
- Malla de la criba vibradora: Estas tienen el mismo problema que la malla de la centrífuga salvo que estas se fabrican en la planta con un rollo de malla metálica y el aro que la sujeta, cuando una se rompe se pone otra que hay de respeto ya lista y a la rota se le cambia la malla ya que está sujeta por un aro exterior.
- Banda de las cintas: Las bandas se cambian una vez se considera que su integridad está bastante comprometida.

8. Conclusión.

Como se ha podido ver a lo largo del trabajo el proceso del reciclaje del PET no es muy complicado ya que básicamente se basa en clasificarlo, triturarlo, lavarlo y prepararlo para su venta, pero este es bastante interesante a la par que desconocido, ya que la gente habla del reciclaje pero nunca se para a pensar el proceso por el cual pasa la basura para llegar de nuevo hasta nuestras manos como un producto totalmente renovado. El reciclaje del PET hoy en día es de vital importancia para el planeta, ya que no solo fomenta la economía dando puestos de trabajo y creando un nicho de mercado, sino también ayuda a reducir el uso de combustibles fósiles para la creación de los plásticos como materia prima y

como productor energético para la producción del mismo, además de darle una segunda vida a las toneladas de plástico que van a la basura a diario. Logrando así la finalidad del reciclaje las tres R - reducir, reutilizar y reciclar.

Continuando con el mantenimiento de la planta, los mecánicos son de vital importancia para que el funcionamiento de la misma sea el correcto. Han de ser personas cualificadas, ya que se encontrarán ante una industria en la que tendrán que tocar todo tipo de campos como es mecánica, electricidad, automatismos, etc. Ser adaptativos y resolutivos ya que una falla puede surgir en cualquier momento, ya sea que se tupa una tubería y esto provoque el fallo de una bomba o cualquier otra. Estos deben de ser capaces de atajar el problema de la manera más efectiva y en el menor tiempo posible para que la producción no se vea comprometida ya que el paro de la planta les cuesta una gran cantidad de dinero por hora a los dueños.

Y por último, pasando a hablar del mantenimiento, las tablas han sido desarrolladas acorde a las indicaciones de los fabricantes y a la experiencia de trabajar diariamente, conociendo los errores más comunes y puntos críticos de la misma. Si el mantenimiento se lleva a cabo metódicamente y de manera continuada siguiendo paso a paso las tareas nombradas la planta no debería tener muchos problemas durante su vida útil que según especifica el fabricante es de entre unos 8 a 10 años.

9. Conclusion.

As has been seen throughout the work, the PET recycling process is not very complicated since it is basically based on classifying, crushing, washing and preparing it for sale, but this is quite interesting as well as unknown, since people talk about recycling but never stop to think about the process through which the garbage passes to reach our hands again as a totally renewed product. The recycling of PET today is of vital importance for the planet, since it not only promotes the economy by providing jobs and creating a market niche, but also helps reduce the use of fossil fuels for the creation of plastics such as raw material and as an energy producer for its production, in addition to giving a second life to the

tons of plastic that go to waste every day. Thus achieving the purpose of recycling the three R's - reduce, reuse, and recycle.

Continuing with the maintenance of the plant, the mechanics are of vital importance so that its operation is correct. They must be qualified people, since they will find themselves in an industry in which they will have to touch all kinds of fields such as mechanics, electricity, automation, etc. Be adaptive and resolute since a failure can arise at any time, whether a pipe is clogged and this causes the failure of a pump or any other. They must be able to tackle the problem in the most effective way and in the shortest possible time so that production is not compromised, since the stoppage of the plant costs the owners a large amount of money per hour.

And finally, going on to talk about maintenance, the tables have been developed according to the manufacturers' instructions and the experience of working daily, knowing the most common errors and critical points of it. If maintenance is carried out methodically and continuously, following the tasks mentioned step by step, the plant should not have any problems during its useful life, which, according to the manufacturer, is between 8 to 10 years.

10. Bibliografía.

[1]<https://www.quiminet.com/articulos/historia-del-pet-2561181.htm> (Fecha de consulta 23-11-2021)

[2]https://es.123rf.com/photo_12416415_tereftalato-de-poli-etileno-poli-éster-pet-la-fórmula-estructural.html (Fecha de consulta 23-11-2021)

[3]https://biannarecycling.com/files/Bianna_corporate.pdf (Fecha de consulta 28-11-2021)

[4]<https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20200508/481022563019/historia-reciclaje.html> (Fecha de consulta 04-12-2021)

[5]<https://es.statista.com/estadisticas/636183/produccion-mundial-de-plastico/> (Fecha de consulta 07-12-2021)

[6]<https://www.flottweg.com/es/la-gama-de-productos/centrifugas/funcionamiento-de-las-centrifugas/> (Fecha de consulta 08-12-2021)

[7]<https://www.nettervibration.com/es/vibradores-electricos> (Fecha de consulta 08-12-2021)

[8]<https://termoformas.net/proceso-de-reciclaje-del-pet/> (Fecha de consulta 06-01-2022)

[9]<https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/> (Fecha de consulta 10-01-2022)

[10]Manuales de la maquinaria de la planta (Fecha de consulta 12-01-2022)