

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# APLICACIÓN DE LAS 5S EN EL PROCESO DE EMBALAJE DE VIDRIO CON MADERA



Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Miguel Romeo Vega

Director UPNA: Jorge San Miguel Induráin

Director Empresa: Celestino Suarez Martínez

Pamplona, 26 de junio de 2017





## ÍNDICE

ABSTRACT.....	4
LISTA DE PALABRAS CLAVE .....	4
MEMORIA.....	5
1. ANTECEDENTES Y DATOS DEL PROYECTO.....	5
1.1. TÉCNICO REDACTOR.....	5
1.2. OBJETO .....	5
1.3. DATOS EMPRESA.....	5
2. GUARDIAN INDUSTRIES S.L. ....	6
2.1. HISTORIA .....	6
2.2. INSTALACIONES.....	7
2.2.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	7
2.2.2. USOS Y SUPERFICIES.....	9
2.3. ACTIVIDAD.....	10
2.3.1. PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	10
2.3.2. PROCESO DE EXPEDICIÓN .....	14
2.4. ORGANIGRAMA.....	15
2.5. NORMATIVA.....	16
2.6. AUTORIZACIONES Y PERMISOS .....	16
2.7. RELACIÓN PERSONAL .....	17
2.8. FILOSOFÍA EMPRESARIAL .....	17
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	18
3.1. INTRODUCCIÓN.....	18
3.2. PROCESO DE PICTURE FRAME.....	19
3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA .....	22
3.3. ESTUDIO PREVIO .....	25
3.3.1. ÚTILES Y MATERIALES NECESARIOS .....	25
3.3.2. FOTOS PREVIAS .....	26
3.3.3. DURACIÓN OPERACIONES PREVIA.....	31
3.3.4. PLANO PREVIO .....	33
3.3.5. DISTANCIA RECORRIDA POR LOS OPERARIOS.....	33
3.3.5.1. DIAGRAMA DE ESPAGUETI.....	33
3.3.5.2. CÁLCULO DE LA DISTANCIA RECORRIDA .....	33
3.4. PROBLEMAS DETECTADOS.....	34
4. FILOSOFÍA DE LAS 5S.....	37
4.1. INTRODUCCIÓN.....	37



4.2.	APLICACIÓN DE LAS 5S.....	38
4.2.1.	PRIMERA S: CLASIFICACIÓN .....	39
4.2.2.	SEGUNDA S: ORDEN .....	40
4.2.3.	TERCERA S: LIMPIEZA .....	44
4.2.4.	CUARTA S: ESTANDARIZACIÓN .....	45
4.2.5.	QUINTA S: DISCIPLINA.....	46
5.	ALTERNATIVAS .....	46
5.1.	DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS .....	46
5.1.1.	ALTERNATIVA 1 .....	47
5.1.2.	ALTERNATIVA 2 .....	47
6.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVA .....	48
7.	MEJORAS OBTENIDAS .....	52
7.1.	PLANO .....	52
7.2.	DISTANCIA RECORRIDA POR OPERARIOS.....	52
7.2.1.	DIAGRAMA DE ESPAGUETI.....	52
7.2.2.	CÁLCULO DE LA DISTANCIA RECORRIDA.....	52
7.3.	DURACIÓN DE OPERACIONES .....	53
7.4.	FOTOS.....	57
8.	CONCLUSIONES.....	64
9.	BIBLIOGRAFIA.....	65
ANEXOS .....		67
NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS.....		67
PLANOS .....		68



## ABSTRACT

The following project consist of the practical application of the 5S philosophy to the process of packaging glass with wood in the company GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. at their plant in Tudela.

Due to the fragility of the glass is necessary to pack it with wood end caps to avoid breakages and damages during the transport. This process is called PICTURE FRAME and consists in bringing the glass to a folding table and putting on different packaging protections. The objective of this project is to achieve a productive installation but also a work zone organized, clean and safe.

This project is composed of Memory, list of Abbreviations and Plans.

## LISTA DE PALABRAS CLAVE

- 5S
- ORGANIZACIÓN
- MEJORA CONTINUA
- VIDRIO
- MADERA
- PICTURE FRAME



## MEMORIA

### 1. ANTECEDENTES Y DATOS DEL PROYECTO

El presente proyecto está basado en la aplicación de la filosofía de las 5S en el proceso de PICTURE FRAME (cerrado de cuadros) de la empresa GUARDIAN INDUSTRIES S.L., en la planta de TUDELA.

El proceso de PICTURE FRAME es un proceso de embalado del vidrio para protegerlo en el transporte y de los agentes climáticos como lluvia, frío, etc. Que producen defectos en el vidrio y genera pérdidas y reclamaciones para la empresa.

GUARDIAN INDUSTRIES S.L. está comprometida con la seguridad de todas las personas que trabajan para la empresa, por lo que además de mejorar la eficiencia del proceso busca mejorar la seguridad como consecuencia de conseguir zonas de trabajo más ordenadas y limpias.

La realización de este proyecto se realiza simultáneamente con unas Prácticas de Empresa en GUARDIAN INDUSTRIES S.L., en la planta de TUDELA.

Este proyecto se compone de memoria, lista de abreviaturas y planos.

#### 1.1. TÉCNICO REDACTOR

El técnico redactor de este proyecto es Miguel Romeo Vega, estudiante de cuarto curso del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales en la Universidad Pública de Navarra.

#### 1.2. OBJETO

Estudio, desarrollo e implantación de la filosofía de las 5S en el proceso de PICTURE FRAME (cerrado de cuadros) de la empresa GUARDIAN INDUSTRIES S.L. en la planta de TUDELA para mejorar la eficiencia y seguridad del mismo.

#### 1.3. DATOS EMPRESA

<b>NOMBRE</b>	GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L.
<b>DOMICILIO SOCIAL</b>	POLIGONO INDUSTRIAL MONTES DEL CIERZO (CR N232.KM 86) , S/N
<b>CODIGO POSTAL</b>	31500
<b>TELEFONO</b>	948817209
<b>EMAIL</b>	<a href="mailto:info@guardian.com">info@guardian.com</a>
<b>PÁGINA WEB</b>	<a href="http://www.guardian.com.es">http://www.guardian.com.es</a>
<b>ACTIVIDAD</b>	Industria manufacturera. Contenedores y productos de vidrio
<b>CIF</b>	31913122

Tabla 1. Datos de Guardian Industries Navarra.

## 2. GUARDIAN INDUSTRIES S.L.

### 2.1. HISTORIA

La empresa se fundó en 1932 en Detroit bajo el nombre de Guardian Glass Company fabricando parabrisas para la industria automotriz. Fue en 1970 cuando se inauguró la primera planta de fabricación de vidrio flotado, en el cual el vidrio se obtiene mediante la flotación de vidrio en un baño de estaño.



Figura 1. Fundadores de Guardian Glass.

A partir de los años 70, la actividad de la empresa se fue diversificando y fue adquiriendo otras empresas, siempre relacionadas con el vidrio, con la construcción y con la industria automovilística.



Figura 2. Logo

Fue en 1984 cuando se adquirió la planta de placas de vidrio Villosa en Llodio, la primera planta en España. En 1993 la planta de Tudela empezó a producir vidrio de su línea flotada.

Con un crecimiento superior al 20% anual, la Compañía ha sido reconocida desde los años ochenta como una de las empresas de mayor expansión y dinamismo entre los fabricantes de vidrio.

Actualmente, Guardian España cuenta con dos fábricas de producción y transformación de vidrio (Llodio y Tudela), una fábrica de inyección de plásticos para la industria automovilística, una red nacional de reposición de lunas para el automóvil y una completa red para la comercialización y distribución de sus productos. Tiene una facturación de más de 225 millones de euros y 2000 empleados directos.

GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. se encuentra ubicada en el término municipal de Tudela y tiene una parcela 250.000 m<sup>2</sup> aproximadamente.

## 2.2. INSTALACIONES

La planta de GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. está situada en la parcela número 101 del Polígono Industrial Montes del Cierzo, situado en la carretera 232 km 86. La parcela tiene 249.212,45 m<sup>2</sup> de los cuales 68.735 m<sup>2</sup> están edificados.

Dichas instalaciones constan de un horno de fabricación de vidrio flotado, una instalación de fabricación de vidrio laminado, una instalación de vidrio mateado y una instalación de vidrio recubierto o de capa. La producción total anual es de 235.000 t de vidrio.

La potencia eléctrica total instalada en la planta es de 15.35 MW.

### 2.2.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO



Figura 3. Situación del polígono industrial. Escala 1:100.000

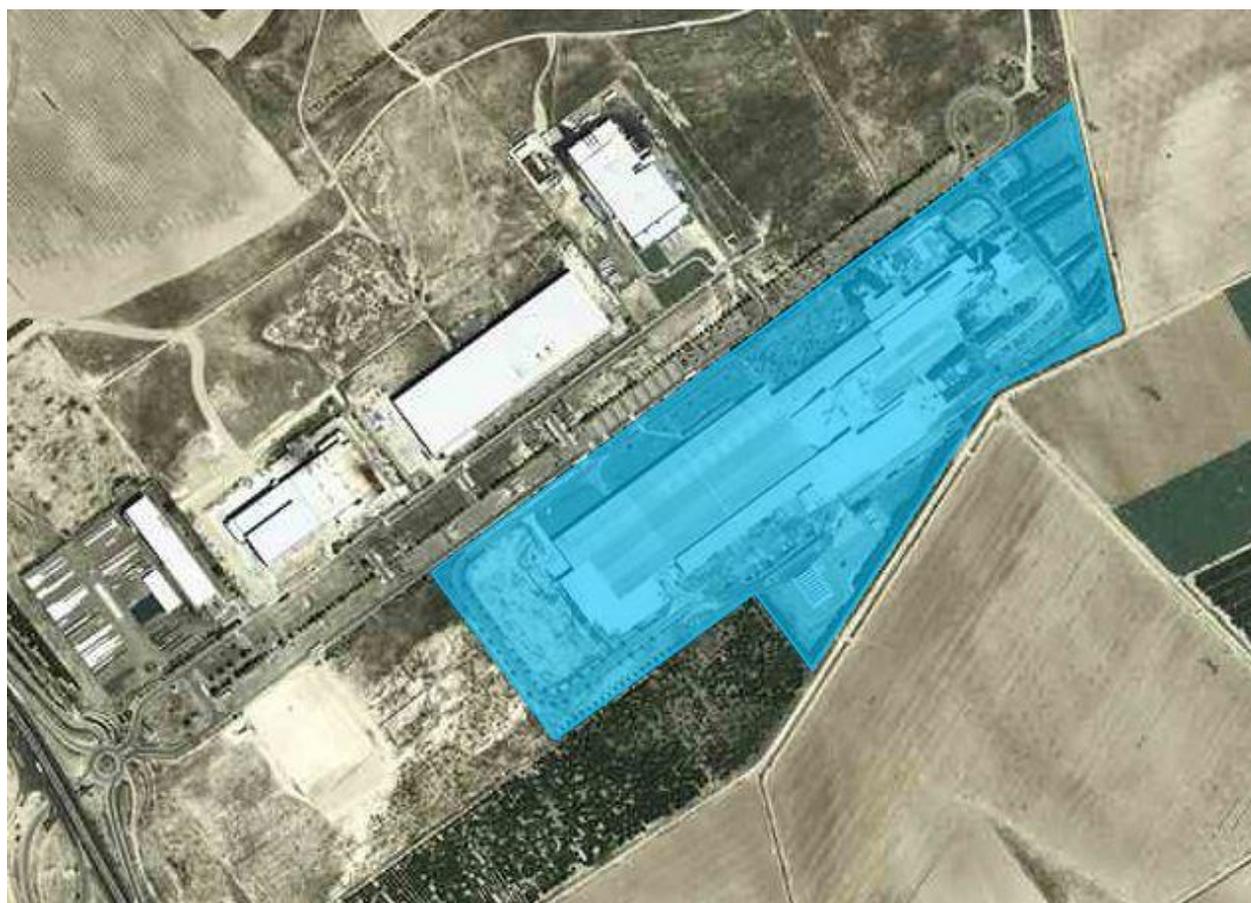


Figura 4. Situación de la parcela en el polígono. Escala 1:10.000

### 2.2.2. USOS Y SUPERFICIES

La parcela industrial es la número 101 y tiene una **superficie total de 249212.45 m<sup>2</sup>**.

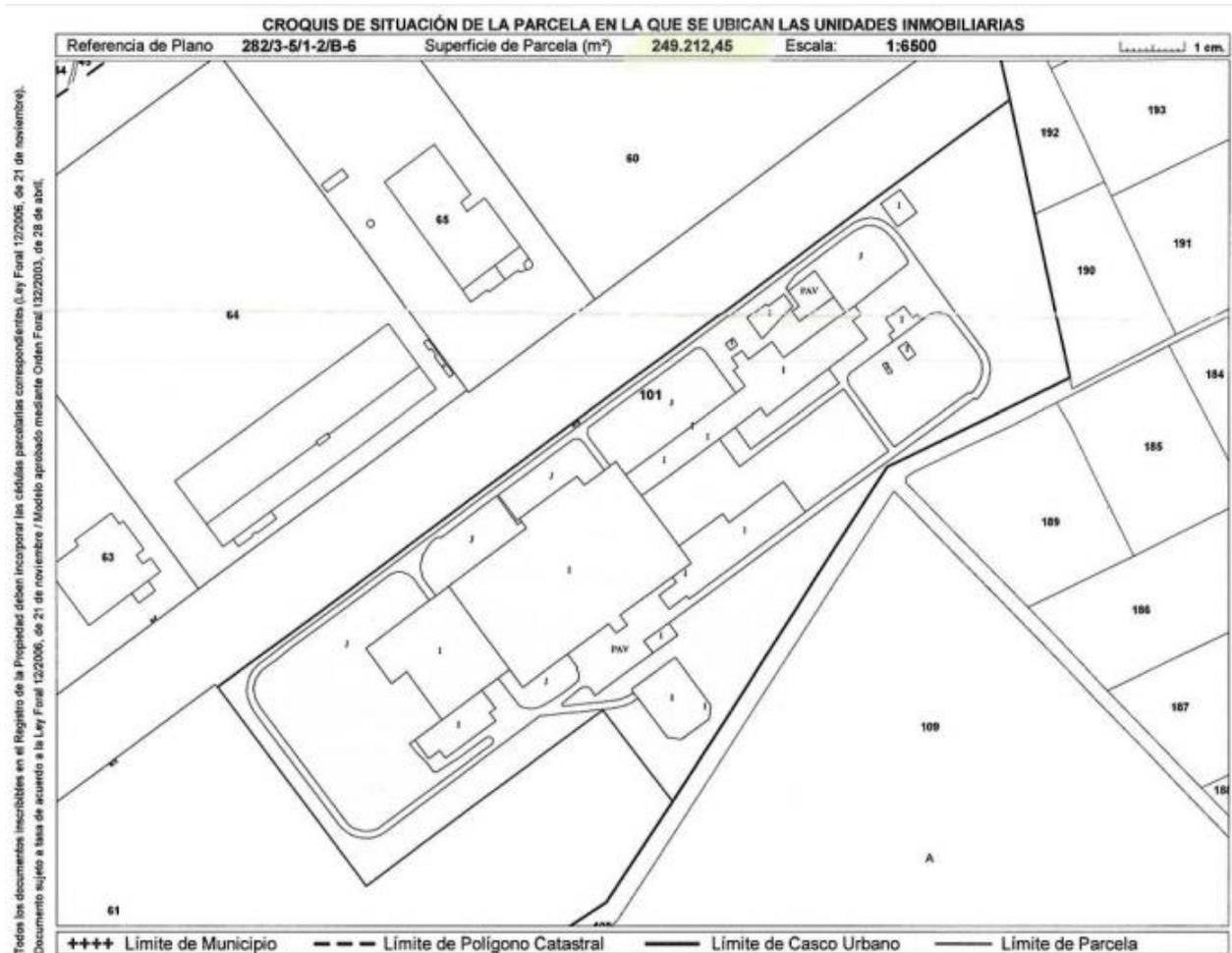


Figura 6. Croquis de la situación parcelaria. Escala 1:6500.

La distribución por usos de las distintas superficies de la planta es la siguiente:



REFERENCIA	USO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
24 101 1 1	NAVE INDUSTRIAL	35659.4
24 101 1 2	OFICINAS	1886.5
24 101 1 3	PAVIMENTO	39875.7
24 101 1 4	JARDINERIA	46797.4
24 101 1 5	ALMACÉN INDUSTRIAL	3727.6
24 101 1 6	PISCINA	85.7
24 101 1 7	CASETA BOMBA DE AGUA	327.1
24 101 1 8	EDIFICIO MENOR	45
24 101 1 9	SILOS	1109.7
24 101 1 10	SILOS	620.6
24 101 1 11	DEPÓSITO	72.8
24 101 1 12	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	678.3
24 101 1 13	NAVE INDUSTRIAL	9728.4
24 101 1 14	ALMACÉN INDUSTRIAL	2619.7
24 101 1 15	NAVE INDUSTRIAL	6347.5
24 101 1 16	ALMACÉN INDUSTRIAL	463.6

Tabla 2. Tabla de usos y superficies.

### 2.3. ACTIVIDAD

Tal y como se comenta en la introducción, GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. se dedica a la producción, transformación y comercialización de vidrio. Comienza en la producción de vidrio flotado y pasa por diversas fases e instalaciones hasta la obtención del producto final deseado.

#### 2.3.1. PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción abarca desde la introducción de las materias primas en el horno hasta la obtención del producto final, pasando por diversas fases intermedias que se explican a continuación.

##### 2.3.1.1. VIDRIO FLOAT

El vidrio float o vidrio flotado se define como el vidrio que sale directamente del horno y que “flota” en un baño de estaño, de ahí su nombre. Este vidrio sirve de base para las demás instalaciones de la fábrica, pero también se comercializa directamente.

En la fabricación del vidrio float intervienen una serie de factores principales que son:

- Materias primas
- Horno
- Baño de estaño
- Rodetes
- Enfriamiento
- Cortadoras y evacuadoras



**Materias primas:** Para producir vidrio se utilizan distintos tipos de materias primas que se almacenan en 5 silos de 300 m<sup>3</sup> aproximadamente cada uno. Estas materias se introducen en el horno mediante un sistema de tuberías y de básculas, que miden y dosifican cada cupo.

Cada día, se introducen al horno unas 4.5 T de materias primas. Las principales y su proporción en peso aproximado son las siguientes:

MATERIA PRIMA	PROPORCIÓN EN PESO APROXIMADO
Arena	35%
Dolomía y sosa	20%
Carbón	25%
Sulfato, feldespato, EP dust* y caliza	5%
Chatarra de vidrio	10%
Agua	5%

Tabla 3. Materias primas.

EP dust\*: Es el polvo que se produce en el electro-filtro de la planta que se reutiliza al contener en su gran mayoría cal.

Cada elemento que se introduce a la mezcla tiene su propósito, por ejemplo el carbón ayuda a controlar las burbujas de aire en el horno y la chatarra de vidrio hace que el vidrio funda a menor temperatura, pero también produce más imperfecciones.

**Horno:** Es aquí donde todas las materias primas se funden en un solo elemento homogéneo. Tiene 4 mecheros a cada lado que funcionan de forma intermitente cada 20 minutos y tiene también 4 entradas de aire a cada lado. El combustible utilizado para fundir las materias primas es gas natural. El horno tiene varias etapas a distintas temperaturas, desde la más elevada a 1580°C hasta la salida que se encuentra a 800°C.

**Baño de estaño:** Una vez sale del horno una composición homogénea de aspecto pastoso se hace pasar por una capa de estaño líquido a 700°C. Este baño hace que el vidrio sea muy plano y tenga un grosor uniforme. El vidrio flota al pasar por este baño ya que es menos denso que el estaño y se va enfriando y endureciendo.

**Rodetes:** A continuación del baño de estaño se encuentran una serie de rodetes que dependiendo de la colocación de los mismos y su velocidad son capaces de controlar el espesor del vidrio.

**Enfriamiento:** Debido a que el vidrio sale a temperaturas cercanas a los 700°C del baño de estaño es necesario un enfriamiento controlado hasta temperatura ambiente para evitar que se produzcan tensiones internas. En medio del proceso de enfriamiento se realiza un recocido para eliminar todas las tensiones que pudiese tener el vidrio y así reducir las roturas.

**Cortadoras y evacuadoras:** Una vez que el vidrio está a temperatura ambiente y debido a que sale como una continua plancha es necesario cortarla para poder transportarla y almacenarla. Las medidas más comunes son 3210x6000 mm y 3210x2550 mm, también llamados comúnmente *Jumbo* y *Hoja*.



### 2.3.1.2. FLUJOGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO

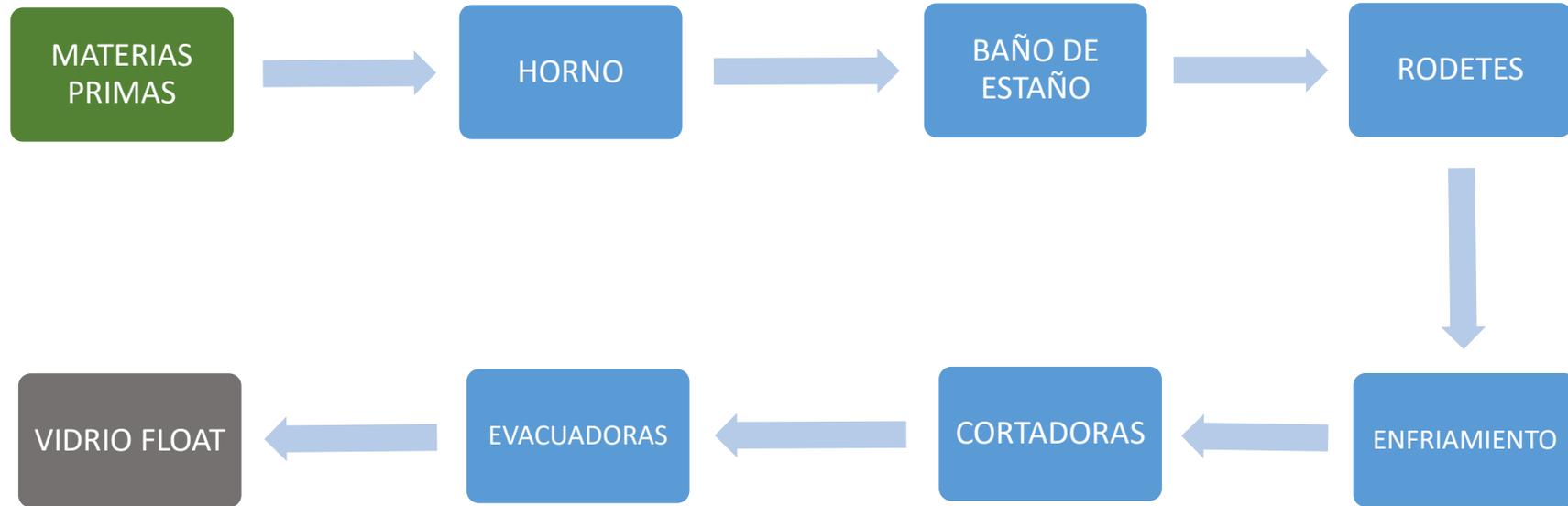


Figura 7. Flujo productivo.

### 2.3.1.3. VIDRIO LAMINADO

El vidrio laminado consiste en la unión de dos o más hojas de vidrio mediante una película de butiral de polivinilo (PVB). Una vez colocada la lámina de PVB entre las hojas de vidrio se introduce en un autoclave para sellar la unión mediante calor y presión. El PVB puede ser de distintos colores y se puede emplear todo tipo de espesores de vidrio, lo que ofrece una gran variedad de productos

Esto le confiere la propiedad que si el vidrio se rompe no se esparce en muchos pedazos, si no que queda unido al plástico. Es por esta razón que se le llama **vidrio de seguridad**.

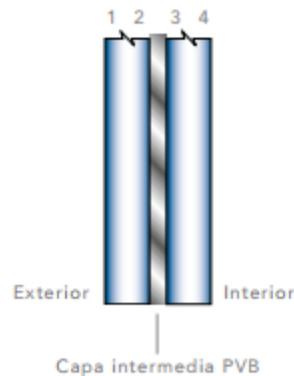


Figura 8. Detalle de vidrio laminado

Las principales aplicaciones del vidrio laminado son la construcción, la atenuación acústica y la protección antibalas.

### 2.3.1.4. VIDRIO MATEADO

El vidrio mateado consiste en la aplicación de una fina capa de ácido fluorhídrico (HF) a la hoja de vidrio con el objetivo de conseguir que la luz se difumine a su paso por el vidrio. La capa afectada por el ácido tiene un espesor de unas micras, por lo que no afecta a sus propiedades estructurales. Dependiendo de la dispersión de la luz deseada se deja más o menos tiempo el vidrio en contacto con el ácido.

Este vidrio se suele usar con un fin decorativo y se puede laminar.

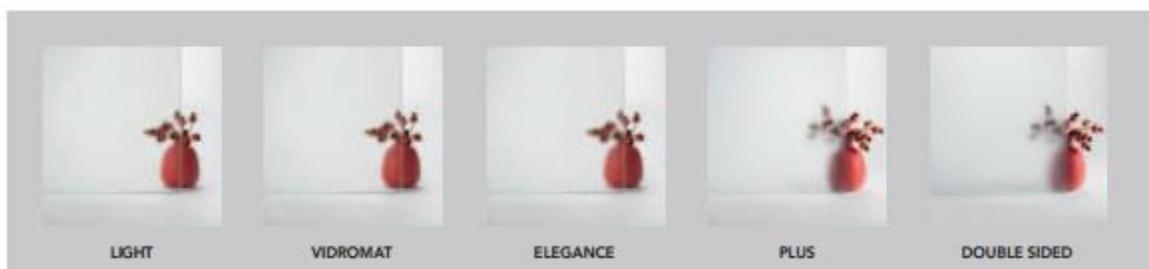


Figura 9. Detalle de los diferentes tipos de vidrio mateado.

### 2.3.1.5. VIDRIO CAPA

El vidrio capa consiste en la aplicación de una capa superficial al vidrio base, float normalmente, para conferirle múltiples propiedades. Las más habituales e importantes son la modificación de las capacidades de transmitir o no la radiación solar. De esta manera se consigue, por ejemplo, que el vidrio de pasar la luz solar pero no deje pasar la radiación UV. Así se pueden conseguir vidrios aislantes.

Existen diversos métodos para los diversos productos. Como ejemplo para fabricar el vidrio SunGuard®, emblema de GUARDIAN INDUSTRIES, se utiliza la tecnología de pulverización catódica. Mediante la aplicación de altos voltajes entre el vidrio y las moléculas de la capa que se quiere aplicar se consigue que esta se adhiera.

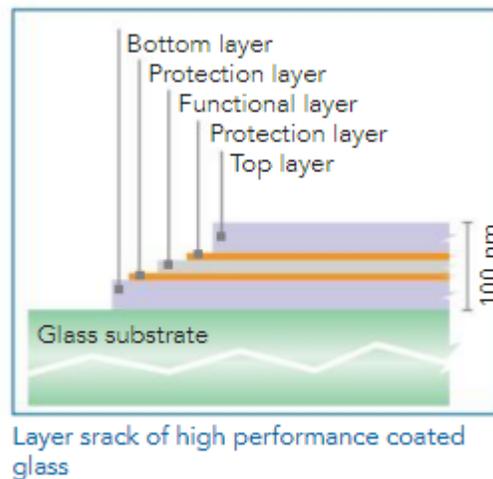


Figura 10. Detalle del vidrio de capa.

Este tipo de vidrio se usa normalmente en fachadas con el fin de controlar la radiación solar y optimizar la entrada de luz a las estancias.

### 2.3.2. PROCESO DE EXPEDICIÓN

El proceso de expedición comienza con la recepción del pedido, sigue con la preparación y estiba del producto y finaliza con el envío del mismo.

Existen diversos métodos de preparación y envío del vidrio que se detallan en el apartado 3.1 INTRODUCCION.

Se comercializan tanto el vidrio flotado como diversas combinaciones de las distintas líneas para ofrecer una variedad muy grande de productos y espesores.

Actualmente en la planta de Tudela se están expidiendo cerca de 50 camiones diarios de lunes a viernes y 30 el fin de semana. El objetivo está en expedir 1000 camiones mensuales.



### 2.4. ORGANIGRAMA

El organigrama de GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. es el siguiente:

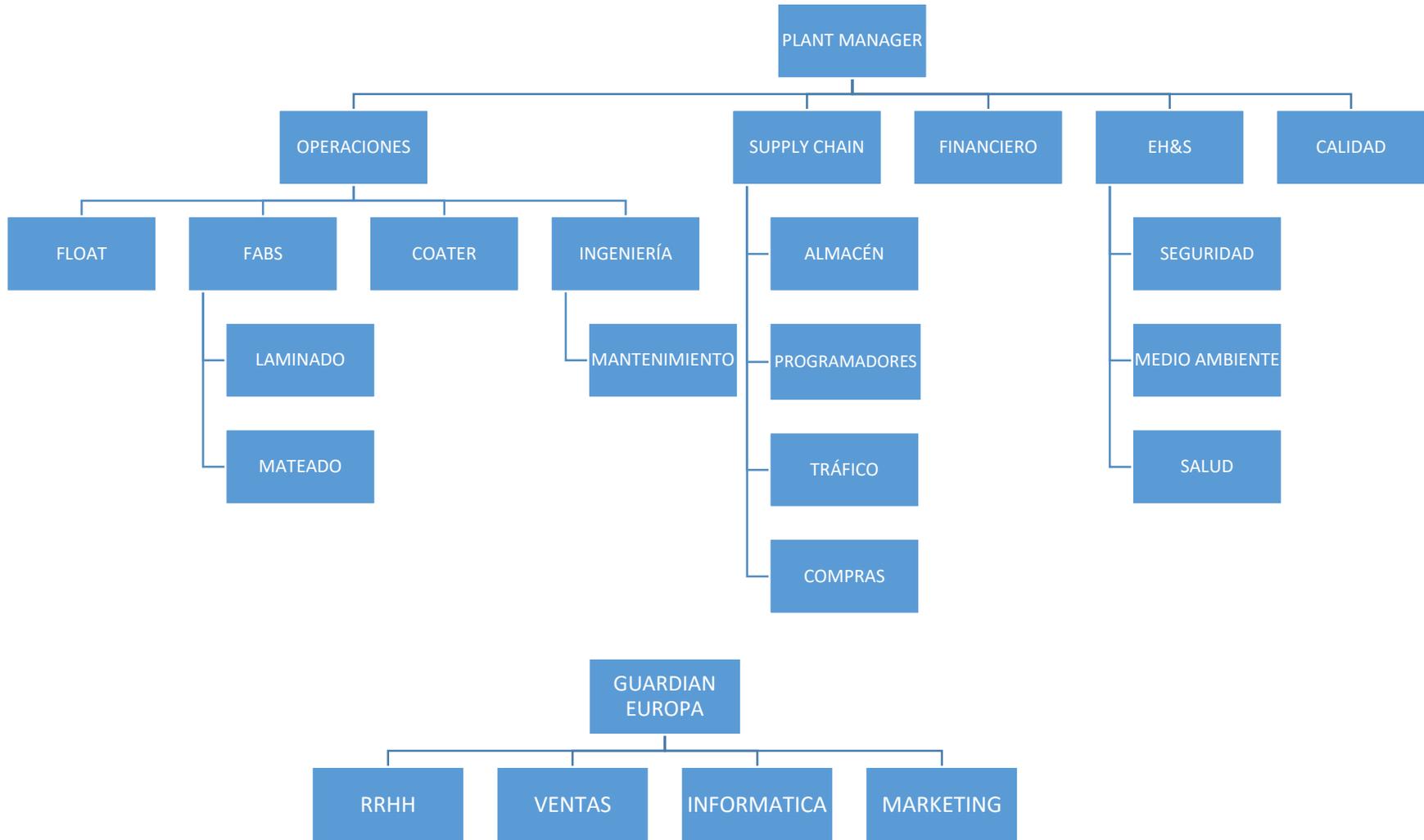


Figura 11. Organigrama.



En GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. no todos los 320 empleados de la planta dependen únicamente del Plant Manager, si no que áreas estratégicas como recursos humanos, ventas, informática y marketing dependen de la delegación europea GUARDIAN EUROPE, con base en Luxemburgo.

Esto es así para que GUARDIAN INDUSTRIES a nivel global comparta una única visión y tenga una estrategia común para todas las plantas independientemente de donde estén situadas.

## 2.5.       NORMATIVA

Como es habitual en cualquier industria para tener un estándar mínimo de calidad y seguridad, GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. cumple las normativas a nivel europeo que son exigidas para todos sus productos. Las principales son:

- UNE-EN 410:2011. Vidrio para la edificación. Vidrio de seguridad. Ensayo y clasificación de la resistencia al ataque manual.
- UNE-EN 356:2001. Vidrio para la edificación. Determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos.
- UNE-EN 572:2012. Vidrio para la edificación. Productos básicos de vidrio de silicato sodocálcico.
- UNE-EN 673:2011 Determinación del coeficiente de transmisión térmica (Valor U). Método de cálculo.
- UNE-EN 674:2011 Determinación del coeficiente de transmitancia térmica, U. Método de la placa caliente guardada.
- UNE-EN 675:2011 Determinación del coeficiente de transmitancia térmica, U. Método del medidor de flujo de calor.
- UNE-EN 12758:2011 Acristalamiento y aislamiento al ruido aéreo. Descripciones de producto y determinación de propiedades.

De igual manera ha pasado de manera exitosa las auditorías externas de la normativa ISO 9001 sobre la gestión de calidad, la normativa ISO 14001 sobre el sistema de gestión ambiental, la normativa ISO 50001 sobre la gestión energética y OHSAS 18001 sobre seguridad y salud en el entorno laboral.

También y por las exigencias del mercado europeo para tener un mercado con normas armonizadas el mercado CE es una obligatoriedad para los fabricantes europeos. Los productos de vidrio se rigen por la normativa europea de la construcción ECPR 305/2011. Así, GUARDIAN INDUSTRIES ha conseguido obtener el mercado CE para sus productos. Para más información acerca del mercado CE acudir a la página web: <http://cemarking.eu.guardian.com/CeMarking/Default.aspx>

## 2.6.       AUTORIZACIONES Y PERMISOS

Una planta productora de vidrio produce utiliza procesos y productos que necesitan autorización gubernamental debido a su toxicidad o al daño que pueden producir al medio ambiente.

El horno principal de la planta funciona con gas natural y está a más de 1500°C, como se detalla en el apartado 2.3.1.1 VIDRIO FLOAT, por lo que genera gases de efecto invernadero y expulsa aire a muy alta



temperatura. Para este problema existe la Ley 13/2010, de 5 de julio, que establece el permiso de emisión de gases de efecto invernadero. Para ello se presentó un plan de seguimiento 2013-2020 de conformidad con el Reglamento (UE) 601/2012.

A la hora de la fabricación y procesado del vidrio se generan una serie de desechos o contaminantes, GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. posee una Autorización Ambiental Integrada (AAI). Esta autorización recoge el plan de producción de residuos peligrosos y no peligrosos, de agua contaminada, de contaminación acústica y de contaminación del suelo. Esta AAI establece el plan de gestión y control usando las mejores técnicas disponibles (MTD).

## 2.7. RELACIÓN PERSONAL

La empresa GUARDIAN INDUSTRIES S.L. a nivel mundial tiene cerca de 20.000 empleados directos en más de 100 países. En concreto, en España tiene unos 2.000 empleados directos.

En GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. trabajan un total de 320 personas, siendo 240 de ellas operarios y 80 empleados.

Al no poderse parar el horno, excepto por mantenimiento, es necesario personal las 24 horas del día los 365 días del año en la planta para asegurar el correcto funcionamiento de todos los departamentos siempre. Lo habitual en las instalaciones es la existencia de 4 equipos que trabajan a turnos de 8 horas (00:00-08:00-16:00), aunque en los lugares donde no es necesario la continua actividad existen 3 equipos que descansan los fines de semana.

## 2.8. FILOSOFÍA EMPRESARIAL

Como empresa, GUARDIAN INDUSTRIES tiene una cultura y una filosofía empresarial bien marcada para poder crear valor a largo plazo para la compañía, los clientes y para la sociedad.

Esta filosofía tiene el nombre de Market-Based Management® y se basa en la aplicación de 10 principios fundamentales para la vida laboral, pero también son aplicables a la vida personal de cada uno de los empleados. Estos 10 principios guía son la base de la personalidad de la empresa y marcan todos los pasos que se dan en esta.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En la expedición de vidrio dependiendo del tipo de vidrio, del medio de transporte y del destino se prepara de una manera u otra. Actualmente, existen 3 tipos fundamentales de transportes que son:

- Góndolas
- Contenedores
- Camiones

En las góndolas, el vidrio se prepara en “L-Frames” o “A-Frames” y estas se introducen en un remolque especial que permite llevar el vidrio de gran tamaño (3210 x 6000 mm) de forma práctica, rápida y segura. Solo se envía mediante góndolas a Europa.



Figuras 12 y 13. L-frame y Góndola.

En cuanto a los contenedores existen varias diferencias fundamentales en el tipo de vidrio, carga y estiba del vidrio. Estos contenedores se envían por barco y pueden llegar a estar en tránsito hasta 3 meses, por lo que es imprescindible que se encuentren correctamente protegidos y estibados para que lleguen a su destino en perfecto estado. En estos casos el vidrio que se envía es de menor tamaño (máx. 2550 x 3210 mm) y se embala con madera mediante un proceso llamado PICTURE FRAME, el cual se detalla en el apartado 3.2 PROCESO DE PICTURE FRAME. En contenedores se envía vidrio a todo el mundo, desde Sud-América hasta Asia y Oceanía.



Figuras 14 y 15. Contenedor y A-Frame.

En los camiones hay una gran variedad de tipos de cargas, siendo las más habituales “las izadas” (Estructuras en forma de A que se colocan encima de las plataformas de los remolques) y “los cuadros” (Embalado con madera). En los camiones el vidrio que se envía también es de menor tamaño (máx. 2550 x 3210 mm). En camiones se envía tanto a clientes cercanos como hasta el norte de Europa y Rusia.



Figuras 16 y 17. Remolque y carga de izada.

### 3.2. PROCESO DE PICTURE FRAME

El proceso de PICTURE FRAME o “cerrado de cuadros” es un proceso por el cual se protege y se embala el vidrio con madera para su posterior envío.

Existen varias configuraciones a la hora del “cerrado de cuadros” dependiendo del tamaño y el tipo del vidrio y de las especificaciones del cliente. Además del embalado en madera se pueden añadir tiras de arcilla (SILICAGEL) para absorber la humedad, cantoneras de cartón para proteger las esquinas y aristas y diferentes tipos de plástico para evitar roturas o defectos durante el transporte.

De todas las configuraciones posibles la más habitual (85% de los pedidos mensuales de PICTURE FRAME) lleva cantoneras, tres tiras de arcilla, dos tipos de plástico protector y madera por los 4 costados.



El proceso consiste en traer el vidrio de su ubicación en el almacén (barrera) con una carretilla, detallada en el apartado 3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA, a la máquina llamada mesa de cierre de cuadros, detallada en el apartado 3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA.

Esta máquina está en posición vertical y una vez colocado el vidrio se abate hasta quedar en posición horizontal para poder colocarle las protecciones y la madera.

Una vez colocadas las protecciones y la madera, la mesa de cierre de cuadros se vuelve a colocar en posición vertical, se coge el paquete con un puente grúa y se lleva a su nueva ubicación (barrera). Esta nueva barrera está situada junto al muelle de carga de camiones y contenedores.

En este proceso participan dos operarios, que realizan una serie de tareas tanto individuales como conjuntas, una mesa abatible (máquina), una carretilla y un puente grúa que se detallan a continuación en la siguiente tabla:

#	OPERACIONES	OPERARIO 1	OPERARIO 2
1	Traer el vidrio de las barreras con la forklift a la máquina de cuadros		
2	Traer la grúa de vuelta		
3	Quitar las eslingas / Retirar la forklift		
4	Poner la mesa horizontal	Máquina	
5	Abrir el SILICAGEL		
6	Colocar cantoneras + tape azul		
7	Limpiar el vidrio y colocar SILICAGEL		
8	Colocar el plástico azul + tape azul		
9	Colocar plástico protector con tape azul		
10	Colocar los costados de madera		
11	Colocar las bases y tapas de madera		
12	Flejar		
13	Cortar el plástico protector		
14	Colocar el plástico protector		
15	Levantar la mesa y el cuadro	Máquina	
16	Llevarlo a la barrera con el puente grúa		
17	Colocar bien el plástico protector		
18	Poner o quitar topes (No es habitual)		

Tabla 4. Operaciones realizadas en el proceso.

A continuación se presentan una serie de fotos de las distintas fases de proceso de PICTURE FRAME para su mejor comprensión:



Figura 18. Colocación de tiras de SILICAGEL.



Figura 19. Colocación del plástico azul protector.



Figura 20. Colocación del plástico protector



Figura 21. Detalle de la colocación de los costados de madera al vidrio por los dos operarios.



Figura 22. Carga de “cuadros” en camión.

### 3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA

#### 3.2.1.1. MESA ABATIBLE

Resulta necesario recalcar que todo el vidrio que se almacena y se transporta en GUARDIAN INDUSTRIES S.L. se hace de manera vertical porque minimiza el espacio utilizado, las roturas del vidrio y las máquinas existentes en el mercado para el movimiento de vidrio están preparadas para el transporte y almacenamiento en vertical.

La máquina empleada en el proceso de PICTURE FRAME es una máquina que se fabricó exclusivamente para GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA por la empresa LAMUCE con el fin de poder colocar el vidrio de forma horizontal para embalarlo con madera.



Figura 23. Movimiento de la mesa de cierre de cuadros

La máquina se controla desde un puesto de mando situado en la zona inferior derecha observando el plano de la zona en planta. En los planos de distribución en planta de la instalación 1 y 6 adjuntos tras la memoria, la máquina se define como el objeto número 1.

Esta máquina dispone de dos apoyos horizontales retráctiles en la parte inferior de la máquina que permiten apoyar el vidrio cuando esta se encuentra en la posición vertical. Una vez la máquina se encuentra en la posición horizontal los apoyos se recogen automáticamente para permitir la colocación de las protecciones y de la madera.

Cuando se ha terminado la colocación de las protecciones y de la madera y el paquete está listo para llevarlo a su ubicación, el operario pulsa un botón y los apoyos vuelven a extenderse para permitir el posicionamiento vertical del paquete.

### 3.2.1.2. CARRETILLA CON YUGO Y ESLINGAS

Para desplazar el vidrio desde la ubicación de almacenaje hasta la mesa batiente se utiliza una carretilla modificada, también llamada *forklift*. A esta carretilla se le han sustituido las uñas habituales para coger palés por un yugo especialmente diseñado para el transporte de vidrio.

El yugo se acopla al bastidor y permite el enganche de dos eslingas al yugo. Mediante estas eslingas se puede coger el vidrio de una forma rápida y segura hasta 3000 kg. Para evitar roturas del mismo se coloca un “taco” de corcho en el apoyo inferior y un suplemento en la parte superior de las eslingas para reducir la tensión en el canto del vidrio.



Figuras 24 y 25. Carretilla con yugo

Estas carretillas son de la marca LINDE y disponen de unas ventosas retractiles para evitar el balanceo del vidrio en el transporte que conlleva riesgo y rotura del vidrio.

### 3.2.1.3. PUENTE GRÚA

El vidrio embalado con madera y puestas todas las protecciones se traslada desde la mesa batiente de cierre de cuadros hasta su nueva ubicación mediante un puente grúa que puede transportar hasta cargas de 6 Toneladas.

El puente grúa utilizado se controla mediante un mando inalámbrico y es de la marca DEMAG. Para transportar los paquetes de vidrio embalados con madera o cuadros se enganchan dos cadenas metálicas al gancho y estas a su vez a la madera.



### 3.3. ESTUDIO PREVIO

Para poder tener una visión más precisa del problema es necesario hacer un estudio de la situación del proceso, tanto del punto de vista de los útiles y materiales necesarios como de la ubicación de los mismos y del tiempo empleado en cada operación.

Con este fin se hace una clasificación de los útiles y materiales y la frecuencia de uso de los mismos, se dibuja un plano de la zona de trabajo, se toman fotos del estado previo, se toman varios tiempos aleatorios de un ciclo completo del proceso para tener una media precisa y se mide la distancia recorrida por cada operario en cada ciclo completo.

Asimismo, y como complemento al estudio se dialoga con los operarios que participan en el proceso para tener una visión más práctica y global del proceso, lo que permite conocer las oportunidades de mejora.

#### 3.3.1. ÚTILES Y MATERIALES NECESARIOS

Los útiles y materiales utilizados en un turno completo en el proceso de cerrado de cuadros que se encuentran en la zona de trabajo y una breve descripción de los mismos es la siguiente:

**Útiles:** Son herramientas que se emplean en el proceso de PICTURE FRAME.

1. Grapadora: Se trata de una grapadora tachonadora que se utiliza para grapar la descripción del producto a las protecciones de madera, para poder tener identificado el producto en todo momento.
2. Flejadora: Se utiliza para tensar y cortar el fleje.
3. Carro con fleje: Se trata de un carro que permite tener el rollo de fleje colocado y dispuesto para desenrollarlo. Este dispone de un compartimento para poder dejar la flejadora.
4. Cúter: Se trata de un cúter de seguridad que cuando se deja de aplicar presión, la hoja se recoge automáticamente. Se utiliza para cortar el plástico protector.
5. Palo: Se trata de un separador de las bases y tapas de madera. También se utiliza para recoger los desperdicios de papel protector que llevan los plásticos utilizados.
6. Trapo: Es un trapo convencional que se utiliza para limpiar el vidrio de polvo u otros restos depositados en su almacenaje.
7. Escoba, mopa y recogedor: Se utilizan para recoger los restos que se caen al suelo durante el proceso.
8. Flejadora de grapas: Se trata de un instrumento que coloca unas grapas para cerrar los costados de madera.
9. Topes de la mesa de cuadros: Se trata de 4 piezas de acero que se pueden acoplar o no en la mesa batiente de cierre de cuadros para evitar las roturas. Se desplazan dependiendo de la medida del vidrio.
10. Papeleras: Son dos papeleras de 700x700x1000 mm de color azul y verde para plástico y papel.



**Materiales consumibles:** Son materiales que se usan en el proceso de PICTURE FRAME y es necesario reponer el stock.

1. Cantoneras de cartón: Son piezas de cartón prensado de 11 cm de longitud con forma de escuadra. Normalmente se colocan una en cada una de las cuatro esquinas.
2. Tape azul: Se trata de cinta adhesiva de color azul que no deja ningún tipo de resto en el vidrio. Se utiliza tanto para pegar las cantoneras como para pegar los plásticos. Tienen un diámetro interior de 6 cm y una anchura de 4 cm.
3. SILICAGEL: Es el nombre comercial que se le da a las bolsas rellenas de pequeñas bolas de arcilla absorbentes de humedad. Se utilizan para absorber la humedad y que no condense el agua y estropee el vidrio. Se trata de tiras de 20 bolsitas unidas que se colocan en la base y costados de los paquetes de vidrio.
4. Cinta azul: Se trata de una cinta adhesiva con un papel incorporado que se coloca dando una vuelta completa al paquete de vidrio. Tiene un diámetro interior de 8 cm y una anchura de 35 cm.
5. Plástico protector: Se trata de un plástico fino con el que se recubren los paquetes de vidrio para evitar rallas o la entrada de suciedad. Existen 3 tipos de plástico diferentes en función del medio de transporte, del destino o de las especificaciones del cliente.
6. Costados de madera: Se trata de una protección de madera que recubre los laterales de los paquetes de vidrio. Tiene diferentes medidas dependiendo del tamaño del vidrio.
7. Bases y tapas de madera: Se trata de una protección de madera que recubre la base y tapa de los paquetes de vidrio. La medida es uniforme debido a que esa medida es común para todos los tipos de vidrio que se embalan.
8. Fleje: Se trata de una tira de aluminio de 2 cm de ancho que sirve para conseguir cerrar la madera que recubre el vidrio. Se colocan 2 en cada lateral y uno en el centro.
9. Plástico film: Se trata de un plástico de unas pocas micras de espesor que sirve para enfardar el vidrio.

### 3.3.2. FOTOS PREVIAS

En este apartado se exponen a continuación una serie de fotos de la zona de la instalación en el estado en el que se encontraba antes de realizar ningún cambio.

Se puede observar que hay desorden y suciedad y que esto conlleva un riesgo para las personas y para la maquinaria.



Figura 26. Vista frontal.



Figura 27. Detalle costados de madera mal ubicados.



Figura 28. Detalle carro vacío y stock de TAPE azul encima de un palé viejo.



Figura 29. Detalle del stock de cinta azul.



Figura 30. Mesa metálica y útiles.



Figura 31. Detalle de materiales y útiles encima de la mesa.



Figura 32. Detalle modo de trabajo con SILICAGEL.



Figura 33. Detalle manera de cortar el plástico y chaquetas colgadas de los palés.



Figura 34. Detalle flejadora de grapas guardada detrás de la valla.

### 3.3.3. DURACIÓN OPERACIONES PREVIA

A la hora de conocer el tiempo necesario para cada operación del proceso de cierre de cuadros, se cronometran varios ciclos completos del proceso tomando tiempos de las operaciones parciales y del tiempo total.

De la misma manera se indica que operación hace cada operario, como está la mesa de cierre de cuadros y se calculan las medias tanto parciales como globales. Se procuran hacer medidas aleatorias para conseguir tener unos datos objetivos y representativos.

Actualmente se completan de embalar o se cierran con madera una media de 16 paquetes de vidrio por turno de 8 horas.

Todos los datos anteriormente descritos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Duración de operaciones previa.



#	OPERACIONES	TIEMPO (s)						OPERARIO 1	OPERARIO 2	MESA	MEDIA OPERACIONES ANTES
		1	2	3	4	5	6				
1	Traer el vidrio de las barreras con la forklift a la máquina de cuadros	150	180	150	125	100	105			Vertical	135,00
2	Traer la grúa de vuelta	100	90	120	90	105	100			Vertical	100,83
3	Quitar las eslingas / Retirar la forklift	60	75	45	60	60	80			Vertical	63,33
4	Poner la mesa horizontal	30	30	30	30	30	30	Máquina		Horizontal	30,00
5	Abrir el SILICAGEL	50	50	10	30	60	0			Horizontal	33,33
6	Colocar cantoneras + tape azul	45	30	30	40	30	45			Horizontal	36,67
7	Limpiar el vidrio y colocar SILICAGEL	120	150	90	90	150	75			Horizontal	112,50
8	Colocar el plástico azul + tape azul	80	120	60	120	165	300			Horizontal	140,83
9	Colocar plástico protector con tape azul	75	150	90	60	150	90			Horizontal	102,50
10	Colocar los costados de madera	25	20	25	30	45	30			Horizontal	29,17
11	Colocar las bases y tapas de madera	50	30	30	30	90	30			Horizontal	43,33
12	Flejar	180	210	200	165	240	250			Horizontal	207,50
13	Cortar el plástico protector	0	45	30	0	45	0			Horizontal	20,00
14	Colocar el plástico protector	30	25	25	60	30	35			Horizontal	34,17
15	Levantar la mesa y el cuadro	30	30	30	30	30	30	Máquina		Vertical	30,00
16	Llevarlo a la barrera con el puente grúa	310	300	240	270	240	240			Vertical	266,67
17	Colocar bien el plástico protector	0	20	20	60	50	0			Vertical	25,00

	Promedio (s)	Promedio (min)
<b>TOTAL</b>	<b>1410,83</b>	<b>23,51</b>



### 3.3.4. PLANO PREVIO

El plano de la distribución en planta de la instalación tal y como estaba previamente se encuentra adjunto en el Anexo PLANOS tras la memoria. Este plano es el 1-DISTRIBUCION EN PLANTA DE LA INSTALACION PREVIA.

### 3.3.5. DISTANCIA RECORRIDA POR LOS OPERARIOS

La distancia recorrida durante un proceso es un dato objetivo y fundamental en el estudio del mismo. Esto es así ya que conforme aumenta la distancia recorrida por los operarios aumenta el riesgo de producirse un accidente. De la misma manera, cuanto menor distancia recorran los operarios más optimizado estará el proceso, ya que esta distancia recorrida no aporta valor al producto.

Para poder medir la distancia recorrida, en primer lugar se hace un Diagrama de Espagueti, en el cual se reproduce visualmente la movilización de personas o equipos en un área determinada.

#### 3.3.5.1. DIAGRAMA DE ESPAGUETI

Este diagrama consiste en dibujar el recorrido de cada uno de los operarios de forma continua en un ciclo completo del proceso. Mediante este diagrama se puede visualizar de un solo golpe de vista el recorrido de los operarios en un ciclo completo para poder realizar un estudio de la logística del proceso. De esta manera se pueden reorganizar los materiales y útiles de la instalación con el fin de optimizar el proceso tanto en tiempos perdidos por el desplazamiento como en la ergonomía de los operarios que recorren más distancia de la realmente necesaria.

Los planos de los diagramas de espagueti de los dos operarios que trabajan en la instalación tal y como trabajaban antes de realizar ningún cambio se encuentran adjuntos en el Anexo PLANOS tras la memoria. Estos planos son 2-DIAGRAMA DE ESPAGUETI OPERARIO 1 PREVIO y 3-DIAGRAMA DE ESPAGUETI OPERARIO 2 PREVIO.

#### 3.3.5.2. CÁLCULO DE LA DISTANCIA RECORRIDA

Una vez realizados los diagramas de espagueti se calculan los metros recorridos por los operarios mediante una estimación. Se cuentan las veces que transitan por cada lado de la mesa de cuadros y por el resto de zonas. Sabiendo las medidas de la máquina se pueden hacer un cálculo aproximado de los metros recorridos por cada operario. Se encuentra detallado en la siguiente tabla:

**NÚMERO DE VECES QUE PASA POR LA MESA DE CUADROS**

ANTES	IZQUIERDA	DERECHA	ARRIBA	ABAJO	RESTO
OPERARIO 1	4	6	4	6	8
OPERARIO 2	4	8	5	5	4



SUMA LATERAL (2,2 m)	SUMA BASE Y TAPA (3,2 m)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	TOTAL (m)
10	18	<b>80,1</b>	<b>151,9</b>
12	14	<b>71,8</b>	

Tabla 6. Tabla de la distancia recorrida por los operarios.

La distancia total recorrida por los dos operarios en un ciclo completo del proceso de PICTURE FRAME es de **151,9 m.**

#### 3.4. PROBLEMAS DETECTADOS

Se ha procedido a identificar los problemas existentes con cada útil y material utilizado en el proceso, que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 7. Problemas detectados de útiles y materiales.



#	Útiles	Ubicación actual	Problemas
1	Grapadora	Se tira encima de la mesa metálica	Tiene un lugar definido, pero no se deja allí. No es práctico.
2	Flejadora	Se deja en un cajón del carro. Existe otra que no funciona bien se deja encima de la mesa metálica.	Hay dos. Una no funciona bien.
3	Carro con fleje	Es móvil, no tiene lugar definido	No tiene un lugar definido cuando no está en uso
4	Cúter	Se deposita sin criterio encima de la mesa metálica	No tiene un lugar bien definido. Se pierden y es peligroso
5	Palo	Se deja encima de las papeleras y se entremete por la valla metálica	No tiene un lugar bien definido. No es un útil profesional.
6	Trapo	Se deposita sin criterio encima de la mesa metálica	No tiene un lugar bien definido. Se deja en cualquier sitio y genera suciedad y descontrol.
7	Escoba	Entre la columna y el stock de tape azul	No genera problemas, aunque no existe zona delimitada
	Mopa	Entre la columna y el stock de tape azul	
	Recogedor	Entre la columna y el stock de tape azul	
8	Flejadora de grapas	Entre la mesa de mando y la pared	No se usa y está en un sitio que no le corresponde.
9	Topes de la mesa de cuadros	En la bandeja inferior de la mesa metálica	Puede ser peligroso ya que son pesados. No tiene un lugar bien definido y pueden producir accidentes.
10	Papeleras	Entre la mesa de mando y la mesa metálica	No está bien definido que va en cada papeleras y se tarda en llegar a la misma



#	Materiales	Ubicación actual	Problemas
1	Cantoneras	Están dentro de una caja de cartón vacía que se deja encima de la mesa metálica	No tiene un lugar bien definido y los operarios improvisan.
2	Tape azul	Hay de 3 a 4 rollos empezados que se dejan encima de cualquier lugar. El stock se almacena en la esquina superior derecha	Al ser un consumible que dura poco no genera demasiados problemas, aunque da la imagen de desorden.
3	SILICAGEL	Hay una caja empezada encima de un carro. Una caja sin empezar en el suelo. Una o varias cajas vacías por la zona	No tiene un lugar bien definido. Se abren y se dejan encima de la mesa ocupando la mayoría de la superficie.
4	Cinta azul	Se deja el empezado encima de la mesa metálica, el stock en la esquina superior izquierda	No tiene un lugar bien definido. Hay de dos tipos, aunque se usan para lo mismo.
5	Plástico protector	Está entre el stock de costados y tapas y se corta en el suelo.	No tiene un lugar bien definido. Invade la zona libre de circulación. Se corta en suelo. Conlleva riesgo de corte y de accidente
6	Costados	Se tiene un palé de una medida ubicado encima de un carro a la izquierda de la mesa de cuadros y otro de otra medida en la esquina superior derecha	Normalmente uno de los palés se encuentra vacío.
7	Bases y tapas	Se tienen de uno a dos palés encima de una carro en la parte superior de la mesa de cuadros	Cuando no disponen de la carretilla no pueden reponer el stock
8	Fleje	Dentro de carro de fleje	No genera ningún problema



Tal y como se observa en la tabla anterior, los problemas existentes son diferentes, pero la mayoría tienen una causa común: **el desorden.**

En el proceso de cierre de cuadros se pierde tiempo y por lo tanto productividad porque tanto los útiles como los materiales necesarios se encuentran **desordenados** y no tienen una zona definida para ellos.

Además, existe el problema de la suciedad que impide crear un entorno de trabajo agradable, que los empleados estén desmotivados y que la zona de trabajo sea **peligrosa.**

Ambos factores influyen en que los operarios tarden más de lo que deberían en completar un ciclo de cierre los cuadros lo que conlleva una pérdida de productividad y eficiencia.

El objetivo propuesto es el aumento del número de embalado o cierre de paquetes de vidrio de 16 a 18 por turno, es decir, **aumentar la productividad de la instalación un 11%.**

## 4. FILOSOFÍA DE LAS 5S

### 4.1. INTRODUCCIÓN

En una empresa el desorden y la suciedad se puede pagar muy caro, desde perder productividad por el tiempo invertido en buscar papeles, herramientas u objetos necesarios para el trabajo hasta el deterioro de maquinaria y materias primas por su descontrol.

Un entorno de trabajo desordenado y sucio puede generar en los trabajadores desmotivación, estrés y muestra una predisposición a la ocurrencia de lesiones y accidentes. Por ello aparece la metodología de las 5S.

Esta metodología tiene su origen en la empresa japonesa Toyota en los años 60 y se llama así debido a los 5 pasos o etapas que hay que seguir, cuyo nombre en japonés empieza por la letra s.

La filosofía o metodología de las 5S es una técnica de gestión industrial que consiste en una serie de pasos o etapas que se deben seguir para conseguir crear un entorno de trabajo organizado, ordenado y limpio. Estos pasos se consiguen a través de la implicación de todas las personas que trabajan en la empresa creando un entorno de trabajo eficiente y productivo, pero también seguro. Es por esto que la metodología de las 5S también se puede considerar una filosofía, ya que consigue cambiar la mentalidad de las personas en su entorno laboral.

En la siguiente tabla se especifican las etapas de la metodología y su significado:

## El modelo 5s

<b>Seiri</b>	<b>Eliminación</b>	Identificar y eliminar las cosas que no son necesarias en el entorno de trabajo.
<b>Seiton</b>	<b>Organización</b>	Cada cosa en un sitio y un sitio para cada cosa.
<b>Seiso</b>	<b>Limpieza</b>	Mantener el entorno de trabajo limpio y ordenado. Evitar que proliferen los elementos que ensucian y contaminan el entorno.
<b>Seiketsu</b>	<b>Estandarización</b>	Definir normas de protocolo que favorezcan el mantenimiento de un entorno de trabajo limpio y agradable.
<b>Shitsuke</b>	<b>Disciplina</b>	Crear en el equipo el hábito de mantener y mejorar de forma continua la "limpieza visual" del entorno de trabajo.

El modelo creado por **Hiroyuki Hirano** es la forma práctica de impulsar una cultura de trabajo basada en la **limpieza visual**.

Figura 35. TABLA 5S. Autor: Fernando López Vázquez. (2012)

Con la implantación del método de las 5S se consiguen múltiples beneficios para la empresa y para los trabajadores. Los más importantes son los siguientes:

- Mayor productividad y eficiencia en los procesos
- Mayor implicación de los empleados con su trabajo y su entorno de trabajo
- Más seguridad y menor riesgo de accidentes laborales
- Reducción de coste de operación
- Aumento de la calidad y de la fiabilidad de los productos
- Rápida verificación visual de la zona de trabajo

#### 4.2. APLICACIÓN DE LAS 5S

Una vez se analizaron los problemas detectados en el proceso de PICTURE FRAME se observa que la metodología de las 5S se adapta perfectamente a la situación, ya que mediante la consecución de una zona de trabajo ordenada, limpia y segura se alcanzan mejores niveles de productividad, aumenta la implicación de los operarios y consigue una reducción de accidentes laborales. Estos son los objetivos principales que se buscan en el proceso de PICTURE FRAME.



En la norma ISO 9001:2015 existe el apartado 10.3 que trata sobre la mejora continua. Este apartado fomenta la necesidad de las empresas para eliminar potenciales no conformidades y evitar que se reproduzcan. En este apartado se expresa un énfasis sobre el orden y la limpieza en los puestos de trabajo.

Debido al anhelo de GUARDIAN INDUSTRIES por seguir mejorando y creciendo se realizan auditorías externas para comprobar que cumple los estándares internacionales tanto de calidad como de medioambiente o de seguridad y salud. Por lo que la aplicación de las 5S en sus procesos encaja con su visión de mejora y crecimiento empresarial.

Para que la aplicación de la filosofía de las 5S sea un éxito es necesaria la implicación y la participación proactiva de todos los empleados de la planta, desde los operarios hasta la alta dirección.

A continuación se detallan todas las etapas de las 5S y todos los pasos realizados para su aplicación:

#### 4.2.1. PRIMERA S: CLASIFICACIÓN

La primera etapa o “seiri” consiste en identificar y clasificar todos los útiles y materiales necesarios en el proceso para así poder eliminar aquellos que son innecesarios.

Frecuentemente existen útiles y materiales que se encuentran en la zona de trabajo pero que no se utilizan en el desarrollo de ningún proceso. También puede ocurrir que haya un stock inadecuado de materiales que sí que se utilizan el proceso. Ambas disconformidades hacen que exista un impedimento en el control visual de la zona de trabajo, que existan errores en el abastecimiento de stocks y favorecen la aparición de accidentes.

Para ello se realiza una identificación y clasificación de todos los útiles y materiales que están en la zona de trabajo del proceso de PICTURE FRAME. También se identifica la frecuencia de uso de cada uno de ellos en la siguiente tabla:

#	Útiles	Frecuencia de uso (por cuadro)	Frecuencia de uso (tiempo en segundos)
1	Grapadora	1	10
2	Flejadora	1	180-200
3	Carro con fleje	1	180-200
4	Cúter	1	20
5	Palo	3	30-40
6	Trapo	1	20-30
7	Escoba	1 vez cada 16	120
	Mopa	1 vez cada 16	120
	Recogedor	1 vez cada 16	20
8	Flejadora de grapas	Actualmente no se usa	0
9	Topes de la mesa de cuadros	Depende del pedido	
10	Papeleras	4 o 5	



#	<u>Materiales</u>	Frecuencia de uso (por cuadro)
1	Cantoneiras	4
2	Tape azul	15-20
3	SILICAGEL	3
4	Cinta azul	1
5	Plástico protector	1
6	Costados	2
7	Bases y tapas	2
8	Fleje	5
9	Plástico film	0

Tabla 8. Clasificación y frecuencia de materiales y útiles.

Una vez se han identificado los útiles y materiales que hay en la zona de trabajo ya se pueden eliminar aquellos que sean inútiles o que no se utilicen. En este caso aquellos útiles y materiales que no se utilizan y que es necesario eliminar son:

- La flejadora de grapas
- El plástico film

#### 4.2.2. SEGUNDA S: ORDEN

La segunda etapa o “seiton” consiste en establecer cómo y dónde deben situarse todos los útiles y materiales empleados en el proceso de manera que resulte fácil, práctico y cómodo su empleo.

El objetivo es que cualquier útil o material necesario pueda ser accesible en segundos y que cualquier persona sepa identificar el lugar del mismo y si es necesario reponerlo o no.

Para ello, la colocación de los útiles y materiales necesarios en el proceso se deben colocar de manera que exista una relación racional de utilización y proximidad para que esta ordenación sea eficaz.

Tablas 9 y 10. Problemas detectados y nuevas ubicaciones de materiales y útiles.



#	Útiles	Ubicación actual	Problemas	Nueva ubicación	Porqué
1	Grapadora	Se tira encima de la mesa metálica	Tiene un lugar definido, pero no se deja allí. No es práctico.	Dentro de una gaveta de plástico encima de la mesa metálica.	Porque una gaveta permite tener un lugar definido y ordenado
2	Flejadora	Se deja en un cajón del carro. Otra que no funciona bien se deja encima de la mesa metálica.	Hay dos. Una no funciona bien.	La que funciona se deja en un cajón del carro. La que funciona mal se elimina.	El cajón del carro de la flejadora es el lugar adecuado para la flejadora, ya que permite optimizar tiempos y tenerla ordenada
3	Carro con fleje	Es móvil, no tiene lugar definido	No tiene un lugar definido cuando no está en uso	No tiene ubicación fija porque es móvil, pero cuando no se utiliza se debe dejar en la zona cercana a la mesa de mando	Porque cuando no se utiliza se deja en lugar que no moleste pero que este cerca de su zona de uso habitual
4	Cúter	Se deposita sin criterio encima de la mesa metálica	No tiene un lugar bien definido. Se pierden y es peligroso	Cada operario debe hacerse responsable de su cúter y guardarlo en el bolsillo cuando no se use	El cúter es personal, por lo que cada operario debe hacerse responsable de su cúter.
5	Palo	Se deja encima de las papeleras y se entremete por la valla metálica	No tiene un lugar bien definido. No es un útil profesional.	Se elimina y se sustituye por un útil profesional que se deja colgado de la valla metálica	Porque es un lugar cercano a su zona de uso habitual y permite una rápida ordenación
6	Trapo	Se deposita sin criterio encima de la mesa metálica	No tiene un lugar bien definido. Se deja en cualquier sitio y genera suciedad y descontrol.	3 gavetas de plástico encima de la mesa metálica. Para trapos nuevos, viejos y en uso.	Porque esta manera permite que todos los trapos tengan un lugar bien definido
7	Escoba	Entre la columna y el stock de tape azul	No genera problemas, aunque no existe zona delimitada	Entre la columna y el stock de tape azul. Poner cartel y delimitar zona.	Al delimitar la zona se consigue que siempre esté ordenado y que se pueda saber de un vistazo si falta algo
	Mopa	Entre la columna y el stock de tape azul			
	Recogedor	Entre la columna y el stock de tape azul			



#	Útiles	Ubicación actual	Problemas	Nueva ubicación	Porqué
8	Flejadora de grapas	Entre la mesa de mando y la pared	No se usa y está en un sitio que no le corresponde.	Debido que no se usa se decide eliminarla.	Aplicando las 5S todo aquello que no se utiliza no debe estar en la zona de trabajo
9	Topes de la mesa de cuadros	En la bandeja inferior de la mesa metálica	Puede ser peligroso ya que son pesados. No tiene un lugar bien definido y pueden producir accidentes.	Gaveta de plástico encima de la mesa metálica.	La gaveta permite tener un lugar definido y ordenado
10	Papeleras	Entre la mesa de mando y la mesa metálica	No está bien definido que va en cada papelera y se tarda en llegar a la misma	Poner una papelera extra para los desperdicios del embalaje del SILICAGEL	Porque el embalaje del SILICAGEL es el que más ensucia la zona y poniendo una papelera específicamente para este fin reduce significativamente la suciedad.



#	Materiales	Ubicación actual	Problemas	Nueva ubicación	Porqué
1	Canteras	Están dentro de una caja de cartón vacía que se deja encima de la mesa metálica	No tiene un lugar bien definido y los operarios improvisan.	Dentro de una gaveta de plástico encima de la mesa metálica.	Porque una gaveta permite tener un lugar definido y ordenado
2	Tape azul	Hay de 3 a 4 rollos empezados que se dejan encima de cualquier lugar. El stock se almacena en la esquina superior derecha	Al ser un consumible que dura poco no genera demasiados problemas, aunque da la imagen de desorden.	Soporte para rollos enganchado a la valla metálica amarilla.	Es una manera fácil y sencilla de ordenar los rollos.
3	SILICAGEL	Hay una caja empezada encima de un carro. Una caja sin empezar en el suelo. Una o varias cajas vacías por la zona	No tiene un lugar bien definido. Se abren y se dejan encima de la mesa ocupando la mayoría de la superficie.	Dentro de dos gavetas y un cubo de plástico encima de la mesa metálica, cambiando el modo de trabajo.	Porque dos gavetas y un cubo permiten tener un lugar definido y ordenado
4	Cinta azul	Se deja el empezado encima de la mesa metálica, el stock en la esquina superior izquierda	No tiene un lugar bien definido. Hay de dos tipos, aunque se usan para lo mismo.	Soporte para rollos enganchado a la valla metálica amarilla. Y escoger un solo tipo de cinta azul.	Es una manera fácil y sencilla de ordenar los rollos.
5	Plástico protector	Está entre el stock de costados y tapas y se corta en el suelo.	No tiene un lugar bien definido. Invade la zona libre de circulación. Se corta en suelo. Conlleva riesgo de corte y de accidente	Portarrollos doble con cortador integrado en el lugar de los costados de reserva	Es la mejor opción para colocar los rollos y mejorar la seguridad del proceso
6	Costados	Se tiene un palé de una medida ubicado encima de un carro a la izquierda de la mesa de cuadros y otro de otra medida en la esquina superior derecha	Normalmente uno de los palés se encuentra vacío.	Se elimina una de las medidas y se usa el carro como apoyo si se tiene que trabajar con medidas distintas	Actualmente no existe una mejor ubicación para los costados, bases y tapas
7	Bases y tapas	Se tienen de uno a dos palés encima de un carro en la parte superior de la mesa de cuadros	Cuando no disponen de la carretilla no pueden reponer el stock	No se cambia la ubicación	Porque se considera que la ubicación actual es en la que mejor se encuentran
8	Fleje	Dentro de carro de fleje	No genera ningún problema	No se cambia la ubicación	Porque dentro del carro de fleje es el mejor lugar donde puede estar



Una vez ordenado, es altamente recomendable nombrar el lugar de cada útil y material, así como delimitar la zona de aquellos de mayor tamaño. Con este fin, se colocan letreros en cada nueva ubicación y carteles para su rápida identificación.

La frase “un lugar para cada cosa y un cada cosa en su lugar” resume a la perfección esta etapa.

#### 4.2.3. TERCERA S: LIMPIEZA

La tercera etapa o “seiso” consiste en la limpieza del lugar de trabajo, ya que la suciedad propicia la degradación de la maquinaria, la desmotivación de los empleados y los accidentes laborales.

Para mantener el espacio de trabajo limpio no es suficiente con limpiar, si no lo que se pretende es identificar las causas raíces de la suciedad y eliminarlas o reducirlas al máximo. Esto es así porque si no se ensucia no es necesario emplear tiempo y recursos en limpiar lo que conlleva un aumento en la productividad inmediata del proceso.

Durante un turno completo en la instalación de PICTURE FRAME se generan múltiples desperdicios, los cuales se deben estudiar para obtener un diagnóstico inicial de la limpieza de la instalación.

Tras observar el proceso de PICTURE FRAME se han identificado todas las fuentes de suciedad y se puede decir que hay algunos desperdicios que causan problemas y otros que no lo hacen. Esta diferencia radica en que existen dos papeleras grandes para papel y cartón, pero estas no resuelven el problema total de la suciedad.

En este proceso se van a intentar poner soluciones a aquellas fuentes de suciedad que generan problemas que son las siguientes:

- Papel protector blanco en la cinta azul
- Papel protector amarillo en las tiras de SILICAGEL
- Bolsa de plástico en la que viene cada tira de SILICAGEL
- Cajas de cartón de la cinta azul, del tape azul y del SILICAGEL
- Palés de madera
- Palos separadores de madera

Una vez identificados todas las fuentes de suciedad que existen en el proceso resulta imprescindible buscar la manera de solucionar aquellas que presenten problemas. Estas son las siguientes:



Desperdicio generado	Medidas para solucionarlo
Papel protector blanco en la cinta azul	Recogerlo del suelo enrollándolo y ayudándose de un agarrador con punta de plástico y tirándolo a la basura azul
Papel protector amarillo en las tiras de SILICAGEL	Se decide cambiar el modo de trabajar a la hora de abrir y preparar las tiras de SILICAGEL poniendo una papelera y dos gavetas de plástico.*
Bolsa de plástico en la que viene cada tira de SILICAGEL	
Cajas de cartón de la cinta azul, del tape azul y del SILICAGEL	Doblar y tirar a la basura azul
Palés de la madera	Se mueven con la carretilla cuando se acaba el stock.
Palos separadores de madera	Los finos se almacenan provisionalmente en una bandeja añadida a los carros. Se añaden dos papeleras para recogerlos.

Tabla 11. Desperdicios y soluciones.

\*La nueva manera de trabajar con las tiras de SILICAGEL consiste en vaciar la caja de cartón entera en una gaveta grande. De esta gaveta se van abriendo las bolsas donde está cada tira de SILICAGEL y se tira directamente la bolsa del embalaje a la nueva papelera y se dejan las tiras de SILICAGEL preparadas para su uso en otra gaveta encima de la mesa metálica.

Para que sea efectiva esta etapa de limpieza y complementando las soluciones dadas anteriormente es necesario una formación/educación de los empleados, para que comprendan la importancia de la limpieza en su puesto de trabajo. De esta manera se incluye la limpieza como una parte más del trabajo de cada persona.

Con este fin se establece un procedimiento de trabajo y de limpieza, antes, durante y al terminar el turno, que se comenta en la cuarta s que trata sobre la estandarización.

Anteriormente en la empresa ya se había trabajado a conciencia sobre el tema de la limpieza en los puestos de trabajo y ya está aplicado el “colour management” o gestión por colores. Esta consiste en identificar con la ayuda de los colores las diferentes zonas definidas para cada actividad u objeto, pero también para controlar las maquinas. Es una manera fácil y visual de realizar una revisión o de controlar que ciertos parámetros se encuentren dentro de un rango definido.

El “colour management” se puede observar en las fotos que aparecen en el apartado 7.4. FOTOS, donde se ve claramente las zonas definidas en el suelo.

#### 4.2.4. CUARTA S: ESTANDARIZACIÓN

La cuarta etapa o “seiketsu” consiste en la estandarización de los procesos y en realizar los trabajos en base a unos procedimientos. De esta manera cualquier persona podrá comprender de forma rápida y grafica la forma de realizar los trabajos.

Resulta difícil hacer cambiar los hábitos de la gente ya que se sienten seguros y cómodos al realizar un trabajo de una manera que ya conocen, pero es imprescindible que comprendan que la nueva manera de trabajar les va a ayudar a ser más productivos, a sentirse más motivados y a estar más seguros en su puesto de trabajo.



El objetivo de esta etapa es convertir las buenas prácticas en buenos hábitos de trabajo.

En este sentido, GUARDIAN INDUSTRIES está trabajando en favor de que todos los trabajos que se realicen estén estandarizados y consten de un procedimiento, por lo que esta etapa resulta más sencilla. Es por ello que existe un procedimiento del proceso de PICTURE FRAME en cual se está adaptando a los cambios realizados.

Para facilitar la estandarización y la rápida identificación visual se han añadido carteles con los nombres de los productos en los sitios que les corresponden. Ver apartado 7.4. FOTOS.

#### 4.2.5. QUINTA S: DISCIPLINA

La quinta etapa o “shitsuke” consiste en conseguir mantener la filosofía de las 5S, seguir trabajando de acuerdo a los procedimientos y conseguir que la cultura de la mejora continua perdure en los empleados y operarios.

Para lograr que la filosofía de las 5S se mantenga en el tiempo es fundamental que los empleados estén motivados y comprometidos con esta idea de trabajo. Con este fin se decide hacer visible la mejora realizada a todo el mundo y no solo a aquellos empleados que trabajan en esta instalación, por ello se colocan fotos del antes y del después en diversos paneles de la fábrica y se comprueba la mejora de productividad y seguridad en la misma.

Finalmente, con esta quinta etapa acabaría la aplicación de las 5S al proceso de PICTURE FRAME en GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L.

## 5. ALTERNATIVAS

Tras aplicar la filosofía de las 5S se conocen cuáles son los puntos a mejorar del proceso y de la instalación de PICTURE FRAME. Para cada oportunidad de mejora existen varias soluciones posibles, por lo que será necesario estudiarlas y hacer una escala valorativa para poder elegir la mejor alternativa de todas ellas.

La idea de todas las alternativas es solucionar la falta de orden y limpieza para ganar en productividad y seguridad pero con diferentes productos. Para ello se han propuesto 2 alternativas diferentes que se detallan el apartado 5.1 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS.

Para poder elegir la mejor alternativa, es necesario definir una serie de factores de valoración, una escala valorativa ponderada y dar valores a las alternativas. Esto se realiza en el apartado 6. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.

### 5.1. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

En este apartado se describen las 2 alternativas propuestas detallando los puntos de interés. Tal y como se ha comentado en la introducción el objetivo de ambas propuestas es satisfacer la demanda de orden y limpieza de la instalación.



Una vez se tiene una idea de la solución que se quiere, se procede a contactar con el proveedor local de la empresa para conocer de qué objetos y materiales dispone. Para ello se le piden varios presupuestos con las diversas ideas que se tienen para resolver los conflictos anteriormente descritos. Por esa razón, se tienen precios exactos de todos los objetos y materiales de las dos alternativas presentadas a continuación.

Las propuestas comparten varias soluciones ya que tras realizar un estudio resulta que es la mejor solución para ese problema. Es el caso de la utilización de gavetas de plástico para la organización de útiles y materiales de pequeño tamaño que habitualmente se dejaban encima de la mesa metálica.

#### 5.1.1. ALTERNATIVA 1

La primera alternativa propone las siguientes soluciones, con sus respectivos costes, para los problemas detectados en la aplicación de las 5S:

- La utilización de gavetas de plástico de diversos tamaños para la ordenación de los trapos, el SILICAGEL, las cantoneras, la grapadora y los topes de la mesa de cierre de cuadros. El coste total de estas 8 gavetas asciende a **57,36 €**.
- La colocación de 2 portarrollos verticales para el plástico protector. Cada uno de ellos tiene un coste de 575,86 €, lo que hace un total de **1151,72 €**.
- La adquisición de dos carros metálicos especiales para el transporte de planchas de madera para depositar los separadores de madera. Cada uno de los carros tiene un coste individual de 522,7€, lo que hace un total de **1045,4 €**.
- La colocación de los diversos rollos de cinta azul y tape que se utilizan en soportes de plástico enganchados a la valla metálica. Cada soporte de plástico cuesta 12,3 € y el proveedor requiere un pedido de 5 unidades como mínimo, por lo que hacen un total de **61,5 €**.
- La compra de un tubo telescópico con punta de goma para ayudar a la colocación del plástico protector una vez la mesa de cierre de cuadros está en posición vertical. Este tubo telescópico tiene un coste de **30,95 €**.

La colocación de los dos portarrollos verticales para el plástico protector no influiría en el lay-out de la instalación debido a que la superficie ocupada por cada uno de ellos es mínima, por lo que la incorporación de estos elementos sería más sencilla.

Tras realizar la suma de todos los objetos, la propuesta 1 tiene un coste total de **2361,6 €**.

#### 5.1.2. ALTERNATIVA 2

La primera alternativa propone las siguientes soluciones, con sus respectivos costes, para los problemas detectados en la aplicación de las 5S:

- La utilización de gavetas de plástico de diversos tamaños para la ordenación de los trapos, el SILICAGEL, las cantoneras, la grapadora y los topes de la mesa de cierre de cuadros. . El coste total de estas 8 gavetas asciende a **57,36 €**.
- La colocación de un portarrollos doble con un sistema de corte integrado. El portarrollos doble tiene un coste de **1079 €**.



- La compra de dos papeleras de color negro de 1 metro de altura para recoger los separadores de madera. Cada una de estas papeleras tiene un coste de 25,72 €, lo que hace un coste total de **51,44 €**.
- La colocación de varios soportes metálicos de 20 mm de diámetro enganchados a la valla metálica para ordenar los rollos de cinta azul y tape. Tal y como se ha comentado en la propuesta 1, el pedido mínimo es también de 5 unidades con un coste individual de 23,53 € que suman un total de **117,65 €**.
- La adquisición de una pinza recogedora para ayudar a la colocación del plástico protector una vez la mesa de cierre de cuadros está en posición vertical y para recoger los desperdicios que pueda haber en el suelo. Esta pinza tiene un coste de **31,84 €**.

La colocación de un portarrollos doble significa que se debe reorganizar la zona para hacer un hueco para el portarrollos, ya que este mide 1,5 x 0,5 x 1,5 m y actualmente no hay un espacio suficiente donde poderlo colocar.

El coste total de la alternativa 2 es de **1352 €**.

## 6. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Tras la propuesta de dos alternativas diferentes es necesario seleccionar solamente una para poder llevarla a cabo. El proceso de selección de la mejor alternativa comienza determinando una serie de factores fundamentales y realizar una escala valorativa para cada uno de ellos. De esta manera se puede asignar un valor numérico a cada factor para cada una de las alternativas.

Los factores esenciales para esta instalación son:

- Seguridad
- Durabilidad
- Utilidad
- Implementación
- Precio

Los factores y las escalas valorativas se definen de la siguiente manera:

Seguridad: Se define como la baja probabilidad de que se produzca un accidente laboral en condiciones normales de uso.

Escala de valoración:

Definición	Valor numérico
Existe un riesgo inmediato de accidente	1-2
Existe un 80% de probabilidades de accidente	3-4
Existe un 50% de probabilidades de accidente	5-6
Existe un 20% de probabilidades de accidente	7-8
No existe riesgo de accidente	9-10



**Durabilidad:** Se define como la cualidad de los objetos de mantenerse en buen estado a lo largo del tiempo sin necesidad de repararse en condiciones normales de uso.

Escala de valoración:

Definición	Valor numérico
Los objetos duran en buen estado 1 semana	1-2
Los objetos duran en buen estado 1 mes	3-4
Los objetos duran en buen estado 6 meses	5-6
Los objetos duran en buen estado 1 año	7-8
Los objetos duran en buen estado 3 años o más	9-10

**Utilidad:** Se define como la facilidad para la uso de los útiles y materiales en sus nuevas ubicaciones.

Escala de valoración:

Definición	Valor numérico
Un 10% de los objetos necesarios se encuentran en su óptima ubicación	1-2
Un 25% de los objetos necesarios se encuentran en su óptima ubicación	3-4
Un 50% de los objetos necesarios se encuentran en su óptima ubicación	5-6
Un 80% de los objetos necesarios se encuentran en su óptima ubicación	7-8
Todos los objetos necesarios se encuentran en su óptima ubicación	9-10

**Implementación:** Se define como la facilidad y rapidez para la instalación y puesta en funcionamiento de cada alternativa.

Escala de valoración:

Definición	Valor numérico
La alternativa no se puede implementar en menos de un mes	1-2
La alternativa se puede implementar en menos de un mes	3-4
La alternativa se puede implementar en 14-21 días	5-6
La alternativa se puede implementar en 7-14 días	7-8
La alternativa se puede implementar en menos de una semana	9-10

**Precio:** Se define como el coste total de la alternativa.

Escala de valoración:

Definición	Valor numérico
El coste total supera los 10000 €	1-2
El coste total es inferior a 5000€	3-4
El coste total es inferior a 2000€	5-6
El coste total es inferior a 1000€	7-8
El coste total es inferior a 500€	9-10

Tabla 12. Escalas de valoración de factores.

Una vez analizados los factores de elección de alternativas y las escalas de valoración de cada uno de ellos es necesario realizar una escala de ponderación de los factores ya que todos los factores no son igual de importantes.

Descripción	Ponderación
Seguridad	0,3
Durabilidad	0,2
Utilidad	0,2
Implementación	0,15
Precio	0,15
<b>SUMA PONDERADA</b>	<b>1</b>

Tabla 13. Ponderación de factores.

De manera gráfica la ponderación de factores queda de la siguiente manera:

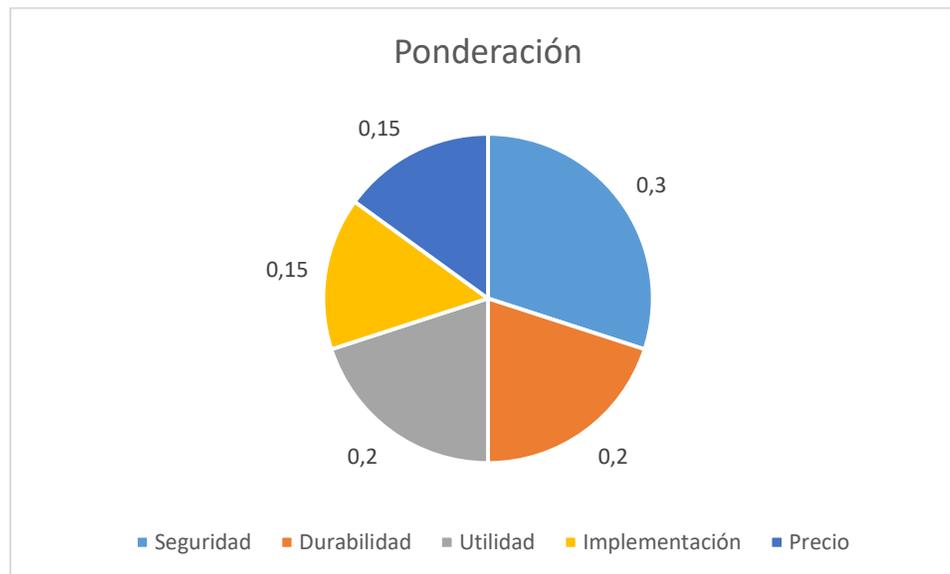


Figura 36. Ponderación de factores.

Tras establecer los factores fundamentales, sus escalas valorativas y la ponderación de los mismos es el momento de dar valores numéricos para cada una de las alternativas y decidir cuál de las dos es la que mejor se adapta a los requerimientos. A continuación se detalla de forma numérica y gráfica:



Descripción	Alternativa 1	Alternativa 2
Seguridad	6	8
Durabilidad	3	8
Utilidad	7	6
Implementación	7	6
Precio	3	6
<b>SUMA PONDERADA</b>	<b>5,3</b>	<b>7</b>

Tabla 14. Valores de cada alternativa.



Figura 37. Escalas de valoración.

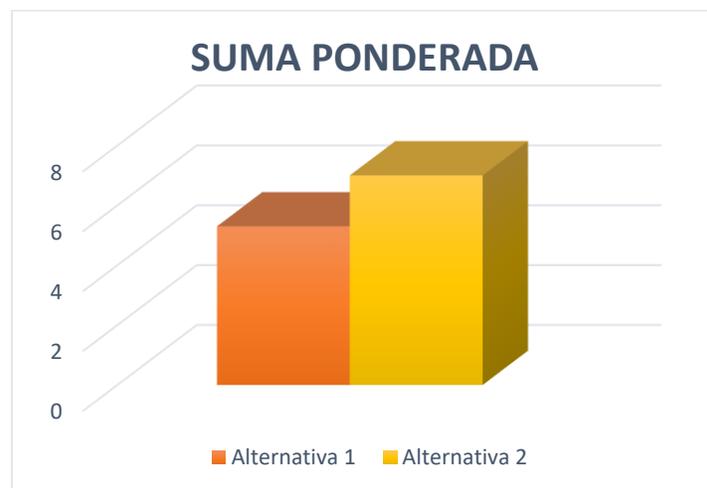


Figura 38. Suma ponderada.

A la vista de los resultados obtenidos se decide que la **Alternativa 2** es la que mejor se adapta a los requerimientos del proyecto y es la elegida para su implementación.



## 7. MEJORAS OBTENIDAS

Una vez aplicada la filosofía de las 5S y después de implementar la alternativa elegida es el momento de comprobar si las mejoras representan un cambio a mejor real. Para ello se vuelven a tomar datos y fotos del proceso y se comparan con los mismos tomados en el apartado 3.3. ESTUDIO PREVIO.

### 7.1. PLANO

El lay-out de la instalación es ligeramente diferente ya que se ha tenido que facilitar un espacio para poder poner el cortador doble con el sistema de corte integrado. Para ello ha ocupado el lugar de los costados de reserva pero haciendo una reorganización de la zona se ha conseguido que estos sigan estando accesibles para los operarios.

El plano de la distribución en planta de la instalación tras realizar los cambios detallados anteriormente se encuentra adjunto en el Anexo PLANOS tras la memoria. Este plano es el 6-DISTRIBUCION EN PLANTA DE LA INSTALACION FINAL.

### 7.2. DISTANCIA RECORRIDA POR OPERARIOS

La distancia recorrida por los operarios después de realizar las mejoras en la instalación se calcula de la misma manera que en el estudio previo, por lo que en primer lugar es necesario realizar un diagrama de espagueti de ambos operarios durante un ciclo completo.

#### 7.2.1. DIAGRAMA DE ESPAGUETI

Para comprobar si existe realmente una reducción de distancia recorrida para los operarios se decide volver a realizar un diagrama de espagueti para cada uno de ellos.

Los planos de los diagramas de espagueti de los dos operarios que trabajan en la instalación tal y como trabajaban antes de realizar ningún cambio se encuentra adjunto en el Anexo PLANOS tras la memoria. Estos planos son 2-DIAGRAMA DE ESPAGUETI OPERARIO 1 PREVIO y 3-DIAGRAMA DE ESPAGUETI OPERARIO 2 PREVIO.

#### 7.2.2. CÁLCULO DE LA DISTANCIA RECORRIDA

Tras realizar los diagramas se cuentan las veces que pasan por cada una de las zonas y, conociendo las medidas, se puede realizar una aproximación de la distancia recorrida por cada operario. Estas se contrastan con las distancias del estudio previo y se realiza una comparativa entre ambas.

**NÚMERO DE VECES QUE PASA POR LA MESA DE CUADROS**

DESPUES	IZQUIERDA	DERECHA	ARRIBA	ABAJO	RESTO
OPERARIO 1	2	7	4	4	7
OPERARIO 2	5	7	3	5	4



SUMA LATERAL (2,2 m)	SUMA BASE Y TAPA (3,2 m)	DISTANCIA RECORRIDA (m)	TOTAL (m)
9	15	<b>68,25</b>	<b>133,65</b>
12	12	<b>65,4</b>	

Tablas 15 y 16. Distancia recorrida por los operarios después de los cambios.

La distancia total recorrida por los operarios tras los cambios realizados es de **133,65 m** por ciclo completo de trabajo.

Comparando estos datos con los calculados en el apartado ESTUDIO PREVIO se calcula la reducción de la distancia recorrida por los operarios en la siguiente tabla:

	DISTANCIA (m)	PORCENTAJE
OPERARIO 1	-11,85	14,79%
OPERARIO 2	-6,4	8,91%
<b>TOTAL</b>	<b>-18,25</b>	<b>12,01%</b>

Tabla 17. Reducción distancia recorrida

Lo que hace un total de distancia recorrida total de **18.25 m** menos por ciclo, que representa una reducción del **12.01%**. Si se estima que se cumple el objetivo de realizar 18 ciclos completos por turno, se obtiene una reducción de distancia recorrida total diariamente de **328.5 m**.

### 7.3. DURACIÓN DE OPERACIONES

Tras realizar los cambios en la instalación y en la manera de trabajar se vuelven a cronometrar varios ciclos completos del proceso de PICTURE FRAME para comprobar si la mejora es realmente efectiva. Con este fin se vuelven a tomar tiempos totales y parciales de 6 ciclos completos aleatorios y los datos se presentan en la siguiente página en la tabla 18.

Haciendo una comparativa entre los tiempos que se habían tomado en el estudio previo y los tiempos tras los cambios realizados se puede observar la mejoría en la productividad de la instalación de PICTURE FRAME. Esto se detalla en la tabla 19 que aparece en páginas siguientes.



#	OPERACIONES	TIEMPO (s)						OPERARIO 1	OPERARIO 2	MESA	MEDIA OPERACIONES DESPUES
		1	2	3	4	5	6				
										Vertical	
1	Traer el vidrio de las barreras con la forklift a la máquina de cuadros	135	180	80	165	140	105			Vertical	134,17
2	Traer la grúa de vuelta	100	60	150	90	90	120			Vertical	101,67
3	Quitar las eslingas / Retirar la forklift	40	30	60	50	50	50			Vertical	46,67
4	Poner la mesa horizontal	30	30	30	30	30	30	Máquina		Horizontal	30,00
5	Abrir el SILICAGEL	0	0	20	0	0	20			Horizontal	6,67
6	Colocar cantoneras + tape azul	30	30	35	30	30	35			Horizontal	31,67
7	Limpiar el vidrio y colocar SILICAGEL	60	60	60	90	70	100			Horizontal	73,33
8	Colocar el plástico azul + tape azul	130	180	130	130	145	120			Horizontal	139,17
9	Colocar plástico protector con tape azul	120	90	100	90	130	80			Horizontal	101,67
10	Colocar los costados de madera	60	30	10	15	15	15			Horizontal	24,17
11	Colocar las bases y tapas de madera	90	15	30	45	25	25			Horizontal	38,33
12	Flejar	180	210	250	170	165	150			Horizontal	187,50
13	Cortar el plástico protector	15	20	15	20	15	15			Horizontal	16,67
14	Colocar el plástico protector	45	30	25	30	30	25			Horizontal	30,83
15	Levantar la mesa y el cuadro	30	30	30	30	30	30	Máquina		Vertical	30,00
16	Llevarlo a la barrera con el puente grúa	180	180	190	180	180	210			Vertical	186,67
17	Colocar bien el plástico protector	15	15	15	15	15	15			Vertical	15,00

	Promedio (s)						Promedio (min)	
<b>TOTAL (s)</b>	<b>1260</b>	<b>1190</b>	<b>1230</b>	<b>1180</b>	<b>1160</b>	<b>1145</b>	<b>1194,17</b>	<b>19,90</b>

Tabla 18. Duración de operaciones tras los cambios.



#	OPERACIONES	MEDIA OPERACIONES ANTES	MEDIA OPERACIONES DESPUES	PORCENTAJE
1	Traer el vidrio de las barreras con la forklift a la máquina de cuadros	135,00	134,17	● -0,6%
2	Traer la grua de vuelta	100,83	101,67	● 0,8%
3	Quitar las eslingas / Retirar la forklift	63,33	46,67	● -26,3%
4	Poner la mesa horizontal	30,00	30,00	0,0%
5	Abrir el silicagel	33,33	6,67	● -80,0%
6	Colocar cantoneras + tape azul	36,67	31,67	● -13,6%
7	Limpiar el vidrio y colocar silicagel	112,50	73,33	● -34,8%
8	Colocar el plastico azul + tape azul	140,83	139,17	● -1,2%
9	Colocar plástico protector con tape azul	102,50	101,67	● -0,8%
10	Colocar los costados de madera	29,17	24,17	● -17,1%
11	Colocar las bases y tapas de madera	43,33	38,33	● -11,5%
12	Flejar	207,50	187,50	● -9,6%
13	Cortar el plastico protector	20,00	16,67	● -16,7%
14	Colocar el plastico protector	34,17	30,83	● -9,8%
15	Levantar la mesa y el cuadro	30,00	30,00	0,0%
16	Llevarlo a la barrera con el puente grúa	266,67	186,67	● -30,0%
17	Colocar bien el plástico protector	25,00	15,00	● -40,0%
<b>TOTAL (s)</b>		<b>1410,83</b>	<b>1199,17</b>	● -15,0%
<b>TOTAL (min)</b>		<b>23,51</b>	<b>19,99</b>	● -15,0%

Tabla 19. Comparativa en tiempos.



Tal y como se observa en la tabla anterior la mejora de rendimiento en la instalación de PICTURE FRAME es considerable. Las mejoras parciales son más importantes en aquellas que estén directamente influidas por los nuevos objetos incorporados en el proceso, pero también se observa que aquellas actividades que en principio no dependen de las mejoras incorporadas han mejorado. Esto se debe a la mejor actitud de los trabajadores y a la mejoría del ambiente en el lugar de trabajo, es una mejora indirecta.

También se puede observar visualmente que hay una actividad del proceso que está en rojo, lo que significa que se tarda más en hacerla actualmente. Pero si se estudia atentamente este dato se ve que la diferencia es mínima (un 0.8%) y la explicación más razonable es que se debe a dos causas principales: se han cometido errores en la medición de los tiempos por parte del observador y existe un componente aleatorio que hace que no todos los procesos cronometrados se desarrollen de la misma forma, por ejemplo que ocurra un pequeño imprevisto. Por lo que este dato se puede considerar que no es representativo, ya que traer el puente grúa de vuelta debería tardar lo mismo que antes puesto que no se han realizado cambios en este paso.

En cuanto a la mejora del tiempo global se observa que **se ha reducido un 15% el tiempo total del proceso** de PICTURE FRAME. En minutos representa un ahorro por cuadro de 3 minutos y medio aproximadamente.

Para calcular el ahorro que representa para la empresa a nivel monetario se calcula de una sencilla manera. Dado que ya se tiene el tiempo medio que se tardaba en completar un ciclo completo y el tiempo que se tarda ahora, se puede calcular el tiempo necesario para cumplir el objetivo de cerrar 18 “cuadros” por turno antes y después de los cambios.

	MEDIA ANTES	MEDIA DESPUES
TOTAL (s)	1410,83	1199,17
SEGUNDOS POR TURNO	25395	21585
MINUTOS POR TURNO	423,25	359,75

Tabla 20. Tiempo necesario para cumplir el objetivo.

Una vez se tiene calculado el tiempo necesario por turno para cumplir el objetivo antes y después de los cambios se puede calcular el ahorro de tiempo por turno simplemente haciendo una resta.

$$\text{MINUTOS AHORRADOS POR TURNO (MAPT)} = 423.25 - 359.75 = 63.5$$

A continuación, se calcula el ahorro semanal ya que se sabe que trabajan 5 días a la semana y una media de 46 semanas trabajadas al año, con lo que se tiene el tiempo ahorrado anual.

$$\text{AHORRO SEMANAL} = \text{MAPT} * 5 = 317.5 \text{ min}$$

$$\text{AHORRO ANUAL} = \text{AHORRO SEMANAL} * 46 = 14605 \text{ min}$$

$$\text{AHORRO ANUAL EN HORAS} = \frac{14605}{60} = 243.42 \text{ h}$$

Estimando el precio de la hora estándar de un operario en 30 €/h se puede calcular el ahorro monetario anual para la empresa.

$$\text{AHORRO MONETARIO ANUAL} = 243.42 * 30 = \mathbf{7302.50 \text{ €}}$$

Con la reducción de tiempos obtenida por turno se calcula un **ahorro económico anual de 7302.50 €** para la empresa.

De igual manera se pueden calcular cuántos “cuadros” más se pueden cerrar anualmente sabiendo el tiempo ahorrado y el tiempo que se tarda en cerrar un “cuadro”.

$$\text{AUMENTO DE CUADROS CERRADOS DIARIO} = \frac{63.5}{19.99} = 3.17$$

Lo que significa que se pueden hacer 19 “cuadros” al día superando claramente el objetivo marcado de 18. Lo que conlleva un aumento de la productividad del **18.75 %**.

#### 7.4. FOTOS

Tras realizar los cambios detallados en la instalación de PICTURE FRAME se vuelven a sacar una serie de fotos para comprobar visualmente los cambios introducidos en la misma.



Figura 39. Vista frontal de la instalación.



Figura 40. Recolocación de los costados de reserva.



Figura 41. Vista lateral de papeleras y mesa con útiles y materiales



Figura 42. Detalle pinza agarradora.



Figura 43. Mesa metálica.



Figura 44. Detalle cantoneras



Figura 45. Detalle organización de los materiales y útiles en la mesa metálica.



Figura 46. Detalle de los topes de la mesa de cuadros.



Figura 47. Detalle modo de trabajo con SILICAGEL.



Figura 48. Porta rollos doble con sistema de corte.



Figura 49. Vista lateral del stock de costados y tapas.

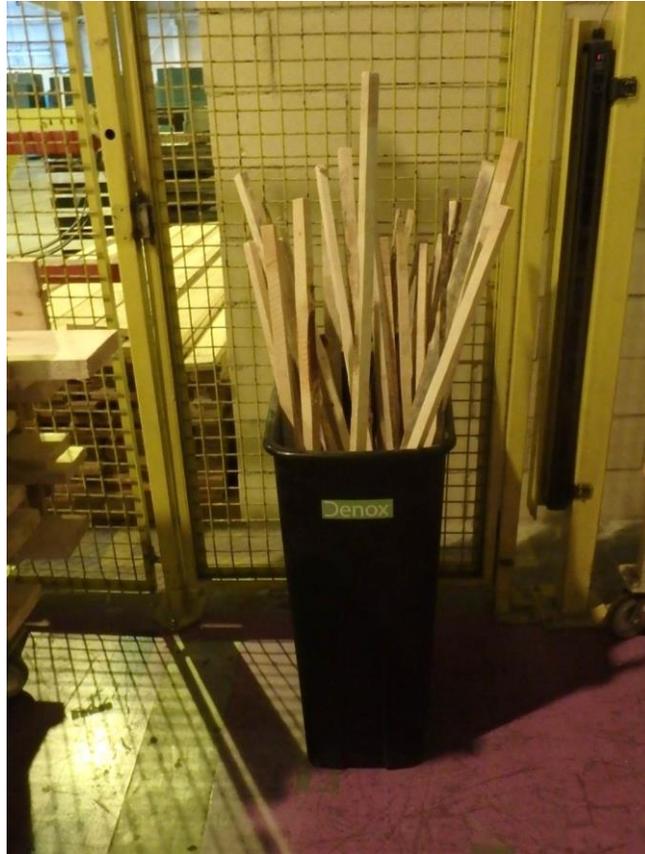


Figura 50. Papeleras para palos separadores.



## 8. CONCLUSIONES

En el apartado anterior 7. MEJORAS OBTENIDAS se puede comprobar de forma objetiva que los cambios realizados en la instalación tienen un efecto positivo real e inmediato en el proceso de PICTURE FRAME.

En primer lugar se comprueba que se ha producido una reducción del 12% en la distancia total recorrida por los operarios, lo que conlleva una mejora en el tiempo empleado en realizar el mismo trabajo y por lo tanto aumenta la productividad del proceso. De la misma manera si los operarios recorren menos distancia se reduce significativamente el riesgo de accidentes laborales a la par que se mejora la ergonomía de los operarios en el proceso.

En segundo lugar se comprueba que existe una mejoría en el tiempo que los operarios necesitan para realizar un ciclo completo del proceso de PICTURE FRAME. En concreto se ha reducido un 15% y esto hace directamente que aumente la productividad del proceso en un 18.75%.

Esta reducción de tiempos y aumento de la productividad del proceso representa un ahorro anual de 7302.50 €. Teniendo en cuenta que la inversión inicial en la compra de productos para la implementación de las 5S ha sido de 1352 €, se puede decir que la amortización es prácticamente inmediata.

Personalmente, la realización de este proyecto me ha servido como primera aplicación real en una empresa de los conceptos aprendidos durante el grado en la UPNA. Ha sido un proceso de aprendizaje del funcionamiento real de una instalación y de una empresa. Me ha enseñado a realizar proyectos en la vida laboral y a resolver los distintos tipos de problemas que aparecen al hacer prácticos los conceptos teóricos.

Finalmente, se puede concluir a la vista de los resultados obtenidos que la implementación de la filosofía de las 5S en el proceso de PICTURE FRAME en la empresa GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L. ha sido todo un éxito y que ha servido para mejorar la instalación en productividad, seguridad y salud.



## 9. BIBLIOGRAFIA

GUARDIAN INDUSTRIES S.L. (2017). Consultado el 25/05/2017 en: <http://www.guardian.com.es/index.asp>

UMS GmbH Consulting. Traducción al castellano: Javier Castiñeira. (2012). *SEIS SIGMA + LEAN MANUAL DMAIC. Realizar proyectos de mejora con éxito.*

Matt Wastradowski. (2016). What is 5S? Recuperado el 05/05/2017 de: <https://www.graphicproducts.com/articles/what-is-5s/>

Creative Safety supply. (2017). 5S Guide. Recuperado el 05/05/2017 de: <https://www.creativesafetysupply.com/content/education-research/5S/index.html>

Carolina Cabrera. (2016). *Diagrama de espagueti.* Recuperado el 15/05/2017 de: <http://mentory.online/2016/05/diagrama-de-espagueti.html>

Ing. Bryan Salazar López. (2016). *Metodología de las 5S.* Recuperado el 01/05/2017 de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>

Fernando López Vázquez. (2012). *El método 5S. Sencillez y eficiencia.* Recuperado el 20/05/2017 de: <http://fernandolopezvelazquez.blogspot.com.es/2012/11/el-metodo-5s-sencillez-y-eficiencia.html>

Comité CTN 85 - CERRAMIENTOS DE HUECOS EN EDIFICACIÓN Y SUS ACCESORIOS. (2011). *UNE-EN 410:2011. Vidrio para la edificación. Vidrio de seguridad. Ensayo y clasificación de la resistencia al ataque manual.*

Comité CTN 108 - SEGURIDAD FÍSICA Y ELECTRÓNICA. SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y ALARMA. (2001). *UNE-EN 356:2001. Vidrio para la edificación. Determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos.*

Comité CTN 85 - CERRAMIENTOS DE HUECOS EN EDIFICACIÓN Y SUS ACCESORIOS. (2012). *UNE-EN 572:2012. Vidrio para la edificación. Productos básicos de vidrio de silicato sodocálcico.*

Comité CTN 85 - CERRAMIENTOS DE HUECOS EN EDIFICACIÓN Y SUS ACCESORIOS. (2011). *UNE-EN 673:2011 Determinación del coeficiente de transmisión térmica (Valor U). Método de cálculo.*

Comité CTN 85 - CERRAMIENTOS DE HUECOS EN EDIFICACIÓN Y SUS ACCESORIOS. (2011). *UNE-EN 674:2011 Determinación del coeficiente de transmitancia térmica, U. Método de la placa caliente guardada.*

Comité CTN 85 - CERRAMIENTOS DE HUECOS EN EDIFICACIÓN Y SUS ACCESORIOS. (2011). *UNE-EN 675:2011 Determinación del coeficiente de transmitancia térmica, U. Método del medidor de flujo de calor.*

Comité CTN 85 - CERRAMIENTOS DE HUECOS EN EDIFICACIÓN Y SUS ACCESORIOS. (2011). *UNE-EN 12758:2011 Acristalamiento y aislamiento al ruido aéreo. Descripciones de producto y determinación de propiedades.*



Guardian Industries. (2017). Fotos y detalles del vidrio. Recuperado el 25/05/2017 de:  
[http://www.sunguardglass.es/cs/groups/sunguardeurope/documents/web\\_content/gi\\_007137.pdf](http://www.sunguardglass.es/cs/groups/sunguardeurope/documents/web_content/gi_007137.pdf)

Astiglass S.L. (2017). Fotos y detalles del vidrio. Recuperado el 25/05/2017 de:  
<http://www.astiglass.com/productos-vidrios-de-capa/>



## ANEXOS

### NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS

- Picture Frame: Es el proceso de embalado de vidrio con madera, en castellano se traduce como cierre de cuadros.
- Vidrio float: Se define como el vidrio que tras salir del horno se hace flotar por un baño de estaño. Es el que se produce en GUARDIAN INDUSTRIES NAVARRA S.L.
- UNE: Se define como Una Norma Española y contempla las normativas aplicables en España.
- MTD: Se define como las mejores técnicas disponibles en el mercado para la resolución de los problemas.
- L-Frame: Es un tipo de utillaje en forma de “L” donde se apoya el vidrio para transportarlo en góndolas.
- A-Frame: Es un tipo de utillaje en forma de “A” donde se apoya el vidrio por ambos lados para transportarlo en góndolas.
- Góndolas: Se dice de un remolque especialmente diseñado para transportar vidrio en A-Frame o L-Frame.
- Izadas: Es un tipo de utillaje en forma de “A” que se utiliza para transportar vidrio en remolques comunes.
- Cuadros: Se dice de los paquetes de vidrio ya embalados con madera.
- SILICAGEL: Es el nombre comercial que se le da a las pequeñas bolsas de dióxido de silicio de forma granular y porosa que se utiliza como absorbente de humedad.
- Forklift: Es el termino en ingles que se utiliza para denominar a las carretillas elevadoras.



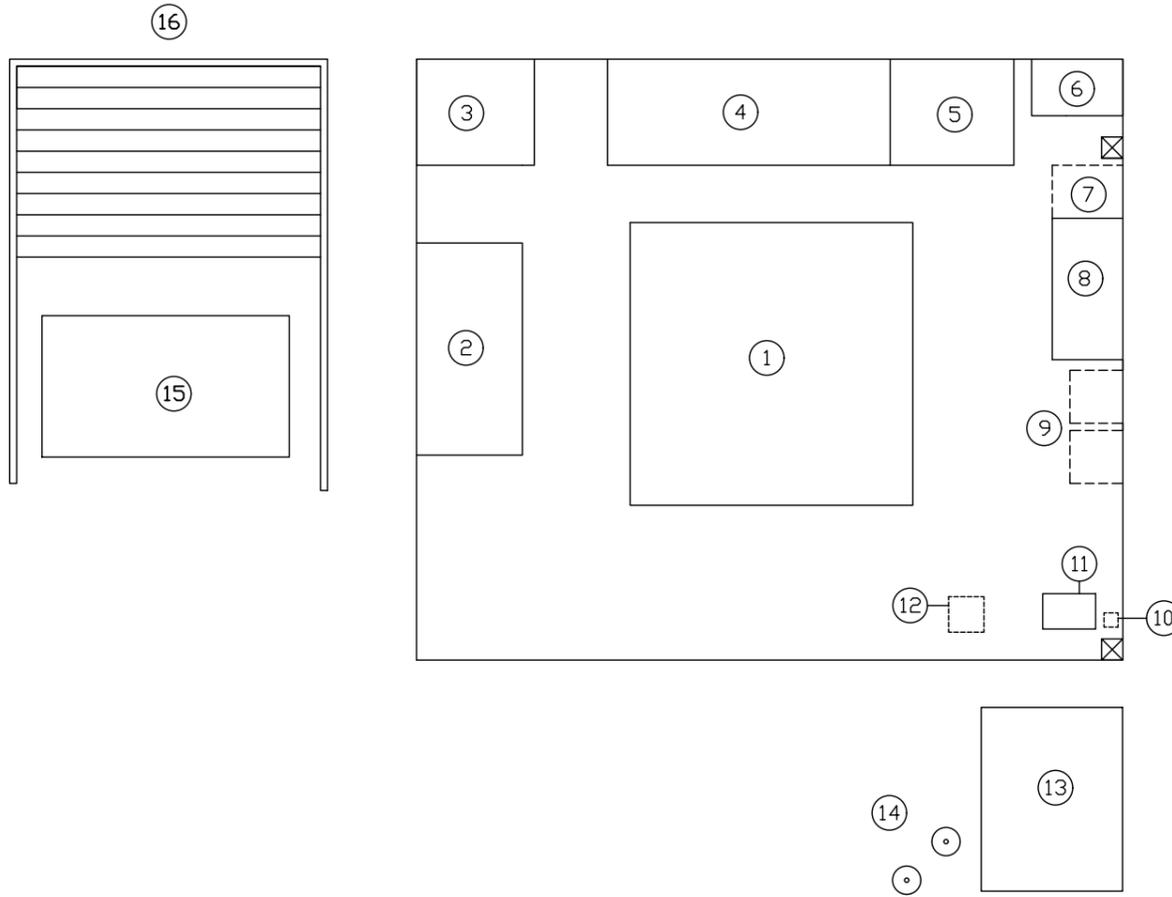
## PLANOS

A continuación se incluyen los distintos planos necesarios para la correcta comprensión y desarrollo del proyecto anteriormente descrito.

### ÍNDICE DE PLANOS:

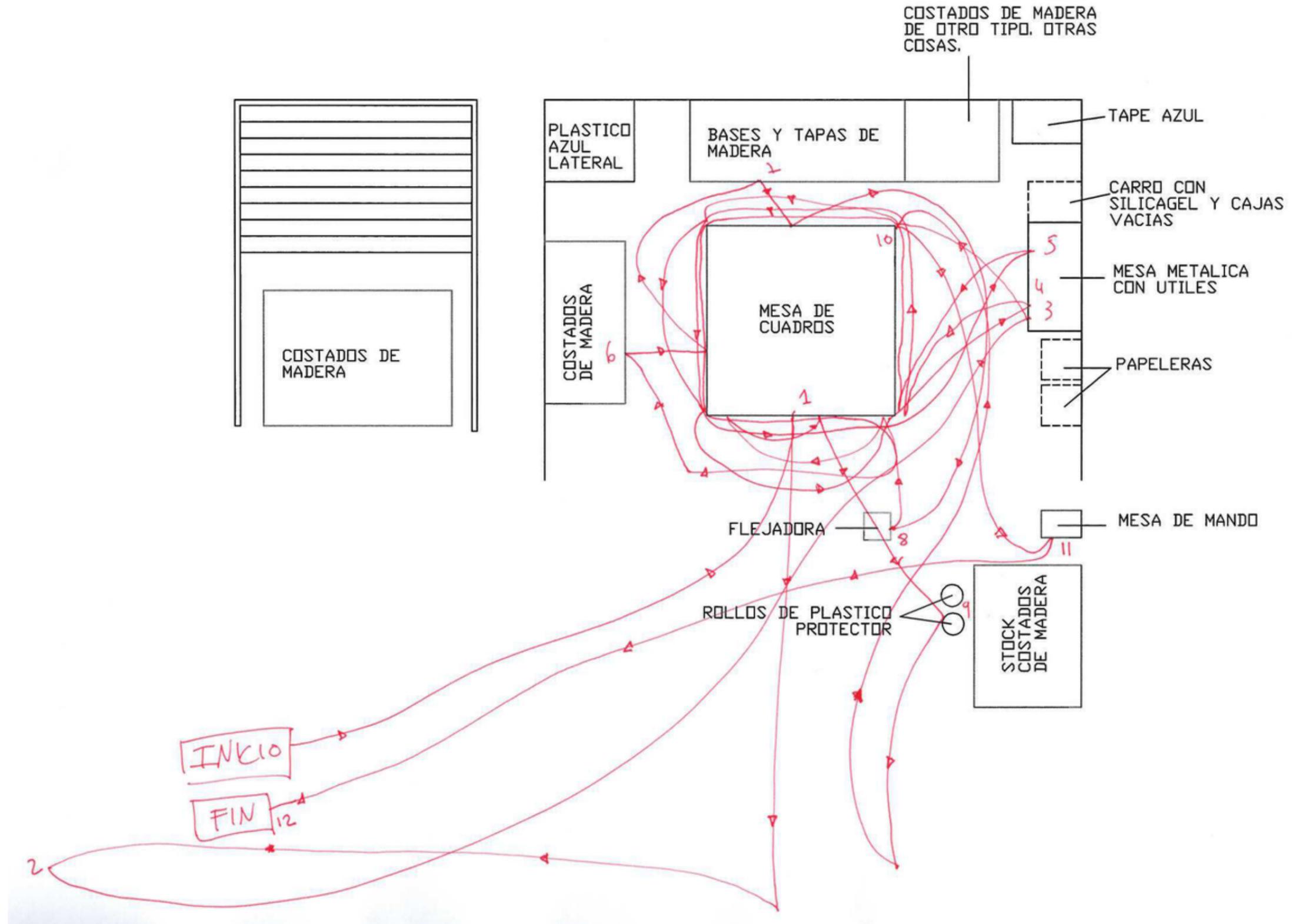
- 1- DISTRIBUCION EN PLANTA DE LA INSTALACION PREVIA
- 2- DIAGRAMA DE ESPAGUETI OPERARIO 1 PREVIO
- 3- DIAGRAMA DE ESPAGUETI OPERARIO 2 PREVIO
- 4- DIAGRAMA DE ESPAGUETI OPERARIO 1 FINAL
- 5- DIAGRAMA DE ESPAGUETI OPERARIO 2 FINAL
- 6- DISTRIBUCION EN PLANTA DE LA INSTALACION FINAL

- LEYENDA**
- 1 MESA DE CIERRE DE CUADROS
  - 2 COSTADOS DE MADERA
  - 3 STOCK DE CINTA AZUL
  - 4 BASES Y TAPAS DE MADERA
  - 5 COSTADOS DE RESERVA Y DIVERSOS OBJETOS
  - 6 STOCK DE CINTA TAPE AZUL
  - 7 CARRO CON CAJAS DE SILICAGEL
  - 8 MESA METALICA CON MATERIALES Y UTILES
  - 9 PAPELERAS
  - 10 FLEJADORA DE GRAPAS
  - 11 MESA DE CONTROL
  - 12 CARRO CON FLEJADORA
  - 13 STOCK BASES Y TAPAS MADERA
  - 14 ROLLOS DE PLASTICO PROTECTOR
  - 15 STOCK COSTADOS DE MADERA
  - 16 BARRERA CON VIDRIO



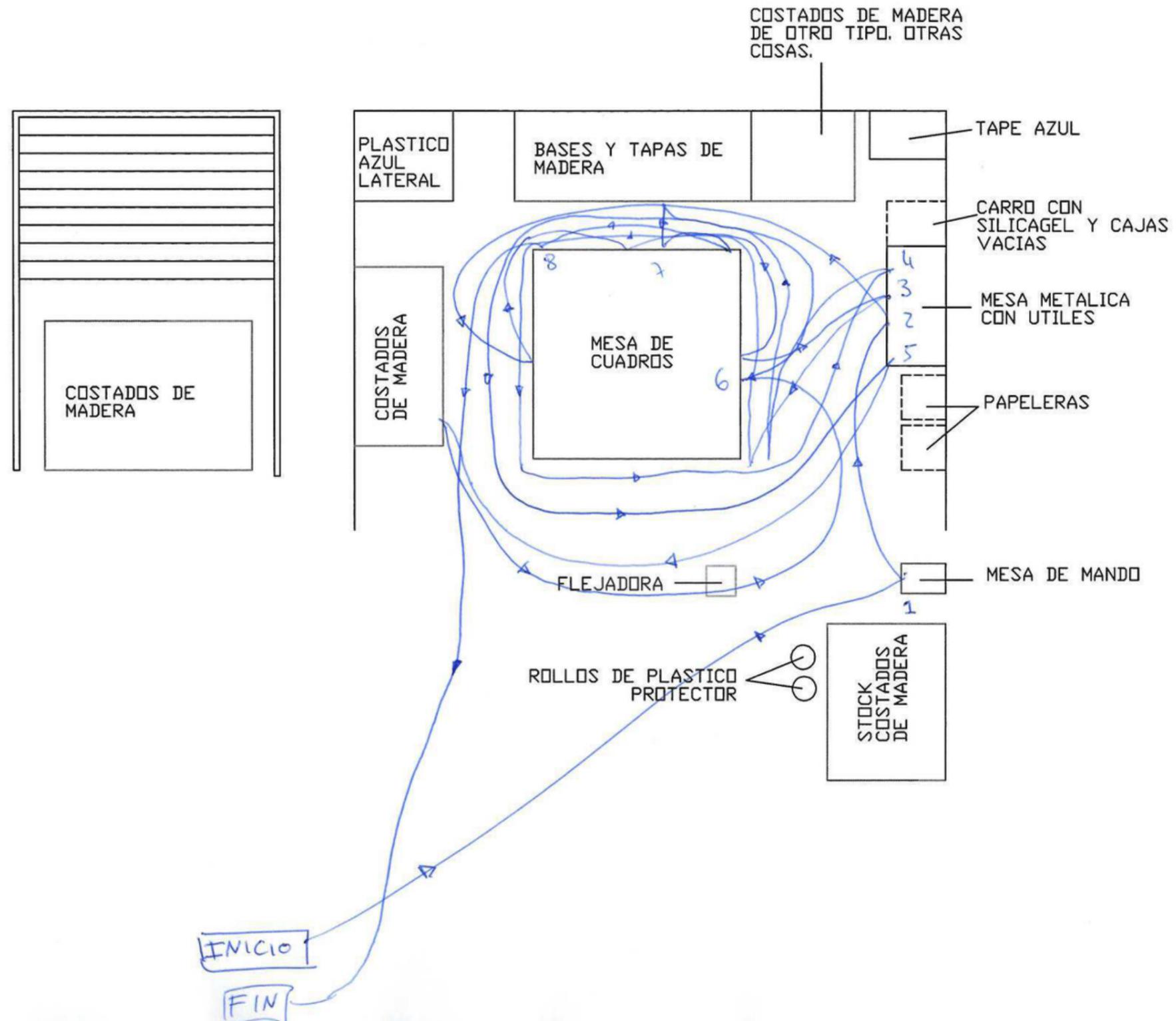
\*LAS LINEAS DISCONTINUAS REPRESENTAN A LOS OBJETOS MOVILES

	<b>E.T.S.I.I.T</b>	TRABAJO FIN DE GRADO	
	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		REALIZADO: MIGUEL ROMEO VEGA
PROYECTO: APLICACIÓN DE LAS 5's AL EMBALAJE DE VIDRIO EN MADERA		FIRMA:	
		PLANO: DISTRIBUCION EN PLANTA DE LA INSTALACION PREVIA	FECHA: 16/06/2017



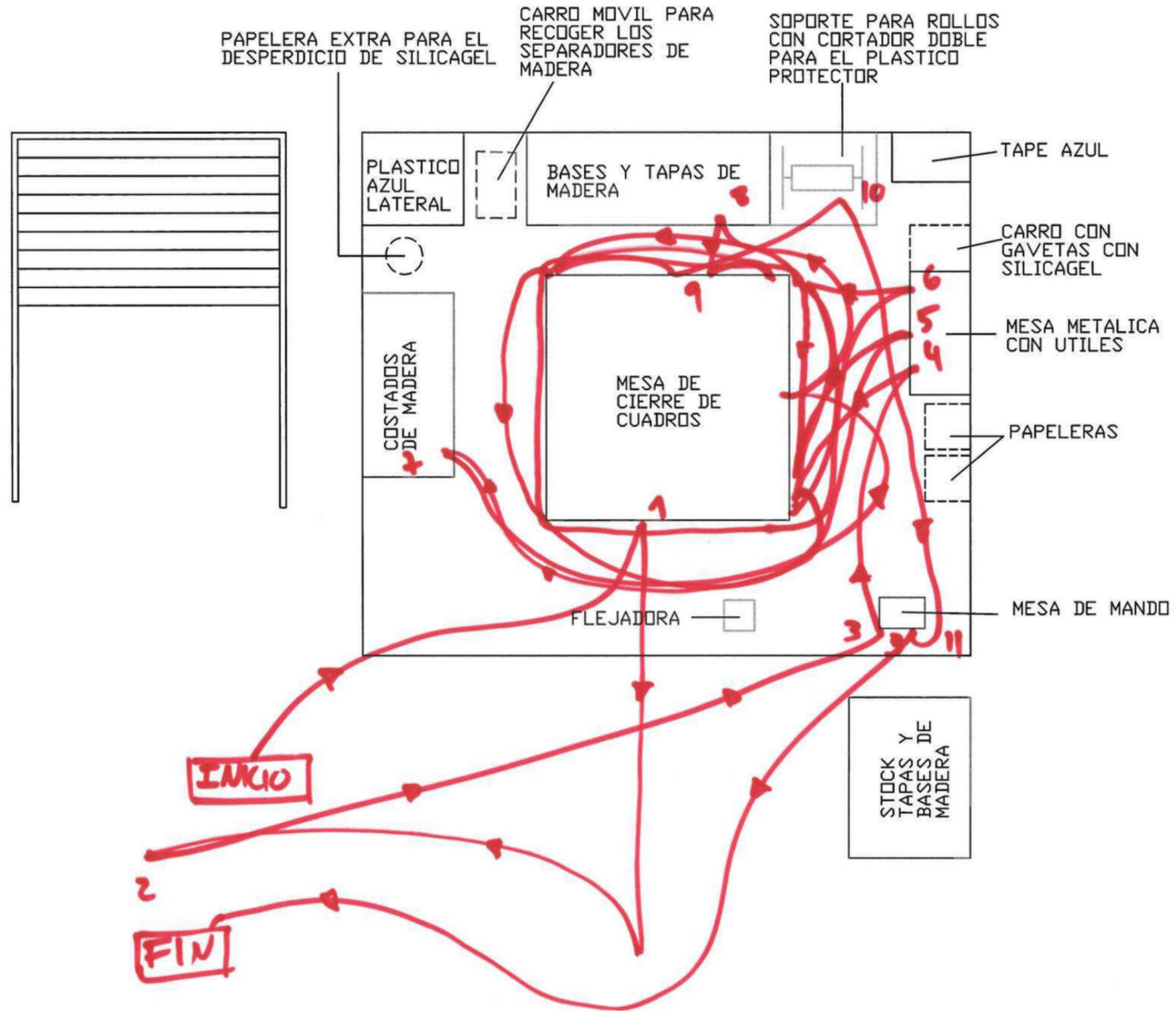
\*LAS LINEAS DISCONTINUAS REPRESENTAN A LOS OBJETOS MOVILES

	E.T.S.I.I.T		TRABAJO FIN DE GRADO		
	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES			REALIZADO: MIGUEL ROMED VEGA	
PROYECTO: APLICACIÓN DE LAS 5's AL EMBALAJE DE VIDRIO EN MADERA			FIRMA:		
			PLANO: DIAGRAMA DE ESPAGUETI DEL OPERARIO 1 PREVIO	FECHA: 16/06/2017	ESCALA: S/E



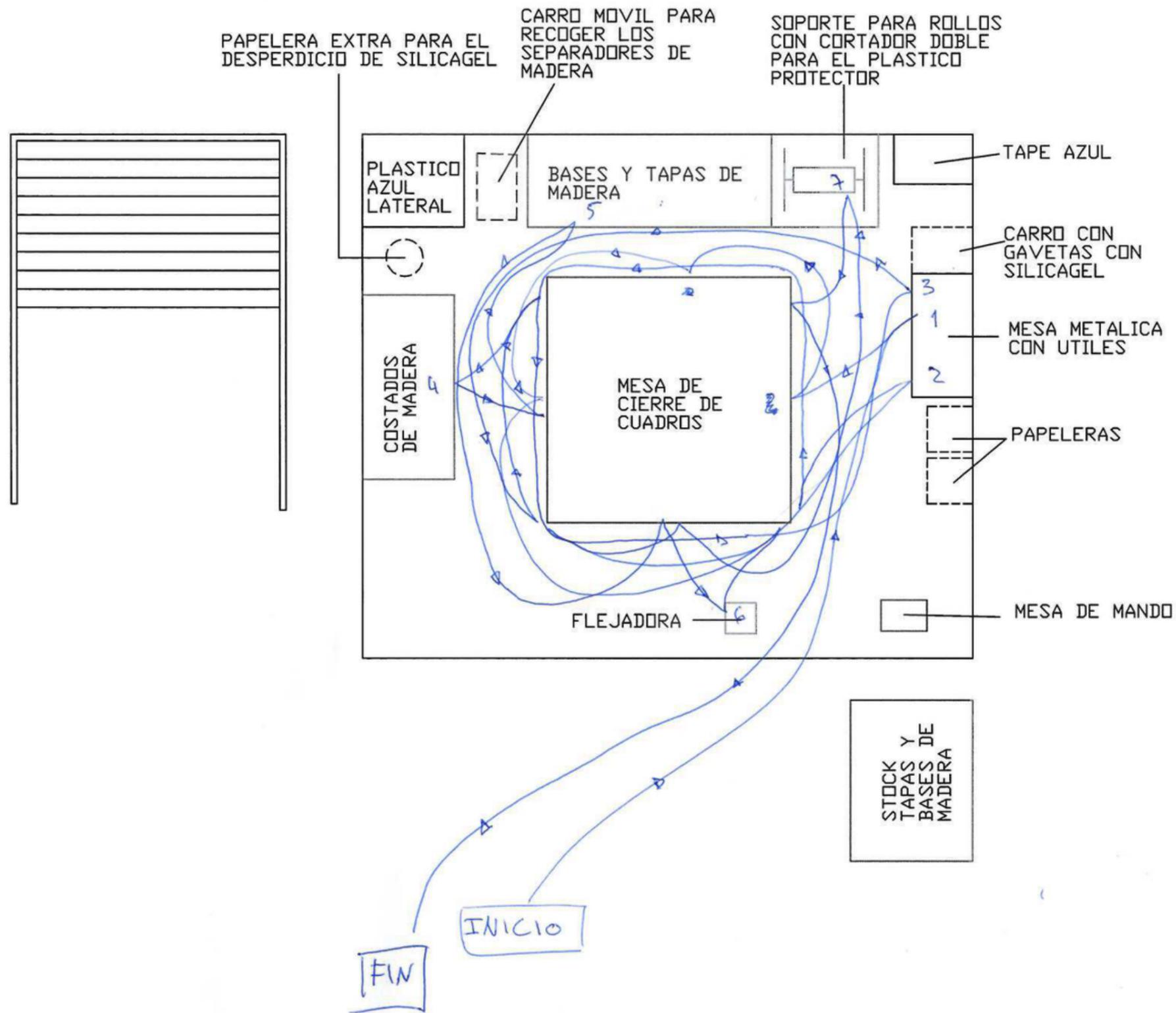
\*LAS LINEAS DISCONTINUAS REPRESENTAN A LOS OBJETOS MOVILES

	E.T.S.I.I.T		TRABAJO FIN DE GRADO		
	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES			REALIZADO: MIGUEL ROMED VEGA	
PROYECTO: APLICACIÓN DE LAS 5's AL EMBALAJE DE VIDRIO EN MADERA			FIRMA:		
			PLANO: DIAGRAMA DE ESPAGUETI DEL OPERARIO 2 PREVIO	FECHA: 16/06/2017	ESCALA: S/E



\*LAS LINEAS DISCONTINUAS REPRESENTAN A LOS OBJETOS MOVILES

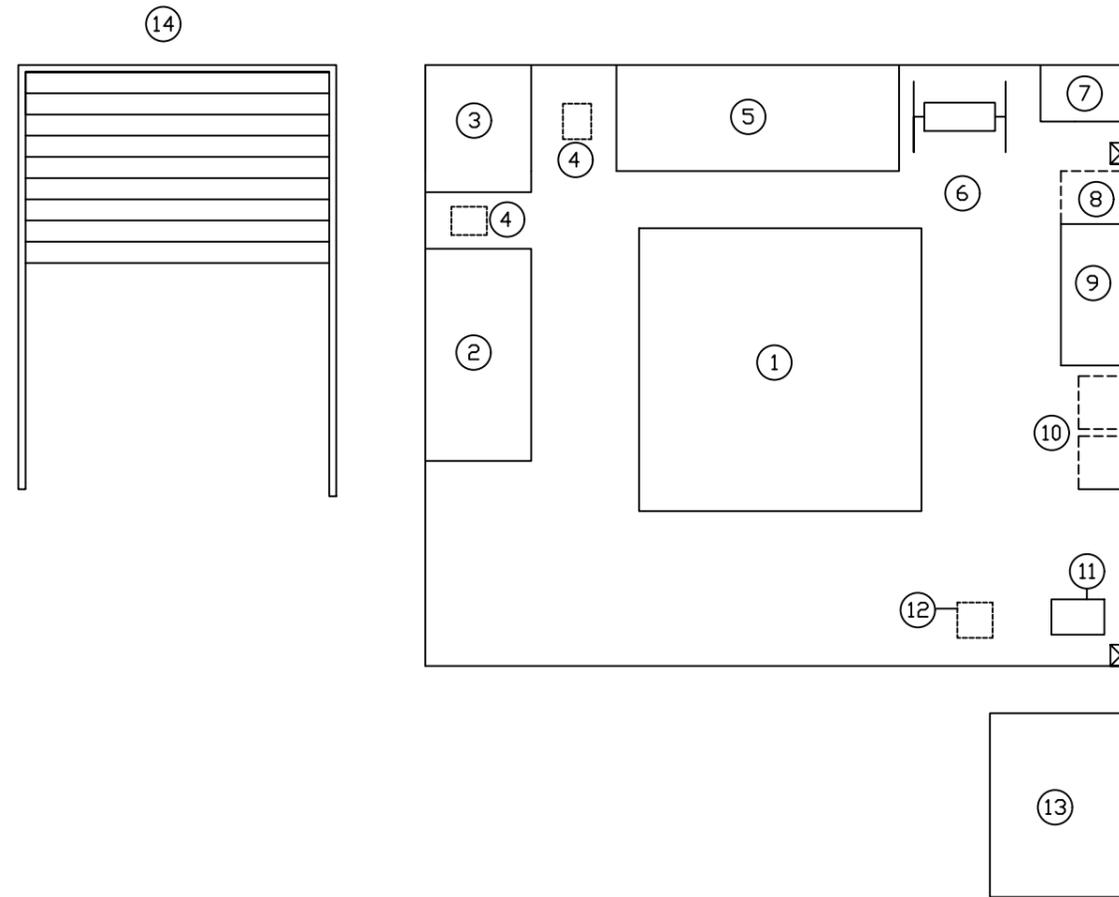
	E.T.S.I.I.T		TRABAJO FIN DE GRADO	
	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES			
PROYECTO: APLICACIÓN DE LAS 5's AL EMBALAJE DE VIDRIO EN MADERA			REALIZADO: MIGUEL ROMED VEGA	
PLANO: DIAGRAMA DE ESPAGUETI DEL OPERARIO 1 FINAL			FIRMA:	
		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		16/06/2017	S/E	4/6



\*LAS LINEAS DISCONTINUAS REPRESENTAN A LOS OBJETOS MOVILES

	E.T.S.I.I.T		TRABAJO FIN DE GRADO	
	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES			
PROYECTO: APLICACIÓN DE LAS 5's AL EMBALAJE DE VIDRIO EN MADERA			REALIZADO: MIGUEL ROMEO VEGA	
PLANO: DIAGRAMA DE ESPAGUETI DEL OPERARIO 2 FINAL			FIRMA:	
	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
	16/06/2017	S/E	5/6	

- LEYENDA**
- 1 MESA DE CIERRE DE CUADROS
  - 2 COSTADOS DE MADERA
  - 3 COSTADOS DE RESERVA
  - 4 CUBOS PARA SEPARADORES
  - 5 BASES Y TAPAS DE MADERA
  - 6 PORTA ROLLOS DOBLE
  - 7 STOCK DE SILICAGEL Y TAPE
  - 8 CARRO CON GAVETA Y CUBO
  - 9 MESA METALICA CON GAVETAS
  - 10 PAPELERAS
  - 11 MESA DE CONTROL
  - 12 CARRO CON FLEJADORA
  - 13 STOCK DE BASES Y TAPAS DE MADERA
  - 14 BARRERA CON VIDRIO



\*LAS LINEAS DISCONTINUAS REPRESENTAN A LOS OBJETOS MOVILES

	<b>E.T.S.I.I.T</b>	TRABAJO FIN DE GRADO		
	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		REALIZADO: MIGUEL ROMEO VEGA	
PROYECTO: APLICACIÓN DE LAS 5's AL EMBALAJE DE VIDRIO EN MADERA		FIRMA:		
PLANO: DISTRIBUCION EN PLANTA DE LA INSTALACION FINAL		FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		16/06/2017	1:100	6/6